

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE 8 HP  
DE ARRANQUE RETRÁCTIL MONOCILÍNDRICO DE CUATRO TIEMPOS,  
CUYA POTENCIA MECÁNICA PRODUCIDA ES UTILIZADA  
EN UN GENERADOR ELÉCTRICO DE 4 kW.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**CARLOS ABEL TUCHÁN FLORES**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO**

**GUATEMALA, JULIO DE 1,999**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE 8 HP  
DE ARRANQUE RETRÁCTIL MONOCILÍNDRICO DE CUATRO TIEMPOS,  
CUYA POTENCIA MECÁNICA PRODUCIDA ES UTILIZADA  
EN UN GENERADOR ELÉCTRICO DE 4 kW,**

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 17 de marzo de 1998, ref. EIM. T600.98.



Carlos Abel Tuchán Flores.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
VOCAL 1	Ing. José Francisco Gómez Rivera.
VOCAL 2	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez.
VOCAL 3	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana.
VOCAL 4	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera.
VOCAL 5	Br. José Enrique López Barrios.
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Molina Zaldaña.
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga.
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

Guatemala, 14 de octubre de 1,998

Ingeniero  
Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería, USAC.  
Presente.

Estimado Ingeniero Pérez:

Me complace informarle que el trabajo de tesis titulado "ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE 8 hp DE ARRANQUE RETRACTIL MONOCILINDRICO DE CUATRO TIEMPOS, CUYA POTENCIA MECANICA PRODUCIDA ES UTILIZADA EN UN GENERADOR ELECTRICO DE 4 kW.", realizado por el estudiante universitario CARLOS ABEL TUCHAN FLORES, ha sido concluido satisfactoriamente.

En tal virtud y considerando que dicho trabajo de tesis cumple con los requisitos que exige la Facultad de Ingeniería; por lo que recomiendo su aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. ALVARO ANTONIO AVILA PINZON  
Colegiado 2262  
Asesor.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Técnica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer la aprobación del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado Análisis del Funcionamiento de un Motor de 8 HP de Arranque Retráctil Monocilíndrico de Cuatro Tiempos, cuya Potencia Mecánica Producida es Utilizada en un Generador Eléctrico de 4 kW, del estudiante Carlos Abel Tuchón Flores, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Julio César Molina Zaldivar  
Coordinador de Área

Guatemala, noviembre de 1,975.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.  
Apartado Postal 217-I-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Térmica, al trabajo de tesis, **Análisis del Funcionamiento de un Motor de 8 HP de Arranque Retráctil Monocilíndrico de Cuatro Tiempos, Cuya Potencia Mecánica Producida es Utilizada en un Generador Eléctrico de 4 kW**, del estudiante Carlos Abel Tuchán Flores, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑADA A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR

Guatemala, abril de 1,999.





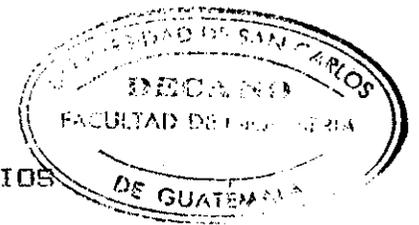
FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobacion por parte del Director de la Escuela de Ingenieria Mecanica, Ingeniero Carlos Humberto Perez Rodriguez, al trabajo de tesis titulado Analisis del Funcionamiento de un Motor de 8 HP de Arranque Retractil Monocilindrico de Cuatro Tiempos, cuya Potencia Mecanica Producida es Utilizada en un Generador Elctrico de 4 kW, presentado por el estudiante universitario Carlos Abel Tuchan Flores, procede a la autorizacion para la impresion del mismo.

IMPRIMASE

ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS

DECANO



Guatemala, julio de 1,999.

## **DEDICATORIA**

- A DIOS** Por ser mi camino de sabiduría.
- A MIS PADRES** Lic. Abel Tuchán y  
Ts. María Candelaria,  
como agradecimiento a sus esfuerzos y  
el apoyo que me han brindado durante  
mi vida.
- A MI ESPOSA** Myrna Raquel Hernández de Tuchán,  
por su amor y comprensión.
- A MI HERMANA** María Leonor Tuchán Flores,  
con amor fraternal y porque en un  
futuro cercano llegue a superarme.
- A MIS ABUELOS** María Leonor Tuchán Pamal y  
Daniel Castro Vásquez,  
por sus consejos y cuidados.
- A MI TÍA** Alicia Pashel,  
por la ayuda que me ha brindado.
- A MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL.**



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
INTRODUCCIÓN	XV
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE OPERACIÓN	1
1.1 Principios de operación de los motores de arranque retráctil de ignición por magneto, monocilíndrico de cuatro tiempos	1
1.2 Componentes del motor de arranque retráctil de 8 hp, utilizado en un generador eléctrico de 4 kW	3
1.3 Sistema de ignición	5
1.3.1 Sistema de ignición por batería	5
1.3.2 Sistema de ignición por magneto	5
1.4 Sistema de combustión	7
1.4.1 Carburador tipo Ventury	7
1.4.2 Carburador de succión	10
1.4.3 Carburador de flote	11
1.4.4 Carburador de diafragma	11
1.5 Sistema de lubricación	12
1.6 Sistema de enfriamiento por aire	14

2.	FACTORES QUE AFECTAN EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE UN MOTOR DE ARRANQUE RETRÁCTIL	15
2.1	Teorías de operación	15
2.1.1	Factores de compresión	15
2.1.2	Factores de carburación	21
2.1.2.1	Presión atmosférica	21
2.1.2.2	Ventury	21
2.1.2.3	Carburadores alimentados por gravedad	22
2.1.2.4	Nivel del flotador	22
2.1.2.5	Válvula de ralenti	26
2.1.2.6	Gasolina y aceite	27
2.1.2.7	Filtros de aire	28
2.1.3	Factores de encendido	28
2.1.4	Factores de regulación	33
2.2	Precauciones en la operación del motor	36
2.3	Procedimiento de puesta a punto de los motores de arranque retráctil	37
3.	RUTINAS DE MANTENIMIENTO	39
3.1	Sistema de lubricación	39
3.1.1	Aceite lubricante	39
3.1.2	Cambio de aceite	39
3.1.3	Revisión del respiradero	40
3.1.4	Revisión del sistema sensor de aceite	41
3.2	Sistema de carburación	42
3.2.1	Filtros de aire	42

3.2.1.1	Filtros de aire con espuma de aceite	43
3.2.1.2	Filtros de aire tipo cartucho	43
3.2.2	Estrangulador automático	45
3.2.3	Carburador alimentado por gravedad de un cuerpo	46
3.2.3.1	Revisión de la aguja de mezcla	48
3.2.3.2	Revisión del nivel del flotador	49
3.2.3.3	Reparación del carburador	50
3.2.3.4	Ajuste del carburador	50
3.3	Sistema de enfriamiento	52
3.4	Sistema de compresión	52
3.4.1	Revisión de culata y protector	52
3.4.2	Revisión de válvulas	54
3.5	Revisión del sistema de encendido	55
3.5.1	Comprobación de falla de chispa	57
3.5.2	Revisión del sistema de encendido electrónico magnetrón	58
3.5.3	Revisión del sistema de encendido magnavac	59
3.6	Identificación de los interruptores de parada	59
3.7	Revisión del sistema de regulación	60
3.7.1	Revisión del regulador de aleta	60
3.7.2	Revisión del regulador mecánico	60
3.7.3	Limites de velocidad regulada	61
3.7.4	Reguladores mecanicos en motores de hierro fundido	61
3.7.5	Reguladores mecanicos en motores de cilindros de aluminio	62
3.8	Revisión de pistones, anillos y bielas	63
3.9	Revisión del cigueñal y árbol de levas	65



4. PROBLEMAS COMUNES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES	69
4.1 Revisión de compresión	69
4.2 Revisión de encendido	70
4.3 Revisión de carburación	70
4.4 Influencia del equipo en el funcionamiento del motor	71
4.4.1 Dificultad en el arranque, contragolpe o imposibilidad para encender	71
4.4.2 Revisión debida a la vibración	72
4.4.3 Pérdida de potencia	72
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	85

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Etapas de operación de un motor monocilíndrico de combustión interna	2
2. Componentes de un motor de arranque retráctil ignición por magneto	4
3. Diagrama de ignición por batería	6
4. Diagrama de ignición por magnetos de inducción	6
5. Carburador tipo Ventury	9
6. Carburador de succión	10
7. Carburador de diafragma	12
8. Desplazamiento del pistón	16
9. Razón de compresión de 6 : 1	17
10. Elementos de una válvula	20
11. Posición del flotador dentro de un carburador	23
12. Acelerador en posición abierta y cerrada	25
13. Posición del estrangulador en un carburador	27
14. Elementos de un sistema de encendido	29
15. Diagrama del sistema de encendido	30
16. Esquema de funcionamiento de un condensador	31
17. Procedimiento de prueba del magneto	32
18. Regulador neumático ó de aleta	33
19. Regulador mecánico	35

20.	Sistema sensor de aceite tipo flotador	42
21.	Filtro de aire con espuma de aceite	44
22.	Filtro de aire tipo cartucho	45
23.	Estrangulador automático	46
24.	Carburador alimentado por gravedad de cuerpo pequeño	47
25.	Carburador alimentado por gravedad de cuerpo grande	47
26.	Revisión de las agujas de mezcla	48
27.	Revisión del nivel de flotador	49
28.	Ajuste del carburador	51
29.	Secuencia para apretar los tornillos de la culata	53
30.	Dimensiones de válvulas y asientos	54
31.	Encendido electrónico magnetrón	55
32.	Encendido magnavac	56
33.	Comprobación de encendido	57
34.	Identificación del módulo magnetrón	58
35.	Tipos de interruptores de parada	59
36.	Varillas del regulador mecánico en motores de hierro fundido	62
37.	Ajuste del regulador mecánico en motores de cilindro de aluminio	63
38.	Puntos de revisión en el cigueñal	65
39.	Gráfica de la relación entre el costo de mantenimiento y tiempo	73
40.	Gráfica de la relación entre la eficiencia y tiempo	76

<b>Tablas</b>	<b>Página</b>
I. Medidas no aceptadas de los espacios entre bordes del anillo	64
II. Dimensiones no admitidas del cigueñal	66
III. Medias no aceptadas del árbol de levas	67
IV. Promedio del costo de mantenimiento de cuatro motores de arranque retráctil	74
V. Valor del costo, costo promedio y factor de costo de acuerdo al periodo de mantenimiento	78
VI. Promedio de la eficiencia desarrollada por cuatro motores de arranque retráctil	78

## GLOSARIO

- Acumulador** Es una celda secundaria o batería secundaria, donde una corriente eléctrica, llamada carga, produce cambios químicos que después servirán para generar una corriente eléctrica, que es llamada descarga.
- Arco** Descarga eléctrica intensa entre dos electrodos debido a la ionización del espacio intermedio.
- Arranque** Es el medio, mecanismo o aparato que provoca el que comience a funcionar un motor o una máquina.
- Autoinducción** Es el fenómeno de inducción de una fuerza contraelectromotriz en un circuito inductivo por efecto del cambio de intensidad de la corriente que fluye por el mismo. La autoinducción tiende a oponerse al paso de la corriente cuando ésta principia a fluir y también trata de mantenerla circulando cuando cesa su paso.
- Bujía** Es una pieza compuesta de dos electrodos uno central y otro lateral entre cuya puntas se hace saltar una chispa de alta tensión que inflama la mezcla combustible comprimida en un motor de combustión interna.

<b>Caballos de fuerza</b>	Es la fuerza necesaria para levantar 75 kilogramos a la altura de un metro en un segundo.
<b>Campo magnético</b>	Es el espacio que recorren las líneas de fuerza magnética de un imán o electroimán.
<b>Cigüeñal</b>	Es el eje de un motor sobre el cual actúan los pistones mediante sus respectivas bielas.
<b>Circuito primario</b>	Es el circuito que alimenta el primario de un transformador. Es el circuito que proporciona la energía eléctrica que va a ser transformada.
<b>Circuito secundario</b>	Es el circuito que obtiene energía de otro circuito por inducción.
<b>Combustión</b>	Es la rápida oxidación de una sustancia de combustible, que da como resultado liberación de calor.
<b>Corriente alterna</b>	Es la corriente eléctrica que invierte su dirección periódicamente es decir, la corriente que fluye primero en una dirección y luego en la dirección opuesta a la anterior.
<b>Corriente continua</b>	Es la corriente eléctrica que mantiene constante su intensidad y fluye en una misma dirección.

<b>Descarga</b>	Es el hecho de que una corriente que había estado almacenada, quede en libertad como en el caso de descarga del condensador. También se llama así al hecho de que un acumulador proporcione la corriente eléctrica.
<b>Desengranar</b>	Es el acto de separar ruedas dentadas o con dientes.
<b>Detonación</b>	Es el sonido que se produce por una explosión, que indica la presencia de una diferencia de presión y por lo tanto la existencia de vibraciones.
<b>Electroimán</b>	Es una pieza de hierro dulce provista de una bobina por la cual circula una corriente eléctrica, con el objeto de formar un campo magnético, que convierta al hierro en imán mientras circula la corriente.
<b>Encendido</b>	Palabra que se aplica en el momento de poner en marcha un motor de combustión interna; es decir, en el momento de su arranque, también se refiere al momento de ignición del mismo.
<b>Engranar</b>	Es el acto de unir dos ruedas dentadas o con dientes.
<b>Entrehierro</b>	Es la interrupción en un circuito magnético, ocupado por una sustancia no magnética, y que sirve para impedir la saturación del hierro.

<b>Escape</b>	Es el tubo que conduce a la atmósfera los gases producto de la combustión.
<b>Faradio</b>	Es la unidad usada para medir la capacidad eléctrica.
<b>Fuerza contraelectromotriz</b>	Es el potencial o presión eléctrica que se opone a la fuerza electromotriz aplicada a un circuito.
<b>Fuerza electromotriz</b>	Es la presión eléctrica que trata de hacer circular una corriente eléctrica por un circuito. Debido al hecho de que se indica en voltios, se denomina voltaje, llamada también tensión.
<b>Generador</b>	Es una máquina que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Su funcionamiento se basa en la inducción de una fuerza electromotriz (F.E.M) en un conductor que corta o es cortado por líneas de fuerza magnética. Generalmente, se aplica el término generador a una máquina que proporciona corriente directa.
<b>Inductancia</b>	Es la propiedad o la habilidad que tiene un circuito para hacer aparecer en el mismo una fuerza contraelectromotriz cuando se alimenta con corriente alterna.
<b>Interruptor</b>	Dispositivo utilizado para abrir o cerrar un circuito eléctrico en forma conveniente y segura.

<b>Ionización</b>	Es el hecho de quitar o aumentar electrones a los átomos, o de cuando menos, el de hacer que se separen de sus órbitas alrededor del núcleo respectivo.
<b>Kilovatio</b>	Es el kilowatt que abreviado es kW; es decir, mil watts o mil vatios.
<b>Micro</b>	Prefijo colocado antes del nombre de una unidad para denotar la millonésima parte de esa unidad.
<b>Microfaradio</b>	Es la millonésima parte de un faradio.
<b>Válvula</b>	En general, es todo artificio que permita abrir ó cerrar el paso a un cuerpo móvil, que puede ser líquido o gaseoso.
<b>Vatio</b>	Es una unidad de potencia eléctrica, la potencia que propociona un amperio bajo la presión de un voltio.
<b>Voltio</b>	Es la unidad de medida de la fuerza electromotriz.
<b>Watt</b>	Es una unidad de fuerza eléctrica; es decir, la potencia eléctrica que proporciona una corriente de un amperio bajo la presión de un voltio

## INTRODUCCIÓN

Los motores de arranque retráctil ignición por magneto monocilíndricos, son motores de combustión interna que operan bajo el principio de cuatro etapas: admisión, compresión, fuerza o trabajo y escape. Se caracteriza porque en la etapa de fuerza, la chispa eléctrica que enciende la mezcla aire/combustible se obtiene mediante un sistema de ignición por magneto.

Estos motores son capaces de desarrollar de 2 a 12 caballos de potencia, lo que les permite tener aplicaciones que van desde una planta generadora pequeña hasta cortadoras de grama; las plantas generadoras son máquinas que convierten la energía mecánica desarrollada por un motor de arranque retráctil acoplados a ellas, en energía eléctrica.

El sistema de encendido mediante bobina y distribuidor requiere de un acumulador para su funcionamiento, mientras que para algunas otras aplicaciones como los generados eléctricos pequeños, que generan de 2 kW a 8 kW son deseables sistemas más compactos; es por ello que los motores de arranque retráctil monocilíndricos de cuatro tiempos acoplados a los generadores eléctricos, utilizan magnetos para generar y distribuir los altos potenciales requeridos por las bujías. Los sistemas de ignición por magneto, crean la corriente necesaria en el circuito primario, por esta razón eliminan el uso de batería de ignición.

Otra de las características de estos motores, es que son enfriados por aire; es por ello que no necesitan de un sistema de enfriamiento complicado, por lo que el motor es de peso liviano y ocupa poco espacio. Estos motores son relativamente, fáciles de operar y reparar.

Estos motores por estar formados por sistemas simples que facilitan su operación, ser enfriados por aire y monocilíndricos; presentan la ventaja de fácil transportación, lo cual es importante desde el punto de vista de su aplicación, ya que son utilizados en lugares donde no existe suministro de energía eléctrica. Los generadores eléctricos pueden utilizarse para accionar: un serrucho radial de brazo, una bomba sumergible de 1 HP, un compresor de aire de 1 HP, 12 bombillas de 100 W c/u.

Una planta generadora que produce 4 kW está acoplada a un motor de arranque retráctil ignición por magneto, que produce potencia mecánica de 8 HP. Este motor, aunque opera sobre el mismo principio de funcionamiento que el motor utilizado en un automóvil; se diferencia únicamente en su construcción simple que elimina todo lo no esencial para ofrecer el mejor funcionamiento.

En general, si se cuenta con un funcionamiento correcto y la implementación de un programa de mantenimiento se obtendrá mayor eficiencia, lo cual se traducirá en costos de operación bajos, mantenimiento periódico a largo plazo y problemas más fáciles de resolver.

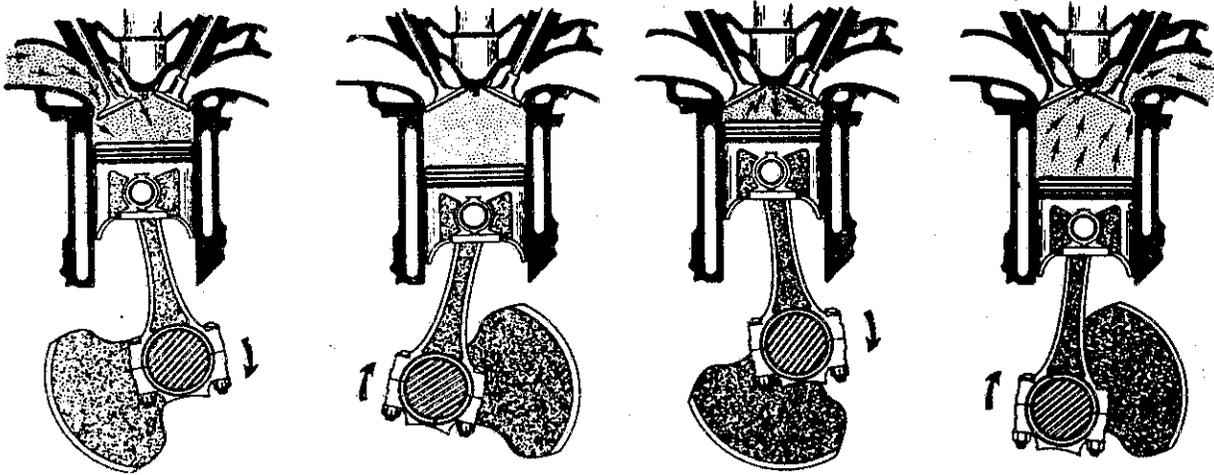
# 1. CONCEPTOS BÁSICOS DE OPERACIÓN

## 1.1 Principios de operación de los motores de arranque retráctil de ignición por magneto, monocilíndrico de cuatro tiempos

El principio de funcionamiento de los motores de arranque retráctil es similar al de los motores de cuatro tiempos utilizados en automóviles, y como su nombre lo indica hay cuatro tiempos para cada ciclo de potencia.

1. Carrera de admisión: a medida que el pistón baja se crea un vacío en el cilindro, y la válvula de admisión ha sido abierta por el árbol de levas; la presión atmosférica empuja la mezcla aire/combustible a través de la válvula de admisión sobre el pistón. Al final de la carrera, la válvula de admisión se cierra. La válvula de escape permanece cerrada.
2. Carrera de compresión: a medida que el pistón sube con ambas válvulas cerradas, la mezcla de aire/combustible se comprime en el espacio entre la parte superior del pistón y la culata.
3. Carrera de explosión: justo antes de que termine el tiempo de compresión, el magneto produce un arco de alto voltaje entre los electrodos de la bujía, encendiendo la mezcla de aire/combustible. La mezcla encendida se expande rápidamente produciendo una presión que empuja al pistón hacia abajo.
4. Carrera de escape: a medida que el pistón comienza a subir, el árbol de levas abre la válvula de escape y el pistón expulsa los gases quemados completándose así el cuarto ciclo y comienza de nuevo la primera carrera. ( Figura 1.)

Figura 1. Etapas de operación de un motor monocilíndrico de combustión interna.



Fuente: William H. Crouse, **Motores de Automóvil**, editorial Alfaomega.

La fuente de energía que hace que un motor de combustión interna trabaje es el calor provocado por la combustión de una mezcla de aire con gasolina. El proceso de combustión tiene lugar dentro de un cilindro sellado que contiene un pistón, el cual puede moverse de arriba hacia abajo dentro del cilindro; el pistón se mueve y transforma la fuerza de presión que se produce dentro de la cámara de combustión en un torque lo suficientemente fuerte para mover un eje.

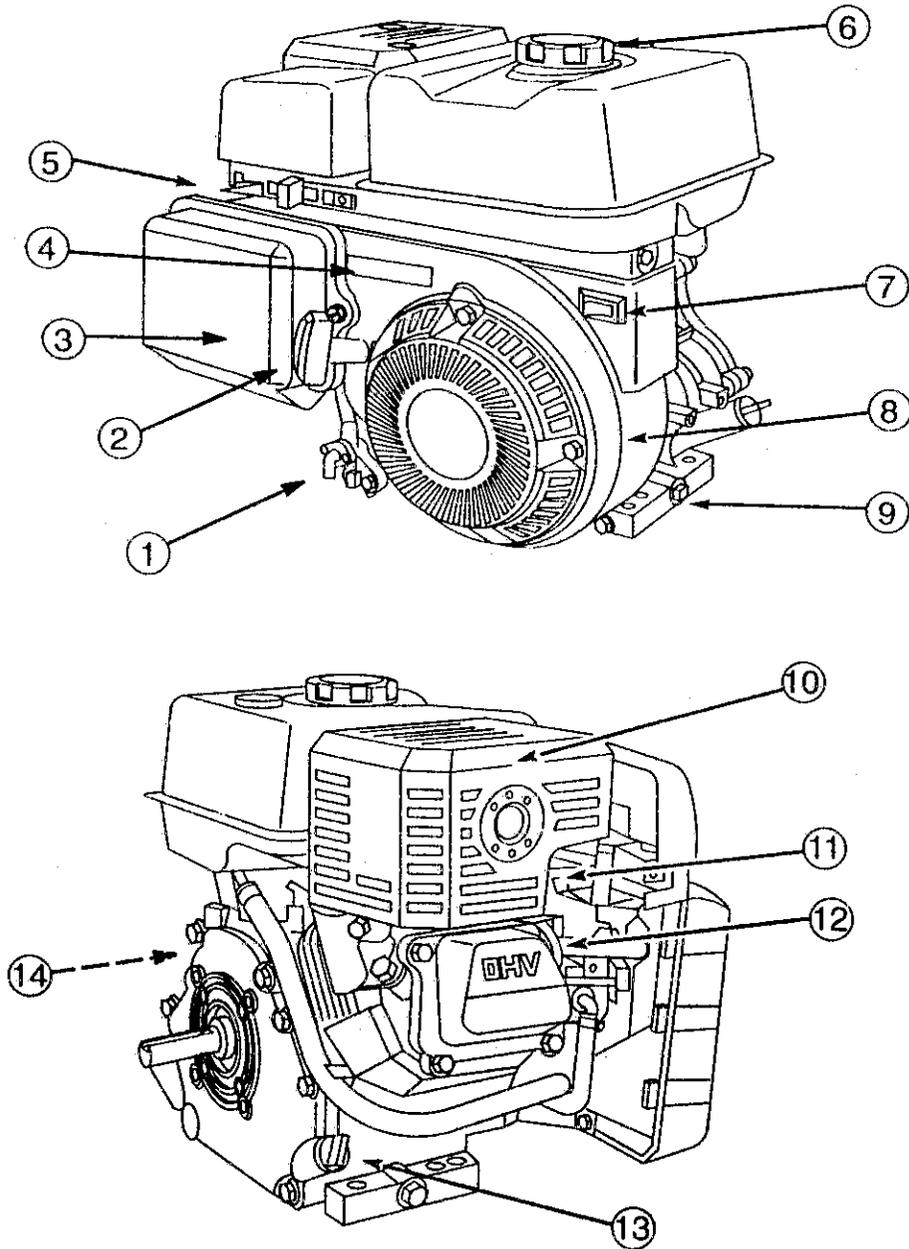
Cuando la combustión tiene efecto, el calor producido se convierte en presión que puede ser utilizada mecánicamente para producir potencia. A medida que el combustible se quema y el pistón desciende, la cámara se vuelve mucho más grande permitiendo la utilización continua de esta presión.

## **1.2 Componentes del motor de arranque retráctil de 8 hp, utilizado en un generador eléctrico de 4 kW**

La figura 2 presenta los componentes de este tipo de motor:

- 1.- Válvula de cierre de combustible.
- 2.- Manija de la cuerda.
- 3.- Filtro de aire.
- 4.- Motor. (modelo, tipo, código)
- 5.- Controles del acelerador y del estrangulador.
- 6.- Tapón del tanque de combustible.
- 7.- Interruptor de parada/ protector de aceite.
- 8.- Tapa del ventilador.
- 9.- Tapón de drenado del aceite.
- 10.- Protector del escape.
- 11.- Carburador.
- 12.- Cable de la bujía.
- 13.- Llenado de aceite/varilla indicadora del nivel.
- 14.- Protector de dedos.

Figura 2. Componentes de un motor de arranque retráctil ignición por magneto



Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México 1990.

### **1.3 Sistema de ignición**

La función del sistema de ignición es proveer una chispa que consuma la mezcla aire/combustible en el tiempo correcto. Existen dos tipos básicos de sistema de ignición: sistema básico de batería y sistema de magneto.

#### **1.3.1 Sistema de ignición por batería**

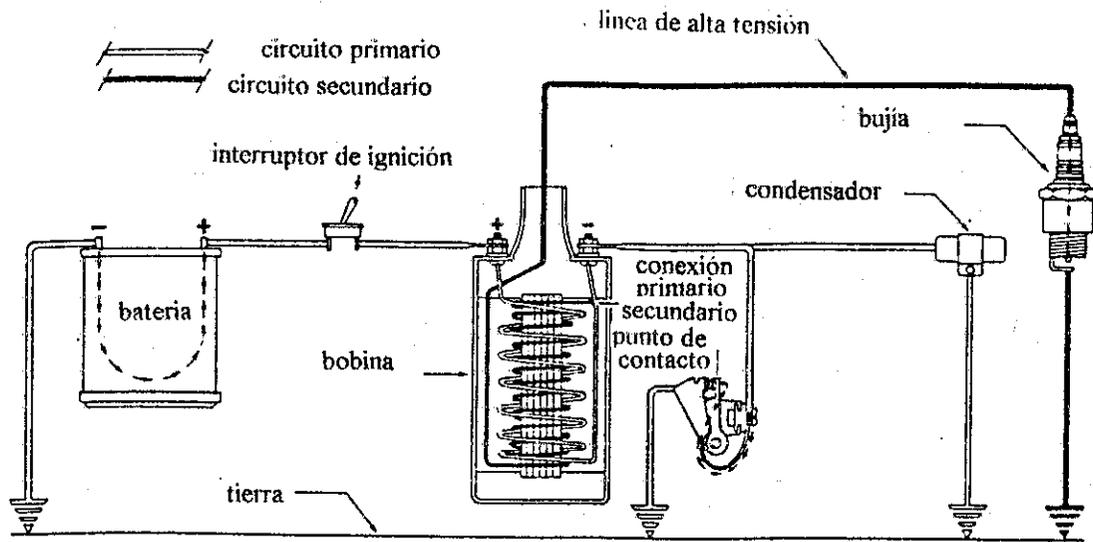
Los sistemas de ignición por batería normalmente se utilizan en motores de un solo cilindro como los que se encuentran instalados en plantas generadoras que producen más de 10 kW y bombas de agua; la carga eléctrica inicial es proporcionada por una batería de almacenamiento.

Todo el sistema de ignición está diseñado de tal forma que la corriente fluye desde la batería hacia el circuito primario. Los sistemas de ignición están compuestos de dos segmentos: el circuito primario y el secundario. La corriente desde la batería fluye a través del circuito primario y la corriente que produce la chispa circula a través del circuito secundario. Para mayor detalle ver figura 3.

#### **1.3.2 Sistema de ignición por magneto**

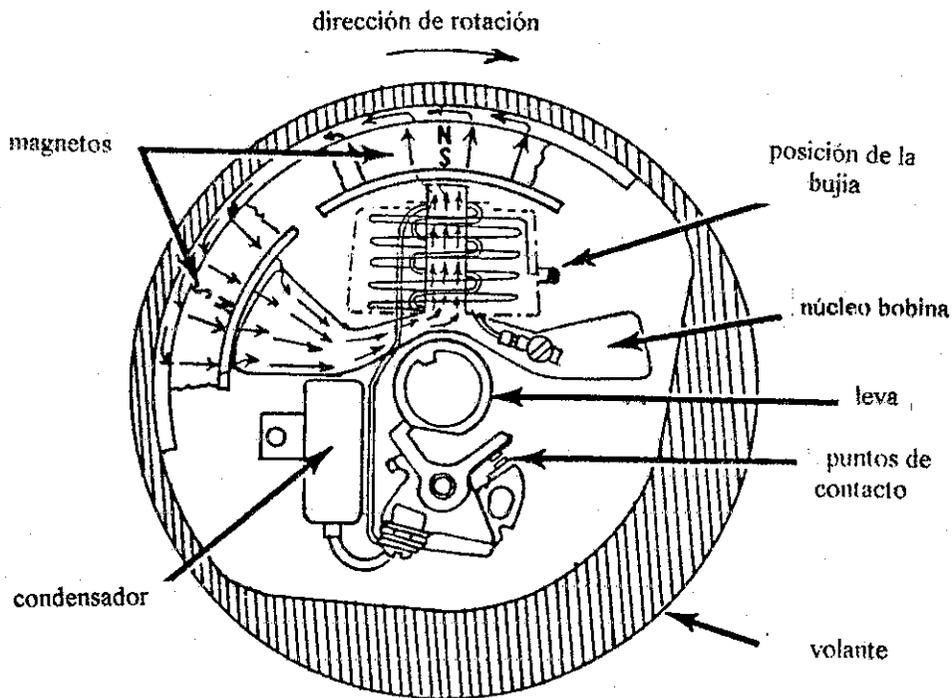
Los sistemas de ignición por magneto crean la corriente necesaria en el circuito primario, por esta razón eliminan el uso de batería de ignición. Básicamente, existen dos tipos de sistemas de ignición con magneto: los magnetos de inducción en los que la corriente primaria se genera con la rotación del rotor y los magnetos permanentes en donde la corriente primaria se produce a través de polos magnéticos estacionarios que se encuentran alrededor del rotor. Ver figura 4.

Figura 3. Diagrama de ignición por batería



Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México 1990.

Figura 4. Diagrama de ignición por magnetos de inducción



Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México 1990.

## **1.4 Sistema de combustión**

Los sistemas de combustión en motores que producen potencias que oscilan entre dos y doce caballos de potencia. Constan, básicamente, de las siguientes partes:

- 1.- Cámara de almacenamiento de combustible.
- 2.- Bomba de combustible.
- 3.- Línea de combustible.
- 4.- Carburador.

La gasolina es almacenada en el tanque y distribuida al carburador; la gasolina es introducida al carburador por una bomba de vacío tipo Ventury. El carburador tiene la función de crear una mezcla de combustible con aire en proporciones adecuadas. Los carburadores de motores de arranque retráctil se clasifican por la forma en que el combustible llega al carburador.

### **1.4.1 Carburador tipo Ventury**

Este tipo de carburador se utiliza en motores que trabajan a velocidad constante, llevando la misma carga todo el tiempo, puede ser relativamente simple en el diseño debido a que únicamente necesita una mezcla de combustible con aire en las mismas proporciones.

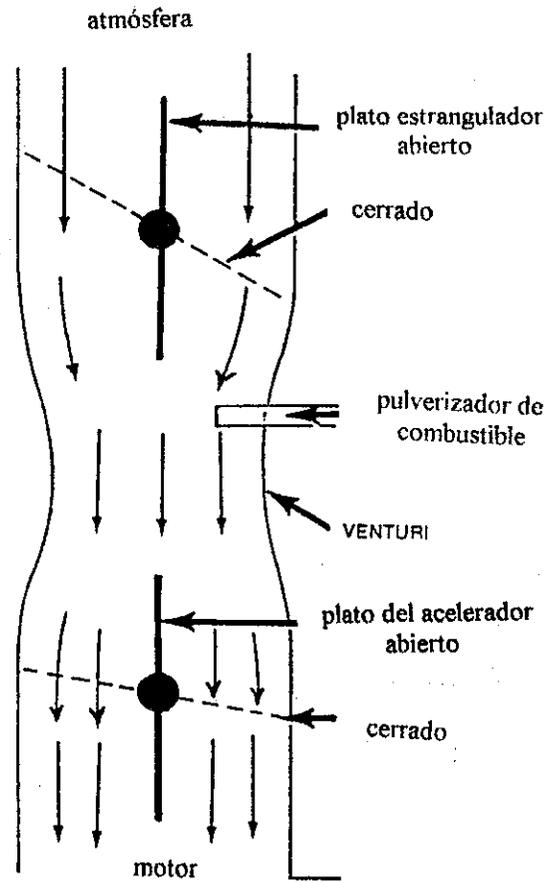
Todos los carburadores operan bajo el principio de Ventury; es decir, que un gas fluye desde un volumen grande a través de un espacio reducido hacia un volumen más pequeño, el espacio angosto en el carburador donde la aceleración toma lugar es llamado Ventury.

Una entrada de combustible es colocada en el Ventury; debido a que en este punto la presión se reduce, se desarrolla una alta velocidad del aire; siendo el combustible introducido y atomizado con el aire. La entrada de gasolina en la mayoría de carburadores puede ser regulada; ésto se llevado a cabo con una válvula de aguja que consiste en una aguja que se inserta en el asiento de la entrada, lo cual produce que el flujo sea bloqueado parcialmente dependiendo si la válvula está abierta o cerrada.

El estrangulador de un carburador tipo Ventury es localizado antes de la reducción del carburador. El propósito de éste estrangulador es incrementar el vacío dentro del carburador durante las velocidades bajas de arranque del motor. Durante el tiempo de arranque no existe suficiente presión de vacío que introduzca la gasolina y la mezcla con el aire. Cuando se cierra el plato del estrangulador la presión de vacío se incrementa, lo cual produce que la gasolina entre en el carburador, ver figura 5.

La mayoría de estranguladores usados en los carburadores de motores pequeños son automáticos; los carburadores Ventury son utilizados en motores con carga constante; sin embargo, en motores en los cuales la temperatura, presión y velocidad varían es necesario utilizar otro tipo de carburador.

Figura 5. Carburador tipo Ventury

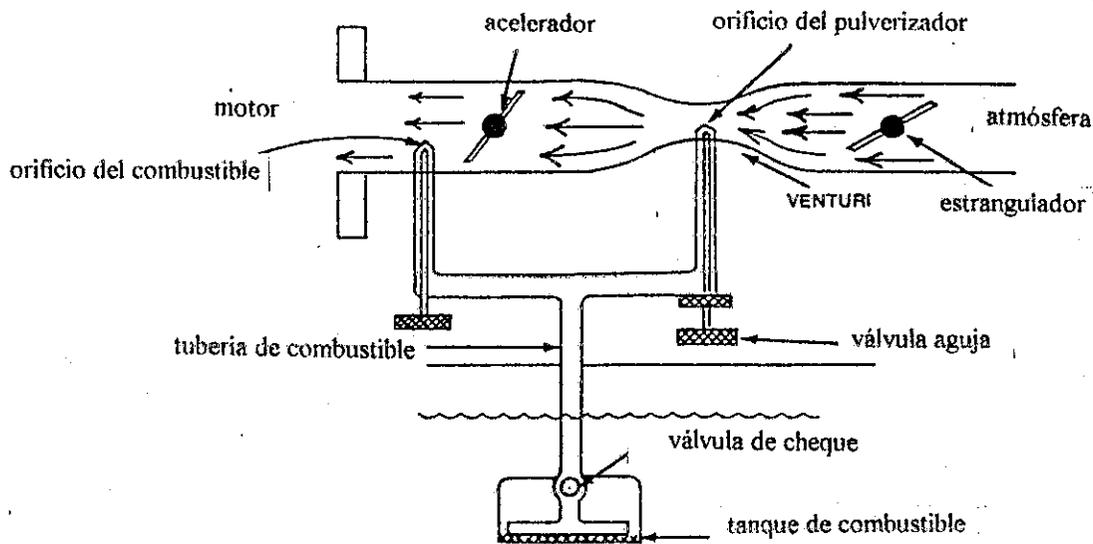


### 1.4.2 Carburador de succión

Después del carburador Ventury, éste es el carburador más simple en cuanto diseño. En este tipo de carburador, el tanque del combustible está localizada directamente abajo del carburador; de hecho, la mayoría de motores que utilizan este tipo de carburador poseen un tanque en el cual ya trae incorporado el carburador.

Cuando el motor arranca, el vacío parcial que se encuentra en el Ventury, así como la presión atmosférica relativamente alta dentro del tanque, forzan al combustible a subir a través de la tubería dentro del carburador. Existe una válvula cheque que se encuentra en la entrada del carburador para prevenir que la gasolina retorne al tanque cuando el motor se desconecta. Ver figura 6.

Figura 6. Carburador de succión



Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México, 1990.

### **1.4.3 Carburador de flote**

El tanque de gasolina utilizado en este carburador se encuentra localizado en la parte superior o en el mismo nivel donde se encuentra el carburador. La gasolina llega al carburador por gravedad y si el tanque de gasolina se encuentra localizado por debajo del nivel del carburador, una bomba de combustible es empleada para suministrar el combustible.

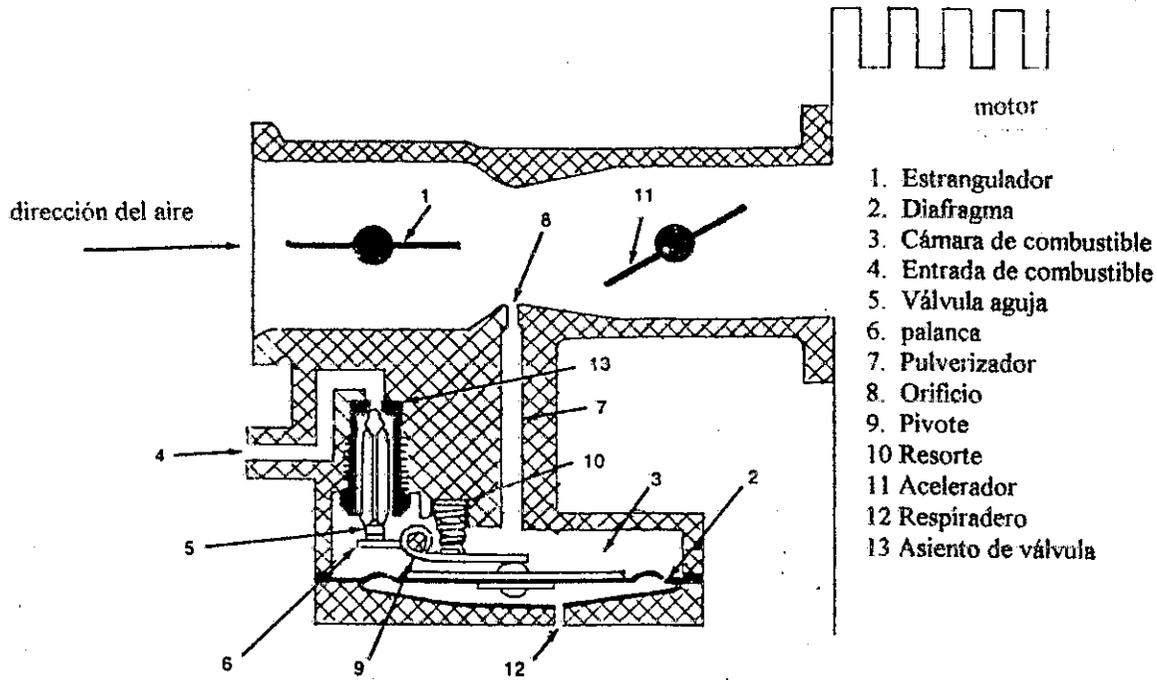
El combustible se introduce al carburador mediante una válvula y un asiento flotador, éste se conecta a una válvula de entrada y de esta forma cuando el nivel se incrementa, la aguja es insertada en el asiento.

### **1.4.4 Carburador de diafragma**

La gasolina es enviada hacia el carburador de diafragma de la misma forma que es enviada hacia el carburador de flote. El diafragma flexible opera como una válvula de entrada de gasolina.

La presión atmosférica es mantenida en la parte inferior del diafragma en caso de que exista algún agujero en la parte superior del carburador. El otro lado del diafragma actúa según las variaciones de vacío del carburador, ver figura 7; cuando las condiciones de vacío se incrementan por la apertura del plato del carburador, el diafragma central es empujado por éste incremento. El centro del diafragma está conectado a la válvula de aguja de la gasolina; esta válvula es empujada hacia abajo, lo cual hace que la gasolina pueda entrar.

Figura 7. Carburador de diafragma



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### 1.5 Sistema de lubricación

Los motores de arranque retráctil de cuatro ciclos son lubricados por un sistema sumergido. El sistema sumergido implica que todas las partes móviles se encuentran lubricadas con aceite que se encuentra circulando en el cuerpo del motor. Cuando las partes se encuentran moviéndose dentro del motor se produce una lubricación constante debido a este movimiento.

El aceite también ayuda al enfriamiento del motor; ya que absorbe el calor generado y lo disipa en toda el área de lubricación, por otra parte el aceite en el cigueñal funciona como sellador; de igual forma, sella la cámara de combustión en la parte superior del pistón, lo cual hace que se mantenga una compresión que es vital para el funcionamiento del motor al mismo tiempo que lubrica las paredes del cilindro y los anillos del pistón.

El aceite mantiene a la basura, residuos de metal y carbón que pudieran ser producidos por el funcionamiento del motor, en suspensión. La propiedad detergente de los aceites no limpia toda la suciedad que pudiera producirse en el motor; sino que, ayuda a reducir la formación de éstos depósitos, manteniendo a la basura en suspensión.

Una cantidad importante de fugas de combustión pasan a través del pistón y de los anillos al depósito de aceite; residuos de carbón, productos de la combustión y otros materiales indeseables circulan en el sistema de lubricación, dando como resultado que el aceite pierda su capacidad de enfriamiento y cuando se llena de abrasivos, pierde sus propiedades detergentes debido a reacciones químicas, calor constante y polución. El aceite con el tiempo se vuelve dañino para el funcionamiento del motor, por está razón el aceite se debe mantener lo más limpio posible y ser reemplazado frecuentemente.



## **1.6 Sistema de enfriamiento por aire**

Los motores de arranque retráctil son enfriados directamente por el aire debido a que éste tipo de sistema es más barato, fácil de mantener y reparar; también trae como beneficio que el motor no sea muy pesado. El aire es menos eficiente como elemento enfriador que el agua; absorbe menos calor de tal forma de que en un volumen de aire se incrementará la temperatura sin transportar mucho calor.

El agua, por otra parte, transporta mucho más calor sin incrementar mucho su temperatura; el agua puede mantenerse en movimiento uniforme alrededor de un área, por está razón los motores enfriados por aire no son tan tolerantes para soportar los picos de funcionamiento, como otros tipos de motores enfriados por agua.

## **2. FACTORES QUE AFECTAN EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE UN MOTOR DE ARRANQUE RETRÁCTIL**

### **2.1 Teorías de operación**

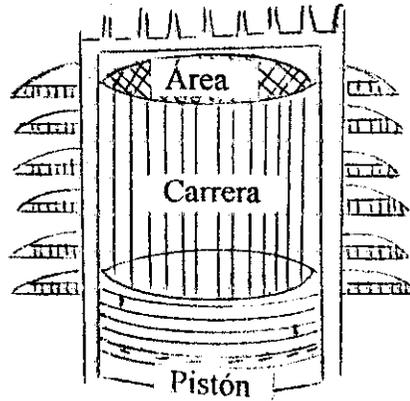
#### **2.1.1 Factores de compresión**

Se piensa que con los motores monocilíndricos hay buena compresión no en términos de libras de presión por pulgada cuadrada; sino en términos de rendimiento de caballos de fuerza. Si el motor produce la fuerza para la cual fue diseñado, la compresión debe ser buena. Es extremadamente difícil hacer una prueba exacta de compresión en un motor pequeño de un solo cilindro. La razón para esto es la falta de un arranque para hacer girar el motor a una velocidad constante y un desplazamiento corto del cilindro.

Como prueba de compresión se hace girar rápidamente el volante en sentido contrario al de las agujas del reloj; si el volante rebota durante la carrera de compresión, entonces la compresión es lo suficientemente buena para dar arranque al motor.

El motor de arranque retráctil tiene cuatro ciclos de carrera, y funciona de forma similar que un motor de automóvil; el cigüeñal gira dos revoluciones completas por cada carrera de explosión del pistón. El desplazamiento del pistón es el espacio desplazado por el pistón en su movimiento hacia arriba y hacia abajo o el volumen mostrado por el pistón en la figura 8. Mientras mayor sea el diámetro interior del cilindro y más larga la carrera, mayor será el desplazamiento del pistón.

Figura 8. Desplazamiento del pistón



El desplazamiento es calculado por la siguiente fórmula:

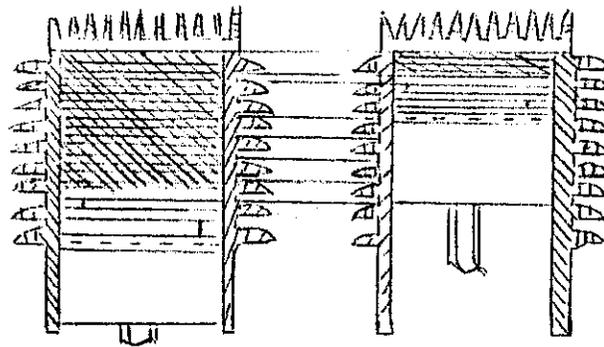
$$\text{Desplazamiento} = \frac{(\text{Diámetro Interior})^2}{4} \times 3.1416 \times \text{Carrera del Pistón}$$

Las dimensiones del desplazamiento están proporcionadas en pulgadas o en centímetros cúbicos; el desplazamiento del pistón indica el tamaño relativo del motor y por lo general la potencia en caballos de fuerza está en proporción directa al tamaño.

La razón de compresión, por ejemplo de 6 : 1 significa que el espacio en el cilindro cuando el pistón está en la parte superior de la carrera es solamente una sexta parte del espacio que hay cuando el pistón está al final de la misma. Las razones de compresión no indican la potencia en caballos de fuerza del motor, pero sí tiene un significado en cuanto a la eficiencia del motor.

En general, cuanto mayor sea la razón de compresión, mayor será la eficiencia; sin embargo, a medida que se incrementa la razón de compresión, las cargas y los esfuerzos que sufren las partes del motor también aumentarán; la práctica ha demostrado que las razones de compresión en la escala de 5 : 1 a 6 : 1, actualmente utilizadas en los motores de arranque retráctil, son las mejores para el trabajo y condiciones bajo las cuales deben operar. Figura 9.

Figura 9. Razón de compresión de 6 : 1



Las válvulas son el factor más importante del sistema de compresión; ya que éstas operan bajo las condiciones más duras que cualquier otra parte del motor. Esto es cierto particularmente en lo que respecta a la válvula de escape.

Las válvulas abren y cierran en poco menos de una revolución. Cuando el motor es operado a 3000 RPM, cada válvula se abre y se cierra en aproximadamente 1/50 de segundo. Las válvulas tienen que sellar lo suficientemente bien para poder resistir presiones hasta de 500 libras por pulgada cuadrada. Bajo carga completa, la válvula de escape se expone a temperaturas que ocasionan que trabaje al rojo vivo. La temperatura de la válvula de escape bajo estas condiciones puede ser de 1200 grados Fahrenheit ó 650 grados centígrados.

La válvula de escape es enfriada por la nueva mezcla que entra y está sujeta a las elevadas temperaturas de los gases de escape que pasan sobre ella a medida que salen del cilindro; es por lo tanto, difícil enfriar la cabeza de la válvula de escape. La culata, el cilindro y la parte superior del pistón están expuestas al mismo calor, pero éstas son enfriadas por el aire del ventilador del volante y por el aceite del cárter. Se requiere un acero especial en la válvula de escape en su construcción, con el fin de resistir la acción corrosiva de la alta temperatura de los gases de escape.

El motor de arranque retráctil es monocilíndrico con 2 válvulas a diferencia de las 12 ó 16 válvulas de los motores de automoviles; mientras menos válvulas existan, más importantes se volverán. En un motor monocilíndrico, una válvula en mal estado puede ocasionar una pérdida grande en la potencia en caballos de fuerza o que el motor se detenga completamente. En un motor multicilíndrico, una válvula puede fallar y sólo 1/16 ó 1/8 de la potencia es afectada. Una buena condición de la válvula es más importante en un motor monocilíndrico que en uno multicilíndrico.

Las válvulas de los motores de arranque retráctil, no son sometidas a condiciones extremas como se someten a las válvulas de un automóvil; las válvulas pueden quemarse hasta cierto punto, pero es rara la vez que el asiento o la cara de la válvula se quema fuertemente.

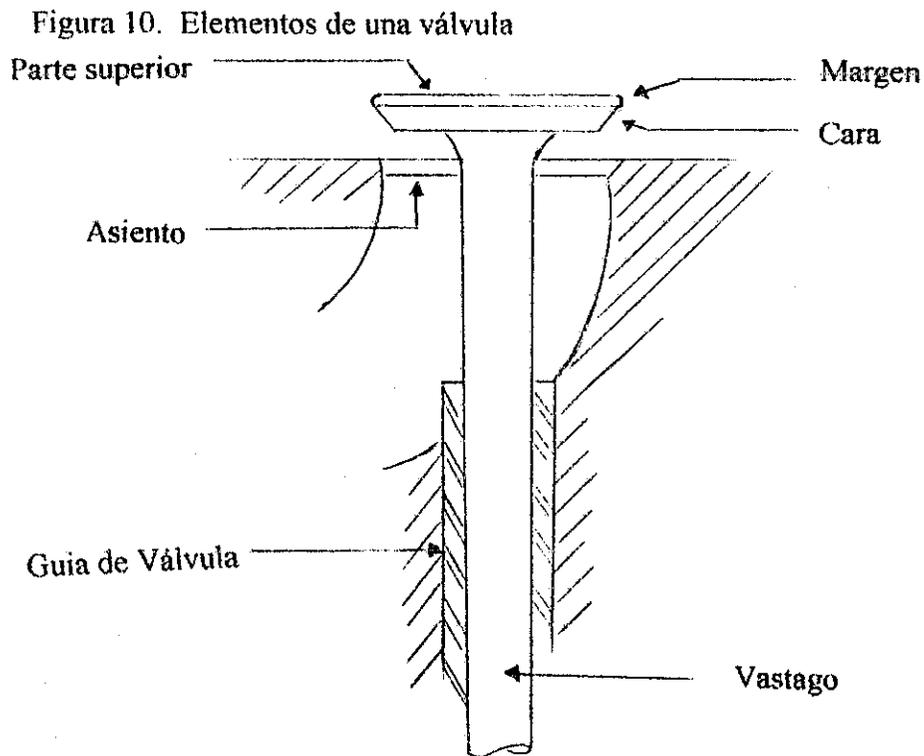
Los asientos de válvula se queman generalmente por la acumulación de carbonilla, ó el plomo del combustible ya sea en el vástago o sobre la cara de la válvula. Estos depósitos en el vástago o en la cara de la válvula la mantendrán abierta, permitiendo que las llamas calientes del combustible que se está quemando desarrollen corrosión sobre la misma.

Una válvula cóncava es la que tiene la cabeza hundida, esto es causado por el funcionamiento a temperaturas altas, con un resorte demasiado fuerte o por la corrosión que se produce debido al uso de combustibles con alto grado de plomo. El atascamiento de una válvula es ocasionado por el combustible con plomo, o el barniz que se forma sobre el vástago y en la guía de la válvula. Se cree que la mayoría de los depósitos son causados por la carbonilla y el combustible con plomo.

Si una válvula de escape ya no cierra apropiadamente, debido al aumento de estos depósitos, los gases calientes que escapan de la cámara de combustión calentarán excesivamente el vástago y la guía de la válvula. Ésto causará que el aceite en el vástago de la válvula se oxide en barniz manteniendola parcialmente abierta, produciendo quemaduras. El atascamiento de la válvula de admisión es causado por la utilización de combustibles que tengan un contenido alto de goma. Los combustibles que se almacenan durante períodos largos de tiempo pueden contener una alta cantidad de goma.

Si se presentan quemaduras en un área limitada sobre la cara de la válvula, indica que algo causo que la válvula se inclinara. Esto puede ser debido a un vástago de válvula doblado ó a un depósito sobre un lado del asiento o del vástago. Tal condición dejaría una abertura para el paso de los gases de escape calientes, lo que podría quemar fuertemente la válvula que no podría ser asentada. Estas válvulas deben descartarse.

Las partes importantes de una válvula son: la cabeza, el margen, la cara y el vástago, estos hacen contacto con el asiento y con la guía de la válvula en el cilindro. El margen es el borde de la cabeza de la válvula, figura 10. En general, la válvula debe descartarse si el margen se vuelve menor de la mitad de su grosor original. El margen en una válvula nueva es de  $1/32$  de una pulgada, de manera que cuando llegue a ser menor de  $1/64$  de una pulgada la válvula debe ser descartada.



## **2.1.2 Factores de carburación**

El propósito básico de un carburador es producir una mezcla de combustible y de aire en proporciones adecuadas, hacer esto es relativamente fácil; sin embargo, producir un consumo económico de combustible crea la necesidad de un sistema más complicado.

### **2.1.2.1 Presión atmosférica**

La presión atmosférica puede variar ligeramente con la altitud o temperatura; es una fuerza que tiende a igualarse por sí misma en un área dada y su valor oscila entre 13 a 15 libras por pulgada cuadrada. El aire se mueve de un área de alta presión a otra de baja presión.

Para utilizar esta fuerza de la presión atmosférica en el carburador, se crean áreas artificiales de baja presión y de este modo se obtendrá un movimiento, ya sea del aire o del combustible que intervienen. Cuanto mayor sea la diferencia en la presión entre las dos áreas, mayor será la velocidad o la distancia a la cual podremos elevar el combustible.

### **2.1.2.2 Ventury**

La cantidad de aire o de agua forzada a través de un espacio angosto tiene que acelerar para poder conservar el volumen del flujo. Ésta es la forma en que un ventury es colocado en un carburador. La forma es diseñada cuidadosamente para producir ciertos patrones de flujo de aire.

### **2.1.2.3 Carburadores alimentados por gravedad**

El tanque de combustible está por encima del carburador y el combustible fluye por gravedad. Este sistema cuenta con un orificio de ventilación de aire en la tapa del tanque, haciendo que el aire circule hacia adentro a medida que el combustible sale y un orificio de ventilación en la taza del carburador que hace que el aire pueda fluir hacia afuera a medida que el combustible entra. Si uno o ambos orificios fueran tapados, el flujo de combustible cesaría y se detendría el motor.

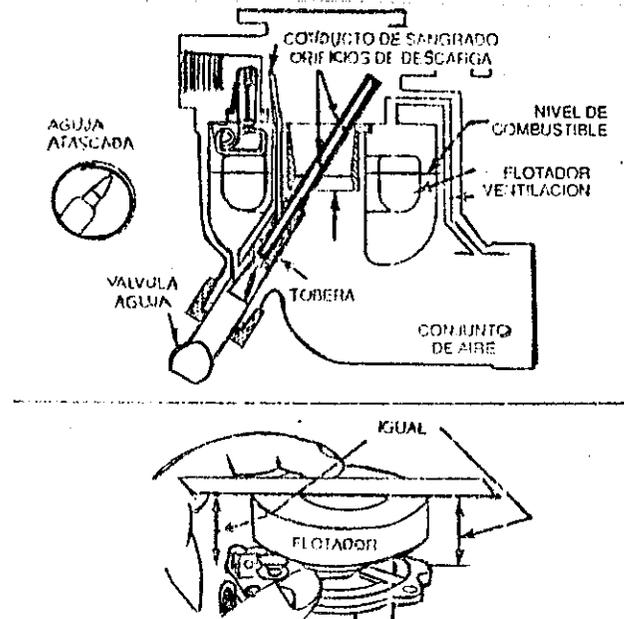
A medida que el flujo entra en la taza, está levanta el flotador. El flotador a su vez levanta o baja la aguja en la válvula del flotador y cuando la aguja toca el asiento, éste cierra el flujo de combustible.

### **2.1.2.4 Nivel del flotador**

El nivel de flotador debería ser lo suficientemente alto para permitir un amplio abastecimiento de combustible a una aceleración completa; y lo suficientemente bajo para prevenir la inundación o las fugas.

Para ajustar el nivel en el carburador, se debe invertir el cuerpo superior como se muestra en la figura 11, el flotador y la tapa del cuerpo deben estar paralelos; si no, debe doblarse el soporte en el flotador para obtener esta posición. Asimismo, en esta figura se muestra la posición de la tobera y del nivel de combustible; el combustible en la taza busca su propio nivel, el cual está por debajo de los orificios de descarga.

Figura 11. Posición del flotador dentro de un carburador



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México 1990.

Se puede observar que los orificios de descarga están en el ventury, que es el sitio de máxima velocidad de aire; a medida que el pistón se mueve hacia abajo en el cilindro con la válvula de admisión abierta, éste crea un área de baja presión que se extiende hasta la garganta del carburador y del ventury. Bajo estas condiciones dos cosas suceden:

1. La presión de aire por encima del combustible en la taza empuja a éste hacia abajo en la taza y hacia arriba en la tobera a los orificios de descarga.
2. Al mismo tiempo el aire pasa a través del ventury donde su velocidad aumentará.

La tobera que se extiende a través de esta corriente de aire actúa como superficie aerodinámica, creando un área de presión aún más baja en el lado superior, esto permite que el combustible fluya fuera de la tobera a través de los orificios de descarga al ventury donde se une con el aire formando una mezcla de combustible lista para explotar en el cilindro.

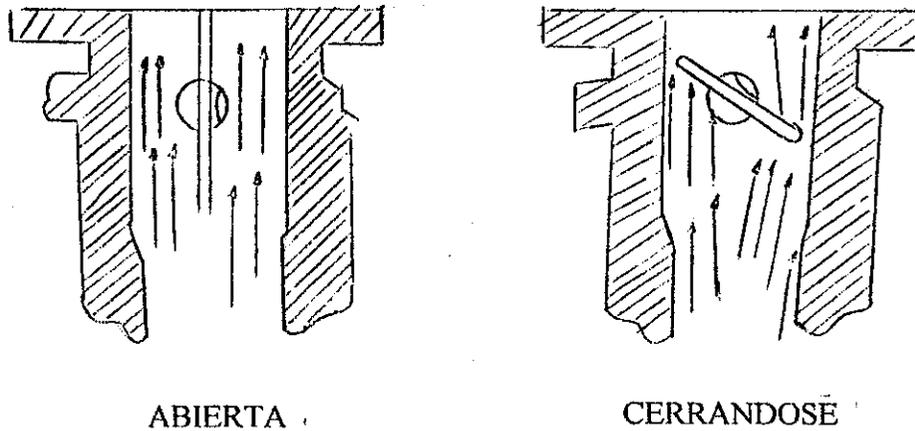
Una pequeña cantidad de aire debe entrar a la tobera a través del tubo de sangrado éste aire compensa la diferencia en la velocidad del motor y previene una mezcla rica a una alta velocidad.

Una mezcla de combustible ideal es de 14 a 15 libras de aire en peso por 1 libra de gasolina. Un motor que opera bajo carga pesada requiere de una mezcla más rica que si lo hace con carga liviana. Para regular la mezcla, se coloca en el carburador una válvula aguja roscada con una punta cónica la cual se proyecta en el extremo de la tobera.

Una mezcla demasiado pobre no es económica, debido a que causa recalentamiento detonación y reduce la vida de la válvula. La mezcla debe ser lo suficientemente rica para que no se detenga el motor cuando el acelerador sea abierto inesperadamente. El motor que trabaja a velocidades constantes, pueden tener una mezcla más pobre que aquel cuyo uso requiere de cambios en la velocidad.

Para permitir diferentes velocidades, se coloca en la garganta del carburador por encima del ventury un disco plano llamado mariposa el cual es montado sobre un eje; a toda esta disposición se le llama acelerador. Figura 12.

Figura 12. Acelerador en posición abierta y cerrada



El acelerador en posición abierta no afecta en ningún momento el flujo de aire; sin embargo, a medida que el acelerador empieza a cerrarse, se restringe el flujo de aire al cilindro, reduciendo la potencia y la velocidad del motor. Al mismo tiempo permite incrementar la presión en el área por debajo de la mariposa; esto significa que la diferencia entre la presión del aire en el venturi es disminuída, lo cual reduce el movimiento del combustible a través de la tobera; por lo tanto la proporción de aire y de combustible permanece igual.

A medida que el motor disminuye a ralenti, la situación cambia. El acelerador está prácticamente cerrado a velocidad de ralenti, pasa poco aire por el venturi y la presión en éste y en la taza del flotador son iguales. El combustible no es forzado por los orificios de descarga y la mezcla tiende a volverse demasiado pobre.

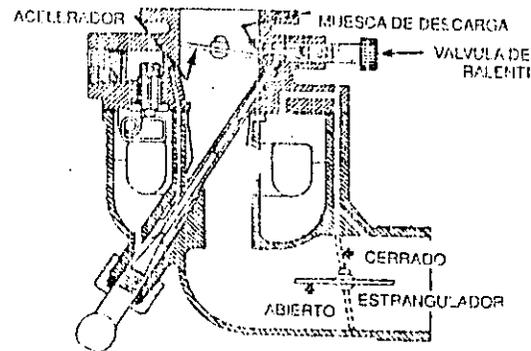
### 2.1.2.5 Válvula de ralenti

Para suministrar combustible en la posición de ralenti, se extiende la tobera hacia arriba en la cámara de la válvula. Ésta ajusta cómodamente en el cuerpo superior para prevenir fugas; debido al ajuste apretado, la tobera debe ser desmontada antes de separar los cuerpos superior e inferior, ya que de lo contrario se doblará.

La cámara de la válvula de ralenti desemboca en la garganta del carburador por encima del acelerador. La cantidad de combustible es medida girando la válvula de aguja hacia adentro o hacia afuera hasta obtener la mezcla apropiada. La velocidad de ralenti no es la velocidad más lenta de operación de un motor; en motores pequeños está es de 1750 RPM y en motores más grandes puede ser de 1200 RPM.

El siguiente problema es dar arranque al motor a diferentes temperaturas y con diferentes combustibles. Una mariposa montada en un eje, es colocada en el conducto de aire; con éste estrangulador se puede cerrar dicho conducto y obtener un área de baja presión en el ventury y en la garganta, figura 13. De este modo se obtendrá una corriente de combustible en la tobera con una cantidad de aire relativamente pequeña; aún con la baja vaporización, esta mezcla extra rica dará un arranque más fácil. Solo una porción pequeña de combustible será consumida durante la estrangulación; mientras que la porción restante permanecerá en el cilindro; esta gasolina cruda diluirá el aceite del cárter, causando desgaste debido al lavado de la película de aceite por entre los anillos del pistón y la pared del cilindro; por lo que debe evitarse una estrangulación prolongada.

Figura 13. Posición del estrangulador en un carburador



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

#### 2.1.2.6 Gasolina y aceite

El motor opera satisfactoriamente con gasolina de uso automotriz que tenga un mínimo de 77 octanos. Se debe utilizar gasolina limpia, fresca y libre de plomo; el uso de gasolina libre de plomo prolonga la vida de las válvulas. De igual forma, también se recomienda el uso de aceites detergentes, ya que éstos mantienen más limpio el motor y retardan la formación de depósitos de goma y barniz.

### **2.1.2.7 Filtros de aire**

El aire que entra al motor es utilizado para su funcionamiento; la temperatura ambiente es importante para el enfriamiento del motor, ya que es la temperatura del aire que rodea al mismo.

Una de las razones del desgaste de un motor, son las partículas de polvo que se adhieren en el aire de admisión y además, muchos de los motores operan en condiciones polvorientas. Si el polvo pasa por el filtro de aire, llegará hasta la cámara de combustión; sin embargo, alguna cantidad puede ser desalojada por el escape, pero la restante puede quedar pegada al cilindro; en donde producirá desgaste de anillos y daños a las paredes, hasta llegar al cárter en donde causará el desgaste a todas las partes móviles.

### **2.1.3 Factores de encendido**

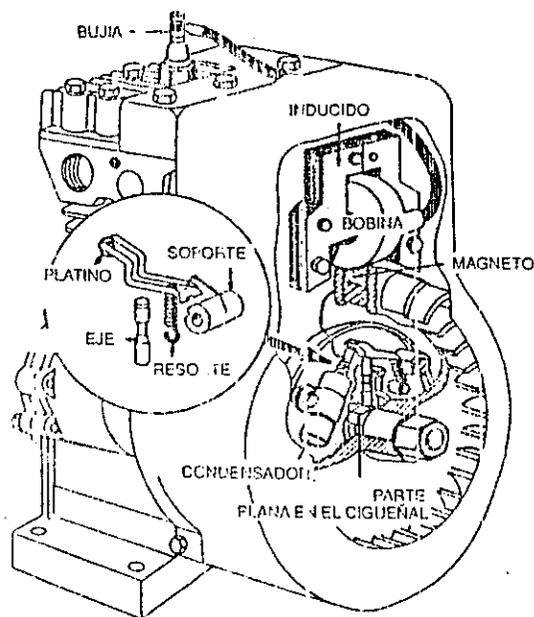
Un magneto se compone de dos circuitos simples; uno llamado circuito primario y el otro llama circuito secundario. Ambos circuitos tienen rebobinados que rodean al mismo núcleo de hierro y los magnetos en la volante o en el rotor actúan en ambos circuitos.

El circuito primario tiene relativamente pocas vueltas de alambre pesado; éste circuito incluye un juego de platinos y un condensador. El circuito secundario tiene una bobina con muchas vueltas de alambre más liviano que se enrolla alrededor de la parte de afuera del rebobinado primario, e incluye una bujía.

Existen aproximadamente 60 vueltas en el circuito secundario por cada vuelta en el primario. Un magneto permanente se coloca en la volante o en el rotor, y a medida que éste gira, el magneto se aproxima a la bobina y al núcleo.

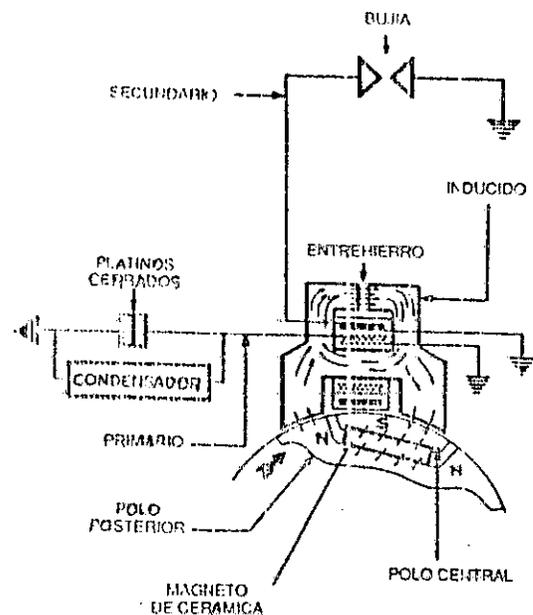
El sistema de encendido de los motores de arranque retráctil se caracteriza en que el voltaje producido es adaptado a las necesidades del motor, figura 14. El magneto utilizado es una cerámica que desarrolla una fuerza magnética muy alta, en una distancia muy corta.

Figura 14. Elementos de un sistema de encendido



Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido**, México, 1988.

Figura 15. Diagrama del sistema de encendido

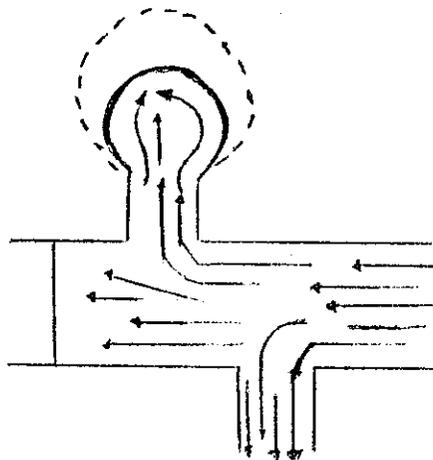


Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido.** México, 1988.

La figura 15 muestra el esquema de un sistema de encendido; el cual esta formado por: circuito primario, circuito secundario, bujia, inducido, juego de platinos, bobina y el magneto de ceramica.

El condensador es una especie de válvula de seguridad en el circuito primario, éste es conectado a través de los platinos para prevenir que el circuito salte su entrehierro; ésto se puede explicar de la siguiente forma. Si se tiene una tubería grande por lo que es forzada agua a alta velocidad, que corresponde al circuito primario; y que de la tubería grande sale otra más pequeña, que corresponde al circuito secundario. Mientras la tubería grande no quede obstruída, el agua es libre de circular y muy poca fluirá por la tubería pequeña. Ahora si se cierra repentinamente la tubería grande; el agua dejará de fluir por está, pero su inercia obligará a que salga por la tubería pequeña a una alta velocidad hasta que se disipe la presión. Ésto corresponde al alto voltaje en nuestro circuito secundario; sin embargo, suponiendo que la válvula no puede soportar la presión y que se rompe lo que correspondería al arqueado por entre los platinos. El flujo debería continuar por la tubería grande y muy poca fluir por la tubería pequeña. Si se coloca otra tubería pequeña cerca de la válvula, (figura 16) y sobre el extemo se coloca una bolsa de caucho, entonces se tiene el equivalente al condensador. De esta manera se cierra la válvula, la presión en la misma debería ser parcialmente absorbida por la bolsa de caucho y el agua circulará por la tubería pequeña, que es a donde se quiere que se dirija.

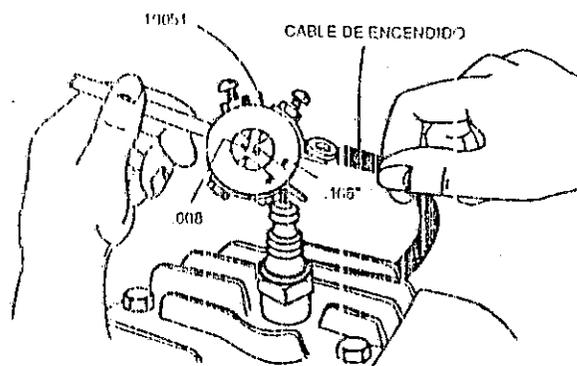
Figura 16. Esquema del funcionamiento de un condensador



La bolsa de caucho debe ser del tamaño y resistencia adecuados; ya que si es muy pequeña, no absorberá la presión y se quebrará la válvula; si es demasiado grande, almacenará demasiada agua y no habrá suficiente presión para obligarla a salir por la tubería pequeña. Lo mismo se aplica al condensador; la capacidad adecuada debe ser entre dos microfaradios.

El magneto puede probarse colocando un probador de chispa, entre la bujía y el cable de encendido como se muestra en la figura 17; luego se hace girar el volante vigorosamente; el arco eléctrico que produce la bujía debe saltar el entrehierro de 0.166 de pulgada. Esta prueba se puede hacer también con el motor trabajando, pero se debe desplazar el cable rápidamente de la bujía al probador o del probador a la bujía.

Figura 17. Procedimiento de prueba del magneto



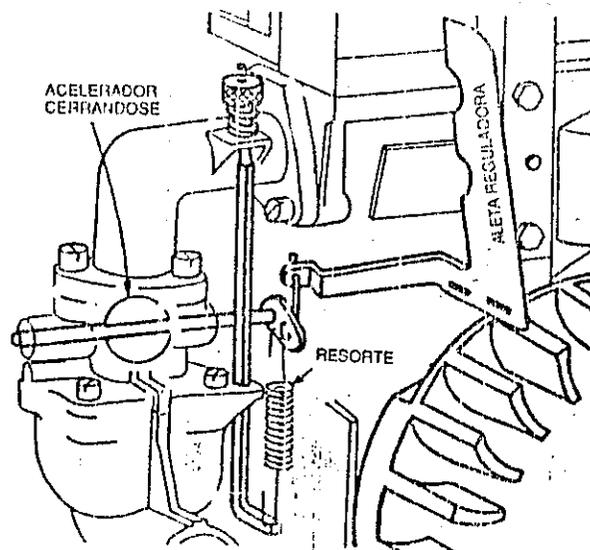
Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. Méxicio, 1990.

### 2.1.4 Factores de regulación

Se piensa que un regulador en un motor es para prevenir la sobrevelocidad, pero su función es mantener la velocidad deseada sin importar la carga. Con una posición fija del acelerador, el motor puede acelerar si se disminuye la carga; y si ésta aumenta, el motor reduciría su velocidad e incluso se detendría. Los reguladores pueden ser de dos tipos; neumático ó de aleta, y el mecánico de peso centrífugo.

El regulador neumático como se ilustra en la figura 18, opera por medio de la fuerza del aire que entra por las aletas de la volante. Cuando el motor está funcionando, el aire de las aletas se empuja contra la aleta reguladora; la aleta reguladora es conectada al acelerador del carburador por medio de una varilla; la fuerza y el movimiento de éstas tienden a cerrar el carburador y por lo tanto a disminuir la velocidad.

Figura 18. Regulador neumático o de aleta



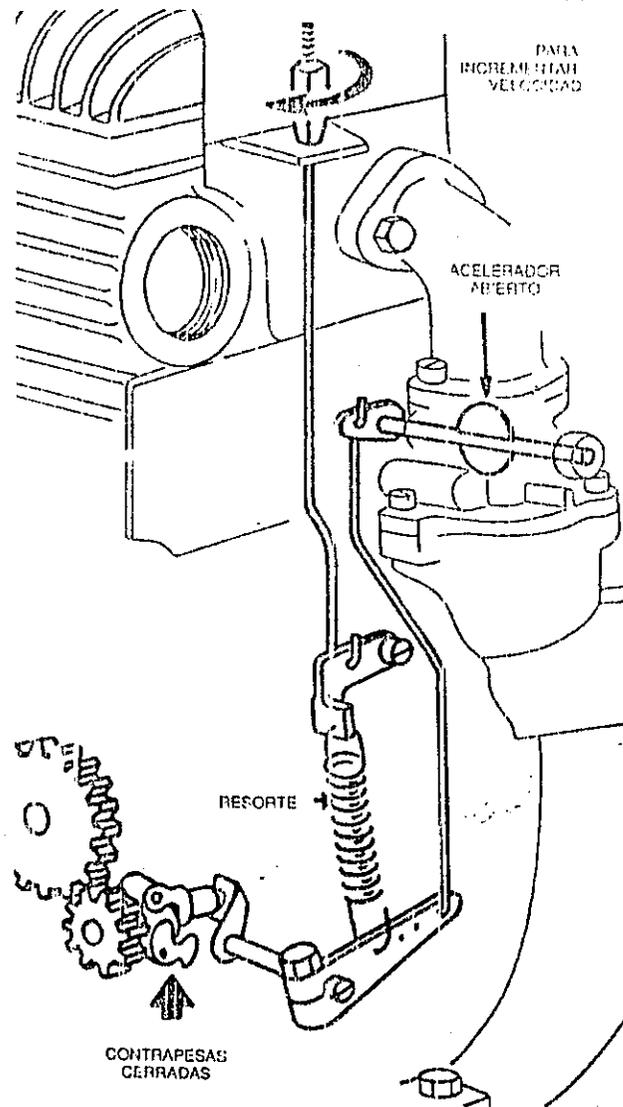
Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México, 1990.

Por otra parte está el resorte regulador que tiende a tirar hacia el lado opuesto, que hace abrir el acelerador. Por lo general éste resorte está conectado a un control ajustable, de forma que la tensión sobre el resorte pueda cambiarse. Incrementar la tensión del resorte aumentará la velocidad del motor y reducir la tensión del resorte disminuirá la velocidad del motor. El punto en el cual la tensión del resorte se iguala a la fuerza de la aleta reguladora es llamado velocidad regulada.

El regulador mecánico de la figura 19, opera de forma similar excepto que en vez de la fuerza de aire que sopla contra la aleta, tenemos la fuerza centrífuga de las contrapesas opuestas al resorte regulador. En cualquier caso la operación es la misma, cuando se incrementa la carga, el motor comenzará a perder velocidad, disminuyendo la fuerza centrífuga de las contrapesas. Esto permitirá que el resorte regulador abra el acelerador aún más, incrementando la potencia, compensando así el aumento de carga y de éste modo manteniendo la velocidad regulada deseada. Si la carga en el motor disminuye, éste comenzará a aumentar de velocidad, esto incrementará la presión de la fuerza centrífuga y el resorte se estirará un poco más, cerrando así el acelerador y reduciendo la potencia del motor.

En general, un motor que tenga buena compresión, carburación y buen encendido, operará eficientemente. Sin embargo, la suciedad o el descuido puede deteriorar un motor rápidamente; por lo tanto se debe de operar adecuadamente y dar el cuidado necesario.

Figura 19. Regulador mecánico



Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México, 1990.

## **2.2 Precauciones en la operación del motor**

Antes de encender un motor se debe verificar de que tenga el aceite a un nivel adecuado, por otra parte el aceite debe de ser sustituido si la viscosidad no cumple con las recomendaciones del fabricante y también por las condiciones de temperatura del medio ambiente que prevalece alrededor de la máquina.

Si el motor trabaja en condiciones de temperaturas altas con un aceite de baja viscosidad le puede llegar a causar daño, de igual manera si el motor opera con un nivel de aceite inadecuado. La mayoría de los motores consumen poco aceite para poder trabajar adecuadamente y aunque el motor esté en servicio continuo, debe de detenerse cierto número de horas para verificar el nivel de aceite y llenar el depósito si es necesario.

Al haber varios motores con diferentes tipos de aceites y combustibles, en una misma planta, éstos deben ser identificados de tal forma de que no exista la posibilidad de confusión. Se debe revisar que todo el sistema de enfriamiento; y la entrada de aire esté limpia; especialmente cuando se utilizan los equipos en lugares polvorientos; es necesario revisar periódicamente las condiciones de las hélices, así como todo lo relacionado con el sistema de enfriamiento. La operación del motor debe ser a velocidad constante; pero si no lo es, se tiene que detener el motor y revisar la posible sobrecarga, el sobrecalentamiento ó la fuga del aceite de lubricación; si el motor pierde potencia y se calienta se debe revisar la mezcla de aire/combustible y hacer los ajustes necesarios, así como de revisar el tiempo de ignición.

### **2.3 Procedimiento de puesta a punto de los motores de arranque retráctil**

Una puesta a punto requiere de realizar los pasos enumerados a continuación:

- 1.- Desmontar el filtro de aire y darle mantenimiento si es necesario.
- 2.- Comprobar el nivel de aceite y drenar. También se debe de limpiar el tanque de combustible.
- 3.- Quitar la tapa del ventilador, revisar la cuerda del arranque, el conjunto del retráctil y el embrague del retráctil si está equipado con éste.
- 4.- Limpiar las aletas de enfriamiento y el motor en general. Girar el volante en sentido contrario al de las agujas del reloj para revisar compresión.
- 5.- Desmontar el carburador, desarmarlo y buscar desgastes o daños. Posteriormente se debe lavar en disolvente, cambiar las partes que sean necesarias y montarlo. Establecer un ajuste inicial.
- 6.- Revisar la aleta del regulador, varillas y resortes por si hay algún desgaste o daño, comprobar también su ajuste.
- 7.- Desmontar el volante, revisar si hay fugas en el retenedor y revisar la cuña del volante.
- 8.- Revisar los platinos y el condensador luego proceder a su limpieza y ajuste.
- 9.- Revisar la bobina y todos los cables por si hay alguno cortado ó por si se les ha dañado el aislamiento. Asegurarse de que ningún cable toque el volante y además revisar el interruptor de parada.
- 10.- Instalar el volante, calibrar el motor y revisar la chíska con un probador.
- 11.- Desmontar la culata, revisar empaques, quitar la bujía y limpiar la carbonilla. De igual forma, se deben revisar los asientos de las válvulas.



- 12.- Montar la culata, apretar de acuerdo al torque específico, ajustar el espacio entre los electrodos de la bujía donde se produce la chispa ó cambiar la bujía si fuese necesario.
- 13.- Reponer el aceite y combustible; y buscar obstrucciones o daños en el escape.
- 14.- Trabajar y ajustar la mezcla aire/combustible, y la velocidad máxima.

### **3. RUTINAS DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1 Sistema de lubricación**

##### **3.1.1 Aceite lubricante**

El aceite tiene cuatro propósitos: refrigerar, limpiar, sellar y lubricar. La mayoría de los motores de arranque retráctil son lubricados por un pistón batidor, movido por salpique o por un batidor de biela. Los motores de arranque retráctil deben utilizar aceites detergentes. Los aceites detergentes mantienen más limpio el motor y retardan la formación de depósitos de goma y barniz.

##### **3.1.2 Cambio de aceite**

Se debe cambiar el aceite después de las primeras 8 horas de operación, después cambiar el aceite del motor cada 50 horas bajo condiciones normales de operación; y si el motor opera con carga pesada, o en alta temperatura ambiente, se debe cambiar el aceite semanalmente o cada 25 horas de operación.

El procedimiento a seguir es; quitar el tapón de drenado de aceite y drenar mientras el motor esté caliente y al terminar colocar el tapón de drenado. Luego quitar la varilla de nivel o el tapón de llenado de aceite y llenar nuevamente con aceite fresco de la clasificación y el grado apropiado. Al finalizar, colocar nuevamente la varilla de llenado o el tapón de llenado de aceite.

### **3.1.3 Revisión del respiradero**

La función del respiradero es mantener un vacío en el cárter. El respiradero tiene una válvula de disco de fibra, la cual limita la dirección del flujo de aire, originada por el movimiento hacia arriba y hacia abajo del pistón. El aire puede fluir fuera del cárter; la válvula bloquea el flujo de retorno, manteniendo así un vacío en el cárter.

Se debe mantener un vacío parcial en el cárter para prevenir que el aceite salga del motor por los anillos del pistón, sellos de aceite, eje de platinos y empaques; si la válvula de disco de fibra está atascada o tiene fricción, el respiradero no podrá funcionar debidamente y debe cambiarse. Generalmente, se debe revisar el respiradero cada 100 horas de operación.

Un calibrador de galgas de 0.045 pulgadas no debe entrar en el espacio entre la válvula de disco de fibra y el cuerpo; se puede usar un calibrador de bujía. La válvula de disco de fibra es sostenida en su lugar por un soporte interno que puede deformarse si se aplica tensión.

Si se desmonta el respiradero para revisarlo, ó para reparar la válvula, se debe usar un empaque nuevo al colocar otra vez el respiradero; se deben apretar los tornillos firmemente para prevenir fugas de aceite.

### 3.1.4 Revisión del sistema sensor de aceite

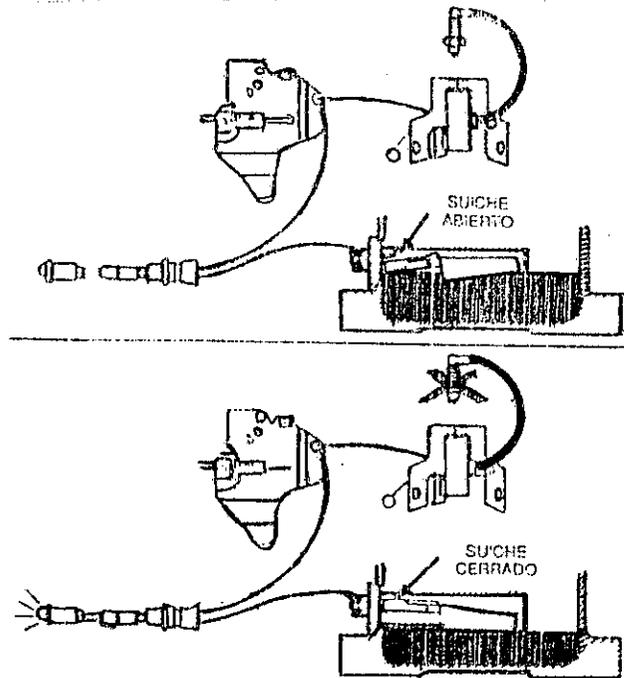
Algunos motores de arranque retráctil son equipados con un sensor de aceite, que es un sistema de advertencia de bajo nivel de aceite, diseñado para prevenir daños en el motor, antes de que éste comience a funcionar con aceite insuficiente; el sistema sensor debe revisarse cada 100 horas de operación bajo condiciones de carga liviana y a temperatura ambiente.

El sistema sensor tipo flotador puede observarse en la figura 20, éste sistema usa un flotador que opera un interruptor magnético, dependiendo del nivel de aceite en el cárter del motor. Cuando el nivel de aceite es el correcto, el flotador sube abriendo el interruptor magnético y cuando el nivel de aceite baja, el flotador también baja haciendo que se cierre el interruptor magnético; cuando esto sucede se presentan dos situaciones:

1. La corriente primaria de encendido causa que se encienda la luz de advertencia.
2. El motor se detiene.

El motor no se puede arrancar de nuevo hasta que el nivel de aceite regrese a su nivel correcto.

Figura 20. Sistema sensor de aceite tipo flotador



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

## 3.2 Sistema de carburación

### 3.2.1 Filtros de aire

El filtro de aire protege las partes internas del motor de las partículas de polvo que tenga el aire. El filtro de aire debe sustituirse cada 200 horas o cada 6 meses bajo condiciones normales de operación. Si no se siguen las instrucciones para hacer el mantenimiento al filtro de aire, el polvo y las suciedades que se acumulan en el filtro de aire serán arrastrados dentro del motor. Esto se convertirá en una parte de la película de aceite lo cual será perjudicial para la vida del motor.

La suciedad en el aceite forma una mezcla abrasiva que desgasta las partes móviles, se deben cambiar los empaques del filtro de aire que estén dañados, para evitar que entre suciedad y polvo al motor por un sellado inapropiado.

### **3.2.1.1 Filtros de aire con espuma de aceite**

Se debe limpiar y aceitar el elemento del filtro de aire cada 100 horas o en períodos trimestrales bajo condiciones normales, ver figura 21.

El procedimiento de mantenimiento es como sigue:

1. Quitar la tuerca mariposa.
2. Quitar el filtro de aire cuidadosamente para evitar que entre suciedad al carburador.
3. Apartar el filtro de aire y limpiarlo.
  - A. Lavar el elemento espuma en kerosene o en un detergente líquido y agua para quitar la suciedad.
  - B. Envolver la espuma en un trapo y escurrir, hasta secarla.
  - C. Saturar la espuma con aceite para motor y escurrir hasta quitar el exceso de aceite.
4. Montar de nuevo las partes y asegurarlas firmemente al carburador con un tornillo ó una tuerca mariposa.

### **3.2.1.2 Filtros de aire tipo cartucho**

Para limpiar éste tipo de filtro se debe utilizar un detergente sin espuma y limpiar con un chorro de agua desde el interior hasta que el agua salga limpia; después de esto, dejarlo secar al aire antes de que se utilice. El filtro debe limpiarse cada 100 horas de operación y no se aceita.

En la Figura 22 se observa el filtro de aire tipo cartucho, el procedimiento de mantenimiento se describe a continuación:

1. Aflojar los tornillos y retirar la tapa.
2. Desmontar cuidadosamente el cartucho.
3. Limpiar el cartucho dando ligeros golpes en la superficie plana. Si está muy sucio, cambiar el cartucho; y limpiarlo de la siguiente forma:
  - A. Lavar el cartucho en una solución de detergente sin espuma.
  - B. Enjuagar con un chorro de agua.
  - C. Secar el cartucho en posición recta, antes de usarlo.
5. Instalar el cartucho.
6. Instalar de nuevo la tapa del filtro de aire y apretar los tornillos.

Figura 21. Filtro de aire con espuma de aceite

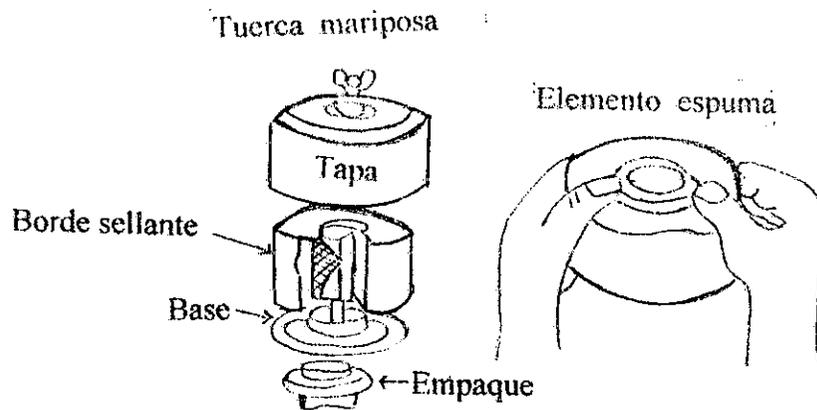
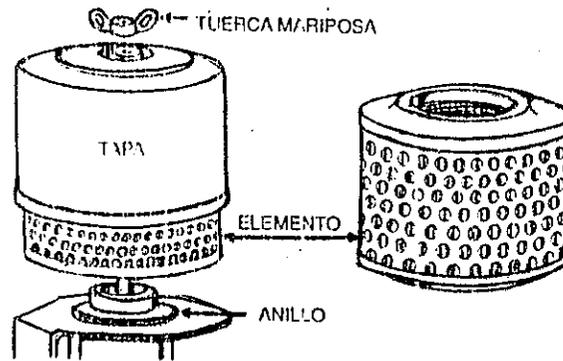


Figura 22. Filtro de aire tipo cartucho

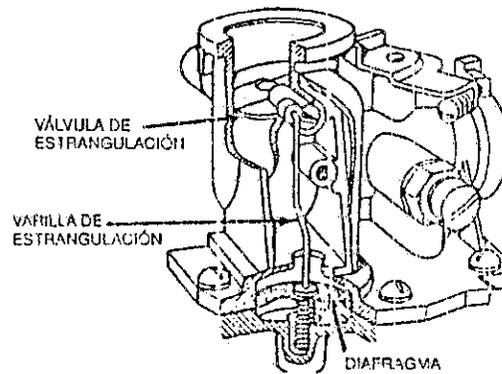


### 3.2.2 Estrangulador automático

Un diafragma por debajo del carburador es conectado al eje del estrangulador por medio de una varilla, figura 23. Un resorte calibrado por debajo del diafragma sostiene y mantiene la válvula del estrangulador cerrada cuando el motor no esté funcionando.

Una vez arranque, el vacío operado durante la carrera de admisión es dirigido al fondo del diafragma, a través del conducto calibrado, abriendo así el estrangulador. A medida que la velocidad del motor disminuye mientras tenga carga pesada, la válvula del estrangulador se abrirá parcialmente, enriqueciendo la mezcla y mejorando así el funcionamiento a baja velocidad. El estrangulador automático puede revisarse de forma fácil cada 100 horas de operación.

Figura 23. Estrangulador automático

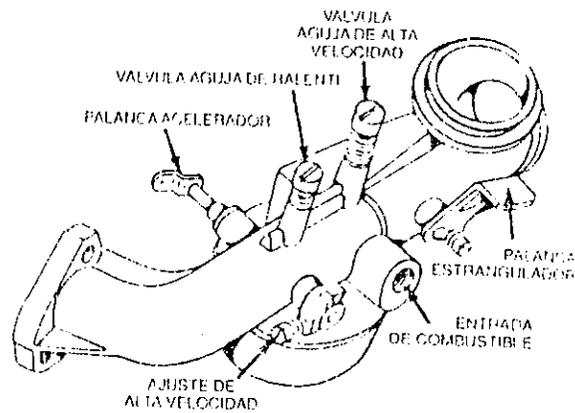


Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### 3.2.3 Carburador alimentado por gravedad de un cuerpo

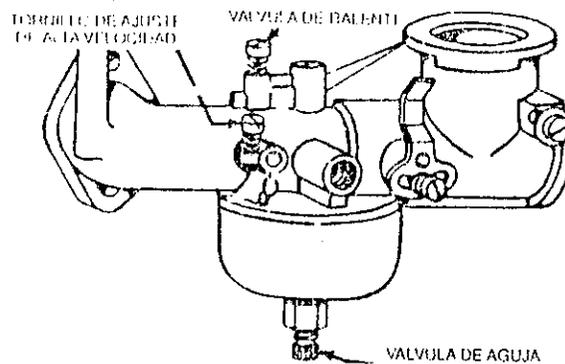
Un carburador alimentado por gravedad puede ser; de un cuerpo pequeño ilustrado en la figura 24, ó de cuerpo grande figura 25; la diferencia principal entre ambos radica en la posición en que se encuentra la válvula aguja de alta velocidad. El procedimiento de reparación para ambos carburadores es similar; la revisión de éstos debe efectuarse cada 100 horas de operación.

Figura 24. Carburador alimentado por gravedad de un cuerpo pequeño



Fuente: Briggs & Stratton. **Carburadores alimentados por gravedad.** México, 1988.

Figura 25. Carburador alimentado por gravedad de un cuerpo grande

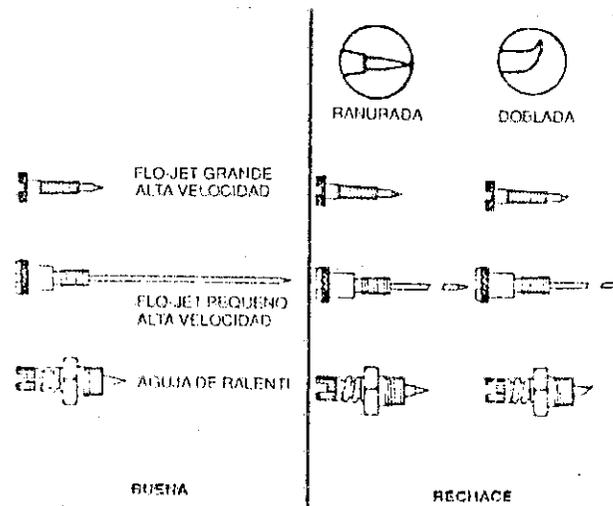


Fuente: Briggs & Stratton. **Carburadores alimentados por gravedad.** México, 1988.

### 3.2.3.1 Revisión de la aguja de mezcla

Se tienen que rechazar las agujas de mezcla de alta velocidad y de ralenti si están dañadas o desgastadas, figura 26. Es necesario buscar las fugas en el carburador si las agujas contienen combustible; ó si están rotas por compresión. La revisión de la aguja de mezcla se debe realizar cada 100 horas de operación o cuando se revise el carburador.

Figura 26. Revisión de las agujas de mezcla

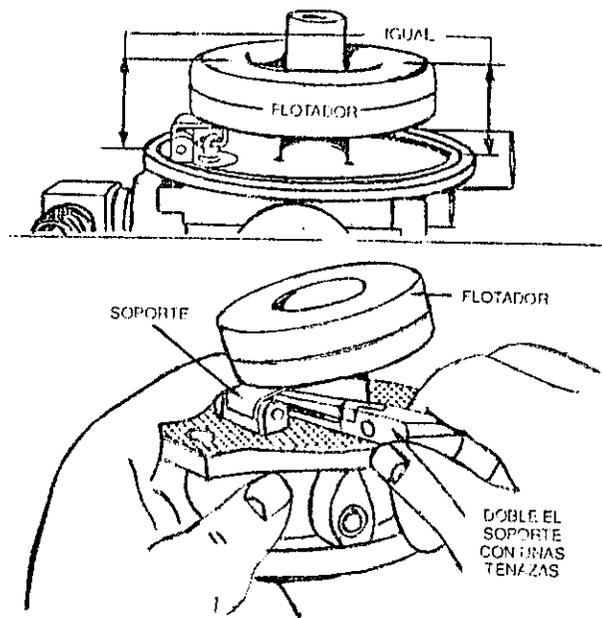


Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México, 1990.

### 3.2.3.2 Revisión del nivel del flotador

Con el empaque del cuerpo en la parte superior de la válvula del flotador y el flotador instalado, se debe verificar que éste quede paralelo a la superficie de sujeción del cuerpo, figura 27. Si esto no se cumple, se debe doblar el soporte en el flotador hasta que estos queden paralelos. El flotador debe revisarse cuando se desmonte el carburador. Ésto es cada 100 horas de operación.

Figura 27. Revisión del nivel del flotador



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### **3.2.3.3 Reparación del carburador**

El carburador se tiene que revisar y limpiar cada 100 horas de funcionamiento; después de efectuar la limpieza, se debe buscar desgaste, daños o grietas. La reparación del carburador dependerá de si se encuentran daños en los elementos componentes del mismo; utilizando partes nuevas si es necesario; así como de empaques nuevos en el momento de volver a montar el carburador.

### **3.2.3.4 Ajuste del carburador**

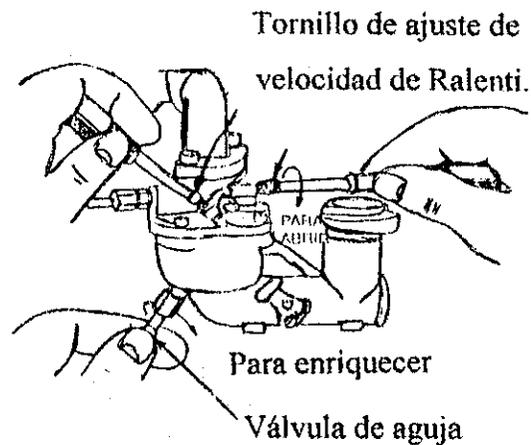
El ajuste del carburador debe realizarse después de haberle hecho las reparaciones necesarias. Para el ajuste inicial de los carburadores de cuerpo pequeño, se tienen que girar las agujas de alta velocidad y de ralenti justo hasta que toquen fondo, luego abrir la aguja de alta velocidad 1-1/2 de vuelta y la aguja de ralenti 1-1/4 de vuelta. En los carburadores de cuerpo grande, también se tienen que girar ambas agujas; tanto la de alta velocidad como la de ralenti hasta que éstas toquen el fondo y luego se deben girar ambas válvulas 1-1/2 de vuelta abierto; estos ajustes permiten arrancar el motor.

El ajuste final del carburador debe ser realizado con el motor funcionando y con el filtro de aire instalado. Para efectuar el ajuste final, se tiene que dar arranque al motor y trabajarlo para que caliente, luego colocar la palanca de control de velocidad del regulador en la posición rápida; después girar la válvula aguja de alta velocidad en sentido de las agujas del reloj para obtener una mezcla pobre, ésto hará que el motor disminuya velocidad, luego girar pasando a un punto de operación en donde se obtenga una mezcla rica. Por último girar la válvula aguja de alta velocidad al punto medio, entre mezcla rica y pobre.

Después se deben ajustar las RPM de ralenti girando el acelerador en sentido contrario al de las agujas del reloj y sostenerlo contra el tope; luego ajustar el tornillo de velocidad de ralenti para obtener 1750 RPM en motores de aluminio y 1200 RPM en motores de hierro fundido.

Sosteniendo el acelerador contra el tope de ralenti, girar la válvula de ralenti para obtener una mezcla pobre y luego girarla hacia afuera para obtener una mezcla rica; se debe establecer el punto medio entre la mezcla rica y pobre. Comprobar de nuevo las RPM de ralenti y soltar el acelerador. Si el motor no acelera debidamente, el carburador debe ser reajustado, usualmente a una mezcla ligeramente más rica. Ver figura 28.

Figura 28. Ajustes del carburador



Fuente: Briggs & Stratton. Carburadores alimentados por gravedad. México, 1988.

### **3.3 Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento por aire es más sensitivo que el sistema de enfriamiento por agua, debido a esto se debe tener mayor cuidado en el momento de efectuar las rutinas de mantenimiento en motores de enfriamiento con aire.

La revisión de éste sistema debe efectuarse cada 25 horas de operación y se debe tener un buen criterio para determinar cuando el sistema de enfriamiento está fallando, ya que un consumo de aceite excesivo puede estar llevando al motor a temperaturas muy altas. El motor no debe trabajar por debajo de las revoluciones gobernadas, debido a que puede producirse poco enfriamiento de aire y sobrecalentamiento.

Es necesario utilizar el aceite con la viscosidad apropiada; ya que una viscosidad baja o aceite desgastado puede causar fricciones excesivas. Se debe mantener una buena mezcla y tiempo de ignición adecuado, para evitar que se produzca sobrecalentamiento en el funcionamiento del motor.

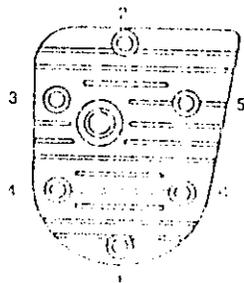
### **3.4 Sistema de compresión**

#### **3.4.1 Revisión de culata y protector**

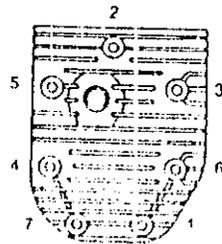
La culata del motor debe revisarse cada seis meses, así como la posición de todos los tornillos de la culata de tal forma que puedan ser correctamente apretados en el momento en que se vuelvan a montar. Si se utiliza un tornillo en posición equivocada, éste puede ser muy corto y no encajará lo suficiente en la rosca. También, puede ser muy largo y apoyarse en la aleta, quebrando la aleta o dejando floja la culata.

Se debe montar la culata utilizando un empaque nuevo, así como utilizar una llave de torque y apretar los tornillos de la culata en la secuencia mostrada en la figura 29, no se debe roscar un tornillo completamente antes que los otros, ya que esto podría deformar la culata.

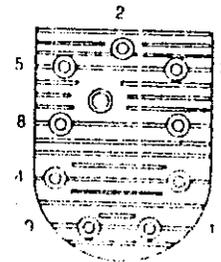
Figura 29. Secuencia para apretar los tornillos de la culata



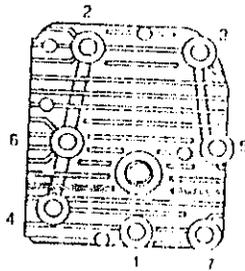
MODELOS 5 6 Y 8  
HIERRO FUNDIDO



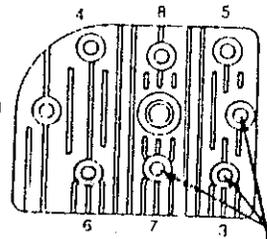
MODELOS 14 Y 19  
HIERRO FUNDIDO



MODELO 23  
HIERRO FUNDIDO



MODELO  
100700



MODELOS DE CILINDROS DE  
ALUMINIO. TORNILLOS  
LARGOS EN ESTOS TRES  
ORIFICIOS

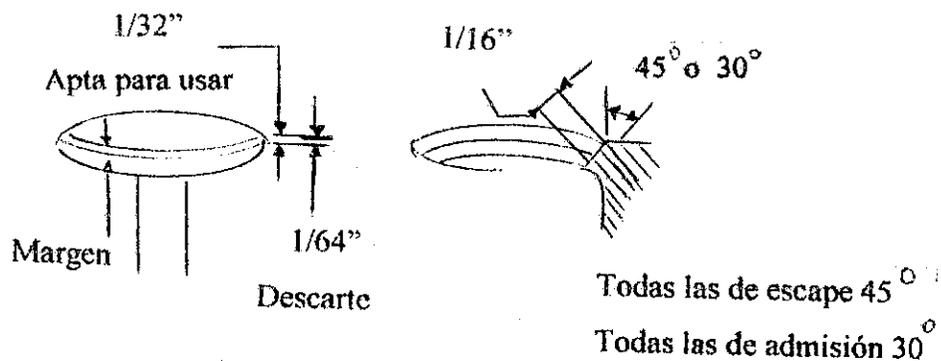
Fuente: Briggs & Stratton. Manual de operación de motores monocilíndricos. México, 1990.

### 3.4.2 Revisión de válvulas

Las válvulas deben revisarse cada seis meses y cambiarse si se encuentran dañadas, se debe utilizar un compresor de resorte de válvula, ajustando las mordazas hasta que éstas ajusten en la parte superior e inferior de la cámara de la válvula. Se debe empujar el compresor hacia adentro hasta que la mordaza superior se deslice sobre el extremo superior del resorte; apretar las mordazas para comprimir el resorte y desmontar los conos pin o el pin para sacar la válvula.

Las superficies de las válvulas deben ser asentadas en un esmeril para válvulas. El ancho del asiento de válvula debe ser de  $3/64$  a  $1/16$  de pulgada, figura 30; si el asiento es más ancho, entonces se debe utilizar una piedra cónica. Si la cara de la válvula o el asiento están quemados, entonces se deben cambiar; así como la válvula que tenga un margen de  $1/64$  pulgada o menor a éste.

Figura 30. Dimensión de válvulas y asientos



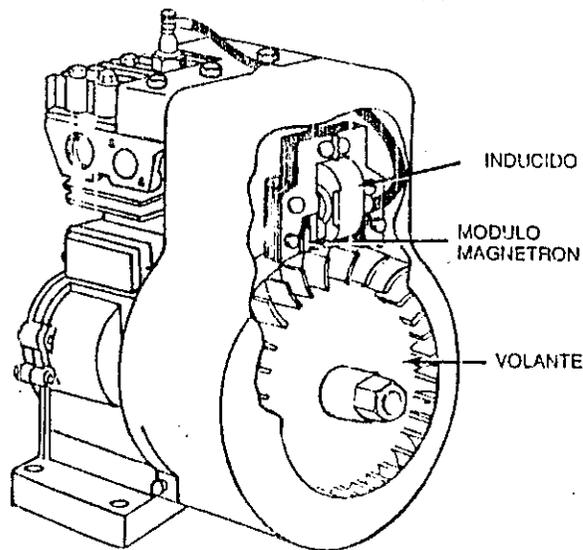
Para la revisión y ajuste de la tolerancia de levas, se deben colocar las válvulas en sus guías correspondientes en el cilindro, girando el cigueñal hasta que el pistón esté en el punto muerto superior con ambas válvulas cerradas; luego seguir girando hasta que el pistón esté a 1/4 de pulgada por debajo de la parte superior del cilindro y comprobar la tolerancia de la válvula de admisión y de escape con un calibrador de galgas.

### 3.5 Revisión del sistema de encendido

El sistema de encendido se debe revisar cada tres meses de operación del motor; se han utilizado dos tipos básicos de encendido:

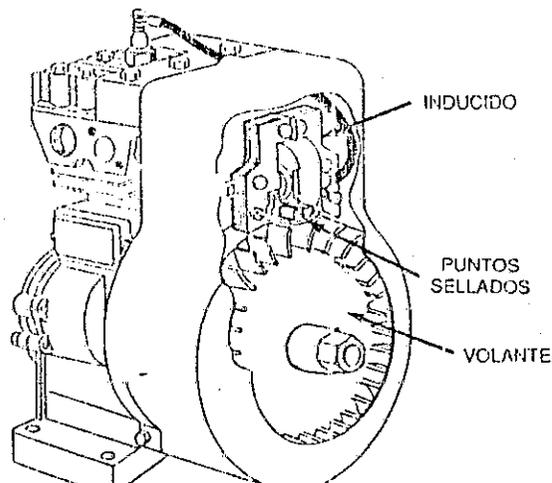
- 1.- Encendido electrónico magnetrón; el cual está formado por un módulo transistor independiente, bobina de encendido y volante, figura 31.
- 2.- Encendido magnavac, que utiliza puntos sellados que operan magnéticamente, bobina de encendido y volante, figura 32.

Figura 31. Encendido electrónico magnetrón



Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido** México, 1988.

Figura 32. Encendido magnavac



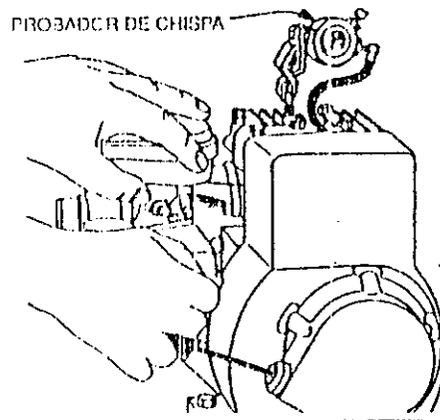
Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido.** México, 1988.

La revisión del sistema de encendido, se realiza sin quitar la bujía, ya que podría ocurrir fuego o explosión. El procedimiento consiste en conectar el cable de la bujía a la terminal larga del probador y conectar el probador al motor con una pinza. Se tiene que operar el arranque observando la chispa en el probador y si está salta el espacio del probador se puede asumir que el encendido es bueno.

### 3.5.1 Comprobación de falla de chispa

Se debe colocar el probador de chispa en serie con la bujía y su cable, figura 33; una falla de encendido puede apreciarse fácilmente cuando el motor empieza a operar; el servicio que se proporciona a la bujía, debe incluir la calibración de su entrehierro a 0.030 de pulgada, se tiene que cambiar la bujía si los electrodos están quemados o si la porcelana está quebrada, no deben utilizarse herramientas de limpieza abrasivas.

Figura 33. Comprobación de encendido.

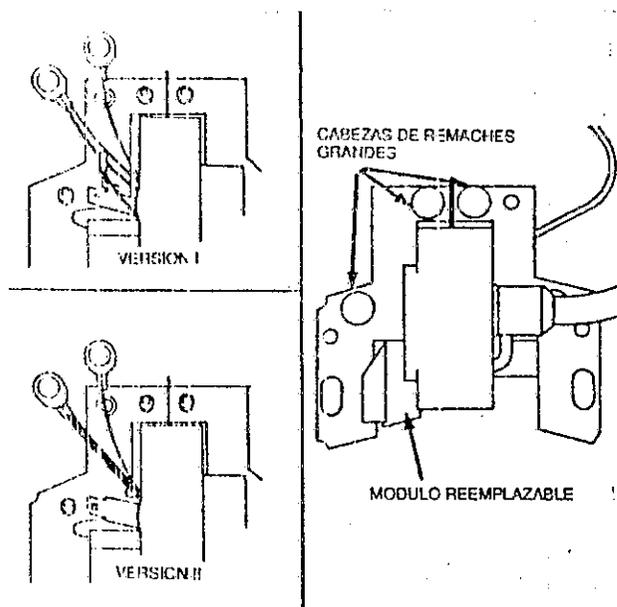


Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido.** México, 1988.

### 3.5.2 Revisión del sistema de encendido electrónico magnetrón

El sistema de encendido electrónico magnetrón se ha producido en dos versiones: compuesta (versión I y versión II) y módulo reemplazable. Figura 34, ambas versiones deben revisarse trimestralmente. Para efectuar la prueba de encendido del magnetrón, debe utilizarse un probador adecuado para el inducido. Cuando se realiza el desmontaje de los inducidos del magnetrón no se necesita desmontar el volante; excepto para revisar la cuña del volante, los cuñeros del cigueñal y el volante.

Figura 34. Identificación del módulo magnetrón



Fuente: Briggs & Stratton. **Sistemas de encendido.** México, 1988.

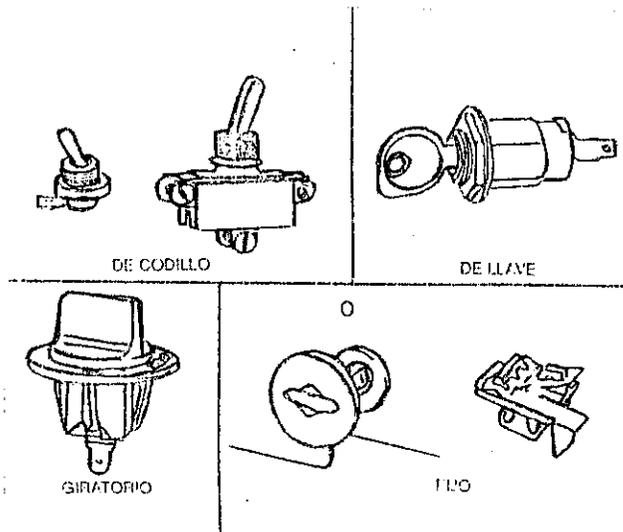
### 3.5.3 Revisión del sistema de encendido magnavac

De igual forma, este sistema tiene que revisarse trimestralmente y se debe utilizar el probador adecuado. Cuando se desmonte el inducido magnavac, no se necesita desmontar el volante, excepto para revisar la cuña del volante, los cuñeros en el cigueñal y el volante.

### 3.6 Identificación de los interruptores de parada

Los interruptores de parada pueden ser: fijo, giratorio, de codillo y de llave; todos los cuales son usados para satisfacer la variedad de necesidades del equipo. Figura 35.

Figura 35. Tipos de interruptores de parada



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### **3.7 Revisión del sistema de regulación**

El trabajo del regulador es mantener la velocidad deseada del motor dentro de ciertos límites aunque las cargas cambien. Este sistema debe revisarse cada tres meses de operación del motor.

#### **3.7.1 Revisión del regulador de aleta**

El resorte regulador tiende a abrir el acelerador, y la presión del aire contra la aleta tiende a cerrarlo. La velocidad del motor en la cual estas dos fuerzas se equilibran es llamada velocidad regulada. La velocidad regulada puede ser variada cambiando la tensión del resorte regulador. El regulador de aleta se tiene que revisar trimestralmente y si se detecta una varilla desgastada o los resortes del regulador dañados entonces deben ser sustituidos para garantizar una operación apropiada del regulador. Si se cambia el resorte ó la varilla, se debe revisar y ajustar las RPM máximas del motor pero sin carga.

#### **3.7.2 Revisión del regulador mecánico**

El regulador mecánico debe revisarse trimestralmente. El resorte regulador tiende a mantener abierto el acelerador, la fuerza de las contrapesas, las cuales operan por medio de fuerza centrífuga, tiende a cerrarlo. La velocidad del motor en la cual estas dos fuerzas se equilibran es llamada velocidad regulada, la que puede variar si se cambia la tensión del resorte regulador.

### **3.7.3 Límites de velocidad regulada**

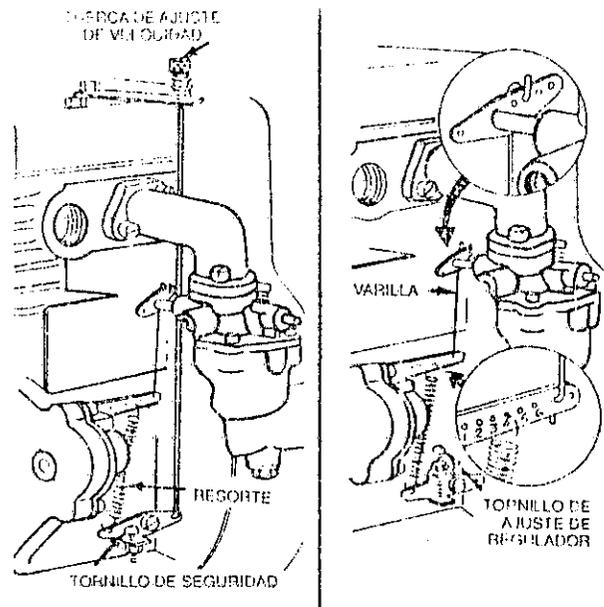
Para cumplir con los límites específicos de velocidad máxima, se suministran a los motores ya sea un resorte regulador calibrado o un límite de velocidad máxima ajustable; ésto permitira más de la velocidad máxima regulada deseada. Debido a que el diseño de la cubierta puede afectar la velocidad del motor; la velocidad máxima regulada debe comprobarse con un tacómetro cuando el motor esté trabajando acoplado a una máquina.

Si se tiene que cambiar el resorte regulador; después de su instalación también se debe comprobar la velocidad máxima regulada. El motor debe trabajar a medio acelerador para permitir que alcance la temperatura normal de operación antes de medir la velocidad con el tacómetro. En cuanto a las tolerancias, la velocidad máxima regulada del motor se debe ajustar al menos 200 RPM por debajo de las velocidades máximas.

### **3.7.4 Reguladores mecánicos en motores de hierro fundido**

La acción del regulador puede cambiar si se le inserta una varilla o un resorte en cualquiera de los agujeros de la palanca del acelerador, figura 36. En general, cuanto más cerca se situe al extremo espiga de la palanca, menor será la diferencia entre la velocidad con carga y sin carga. El motor comenzará a sobrecargarse si el resorte es traído cerca al punto de la espiga. Lo más distante del extremo de espiga, menor será la tendencia a sobrecargarse, pero será mayor la disminución de la velocidad con incremento de carga. Si disminuye la velocidad regulada, entonces el resorte puede moverse más cerca a la espiga.

Figura 36. Varillas del regulador mecánico en motores de hierro fundido

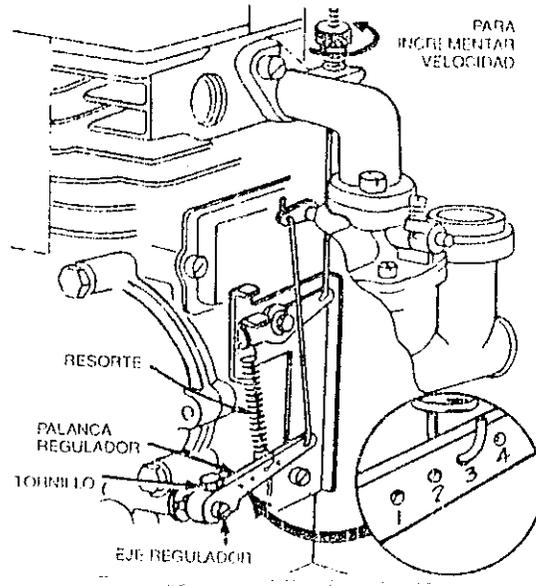


Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### 3.7.5 Reguladores mecánicos en motores de cilindros de aluminio

El mantenimiento de éste regulador tiene que efectuarse trimestralmente; durante el ajuste, con la tapa cárter, el carburador y las varillas instaladas, aflojar el tornillo que sostiene la palanca regulador al eje del regulador. Colocar el acelerador en la posición de alta velocidad; sostener el acelerador en está posición y girar el eje del regulador en sentido contrario al de las agujas del reloj. Apretar el tornillo que sostiene la palanca al eje del regulador. Antes de arrancar el motor mover manualmente la varilla del regulador para comprobar cualquier fricción. Figura 37.

Figura 37. Ajuste del regulador mecánico en un motor de cilindro de aluminio



Fuente: Briggs & Stratton. **Manual de operación de motores monocilíndricos.** México, 1990.

### 3.8 Revisión de pistones, anillos y bielas

La revisión tanto de pistones, anillos y bielas debe efectuarse cada seis meses si es que el motor trabaja bajo condiciones de alta carga y alta temperatura ambiente. Para desmontar el pistón y la biela del motor se tiene que doblar el seguro de la biela; se debe remover la carbonilla del interior del cilindro para prevenir que se quiebren los anillos en las camisas o en los cilindros de hierro fundido.

Para revisar los anillos del pistón, se debe limpiar primero toda la carbonilla de los extremos de los anillos y del interior del cilindro e insetar los anillos viejos uno por uno, una pulgada por debajo en el interior del cilindro, comprobando el espacio entre bordes de los anillos con un calibrador de galgas; y si el espacio entre bordes es mayor al valor que se muestra en la tabla I el anillo debe ser rechazado.

En la instalación de los anillos del pistón; se debe instalar primero el anillo de control de aceite, luego el anillo de compresión central y por último el anillo de compresión superior. Algunos anillos de compresión tienen un punto de identificación en la parte superior del anillo; instalar siempre los anillos con el punto mirando hacia la parte superior del pistón.

Tabla I. Medidas no aceptadas de los espacios entre bordes del anillo

	Anillo de compresión	Anillo de aceite
Interior del cilindro en Aluminio	0.035 plg.	0.045 plg.
Interior del cilindro en camisas de Hierro Fundido	0.030 plg.	0.035 plg.

Fuente: Briggs & Stratton, **Manual de operación de motores monocilíndricos**. México, 1990.

### 3.9 Revisión del cigueñal y árbol de levas

La tabla II muestra las medidas de rechazo de los diversos puntos de desgaste del cigueñal; se debe descartar el cigueñal si está desgastado a un valor por debajo de la medida mostrada en esta tabla. Se deben revisar los cuñeros para asegurarse que no están desgastados. La figura 38 muestra los diversos puntos que deben ser revisados en el cigueñal.

Figura 38. Puntos de revisión en el cigueñal

- A = Muñón extremo PTO.
- B = Muñequilla del muñón.
- C = Muñón extremo magneto.

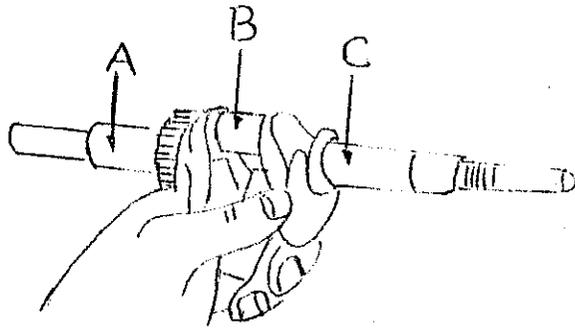


Tabla II. Dimensiones no admitidas del cigueñal

Cilindros de aluminio	Muñón PTO	Muñón muñequilla	Muñón magneto
serie 6000	0.873 plg.	0.870 plg.	0.873 plg.
serie 8000	0.873 plg.	0.996 plg.	0.873 plg.
serie 9000	0.996 plg.	0.873 plg.	-----
11700, 11900	0.873 plg.	0.996 plg.	0.873 plg.
10200, 13000	0.998 plg.	0.996 plg.	0.873 plg.
14000, 17000	1.179 plg.	1.090 plg.	0.997 plg.
22000, 28000	1.376 plg.	1.247 plg.	1.376 plg.
<b>Cilindro hierro fundido</b>			
N, 5, 6, 8	0.873 plg.	0.743 plg.	0.873 plg.
9	0.983 plg.	0.873 plg.	0.983 plg.
14, 19000	1.179 plg.	0.996 plg.	1.179 plg.
20000	1.179 plg.	1.122 plg.	1.179 plg.
23000	1.376 plg.	1.184 plg.	1.376 plg.

Fuente: Briggs & Stratton, **Manual de operación de motores monocilíndricos**

La revisión del árbol de levas; incluye la revisión de los dientes del piñón para verificar si tienen desgastes. Las medidas de rechazo de la leva y de los muñones del árbol de levas se muestran en la tabla III.

Tabla III. Medidas no aceptadas del árbol de levas

Cilindro de aluminio	Muñón árbol de levas	Levas
serie 6000	0.498 plg.	0.883 plg.
serie 8000	0.498 plg.	0.883 plg.
serie 9000	0.498 plg.	0.883 plg.
11700, 11900	0.498 plg.	-----
10200, 13000	0.498 plg.	0.950 plg.
14000, 17000	0.498 plg.	0.977 plg.
22000, 28000	0.498 plg.	1.184 plg.
<b>Cilindro de hierro fundido</b>		
N, 5, 6, 8	0.875 plg.	-----
9	0.372 plg.	1.124 plg.
14, 19000	0.497 plg.	1.115 plg.
20000	0.497 plg.	1.115 plg.
23000	0.497 plg.	1.184 plg.

Fuente: Briggs & Stratton, **Manual de operación de motores monocilíndricos.**

El rodamiento de bolas; que es un cojinete formado por dos cilindros entre los que se intercala un juego de bolas que pueden girar libremente, tiene ajuste a presión en el cigueñal; ya sea que se vaya a desmontar el rodamiento o el cigueñal se debe utilizar una prensa. En el momento de la instalación de los rodamientos, se tienen que calentar los mismos en aceite a una temperatura de 250 grados fahrenheit ó 121 grados centígrados máximo; el rodamiento no debe descansar en el fondo del recipiente en el cual se está calentando.

Se debe colocar el cigueñal en una prensa de banco con el rodamiento hacia arriba y cuando el rodamiento esté lo suficientemente caliente tendrá un ajuste deslizante en el muñón del cigueñal; se tiene que sujetar el rodamiento con el protector hacia abajo y presionar éste sobre el cigueñal. El rodamiento apretará en el eje mientras se enfria, el rodamiento no debe enfriarse por inmersión.

## **4. PROBLEMAS COMUNES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES**

Cuando la causa de la avería no puede detectarse fácilmente, debe realizarse una revisión de los sistemas de compresión, encendido y carburación; esta revisión debe efectuarse en forma sistemática, ya que es el método más rápido y seguro que determina la causa del daño. La revisión permitirá a su vez detectar posibles causas de fallas futuras que podrán ser corregidas en su momento.

### **4.1. Revisión de compresión**

Se debe girar el volante en sentido contrario al de las agujas del reloj para obtener una revisión exacta de compresión. El volante debe rebotar lentamente, indicando una compresión satisfactoria y si la compresión es pobre, se debe buscar:

- 1.- Bujía floja.
- 2.- Pernos de culata flojos.
- 3.- Empaques de culata quemados.
- 4.- Válvulas o asientos de válvulas quemados.
- 5.- Tolerancia de levas insuficiente.
- 6.- Culata deformada.
- 7.- Vástagos de válvula deformados.
- 8.- Anillos desgastados.
- 9.- Bielas rotas.

## **4.2 Revisión de encendido**

En el momento de efectuar la revisión del encendido no se debe quitar la bujía, se tiene que conectar el cable de la bujía a la terminal larga del probador y conectar el cable al motor con una pinza. Operar el arranque y observar la chispa en el probador, y si la chispa salta el espacio del probador, se puede asumir que el encendido es bueno; si no se produce la chispa se tiene que buscar:

- 1.- Bujie gastado o eje gastado solamente en el lado del volante.
- 2.- Cufia del volante gastada.
- 3.- Platinos quemados o sucios.
- 4.- Eje de platinos sucio o atascado.
- 5.- Fallas en el condensador.
- 6.- Fallas en el inducido.

Si el motor funciona pero falla durante la operación, se puede hacer una revisión rápida para determinar si el problema es o no de encendido, colocando un probador entre el cable de encendido y la bujía.

## **4.3 Revisión de carburación**

Antes de hacer una revisión de carburación, se tiene que revisar que el tanque de combustible tenga una provisión suficiente de gasolina limpia y fresca. En los motores alimentados por gravedad se debe asegurar que la válvula de cierre de combustible esté abierta y que el combustible fluya libremente por el conducto de combustible; de igual manera se debe revisar y ajustar las válvulas agujas. Comprobar que el estrangulador cierra completamente; y si el motor no arranca, quitar la bujía y revisarla; si la bujía está mojada, debe buscarse:

- 1.- Estrangulación excesiva.
- 2.- Mezcla de combustible demasiado rica.
- 3.- Agua en el combustible.

Si la bujía está seca, se tiene que buscar:

- 1.- Fugas en los empaques de sujeción del carburador.
- 2.- Revisar la válvula.
- 3.- Válvula del tanque de combustible abierta.

Una revisión sencilla para establecer si fluye combustible a la cámara de combustión a través del carburador consiste en quitar la bujía y vertir una pequeña cantidad de gasolina por el hueco de la bujía y colocar nuevamente la bujía. Si el motor dá alguna explosión pocas veces y luego se detiene, verificar los puntos correspondientes a la bujía seca.

#### **4.4 Influencia del equipo en el funcionamiento del motor**

Frecuentemente lo que parece ser un problema en el funcionamiento del motor, tal como la dificultad de encendido y vibración puede ser realmente una falla en el equipo acoplado y no en el motor.

##### **4.4.1 Dificultad en el arranque, contragolpe o imposibilidad para encender**

- 1.- Correa floja: puede ser causa de retroceso que puede quitarle esfuerzo de arranque al motor.
- 2.- Arranque con carga: se debe desengranar el equipo en el momento de dar arranque al motor y engranar cuando no tenga carga pesada.

#### **4.4.2 Revisión debida a la vibración**

- 1.- Cigüeñal deformado: debe ser cambiado.
- 2.- Pernos de sujeción flojos: deben ser cambiados.
- 3.- Cubierta rajada: debe repararse o cambiarse.

#### **4.4.3 Pérdida de potencia**

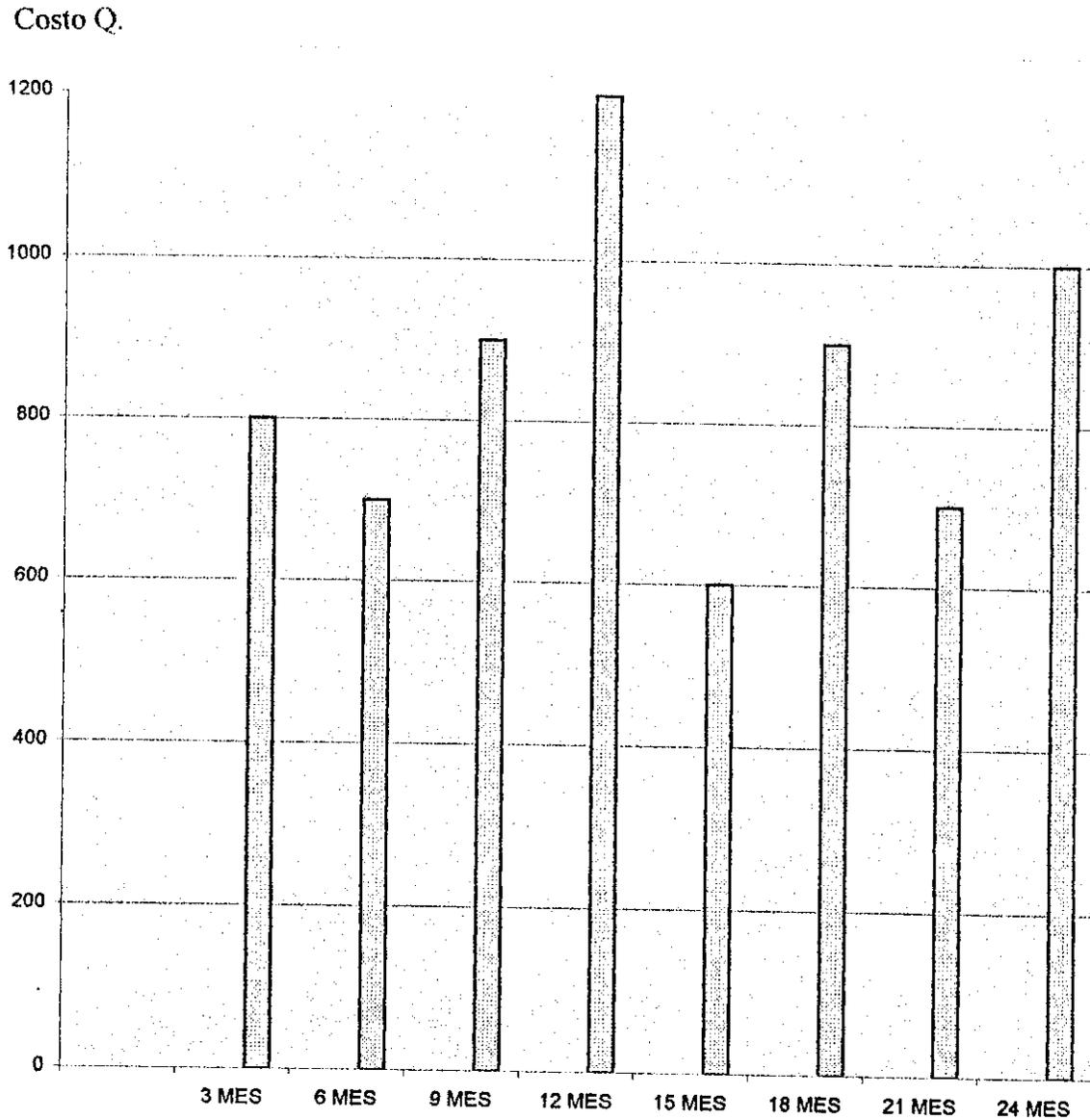
- 1.- Fricción o atascamiento en el equipo: Si es posible desengranar el motor y operar manualmente la unidad para sentir la fricción.
- 2.- Transmisión o la caja de engranajes no tienen lubricación.
- 3.- Excesiva tensión en la correa de transmisión que pueda causar ruptura del mismo.

En las siguientes gráficas, se puede observar el promedio tanto del costo como de las eficiencias obtenidas durante el mantenimiento efectuado trimestralmente en un periodo de dos años a cuatro motores de arranque retráctil, los cuales operaron en diferentes condiciones.

En la figura 39 se puede observar el promedio de la relación entre el costo de mantenimiento y el intervalo de tiempo en que éste se llevo a cabo; los datos de esta gráfica se muestran en la Tabla IV.

En la figura 40 se observa el promedio de la eficiencia desarrollada por los motores, de acuerdo a los intervalos de tiempo del mantenimiento. Estos datos se muestran en la Tabla VI.

Figura 39. Gráfica de la relación entre el costo de mantenimiento y tiempo



Fuente: Promedio obtenido del análisis del mantenimiento trimestral y de su costo respectivo, realizado en un periodo de dos años a cuatro diferentes motores de arranque retráctil ignición por magneto de 8 hp.

Tabla IV. Promedio del costo de mantenimiento de 4 motores de arranque retráctil

Mantenimiento trimestral	Costo
3 MES	Q. 800
6 MES	Q. 700
9 MES	Q. 900
12 MES	Q. 1,200
15 MES	Q. 600
18 MES	Q. 900
21 MES	Q. 700
24 MES	Q. 1,000

Tanto las rutinas de mantenimiento, como los costos variaron de acuerdo a las condiciones de operación de cada motor; debido a que se requiere de un mantenimiento más frecuente cuando se trabaja bajo condiciones severas, tal como el funcionamiento durante un tiempo prolongado en condiciones de mucho polvo, o cuando se presentan residuos en el aire.

El costo promedio del mantenimiento obtenido fue diferente para cada uno de los motores, debido a que se hicieron revisiones; las cuales dieron como resultado que en algunos casos solamente se procediera a darle limpieza a ciertos elementos; mientras que en otras se procedió al cambio de la pieza.

Cada trimestre se procedió a:

- 1.- Cambio de aceite.
- 2.- Revisión del respiradero.
- 3.- Revisión del sistema sensor de aceite.
- 4.- limpieza de filtro de aire.
- 5.- Revisión del carburador.
- 6.- Revisión de las agujas de mezcla.
- 7.- Revisión del nivel del flotador.
- 8.- Revisión del sistema de enfriamiento.
- 9- Revisión del sistema de encendido.
- 10- Revisión del sistema de regulación.

Semestralmente se llevó a cabo:

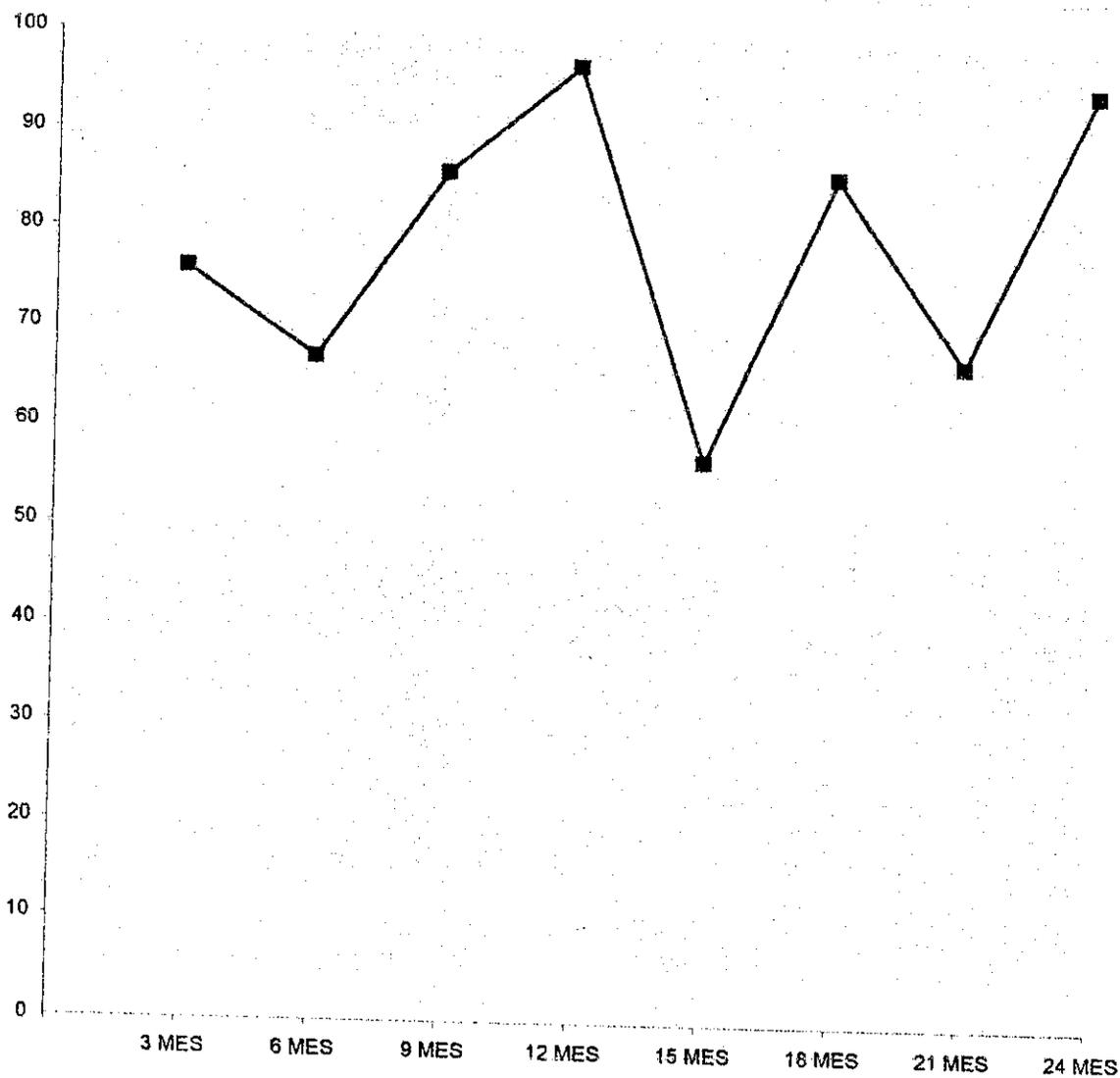
- 1.- Cambio del filtro de aire.
- 2.- Reparación del carburador.
- 3.- Cambio de la aguja de mezcla.
- 4.- Cambio del flotador.
- 5.- Ajuste del carburador.
- 6.- Revisión de culata y protector.
- 7.- Revisión de válvulas.
- 8.- Revisión de pistones, anillos y bielas.
- 9.- Revisión del cigueñal y árbol de levas.

Anualmente se realizó:

- 1.- Cambio de válvulas.
- 2.- Cambio de pistones, anillos y bielas

Figura 40. Gráfica de la relación entre la eficiencia y tiempo

% Eficiencia



Fuente: Promedio de la eficiencia obtenida de acuerdo al mantenimiento trimestral efectuado en un periodo de dos años a cuatro diferentes motores de arranque retráctil ignición por magneto de 8 hp.

El costo promedio trimestral del mantenimiento efectuado durante los dos años del análisis se calculó así:

Costo total Q 6,800; en un total de 8 trimestres

Costo promedio = Costo total / Total de trimestres

Costo promedio = ( 6,800 ) / ( 8 )

Costo promedio = Q. 850

La eficiencia desarrollada se determinó mediante la ecuación:

Eficiencia = ( Factor de potencia ) X ( Factor de costo ) X 100

En donde:

Factor de potencia =  $\frac{\text{Potencia nominal}}{\text{Potencia máxima}}$

Potencia nominal = 6.5 HP

Potencia máxima = 8 HP

Sustituyendo valores en la ecuación del factor de potencia, tenemos:

Factor de potencia =  $\frac{6.5}{8}$

Factor de potencia = 0.8125

Factor de costo = Costo trimestral / Costo promedio

Costo trimestral = Presentado en la tabla IV.

Costo promedio = Q. 850

El costo, costo promedio así como el factor de costo para cada periodo de mantenimiento, se resume en la tabla V. En la tabla VI se muestra el promedio de la eficiencia desarrollada de acuerdo con el periodo de mantenimiento trimestral.

Tabla V. Valor del costo, costo promedio y factor de costo de acuerdo al período de mantenimiento

PERIODO DE MANTENIMIENTO	COSTO	COSTO PROMEDIO	FACTOR DE COSTO
3 MES	Q 800	Q 850	0.9411
6 MES	Q 700	Q 850	0.8235
9 MES	Q 900	Q 850	1.0588
12 MES	Q 1,200	Q 850	1.1938
15 MES	Q 600	Q 850	0.8072
18 MES	Q 900	Q 850	1.0588
21 MES	Q 700	Q 850	0.8235
24 MES	Q 1,000	Q 850	1.1764

Tabla VI. Promedio de la eficiencia desarrollada por 4 motores de arranque retráctil

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	EFICIENCIA
3 MES	76 %
6 MES	67 %
9 MES	86 %
12 MES	97 %
15 MES	57 %
18 MES	86 %
21 MES	67 %
24 MES	95 %

## CONCLUSIONES

- 1.- En el interior del cilindro de un motor de combustión interna se produce la combustión de una mezcla proporcional de aire/combustible, debido a la chispa eléctrica que es suministrada por el sistema de ignición. Existen dos sistemas básicos de ignición: sistema básico de batería y de magneto.
- 2.- El sistema de ignición por magneto crea la corriente necesaria en el circuito primario, por lo que se elimina el uso de batería de ignición. El circuito primario tiene, relativamente, pocas vueltas de alambre pesado; a diferencia del circuito secundario que tiene mucho más vueltas de alambre más liviano. Existen al rededor de 60 vueltas en el circuito secundario por cada vuelta en el primario.
- 3.- El combustible y el aire necesarios para la combustión se mezclan en proporciones adecuadas en el carburador. El carburador utilizado en motores de arranque retráctil se clasifica de acuerdo al camino que sigue la gasolina desde el tanque de combustible hacia el carburador en: carburador tipo Ventury, carburador de succión, carburador de flote y carburador de diafragma.
- 4.- La finalidad del aceite lubricante es refrigerar, limpiar, sellar y lubricar las partes por donde circula en el interior del motor. El aceite lubricante debe estar lo más limpio posible y ser reemplazado frecuentemente.

- 5.- La ejecución de un programa eficaz de mantenimiento requiere de una inversión inicial, la cual a un corto plazo se traducirá en disminución en costos tanto de operación como de mantenimiento posteriores.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Se deben seguir las instrucciones del fabricante, tanto en la forma de operar como en el mantenimiento que se debe dar al motor; debido a que de esta forma se prolongará la vida útil, en servicio, del mismo.
  
- 2.- Elaborar un programa de mantenimiento que se ajuste a las condiciones específicas de operación de cada motor, debido a que cada uno de ellos trabaja bajo diferentes condiciones.
  
- 3.- Para evitar que ocurran accidentes que puedan causar daño, tanto al motor como a los operarios del mismo, es necesario poner en práctica un programa de seguridad en el momento de su operación. Algunas medidas de seguridad son:
  - Evitar la operación del motor en áreas sin ventilación.
  - Evitar la operación del motor si se derramó gasolina o cuando el motor presente olor a gasolina.
  - No tocar el escape, el cilindro o las aletas si están calientes; debido a que esto podría causar quemaduras.
  - Halar la cuerda del arranque lentamente hasta que se sienta resistencia, después hálela rápidamente para evitar un contragolpe y prevenir heridas en la mano o en el brazo.