

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

ESPE – LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN LIMPIADOR Y
COMPROBADOR DE BUJÍAS A BASE DE PRESIÓN
DE AIRE**

REALIZADO POR:

**MAURICIO VELÁSQUEZ SERRANO
FABRICIO GALEAS CASTRILLON**

LATACUNGA – ECUADOR

2004

CERTIFICACIÓN

CERTIFICAMOS QUE EL SIGUIENTES TRABAJO TEÓRICO PRÁCTICO FUE REALIZADO EN SU TOTALIDAD POR LOS SRS. VELÁSQUEZ SERRANO MAURICIO Y GALEAS CASTRILLÓN FABRICIO, EGRESADOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, BAJO MI DIRECCIÓN Y CODIRECCIÓN.

**ING. MENA NAVARRETE LUIS
DIRECTOR DE TESIS**

**ING. CASTRO CLAVIJO JUAN
CODIRECTOR DE TESIS**

DEDICATORIA

Este Proyecto les dedico a mis Padres quienes con su apoyo incondicional supieron guiarme hasta lograr una de las metas importantes de mi vida, mi Profesión

MAURICIO

DEDICATORIA

A la memoria de mi amigo que lo llevo en mi alma Cristhian Ron

FABRICIO

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por brindarme su protección día a día, agradecer a mis Padres quien sin ellos no hubiera culminado con mis estudios y obtener una profesión para el bien mío.

Un agradecimiento sincero para la Escuela Politécnica del Ejercito a su personal Administrativo y Docentes por sus valiosas enseñanzas durante el tiempo de permanencia, de manera especial a los Señores Ingenieros Luis Mena Navarrete, y Juan Castro Clavijo por su respaldo moral, calidad humana y guías durante el desarrollo del presente proyecto.

MAURICIO

AGRADECIMIENTO

A mis padres Bachi y Jr. Y mis tres hermanos Fernanda, Camila, y Belén gracias a su apoyo conseguí esta meta.

FABRICIO

PROLOGO

En la elaboración del este Proyecto de Diseño y Elaboración de un Limpiador y comprobador de Bujías a base de Presión de Aire es importante todo lo referente a la bujía que es uno de los órganos más delicados del motor por cuanto no basta con que funcione, es necesario que funcione bien.

Por el aspecto puede determinarse la más o menos adecuada la elección de la bujía misma y también el estado de ajuste del carburador, el avance de encendido, la entrada de aceite en el interior del cilindro a través de los aros, etc., la forma correcta de medir el estado de una bujía es la de separarla de la culata donde va adosada y probarla en aparatos especiales dedicados a la comprobación de las bujías.

La limpieza de una bujía se debe realizar en forma frecuente los electrodos de los depósitos de óxido que se ponen sobre ellos rascándolos por medio de una punta. A continuación con un pincel embebido en gasolina se limpiará el interior de la bujía de los depósitos de aceite que puedan existir.

También se va a estudiar lo que es compresor su funcionamiento, el proceso de transformación del aire se lo realiza al girar el árbol en el sentido de las agujas del reloj, la biela hace descender el pistón (émbolo) y la válvula de admisión permite la entrada de aire libre en la cámara del cilindro hasta que el pistón llega al punto muerto inferior, punto en que la válvula de admisión se cierra. Escape. Al ascender el pistón, el aire se comprime y por efecto de esta compresión se realiza la apertura de la válvula de escape, circulando el aire comprimido hacia el elemento consumidor o al acumulador correspondiente.

Existen reguladores de presión que son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas como auxiliares de distribución o en los circuitos de potencia. Normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad regula-

dores de presión, en la neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones bruscas de presión de salida o frente a demandas altas de caudal, en este proyecto se ha utilizado una válvula distribuidora de 4 vías y 3 posiciones con centro cerrado.

Los amplificadores operacionales pueden utilizarse para formar diversos tipos de fuentes controladas. Un voltaje de entrada puede emplearse para controlar una corriente o voltaje de salida, o se puede usar una corriente de entrada para controlar una corriente o voltaje de salida.

La potencia máxima que maneja un dispositivo particular y la temperatura de las uniones de los transistores se relacionan, puesto que la potencia disipada por el dispositivo ocasiona un aumento de temperatura en las uniones del mismo. Resulta obvio que un transistor de 100 W proporcionará más capacidad de potencia que un transistor de 10 W. Por otra parte, las técnicas adecuadas de disipación de calor permitirán la operación de un dispositivo cerca de su valor nominal máximo de potencia.

Se comprueba indirectamente que mejora el proceso de combustión a pesar de las condiciones desfavorables de formación de la mezcla (mezcla pobre), haciendo la combustión más completa debido a la presencia de una chispa más vigorosa y extensa que permite disminuir el tiempo en el proceso de combustión.

ÍNDICE

CONTENIDO	Págs.
CAPITULO I	
I.- INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1.- CONSTITUCIÓN DE LA BUJÍA	2
1.1.1.- EL CUERPO METÁLICO	2
1.1.2.- EL CONJUNTO AISLANTE	4
1.1.3.- LOS ELECTRODOS	8
1.2.- CONDICIONES DE TRABAJO DE LAS BUJÍAS	11
1.3.- GRADO TÉRMICO	13
1.3.1.- BUJÍA FRÍA	13
1.3.2.- BUJÍA CALIENTE	14
1.3.3.- BUJÍA NORMAL	15
1.4.- SÍNTOMAS DE UNA BUJÍA NO ADECUADA PARA UN MOTOR	16
1.5.- EQUIVALENCIA DE BUJÍAS	17
1.6.- DISPOSICIÓN DE LAS BUJÍAS EN EL MOTOR	18
1.6.1.- BUJÍAS PARA MOTORES DE DOBLE ENCENDIDO	21
1.6.2.- BUJÍAS DE INCANDESCENCIA	22
1.7.- INCONVENIENTES Y AVERÍAS EN LA BUJÍA	24
1.7.1.- DESMONTAJE Y MONTAJE DE LA BUJÍA	24
1.7.2.- EXAMEN DE LA BUJÍA	25
1.7.3.- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BUJÍA	28
1.8.- PRUEBA DE LA BUJÍA POR MEDIO DE	30
1.8.1.- ELECTRODOS	32
1.8.2.- JUNTAS	33

1.9.- SUSTITUCIÓN DE UNA BUJÍA	.....	33
1.9.1.- REGENERACIÓN DE LAS BUJÍAS	.....	34
1.10.- LIMPIEZA DE UNA BUJÍA	.....	34
1.10.1.- LIMPIEZA DE BUJÍAS CON APARATO LIMPIADOR	.....	35
1.11.- AVERÍAS DE LA BUJÍA	.....	37

CAPITULO II

II.- PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE

COMPRIMIDO	.....	40
2.1.- COMPRESORES	.....	40
2.2.- DEPÓSITOS	.....	43
2.3.- REGULACIÓN DE LA PRESIÓN	.....	44
2.3.1.- CARACTERÍSTICAS	.....	45
2.4.- REGULADORES DE DOS Y TRES VÍAS	.....	47
2.4.1. REGULADORES DE DOS VÍAS	.....	47
2.5.- CONCEPTOS DE VÍAS Y POSICIONES	.....	49
2.5.1.- DISTRIBUIDORES	.....	50
2.5.2.- DISTRIBUIDORES DE TRES VÍAS	.....	52
2.5.3.- DISTRIBUIDORES DE CINCO VÍAS	.....	52
2.6.- TIPOS DE CIERRE	.....	53
2.6.1.- VÁLVULAS DE ASIENTO	.....	54
2.7.- ACCIONAMIENTO POR FUERZA MUSCULAR.	.....	55

CAPITULO III

III.- GENERADOR DE IMPULSOS

FUENTES CONTROLADAS	58
3.1.- FUENTE DE VOLTAJE CONTROLADA POR VOLTAJE	58
3.2.- FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR VOLTAJE	59
3.3.- FUENTE DE VOLTAJE CONTROLADA POR CORRIENTE.	59
3.4.- FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR CORRIENTE	60
3.5.- DISIPADORES DE CALOR PARA TRANSISTOR DE POTENCIA	60
3.5.1.- ANALOGÍA TÉRMICA DEL TRANSISTOR DE POTENCIA	64
3.6.- AMPLIFICADORES CLASE C Y D	68
3.6.1.- AMPLIFICADOR CLASE C	68
3.7 TEMPORIZADOR DE CI Y SUS APLICACIONES	69
3.8.- CIRCUITO INTEGRADO 555	69
3.8.1.- DESCRIPCIÓN DEL PATILLAJE DEL CIRCUITO INTEGRADO 555	70
3.8.2.- ENCAPSULADOS	72
3.8.3.- APLICACIONES MÁS USUALES	72
3.9.- GENERADOR DE PULSOS	73

CAPITULO IV

IV.- ELABORACIÓN FÍSICA DEL INSTRUMENTO	.....	76
4.1.- CÁPSULA DE PRESIÓN	.....	76
4.2.- RESERVORIO DE ARENA	.....	77
4.3.- CARCASA DEL INSTRUMENTO	.....	78
4.4.- CIRCUITO GENERADOR DE PULSOS	.....	79
4.4.1.- FUNCIONAMIENTO MONOESTABLE	.....	81
4.4.2.- FUNCIONAMIENTO ESTABLE	.....	82
4.5.- CIRCUITO TRANSITORIZADO	.....	83
4.6.- SUELDAS	.....	84
4.7.- PLANOS	.....	90

CAPITULO V

V.- ADAPTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO	.....	91
5.1.- ADAPTACIÓN GENERAL DE TODOS LOS ELEMENTOS.	.....	91
5.1.1.- ADAPTACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO.	.....	91
5.2.2.- ADAPTACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	.....	95
5.1.3.- ADAPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS CONSTRUIDOS	.....	96
5.1.4.- ADAPTACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL	.....	100
5.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	.....	102
5.2.1.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA LIMPIADOR DE BUJÍAS.	.....	102

5.2.2.-	FUNCIONAMIENTO	DEL	SISTEMA	
	COMPROBADOR DE BUJÍAS			..... 103

CAPITULO VI

6.1.-	CONCLUSIONES			..... 105
6.2.-	RECOMENDACIONES			..... 106

CAPITULO I

I.- INTRODUCCIÓN GENERAL

BUJÍAS

La bujía tiene por objeto hacer saltar a través de dos electrodos la corriente eléctrica de alta tensión que se produce en la bobina. El salto de esta corriente se efectúa en forma de chispa.

Presentamos tres tipos diferentes de bujías (figuras 1.1 y 1.2).

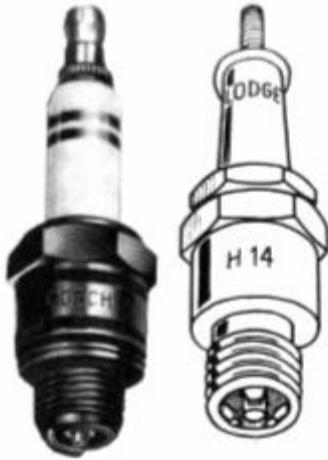


Fig. 1.1 Bujías de tres electrodos



Fig. 1.2 Bujía Auto – Lite

La bujía es uno de los órganos más delicados del motor por cuanto no basta con que funcione, es necesario que funcione bien. Las bujías son elementos que no se comprueban con la debida frecuencia por lo que sufren desajustes que hacen que su trabajo sea deficiente, aun cuando continúen dando chispa. Por otra parte es necesario tener presente que las condiciones en que trabaja la bujía dentro del motor. Sometida a fuertes temperaturas y presiones, son bastante diferentes a las que concurren cuando se prueba la bujía fuera del motor.

Veamos a continuación las piezas que componen una bujía.

1.1.- CONSTITUCIÓN DE LA BUJÍA

Si se parte una bujía con un corte como el que vemos en la (figura 1.3) se verá que consta de las partes que allí se han apuntado.

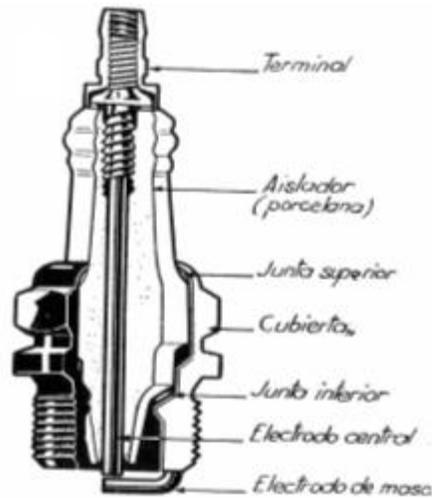


Fig. 1.3 Bujía seccionada

Para un más profundo conocimiento será necesario estudiar cada una de las partes que componen una bujía y que vamos a dividir en 3 grupos principales.

1.1.1.- EL CUERPO METÁLICO

1.1.2.- EL CONJUNTO AISLANTE

1.1.3.- LOS ELECTRODOS

1.1.1.- EL CUERPO METÁLICO

El cuerpo metálico de las bujías constituye el soporte sobre el que se aguanta

el resto de la misma y donde se apoya uno de los electrodos, el electrodo de masa. Se puede ver este conjunto (figuras 1.4 y 1.5). Es igualmente corriente que sea de dos piezas (caso de las bujías K. L. G. LODGE, etc.) o bien de una sola pieza (Marelli, Beru, Firestone, Champion y otras).



Fig. 1.4 Cuerpo metálico 1 pieza

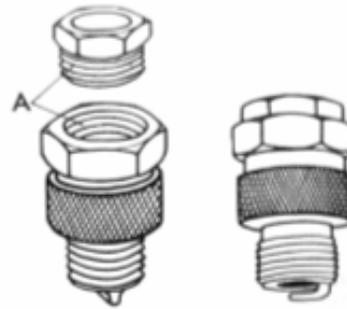


Fig. 1.5 Cuerpo metálico 2 piezas

En el primer caso (figura 1.5) la bujía está compuesta por dos piezas donde una se acopla sobre la otra, por medio de la rosca A sujetando entre ambas piezas el cuerpo aislante de la bujía. Este sistema permite la completa limpieza de la bujía puesto que puede desmontarse.

El segundo caso (figura 1.4) es el más corriente, ya que permite a la bujía su ajuste más perfecto con respecto a la distancia entre electrodos. El electrodo central, al permanecer fijo no tiene posibilidades de desajustarse al no estar sometido a las tolerancias que necesariamente deben de dársele a las roscas. Por otra parte la limpieza, realizada con aparatos apropiados tales como las máquinas para el enarenado de las bujías, puede dejar a éstas en perfectas condiciones de limpieza.

La rosca exterior sirve para ser aplicada directamente a la culata del motor del vehículo y se halla normalizada tanto de diámetro como de paso de rosca. Los

diámetros más corrientemente usados son los de 14 mm. y también para cilindros mayores los de 18 mm. En este caso el paso de roscas corresponde a 1/25 para el primer caso y 1/5 mm. Para el segundo. Menos usadas son las bujías de 12 y 10 mm. de diámetro.

En América se usó durante algún tiempo, y aún se sigue usando aunque en menor escala, la bujía de 7/8 de pulgada de diámetro (Unos 22 mm.) y de un grueso de 1/8 de pulgada (3.176 mm.), pero en la actualidad puede decirse que el uso de las bujías de 14 ó 18 mm. es universal para los coches de tipo medio.

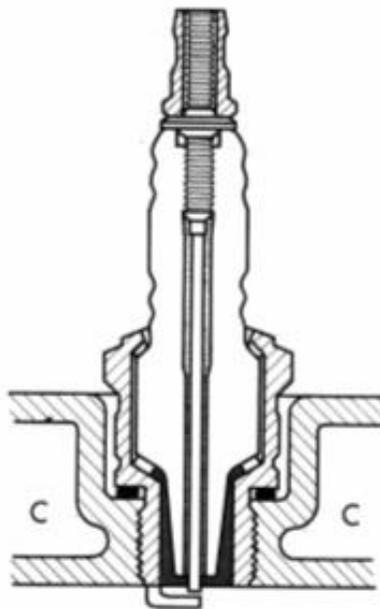


Fig. 1.6 Disposición Bujía rosca a la culata C

Se presenta una bujía colocada en una culata y a la que se ha practicado un corte que muestra todo su interior (figura 1.6).

1.1.2.- EL CONJUNTO AISLANTE

El conjunto aislante es un recio envolvimiento de cerámica (porcelana) o mica que aísla por completo al electrodo central (figura 1.7). Una parte del conjunto aislante va fuertemente sujeta al cuerpo metálico, mientras la otra queda al exterior,

lo que beneficia su enfriamiento, pues como veremos más adelante la bujía trabaja a elevadas temperaturas.

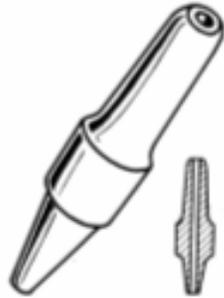


Fig. 1.7 Aspecto del aislante de porcelana

La forma de la porcelana es muy importante para determinar no sólo el aislamiento eléctrico del electrodo, sino también el grado térmico de la bujía consistente en la mayor o menor facilidad que posea la bujía para evacuar el calor.

La parte de la porcelana que se halla por debajo del cuerpo metálico (encarnado en la figura 1.6) se halla en el interior del cilindro y por lo tanto sometida a las presiones elevadas que se ocasionarán a cada expansión de los gases.

Naturaleza del aislante

El problema fundamental que debe resolver el aislante es lograr una gran resistividad al paso de la corriente y al mismo tiempo facilidad para desprenderse del calor acumulado. Para lograr estos efectos se han ensayado gran variedad de materiales que han resultado ser más o menos adecuados según la clase de motor al que se han aplicado. Estos materiales han sido especialmente la porcelana y la mica

habiéndose usado también el cuarzo y la esteatita.

AISLANTES DE MICA

Los aislantes de mica son especialmente indicados en motores de altas relaciones de compresión donde además se necesita una absoluta seguridad de funcionamiento. Tal es el caso de los aeroplanos y de automóviles de competición.

Están constituidos por una serie de placas delgadas de mica superpuestas a lo largo del electrodo central (figura 1.8), pero también puede hallarse (figura 1.9), el electrodo central aislado por un tubo de mica mientras el exterior se halla envuelto por una funda de porcelana.

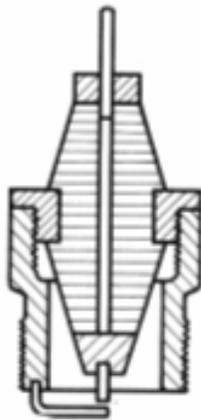


Fig. 1.8 Bujía con aislante de mica

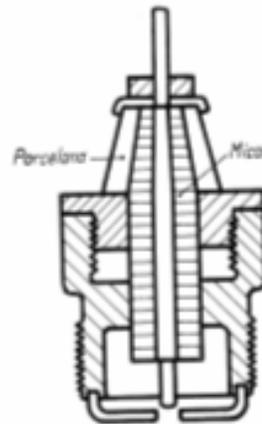


Fig. 1.9 Bujía de dos electrodos con
Aislante combinado de mica y porcelana

El cuerpo de mica presenta una gran resistencia eléctrica que es tanto más grande cuanto mayor es la temperatura.

Sin embargo el aislante de mica presenta bastantes inconvenientes, ya que además de su precio exagerado debe usarse en finas láminas entre cuyas juntas puede escaparse corriente eléctrica que llega a facilitar la formación entre estas láminas de productos carbonosos.



Fig. 1.10

Porcelana agrietada



Fig. 1.11

Porcelana sus juntas de estanqueidad.



Fig. 1.12

Porcelana de electrodo central

En la actualidad las bujías con aislantes de mica son muy poco usadas debido a la perfección con que se fabrican las de aislantes con porcelana las cuales pueden aplicarse con toda garantía en motores de altas compresiones o muy revolucionados sin peligro y con el consiguiente ahorro en el precio de coste.

AISLANTES DE PORCELANA

El cuerpo aislante de porcelana se halla formado por combinaciones de caolín,

arcilla, esteatita y otros materiales en menor cantidad, mezclados y sometidos a un tratamiento adecuado.

La resistencia de la porcelana decrece rápidamente con la temperatura y es fácil que llegue a agrietarse o resquebrajarse (figura 1.10). En este caso la más pequeña abertura provoca el cortocircuito de la bujía, el cual puede venir provocado de dos formas diferentes: Si es muy pequeña la abertura conectando un salto eléctrico en derivación que reste intensidad a la chispa producida en el interior del cilindro. Si las resquebrajaduras son muchas y grandes provocará el salto total de la chispa entre el electrodo central y el cuerpo metálico en muchas ocasiones fuera de los electrodos. En cualquiera de estos dos casos puede considerarse la bujía inutilizada.

En las bujías de aislante de porcelana el electrodo central se halla recubierto y fijo gracias a un compuesto de cemento o mediante anillos de fijación; o mediante ambos a la vez. En caso de recalentamiento de las bujías estos cuerpos se dilatan, pudiendo llegar a ser causa (caso de bujías inadecuadas para el tipo de motor) del agrietamiento de la porcelana.

Las juntas de estanqueidad de las bujías (figura 1.11) son de cobre o de amianto y van colocadas aislando completamente el cuerpo metálico del conjunto aislante. Como quiera que estas juntas de estanqueidad sean los únicos contactos de estas dos piezas, será por su conducto por donde la porcelana evacuará su calor sobre el cuerpo metálico. Otra de las funciones de estas juntas es la de no permitir fugas de compresión.

1.1.3.- LOS ELECTRODOS

Los órganos fundamentales de las bujías son los electrodos ya que ellos son los que consiguen la chispa que inflama la mezcla.

Los electrodos son dos: uno, el electrodo central (figura 1.12), que atraviesa la bujía de arriba a abajo y otro el electrodo de masa fijado al cuerpo metálico y en contacto con la masa de la culata.

Los electrodos están compuestos de níquel aleado con un 1'5% de manganeso, un 0'8 % de hierro y un 0'4 % de cobre. Esta aleación ha resultado la más eficiente, ya que los electrodos deben ofrecer la menor resistencia posible al paso de la corriente eléctrica y además una dureza que les permita soportar las más altas temperaturas y presiones con el mínimo desgaste.

Otros cuerpos que se han usado para el electrodo central de la bujía ha sido el níquel aleado con cromo en fuerte proporción, el tungsteno, el platino, el molibdeno, etc., pero unos por demasiado caros, otros por poco efectivos han sido sustituidos con éxito por el níquel aleado de la forma que hemos visto.

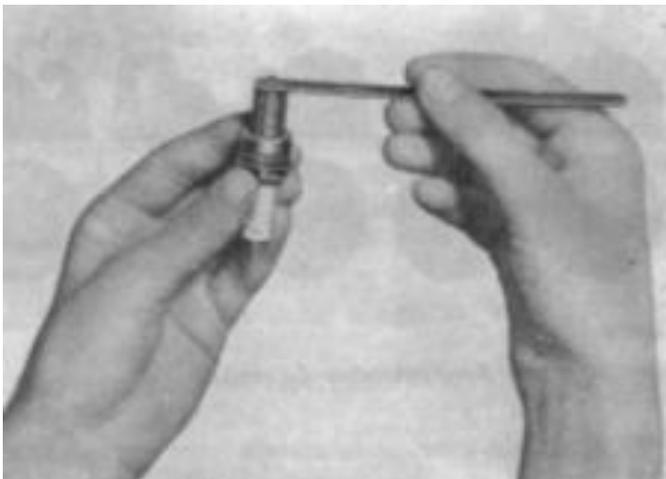
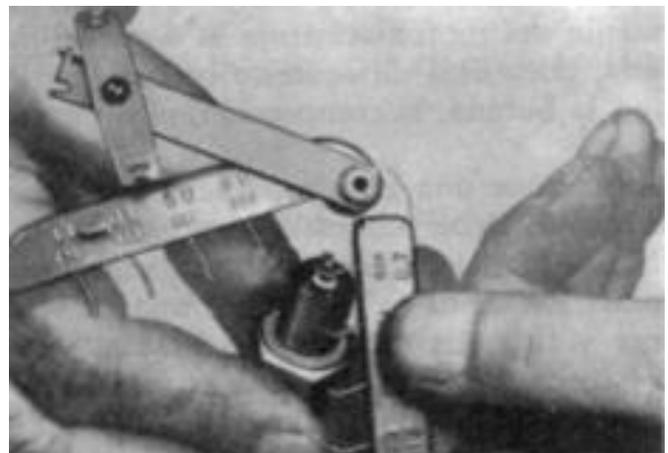


Fig. 1.13

Comprobación de la distancia entre electrodos con una galga de espesores

Fig. 1.14

Comprobación con otro tipo de galga de espesores.



Es mucho más importante de lo que se cree regularmente que las bujías presenten entre sus electrodos una separación correcta. Esta separación que, además, no puede apreciarse “a ojo” debe medirse por medio de galgas de espesores como las mostradas (figuras 1.13 y 1.14).

La distancia normal entre electrodos oscila entre 0'5 a 0'7 mm., o sea, de 5 a 7 décimas de milímetro en los motores normales sujetos a compresiones razonables (6 ó 7: 1). En los motores de más alta compresión será beneficiosa que esta distancia sea menor, pero no inferior a 3 décimas, pues entonces es fácil la formación de puntos carbonosos entre los electrodos (vulgarmente conocido con el nombre de “perla” o “pelo”), lo cual obstaculiza el funcionamiento de la bujía cuando no provoca su fallo.



Fig. 1.15 Tipos de electrodos de masa.

En todos los casos el fabricante del motor aconseja la separación correcta que no debe ser variada, pues está de acuerdo con la intensidad de la corriente obtenida en la bobina, la compresión, el número de revoluciones por minuto, etc.

Es un frecuente error considerar que una gran separación de electrodos beneficia la marcha del motor. Debe tenerse siempre presente que la chispa debe saltar en el interior del circuito de una forma que no deje lugar a dudas, y en todos los casos es preferible una chispa corta, pero intensa, a otra larga y fina. La mezcla sólo precisa una chispa para encenderse y no lo hace mejor si esta chispa es más larga de lo preciso.

FORMA DE LOS ELECTRODOS

Como se puede apreciar (figura 1.15), el electrodo de masa acostumbra tener siempre forma de gancho. Esta forma es la más adecuada puesto que impide que pueda colocarse entre ambos electrodos alguna materia tal como aceite o cualquier otro cuerpo extraño al motor traído por el combustible. Además, la reducción de la distancia entre electrodos es la mínima posible a medida que se va produciendo el desgaste.

También es corriente, como se puede apreciar (figura 1.15) citada, el uso de bujías de más de un electrodo de masa. Estas bujías de dos o tres electrodos, tienen la ventaja de mayor regularidad de funcionamiento y de un menor consumo del material de los electrodos, ya que si están bien ajustadas, el salto de la chispa se va alternando entre cada uno de los electrodos de forma que éstos se calienten menos.

1.2.- CONDICIONES DE TRABAJO DE LAS BUJÍAS

El regular funcionamiento del motor requiere una bujía de características adecuadas a sus condiciones de funcionamiento. Durante éste, la temperatura de la mezcla al producirse el tiempo de expansión puede ser superior a los 2.000°C y la presión de 30 atmósferas; y en motores mas comprimidos a más de 2.500°C y 40 atmósferas.

En semejantes condiciones, la bujía debe asegurar los siguientes servicios:

1. Un aislamiento perfecto entre el electrodo central y el cuerpo metálico.

La tensión que debe soportar este aislamiento será de unos 10 a 15.000 voltios además de la temperatura y presiones que hemos visto.

2. Una estanqueidad perfecta de las juntas del aislante con respecto a las más altas presiones. Efectivamente la presión que se produce en el interior del cilindro es tan grande que precisa una muy fuerte estanqueidad para que no aparezca el exterior, produciéndose fugas que debiliten el poder explosivo de la mezcla además de la salida de gases muy calientes.

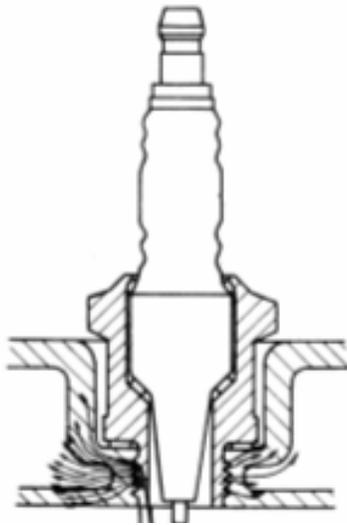


Fig. 1.16

La evacuación del calor por parte del electrodo de masa es fácil, puesto que se halla en contacto con la culata

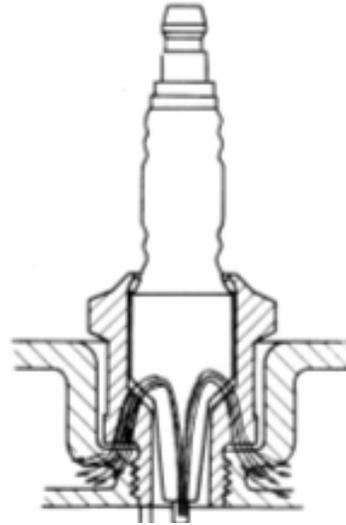


Fig. 1.17

La evacuación del calor por parte del electrodo central es más fácil por no hallarse en contacto con la culata

3. La bujía debe mantenerse en su interior a una temperatura constante entre 500 a 600°C. El calor absorbido por la bujía a cada tiempo de explosión determina un aumento de su temperatura que a su vez la bujía debe estar facultada para poder evacuar cuando este calor aumente su temperatura a más de los 600° C requeridos.

1.3.- GRADO TÉRMICO

Una cuidada fabricación de las bujías puede resolvernros las condiciones 1ª y 2ª, pero en cuanto a la tercera presenta una serie de facetas diferentes que ocasionan el llamado grado térmico de las bujías.

Como se ha dicho, la temperatura ideal para el buen funcionamiento de las bujías es la de 600°C en su interior. Con una temperatura inferior, la bujía sufre los trastornos que luego veremos, pero con una temperatura superior a los 600°C los efectos son más desastrosos.

De cualquier forma, la evacuación del calor por parte del electrodo de masa es fácil (figura 1.16), por cuanto se halla en contacto con la culata que se encarga de transmitir el calor al exterior.

El electrodo central, por el contrario, se halla en condiciones mucho más difíciles. Se puede ver que el calor, para evacuarse, debe seguir un camino largo atravesando, además, la porcelana aislante, mala conductora ya de por sí del calor (figura 1.17).

Se halla representado en qué consiste el grado térmico de una bujía (figuras 1.18 y 1.19). Puede observarse cómo, (figura 1.18), el calor puede desplazarse con un recorrido mucho más corto que el recorrido (figura 1.19). Esto determina la constitución de las llamadas bujías frías y bujías calientes. A continuación se verá el uso que debe hacerse de estas bujías.

1.3.1.- BUJÍA FRÍA

Al producirse la combustión de los gases es frecuente que se formen pequeños depósitos carbonosos que una temperatura elevada de la bujía debe poder quemar por completo.

Si la temperatura es más baja de los 600°C. requeridos, sucede que no se queman estos depósitos carbonosos entre los electrodos o electrodo del cuerpo metálico y el electrodo central. Estos depósitos, compuestos de carbón y de óxido de hierro, son buenos conductores de la corriente, especialmente cuando la temperatura es elevada, y dan lugar a derivaciones de la corriente que indefectiblemente debilitan la fuerza de la chispa cuando no su total anulación.

Este es el caso de usar una bujía cuya temperatura se evacua demasiado rápidamente. Las bujías frías son adecuadas para los motores de altas compresiones y muy revolucionados, es decir, los motores que producen una gran cantidad de calor. La bujía fría, como puede apreciarse (figura 1.18), posee el aislador corto de forma que el calor del electrodo central salta con facilidad al conjunto de la culata:

Resumiendo, las bujías frías convienen:

- a. En motores muy revolucionados y comprimidos.
- b. En tiempo caluroso y marchas largas.

1.3.2.- BUJÍA CALIENTE

La bujía caliente es adecuada para el caso contrario: para motores poco revolucionados y de poca compresión (de 5 ó 6: 1) o en motores que durante tiempo muy frío realizan frecuentes paradas y puestas en marcha corriendo a velocidad

moderada. En estos casos una bujía normal y mucho menos una bujía fría no alcanzan fácilmente la temperatura de los 600°C. requeridos, pero sí lo hace una bujía caliente (figura 1.19) por la dificultad que tiene el calor para salir al exterior. Como se puede ver, la bujía caliente tiene un largo aislador. El electrodo central queda muy separado de la culata y el calor es retenido por la bujía largamente.

Estas bujías convienen, pues, en los siguientes casos:

- a. Motores lentos y poco comprimidos.
- b. Tiempo frío y frecuentes paradas.
- c. Tiempo frío y marcha a velocidad moderada.

1.3.3.- BUJÍA NORMAL

Existen, además, las bujías de un grado térmico medio usadas en los motores normales que además rodarán en tiempo de temperatura media (sobre 20°C.). Estas bujías se hallan en un grado térmico intermedio entre la bujía caliente y la fría.

A fin de que se puedan comparar estas bujías con las anteriores, (figura 1.17) se puede ver una bujía de este tipo.

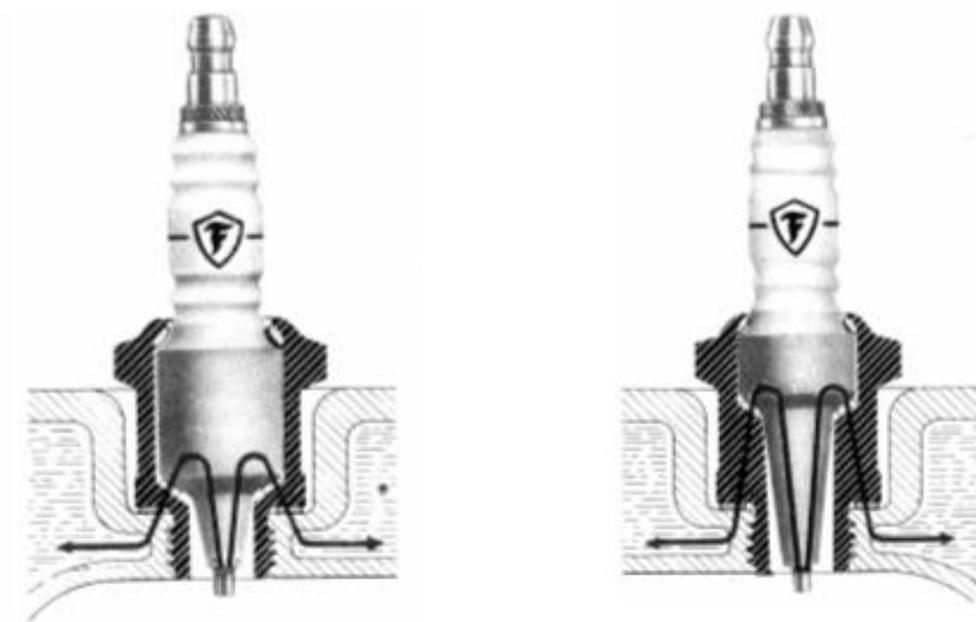


Fig. 1.18 Bujía Fría.

Fig. 1.19 Bujía Caliente

Los motores salen equipados de la fábrica normalmente con este tipo de bujías considerando un servicio normalmente del vehículo. Estas bujías, sin embargo, pueden ser variadas de acuerdo con lo dicho anteriormente y con las condiciones de rodaje del motor. Algunas fábricas que construyen modelos semideportivos y deportivos establecen el cambio de grado térmico de las bujías según el servicio que de el vehículo. Es muy corriente establecer dos tipos diferentes de bujías, según sea el uso, para carretera o ciudad

1.4.- SÍNTOMAS DE UNA BUJÍA NO ADECUADA PARA UN MOTOR

Un motor con una discreta relación de compresión (6'5: 1) funcionando a 0°C y equipado con una bujía demasiado fría daría los siguientes síntomas:

1. Grandes dificultades en el arranque por el rápido desprendimiento del calor de la bujía.
2. Una vez en marcha, fallos en el encendido, que se pondrá de manifiesto por medio de rateos del motor. Si se desmonta la bujía podrá verse que se halla sucia con depósitos negros carbonosos.
3. Bujía que se engrasa con facilidad.

En el caso contrario, o sea el uso de una bujía demasiado caliente por rodar el motor en tiempo caluroso, los síntomas son los siguientes:

1. Autoencendido de la mezcla por excesivo calor de los electrodos que llegan a ponerse incandescentes.
2. Formación de ampollas o puntos oscuros en el remate del aislamiento con formación de pelos entre dos electrodos que ocasionan cortocircuitos
3. Gran desgaste de los electrodos (figura 1.20) proporcionalmente al tiempo de funcionamiento.

En todos estos casos debe tenerse presente que cualquier uso de bujía uso de bujía inadecuada por producir un desajuste del motor, aumenta el consumo y disminuye el rendimiento, igualmente sucede si la bujía trabaja sucia



Fig. 1.20 Bujía con los electrodos muy desgastados.

1.5.- EQUIVALENCIA DE BUJÍAS

Aunque se establecieron unas normas para que las bujías de todos los fabricantes llevaran una misma indicación que marcara su grado térmico, en la práctica, poco se ha conseguido, ya que cada fábrica da a sus bujías denominaciones diferentes no basadas en las reglas establecidas o normalizadas. Una de las graduaciones de grado térmico más aceptado es la establecida por la casa alemana Bosch, cuyas bujías de mayor uso están graduadas desde 45 a 275, siendo las de 45 las más calientes y las de 275 las más frías. La casa FIRESTONE,

sin embargo, tiene la numeración a la inversa, es decir, de 120 al 25, correspondiendo la bujía 120 a la más caliente y la de 25 a la más fría. Otras fábricas, como la Lodge, Champion, etc., marcan el grado térmico con letras y números muy bajos.

1.6.- DISPOSICIÓN DE LAS BUJÍAS EN EL MOTOR

Aunque la disposición de las bujías en el motor depende del constructor, será siempre útil al mecánico electricista conocer algunas particularidades propias del correcto montaje de las bujías en el motor. El punto de aplicación de aquéllas tiene gran importancia, ya que influye de una forma decisiva sobre la perfecta combustión de la mezcla así como en la propagación rápida de esta combustión; sobre la puesta en marcha y sobre el buen funcionamiento de la misma bujía.

La bujía en los motores con relaciones de compresión normales debe hallarse siempre colocada cerca de la válvula de admisión para que, de esta forma, con el rápido giro del motor, la mezcla encendida origine un giro de revolución y se mezcle entre sí más rápidamente, además de facilitar de esta forma, considerablemente, la puesta en marcha (figuras 1.21 y 1.22). En los motores muy comprimidos, por el contrario, tal disposición provocaría fácilmente la detonación, por lo que es más corriente que la bujía se halle colocada cerca de la válvula de escape.

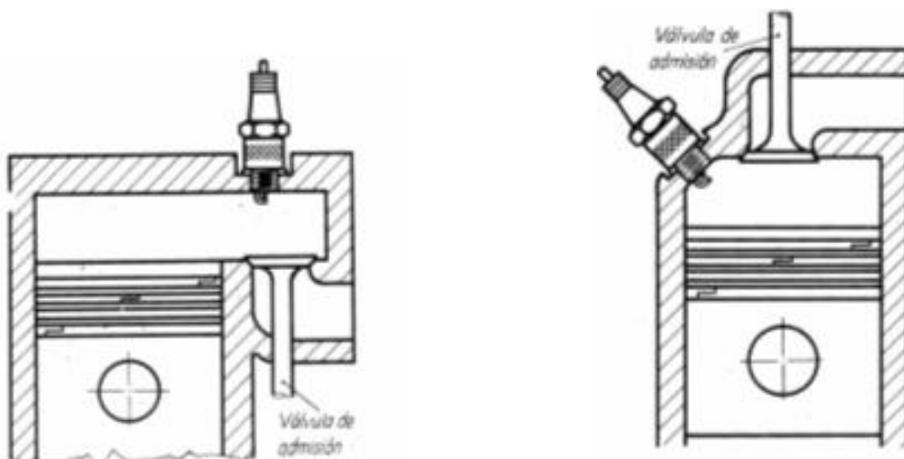


Fig. 1.21

Colocación ideal de la bujía en un motor comprimido, se halla cerca de la válvula de admisión.

Fig. 1.22

Otra colocación de la bujía cerca de la válvula de admisión.

La colocación de la bujía en el centro mismo de la cámara de explosión es también excelente, aunque no siempre posible, debido a la necesidad de la refrigeración de la bujía y el montaje de las válvulas.

Se puede observar la buena colocación de la bujía (figura 1.23), en un motor de dos tiempos fuertemente comprimido. Véase cómo la trayectoria de los gases por las lumbreras de admisión es favorable para la propagación rápida del encendido, gracias a la colocación de la bujía en la parte más alta de la cámara de combustión y frente a la pared A.



Fig. 1.23

Cámara de combustión de la motocicleta Montesa con compresión de 9:1

Otra de las características muy importantes para la correcta disposición de la bujía consiste en la necesidad de que ésta quede en la misma línea del interior de la cámara de combustión, como se aprecia en la ilustración 1.24. Si el límite inferior del

cuerpo metálico o de la bujía sobrepasa esta medida (figura 1.25) o no llega a ella (figura 1.26), la bujía desaprovecha sus condiciones de refrigeración entre otros inconvenientes, lo que perjudica su funcionamiento y modifica su grado térmico.

Hay coches, como en el caso del SEAT 124, que precisan bujías de rosca larga, precisamente para evitar que el cuerpo metálico quede corto en la cámara de combustión. En ningún caso deben usarse en este coche bujías de rosca normales.

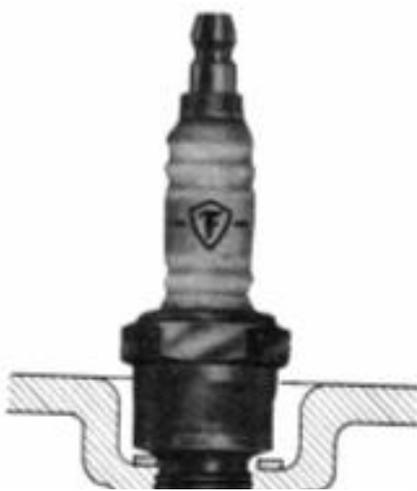


Fig. 1.24

Colocación correcta de la bujía con respecto a la pared de la culata.

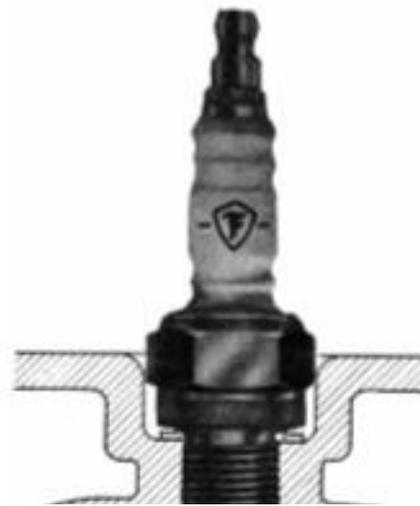


Fig. 1.25

Colocación de una bujía inadecuada por ser de rosca demasiado larga (19'05mm.)

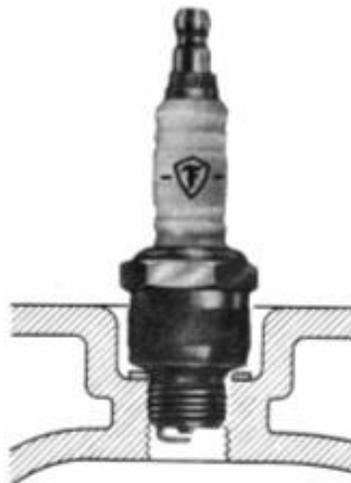


Fig. 1.26

Colocación de una bujía
inadecuada por ser de rosca
demasiado corta (9'05mm.)

Otra característica que puede provocar el incorrecto funcionamiento de las bujías es la colocación de éstas frente a las ranuras entre el cilindro y el émbolo. Cuando éste adquiere huelgo, el aceite que se filtra a través de los aros queda proyectado encima mismo de los electrodos de la bujía y su consiguiente cortocircuito.

El estado de funcionamiento de un motor no es menos importante. Una válvula que no cierre perfectamente, una mala regulación del carburador con el uso de las mezclas demasiado ricas, etc., producirán un mal funcionamiento de la bujía, lo que, sin embargo, no será culpa de ella. Esto es preciso que se tenga presente cuando las bujías fallen reiteradamente sin causa aparente.

1.6.1.- BUJÍAS PARA MOTORES DE DOBLE ENCENDIDO

Las bujías de doble encendido son muy poco corrientes, ya que se usan sólo en motores muy veloces y de competición, y también en aquellos en que la disposición de la cámara de combustión es larga debido al diseño del motor. Se trata de dos bujías alojadas en el interior de una misma cámara para facilitar el encendido rápido.

La forma de estar alimentadas estas bujías puede ser igualmente a base de un doble delco, que produzca la corriente exactamente en el mismo momento en ambas bujías, o bien usando la bujía de doble encendido. La corriente atraviesa la primera bujía y pasa a la segunda produciéndose la chispa prácticamente en el

mismo momento.

Con el sistema de doble debo, las dos bujías usadas son exactamente iguales y corrientes.

1.6.2.- BUJÍAS DE INCANDESCENCIA

Las bujías de incandescencia (figura 1.27) son usadas en los motores diesel para facilitar la puesta en marcha. Estos motores funcionan sin necesidad de las bujías corrientes, puesto que el encendido del combustible se efectúa gracias a sus relaciones de compresión muy altas (como mínimo de 15: 1) a que se somete sólo el aire en el interior del cilindro. Al ser tan grande esta compresión, la temperatura aumenta de una forma considerable hasta el extremo que al entrar en el interior de la cámara de combustión el carburante finamente pulverizado, pero sin mezcla alguna, se inflama espontáneamente sin que sea preciso que una chispa le haga producir esta inflamación. Por lo tanto, los motores diesel no llevan sistema de encendido.



Fig. 1.27 Bujías de incandescencia.

Sin embargo, la puesta en marcha de estos motores requiere un gran

esfuerzo, pues es preciso que baje a elevadas temperaturas, cosa que no se logra en los primeros giros. Por esta razón algunos motores diesel llevan unas bujías que, al ponerse incandescentes, aumentan mucho la temperatura del motor frío y facilitan su puesta en marcha a cargo del motor de arranque.

Las bujías de incandescencia (figura 1.28) están constituidas por una espiral de hilo de alta resistividad eléctrica de un diámetro que oscila entre 2 a 3 mm. Este cuerpo tubular se fija al bloque del cilindro, por medio de una rosca hexagonal (A) que lleva el roscado exteriormente. El aislamiento entre el cuerpo tubular y el bloque del cilindro está asegurado por medio de otro aislante de mica.

Para asegurar el encendido del carburante en el momento de la puesta en marcha del motor, es necesario que la temperatura de la espiral alcance de 600 a 700°C. Esto puede hacerlo la espiral si está bien alimentada eléctricamente, ya que se halla construida con materiales de alta resistencia específica, tales como níquel, cromo, acero al níquel o al cromo, etcétera. Esta temperatura ha de ser mantenida normalmente unos cincuenta o sesenta segundos, lo que requiere una gran cantidad de potencia eléctrica absorbida que acostumbra a ser de 60 a 120 vatios por bujía.

Esta gran cantidad de gasto eléctrico hace que estas bujías no puedan encenderse simultáneamente con el motor de arranque, ya que la capacidad de la batería es limitada. Por lo tanto se encienden primero las bujías durante el tiempo señalado de unos cincuenta a sesenta segundos y luego se acciona el motor de arranque.

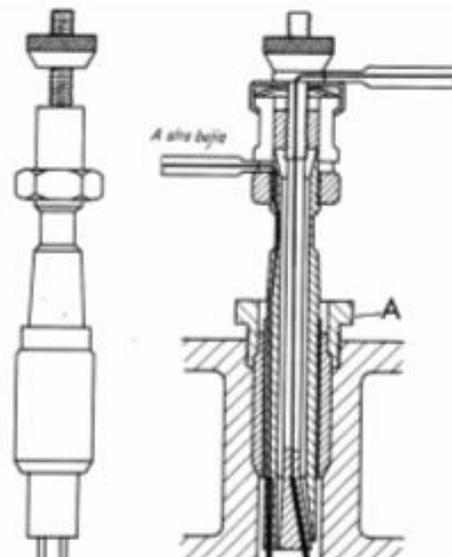


Fig. 1.28 Recorrido de la corriente en una bujía

1.7.- INCONVENIENTES Y AVERÍAS EN LA BUJÍA

1.7.1.- DESMONTAJE Y MONTAJE DE LA BUJÍA

El montaje y desmontaje de una bujía se efectúa por medio de una llave especial que forma parte, normalmente, del conjunto de herramientas que facilita el constructor del motor. Para desmontar la bujía se desconecta primero el cable de alta tensión y una vez separado se aplica la llave apretando en sentido contrario al de las agujas del reloj y cuidando de que la bujía no sufra golpe alguno que podría deteriorarla seriamente. Tal forma de proceder se puede ver (figura 1.29).

Para montar la bujía se procede de forma inversa, cuidando de que lleve su correspondiente junta y roscándola a mano hasta que no se pueda apretar más por este procedimiento, en cuyo caso convendrá usar la llave para apretarla de modo que quede fuertemente sujeta en su asiento.

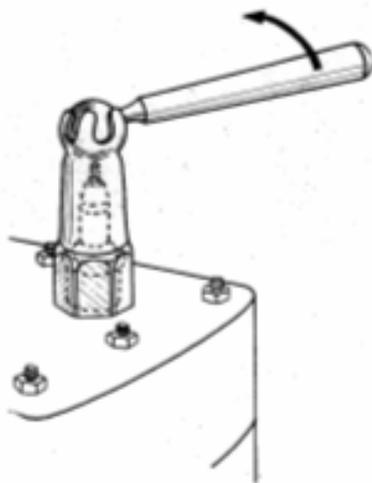


Fig. 1.29 Llave para el montaje y desmontaje

1.7.2.- EXAMEN DE LA BUJÍA

Dadas las condiciones de la bujía que trabaja en pleno contacto con el fenómeno de la combustión, su aspecto interior toma coloraciones diferentes de modo que puede conocerse el estado de ajuste de un motor, observando el aspecto que las bujías presentan.

Por el aspecto puede determinarse la más o menos adecuada elección de la bujía misma y también el estado de ajuste del carburador, el avance de encendido, la entrada de aceite en el interior del cilindro a través de los aros, etc. Mostramos estos colores que adoptan las bujías (figuras 1.30 y 1.31).

Muestra el color correcto de las bujías cuando están escogidas exactamente en su valor térmico (figura 1.30). El color es café claro para la porcelana, y gris oscuro con depósitos de hollín para el electrodo de masa y todo su conjunto. Este color denota un ajuste perfecto del carburador.

Cuando el carburante contiene tetraetilo de plomo la bujía adopta el mismo color, pero recubierta de compuestos derivados del plomo que dan a la bujía un color gris atabacado o amarillento (figura 1.31) en su aspecto exterior. El uso de gasolina con tetraetilo de plomo es ahora poco corriente, pero se usó para hacer gasolina de mayor poder antidetonante, puesto que mejora sensiblemente el octanaje de la

misma, (figura 1.32) se puede ver el aspecto de una bujía sobrecalentada usando este tipo de gasolina.

La formación de perlitas fundidas en el aislador, así como los depósitos fundidos de los compuestos de plomo, denotan que la bujía es de un valor térmico demasiado caliente.



Fig. 1.30

Color correcto de la bujía que denota un funcionamiento irreprochable del carburador y un grado térmico de la bujía bien escogido



Fig. 1.31

Color correcto de una bujía que ha funcionado con gasolina, con tetraetilo de plomo para aumentar el poder antidetonante.



Fig. 1.32

Bujía demasiado caliente que ha funcionado con gasolinas ricas en tetraetilo de plomo. Puede observarse la información de perlas debidas a la excesiva temperatura que ha debido soportar.



Fig. 1.33

Aspecto que presenta una bujía sobrecalentada usando gasolina normal. Debe sustituirse por otra de grado térmico más frío, a menos que se trate de defectos de carburación o encendido de otra índole



Fig. 1.34

Bujía demasiado fría. El aspecto aterciopelado y negro es indicio de que la bujía no alcanza su temperatura ideal de funcionamiento. Este defecto puede ser causado también por una mezcla demasiado rica.



Fig. 1.35

Bujía oscura que denota el paso de aceite al interior de la cámara de explosión.

Usando gasolina normal una bujía sobrecalentada adopta el color (figura 1.33), es decir, el aislador quemado al blanco con perlas de metal fundido, mientras la rosca y los electrodos muestran un color violeta oscuro, síntoma de que la bujía dio encendido incandescente. Una bujía así nos proporciona el dato de hallarse trabajando el motor con una mezcla demasiado pobre o con un avance demasiado adelantado. Si en estos posibles defectos no incurriese el motor, sería claro indicio de que la bujía es demasiado caliente y debe ser sustituida por otra más fría, dentro de su escala de valores térmicos.

Cuando las bujías tienen tendencia a ser demasiado frías para un motor pierden su coloración rojiza para quedarse negras. Por ejemplo, la bujía presentada (figura 1.34) con depósitos negros aterciopelados y opacos puede ser debido a esta causa y también a una mezcla demasiado rica dada por una escasez de aire o por una separación de electrodos demasiado grande.

Finalmente, una bujía como la mostrada (figura 1.35) que se aprecian depósitos húmedos de carbón, de aceite y de hollín demuestra que se trata de la bujía engrasada, debido al paso de aceite a la cámara de combustión (juego del émbolo demasiado grande, aros quebrados o de poca presión, etc.).

Estos son los colores que adoptan las bujías después de un período más o menos largo de funcionamiento.

1.7.3.- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BUJÍA

La verificación del estado de funcionamiento de una bujía puede hacerse de dos formas diferentes. De una parte, comprobándola en el mismo vehículo, y de otra por medio de aparatos probadores de bujías.

Vamos a estudiar en primer lugar la primera fase consistente en la comprobación sobre el motor de las bujías sin necesidad del uso de aparatos especiales.

En primer lugar, conviene poder hacer girar el motor ya sea a mano, por medio de la manivela o con el auxilio del motor de arranque. La primera operación consistirá en cerciorarse de que la corriente llega a la bujía en perfectas condiciones para lo cual es necesario quitar el cable de alta tensión que va a la bujía comprobando la

corriente que llega a él. Esta comprobación puede hacerse acercando el cable de alta tensión a masa (puede ser la misma culata) y separándola de ésta progresivamente al mismo tiempo que el motor gira (figura 1.36). Es conveniente que la chispa salte una longitud hasta 6 mm. con lo que quedarán demostradas las buenas condiciones en que se halla el circuito eléctrico. Por lo tanto, si se observa algún fallo eléctrico deberá ser necesariamente de la bujía.

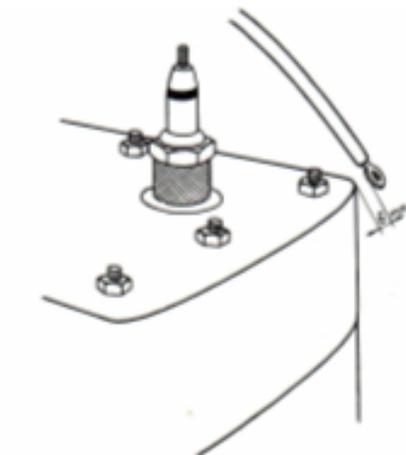


Fig. 1.36

Forma de comprobar si la corriente de alta tensión llega a la bujía y si es de buena calidad acercando a la culata el cable de la bujía.



Fig. 1.37

Modo de comprobar si la corriente se halla interrumpida. Si después de la prueba de la bujía, la chispa no salta a la bujía es que ésta no permite el retorno a masa de la corriente

A continuación, se comprueba la bujía del siguiente modo. Se acerca el cable de alta tensión sobre la punta del electrodo central (figura 1.37), dejando una separación mínima de 1/1 milímetros. Si la chispa salta puede pasarse a la prueba siguiente y si no lo hace compruébese que la separación del electrodo no sea excesiva. Pasada esta prueba, pasar a la siguiente.

Se coloca el cable de alta tensión en el lugar correspondiente de la bujía y por medio de un destornillador, colocado de la forma que indica (figura 1.38), se comprueba que la chispa pueda saltar bien una distancia aproximada de un milímetro. La chispa debe saltar sin dificultad, y si no lo hace será debido a que el electrodo central tiene en el aislante alguna masa o que los electrodos se hallan juntos.

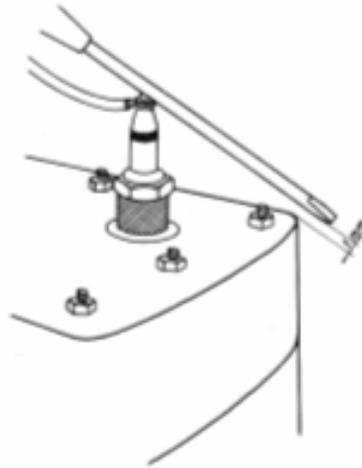


Fig. 1.38

Forma de comprobar el estado de la porcelana aislante. La chispa salta con preferencia a través del destornillador, pues en el interior de la cámara de explotación se halla sometida a grandes presiones. Si la porcelana tiene algún contacto a masa no saltará la chispa a través del destornillador

La distancia del destornillador a la punta de la bujía debe irse progresivamente separando hasta conseguir la separación de unos dos a tres milímetros, pues de otro modo puede existir también alguna fuga en el aislante. Si la chispa salta más de tres milímetros, es señal de que el aislante del electrodo central se halla en buenas condiciones.

1.8.- PRUEBA DE LA BUJÍA POR MEDIO DE APARATOS

La forma correcta de medir el estado de una bujía es la de separarla de la culata donde va adosada y probarla en aparatos especiales dedicados a la comprobación de las bujías. En estos aparatos las pruebas se realizan haciendo funcionar la bujía bajo condiciones de presión de aire semejantes a las que concurren en el interior de la cámara de combustión, por lo que su conocimiento es más correcto. En efecto, la resistencia al paso de la corriente dentro del aire comprimido aumenta de un modo grande que puede establecerse en unas diez veces superior a la resistencia en el aire libre. Por ello se comprende muy bien que una bujía que funcione correctamente fuera del cilindro no lo haga en su interior. En los aparatos probadores, cuya presión se consigue a mano, por medio de una bomba, o acoplándolas a un compresor, se ve la chispa que da la bujía por medio de un cristal o un espejo de modo que puede observarse su comportamiento a iguales presiones a las que se halla sometida en el interior del motor.

La prueba de las bujías debe hacerse por medio de un aparato llamado chispómetro (figuras 1.39 y 1.40), que consta de tres electrodos que son regulables a voluntad y que se conectan en paralelo con la bujía a probar. En el chispómetro se separan las puntas a unos cinco milímetros y se hace circular corriente, la cual debe saltar con preferencia en la bujía antes que entre los electrodos del chispómetro, si la bujía se halla en buen estado y no posee una excesiva separación de electrodos, en cuyo caso habría que regularla.

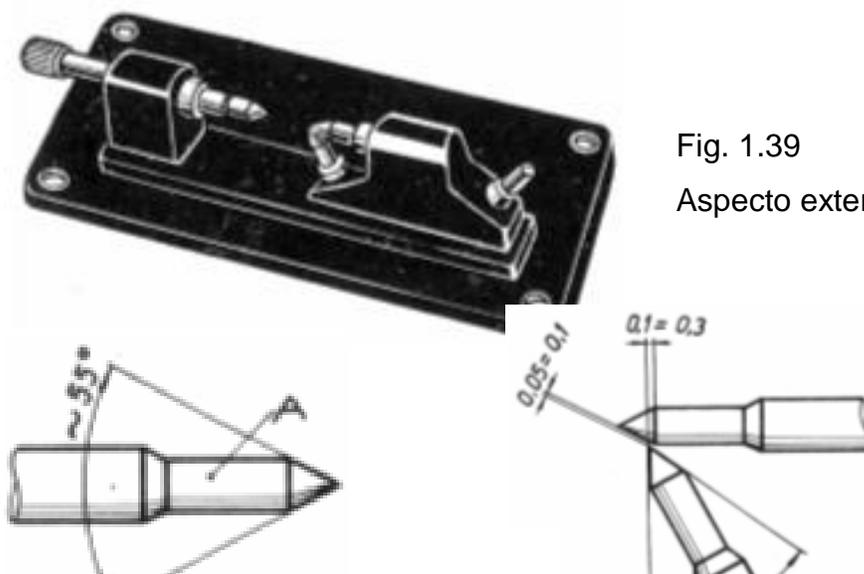


Fig. 1.40 Medidas entre las puntas de un chispómetro y su disposición.

La punta A es regulable

Este dispositivo, llamado chispómetro, lo llevan regularmente todos los aparatos probadores de bujías.

Si una vez hecha la comprobación que acabamos de decir se puede observar que la bujía funciona bien dentro de la cámara de compresión del probador dando chispa con preferencia entre sus electrodos a las puntas del chispómetro, puede asegurarse que se halla en buen estado, y si montada en el cilindro persiste en su fallo será, sin duda, por causas ajenas a la misma. Puede entonces desmontarse del cilindro y colocarla en otro para ver si el fallo es deficiencia del cilindro al colocar en él otra bujía.

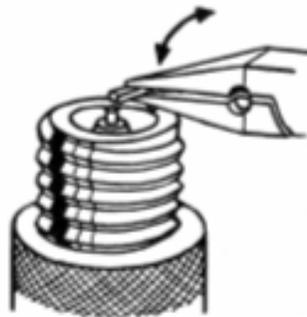


Fig. 1.41

Para regular la distancia entre electrodos debe accionarse siempre sobre el electrodo de masa.

Durante su vida útil de funcionamiento a la bujía se le deben dar una serie de

cuidados periódicos, a fin de que pueda cumplir idóneamente su cometido. Estos cuidados pueden resumirse en los siguientes:

1.8.1.- ELECTRODOS

Cada dos mil kilómetros o cuando el fabricante del motor lo prescriba, debe procederse a comprobar la distancia entre los electrodos de la bujía. Cuando esta distancia es superior a la estipulada se impone la corrección de la misma con toda exactitud por medio de una galga del espesor prescrito. Se accionará siempre en el electrodo de masa (figura 1.41), pues de hacerlo en el electrodo central se podría partir la porcelana, en cuyo caso quedaría la bujía inservible.

Es muy importante verificar también el estado en que se hallen los electrodos ya que con el tiempo estos electrodos se oxidan y sufren un desgaste paulatino, de modo que la corriente eléctrica circula con dificultad por ellos. Esto hace que el momento de la producción de la chispa en el encendido se efectúe con mayor lentitud, lo que ocasiona desajuste en el perfecto funcionamiento del motor que se pone de manifiesto especialmente cuando la bujía es sustituida por otra nueva. Entonces el motor aumenta de velocidad y potencia así como nervio en el arranque.

1.8.2.- JUNTAS

La bujía lleva una junta de estanqueidad que impide las fugas de gas desde el interior de la cámara de combustión cuando la mezcla se halla comprimida por el émbolo. Es absolutamente necesaria la presencia de esta junta para el buen ajuste de la bujía. Si este ajuste no es perfecto y se producen fugas el motor no rinde lo que podría, además, facilitar posibles desperfectos en la bujía.

1.9.- SUSTITUCIÓN DE UNA BUJÍA

Normalmente, a partir de los 15.000 Km. de recorrido, una bujía pierde muchas facultades, de modo que se impone su sustitución. En el caso de los motores de dos tiempos, propios de motocicletas de reducidas cilindradas, la sustitución de una bujía bien cuidada debe hacerse al haber alcanzado los 10.000 Km. de funcionamiento. Cuando la bujía se hace vieja constituye un positivo ahorro al sustituirla, pues su correcto funcionamiento repercute sensiblemente sobre la economía de consumo del motor.

1.9.1.- REGENERACIÓN DE LAS BUJÍAS

Se procede a la regeneración de las bujías cuando éstas poseen algún desperfecto que las coloca fuera de funcionamiento. Por lo tanto, es necesario observar y conocer con toda exactitud la falta que ocasiona para saber después cuáles son las piezas que es preciso recambiar, por ejemplo, una rotura del aislante, etc.

Para efectuar la regeneración de la bujía se precisa de aparatos especiales de comprobación y también aparatos para ayudar el montaje y desmontaje interior de las mismas. Este cometido escapa de las posibilidades del mecánico electricista normal y es propio sólo del personal especializado. Por otra parte y debido a que el precio de las bujías es relativamente barato sucede aquí como en muchos aparatos eléctricos, en los cuales su regeneración es poco más o menos tan cara como una bujía nueva, de modo que vale la pena obtener bujías nuevas con preferencia a las regeneradas.

1.10.- LIMPIEZA DE UNA BUJÍA

Deben limpiarse frecuentemente los electrodos de los depósitos de óxido que se ponen sobre ellos rascándolos por medio de una punta. A continuación con un pincel embebido en gasolina se limpiará el interior de la bujía de los depósitos de

aceite que puedan existir. Después se limpian los electrodos con tela esmeril fina o por medio de un cepillo de púas metálicas (figura 1.42).

Otro sistema más efectivo consiste en llenar de alcohol el cuerpo de la bujía (figura 1.43) y por medio de un alambre envuelto en un trapo se rascan nuevamente las paredes laterales de la misma hasta que se desprenden las incrustaciones de carbonilla y otros cuerpos depositados en ellas. Esto, naturalmente, en el caso de no disponer de un aparato limpiador de bujías, como los que ya hemos visto.

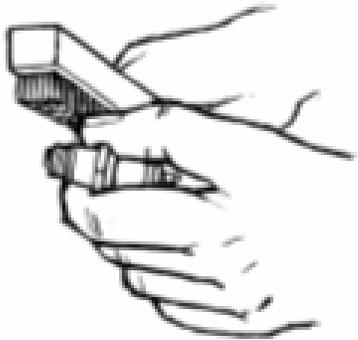


Fig. 1.42

Limpieza de los electrodos
con un cepillo de púas
metálicas



Fig. 1.43

Limpiado el interior de la
bujía con alcohol y un trapo.

1.10.1.- LIMPIEZA DE BUJÍAS CON APARATO LIMPIADOR

Para efectuar la limpieza de las bujías se dispone de una estación de limpieza y comprobación, que consta de aparatos como se muestran (figura 1.44).

Estos aparatos son:

Aparatos de prueba de bujías sobre presión.- Este aparato (1) ya hemos estudiado cuál es su misión para conocer el comportamiento de la bujía en iguales

condiciones a las que concurren en el interior del cilindro. Va provisto de una lente y del chispómetro.

Aparato para el enarenado: Se muestra este aparato (2) que es donde se aplica la bujía para que un chorro de arena la limpie. Este chorro de arena es proyectado sobre la bujía por medio de aire comprimido.

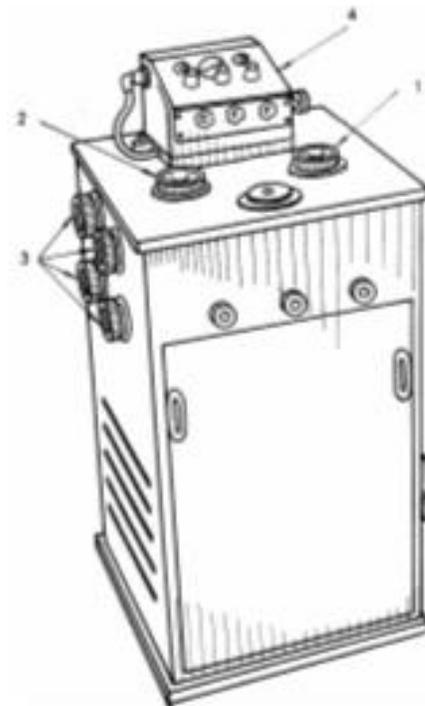


Fig. 1.44
Estación de servicio de prueba y
Limpieza de bujías

El orden de operaciones para la limpieza de las bujías es el siguiente:

En primer lugar se efectúa un enarenado de la bujía hasta conseguir una perfecta limpieza del interior con la desaparición de las incrustaciones. Conviene después proceder al lavado en el aparato correspondiente, el cual lanza chorros a presión de arena.

Después de estas operaciones convendrá regular la distancia entre electrodos

para dejar la bujía lista para su uso.

Pasamos a dar a continuación, para finalizar, una tabla donde hemos tratado de reunir las averías más frecuentes de la bujía y los remedios que en estas averías pueden aplicarse.

1.11.- AVERÍAS DE LA BUJÍA

Aspecto normal de la bujía	Causa	Remedio
1. El aislante de la bujía se halla resquebrajado o roto.	<ul style="list-style-type: none"> - La bujía ha sido manejada con poco cuidado y ha recibido algún duro golpe. - El aislante se ha roto durante el montaje o el desmontaje de la bujía por el uso inapropiado de una llave inadecuada. - El aislante es de mala calidad 	En estos casos es necesario cambiar la bujía, pues no es posible reparar estas roturas.
2. La parte inferior del aislante de la bujía se halla agrietada o rota. Este inconveniente se presenta después de un uso muy breve de las bujías (pocas horas de funcionamiento).	- El agrietamiento o rotura puede ser debido a regular la distancia entre los electrodos desplazando el electrodo central en vez del electrodo de masa.	La bujía debe ser sustituida
3. El electrodo de masa se halla prematuramente consumido. La parte inferior del aislante es de un color pardo claro con vestigios de haberse hinchado.	<ul style="list-style-type: none"> - La bujía se halla mal colocada. - La bujía es demasiado caliente. 	Si el destrozo no es demasiado importante, regular la distancia de los electrodos por medio de una galga y montar correctamente la bujía Sustituirla por otra más fría de coeficiente térmico inmediato inferior.
4. Los dos electrodos	- Encendido demasiado	Sustituir la bobina por otro

aparecen excesivamente consumidos y no se observa ningún vestigio de haberse tostado el extremo inferior del aislante	vigoroso (bobina demasiado eficaz en le caso de encendido por batería)	tipo de menor potencia que será el indicado por el constructor.
5. Se aprecian vestigios de descarga entre el electrodo central y el aislante y el cuerpo metálico	<ul style="list-style-type: none"> - Bujía de construcción generosa - Bujía no adaptada al motor - El motor funciona anormal o con autoencendido. 	Sustituir la bujía por otro tipo de bujía que se adapte a las necesidades del motor y comprobar.
6. Los dos electrodos aparecen consumidos, la parte inferior del aislante aparece resquebrajada, hinchada o corroída (bujía quemada).	<ul style="list-style-type: none"> - Bujía mal conectada - La bujía es demasiado caliente. - Avance de encendido excesivo que causa un aumento de la temperatura de la bujía y puede provocar el picado y el autoencendido. - Sobrecalentamiento de la válvula que provoca el autoencendido y por lo tanto, un aumento de la temperatura en la cámara. Juego excesivo de la válvula o montaje defectuoso, mezcla pobre o retraso del encendido. - La refrigeración de la bujía es insuficiente. El sistema de refrigeración de circulación del agua (radiador, ventilador o bomba de agua, termostato etc.) se halla en mal estado 	<p>Reparar el montaje. Sustituir la bujía por otra más fría. Verificar el avance de encendido dentro de los límites correctos.</p> <p>Controlar la válvula, la mezcla y el avance del encendido.</p> <p>Verificar el sistema de refrigeración.</p>
7. La bujía parece cubierta de aceite.	<ul style="list-style-type: none"> - El motor se halla lubricado en exceso. - El juego entre el pistón y el cilindro es excesivo. - La distancia entre los electrodos es excesiva. - La bujía es demasiado 	<p>Eliminar el exceso de lubricación si es necesario. Rectificar el cilindro o sustituir los aros. Regular la distancia.</p> <p>Sustituir la bujía por otra más caliente.</p>

	fría	
8. La bujía presenta depósitos de carbón sobre su parte interna.	<ul style="list-style-type: none"> - La bujía es demasiado fría - La mezcla es demasiado rica o el motor se hace funcionar demasiado a un ralentí muy pequeño. 	<p>Sustituir la bujía por otra más caliente. Regular el carburador</p>
9. La bujía presenta incrustaciones o depósitos de carbón o de aceite	<ul style="list-style-type: none"> - La bujía es demasiado fría - La mezcla es demasiado rica - El aceite lubricante es demasiado fluido - El encendido es defectuoso en alguna parte de su circuito 	<p>Sustituir la bujía por otra más caliente. Regular el carburador</p> <p>Adoptar un aceite menos fluido. Revisar el encendido.</p>
10. La bujía presenta depósitos de color rojo oscuro	- Se trata de depósitos de óxido de hierro debidos al hecho de que la gasolina ha estado depositada en algún recipiente oxidado	Limpiar la bujía hasta que desaparezcan los depósitos de óxido y cambiar la gasolina.
11. La bujía presenta depósitos amarillentos.	- La gasolina contiene algo de azufre, propio de las gasolinas con plomo.	Limpiar la bujía
12. El aislante de la bujía presenta un color blancuzco.	<ul style="list-style-type: none"> - La bujía es demasiado caliente - En le cilindro se verifica el autoencendido. 	Sustituir la bujía

CAPITULO II

II.- PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO



Fig. 2.1

El suministro de aire comprimido para instalaciones neumáticas comprende los apartados siguientes:

- Producción de aire comprimido mediante compresores.

- Acondicionamiento del aire comprimido para las instalaciones neumáticas.
- Conducción del aire comprimido hasta los puntos de utilización.

2.1.- COMPRESORES

Los más comunes son los compresores de émbolo. Consisten en uno o más cilindros, cuyos émbolos se desplazan mediante un mecanismo de biela manivela (conversión de un movimiento circular en alternativo rectilíneo). Se distinguen entre ellos por fabricarse de baja, media y alta presión, y de una, dos y tres o más etapas.

- Hasta 12 bar = 1 etapa.
- Hasta 20 bar = 2 etapas.
- Hasta 200 bar = 3 o más etapas.

Para el funcionamiento del proyecto se ha utilizado un compresor de una sola etapa. La figura representa el proceso de compresión para un compresor de una sola etapa.

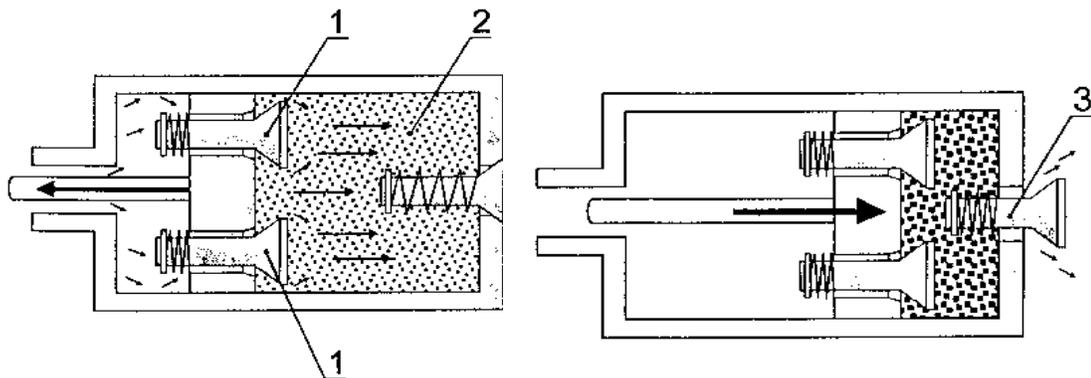


Fig. 2.2. Proceso de transformación de aire libre en comprimido.

El proceso de transformación del aire se realiza del modo siguiente:

1. Admisión. Al girar el árbol en el sentido de las agujas del reloj, la biela hace descender el pistón (émbolo) y la válvula de admisión permite la entrada de aire libre en la cámara del cilindro hasta que el pistón llega al punto muerto inferior, punto en que la válvula de admisión se cierra.
2. Escape. Al ascender el pistón, el aire se comprime y por efecto de esta compresión se realiza la apertura de la válvula de escape, circulando el aire comprimido hacia el elemento consumidor o al acumulador correspondiente.

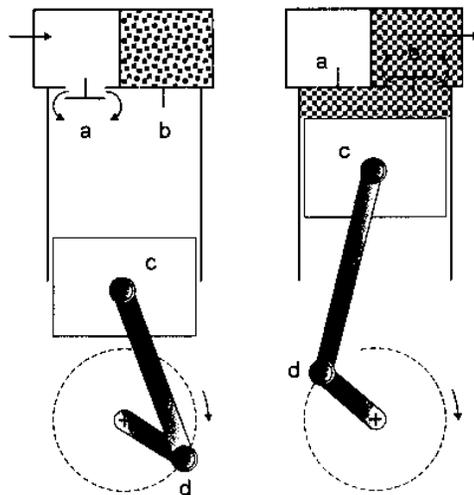


Fig. 2.3. Compresor de una etapa:

- a) Válvula de admisión;
- b) válvula de escape;
- c) pistón, y
- d) biela y manivela.

En la figura se puede apreciar el proceso completo de transformación que sigue el aire en los compresores de una etapa.

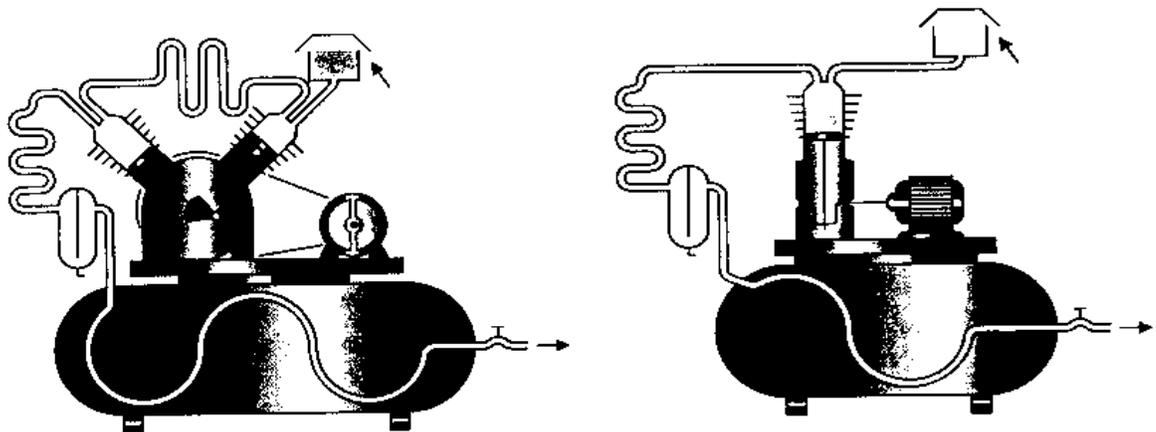


Fig. 2.4 Compresor. Proceso de transformación del aire.

En los compresores de dos etapas obsérvese que para su refrigeración el aire aspirado a través de un filtro de aspiración pasa comprimido de un cilindro a otro por un serpentín y sigue por un purgador hacia el acumulador o depósito de almacenamiento para su posterior utilización.

Es frecuente que algunos compresores lleven un ventilador incorporado que refrigera el aire que pasa por el serpentín durante la primera etapa de compresión.

Los cilindros de los compresores pueden ser de simple o de doble acción, según se aproveche la mitad o todo el ciclo del émbolo para efectuar el trabajo útil de compresión.

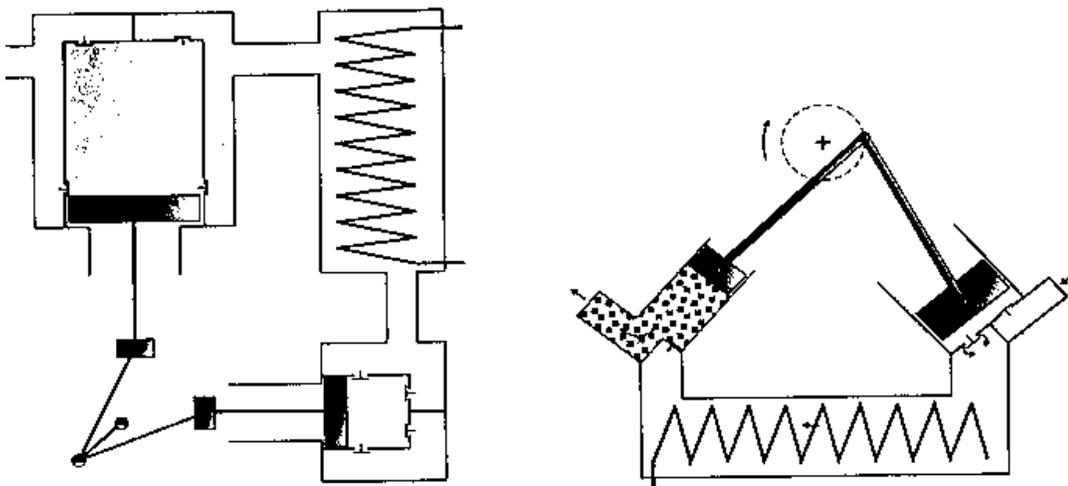


Fig. 2.5 Compresor de dos etapas. Proceso de transformación del aire.

2.2.- DEPÓSITOS

La función que cumple un depósito en una instalación de aire comprimido es múltiple:

- Amortiguar las pulsaciones del caudal de salida de los compresores alternativos.
- Permitir que los motores de arrastre de los compresores no tengan que trabajar de manera continua, sino intermitente.
- Hacer frente a las demandas punta del caudal sin que se provoquen caídas de presión en la red.

Por lo general, los depósitos son cilíndricos, de chapa de acero, y van provistos de diversos accesorios tales como un manómetro, una válvula de seguridad y una llave de purga para evacuar los condensados, así como un presostato para arranque y paro del motor. Los depósitos para pequeños compresores suelen ir montados debajo mismos del compresor y en sentido horizontal. Para grandes caudales suelen estar separados, montados después del refrigerador en posición vertical.

2.3.- REGULACIÓN DE LA PRESIÓN



Fig. 2.6

En el proyecto se ha utilizado una válvula reguladora de presión de 150 psi.

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas como auxiliares de distribución o en los circuitos de potencia. Normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad reguladores de presión.

Para su aplicación en neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones bruscas de presión de salida o frente a demandas altas de caudal.

Reguladores de presión.

Símbolos CETOP de reguladores de presión neumáticos:
a) válvula limitadora de presión;
b) válvula de secuencia;
c) regulador de presión sin escape, y
d) regulador de presión con escape.

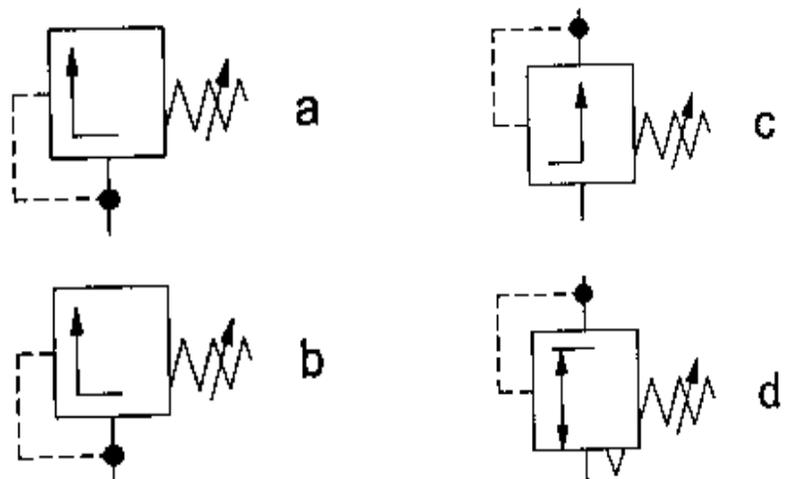


Fig. 2.7

2.3.1.- CARACTERÍSTICAS

En función de su construcción, proyecto y de los materiales empleados, pueden trabajar entre unas gamas de presión dadas de 1 a 12 bares.

La salida (siempre inferior a la de entrada o en todo caso igual) de presión oscilará muy poco con respecto al valor prefijado. Se puede variar el valor de la presión de salida actuando manualmente sobre el aparato.

Se fabrican diversos tipos de reguladores, pero generalmente basados todos en el mismo principio. El verdadero razonamiento para su empleo es: Que la presión de salida tenga un valor lo más constante posible.

Las fases que realizan los reguladores se pueden analizar de la manera siguiente:

- Observando el esquema de la figura, cuando se produce un consumo de aire en (s) la presión de salida baja de nivel y la fuerza (F_e) se hace menor, abriéndose de nuevo el paso de aire hacia (s) y equilibrando la presión de salida.

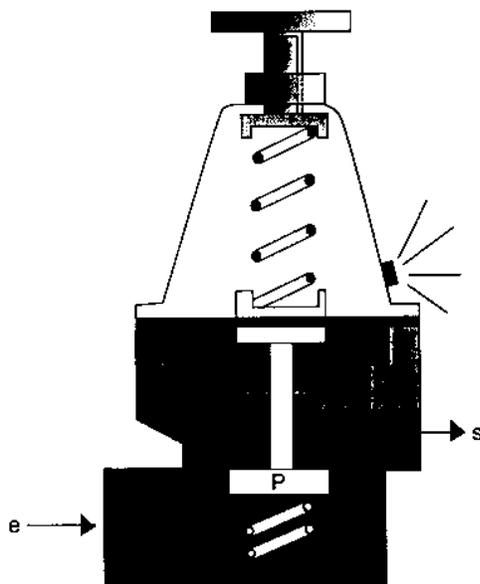


Fig. 2.8 Figura regulador de presión, en fase 1.

- El émbolo (P) puede estar abriendo y cerrando el paso del aire hacia (s), según los consumos que se producen y manteniendo dentro de ciertos límites el valor prefijado.
- El émbolo (P) está cerrando el paso del aire.
- No existe salida de aire en (s).
- Si giramos el volante de manera que comprima el resorte, ejercemos una fuerza (Fr) suficiente para vencer la oponente (Fe).
- Como consecuencia de lo realizado, el émbolo (P) deja paso del aire hacia (s).
- Cuando la presión en la salida llega a alcanzar un nivel superior al prefijado, el aire a través del orificio (b) pasa a la cámara (D) realizando un desplazamiento hacia arriba de la membrana y, por tanto, se eleva el pistón (P) y cierra la salida (5), adquiriendo el regulador la posición de la figura.

2.4.- REGULADORES DE DOS Y TRES VÍAS

En todo regulador hay que distinguir dos zonas:

1. Zona primaria.
2. Zona secundaria.

La primaria es la que se conecta al circuito de alimentación y, por tanto, sufre las variaciones que aquélla pudiera tener.

La secundaria, o regulada, es la que se conecta al circuito de utilización y en ella el valor de la presión debe, como ya hemos dicho, mantenerse constante

2.4.1.- REGULADORES DE DOS VÍAS

La figura muestra un regulador de estas características.

Se emplean en circuitos abiertos, es decir, en aquellos en los que las maniobras que se efectúan quedan conectadas a la atmósfera u otros elementos. En estos circuitos (los más usuales) la tendencia de la presión es siempre a disminuir, por cuya razón únicamente se precisan este tipo de reguladores que permiten regular la presión a nuestra voluntad, pues para reducirla se aprovecha el escape propio del circuito.

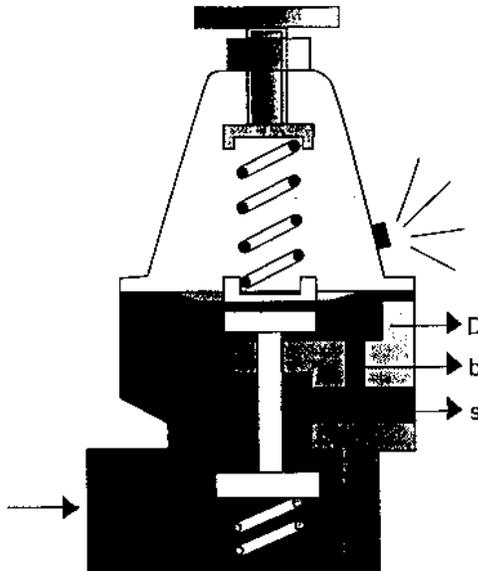


Fig. 2.9 Figura Regulador de presión, en fase 2.

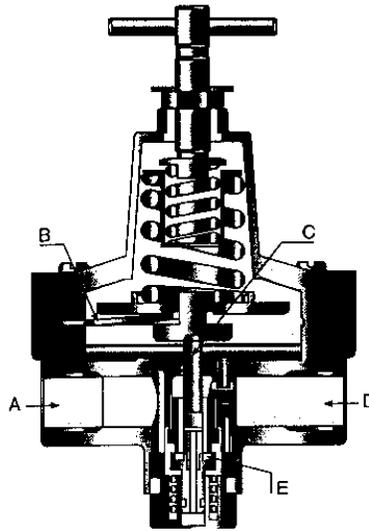


Fig. 2.10

Figura regulador de presión de dos vías: A) zona primaria; B) membrana; C) empujador de membrana; E) clapet; D) zona secundaria, y F) volante.

2.5.- CONCEPTOS DE VÍAS Y POSICIONES

Se entiende por número de vías el número máximo de conductos que pueden interconectarse a través del distribuidor.

El número de posiciones es el de conexiones diferentes que pueden obtenerse de manera estable entre las vías del distribuidor.

Las válvulas de vías se designan en los catálogos de los fabricantes por el número de las vías controladas y de las posiciones de maniobra estables. Así, una válvula 3/2 vías quiere decir que posee tres vías y dos posiciones de maniobra. Hay que observar que la primera cifra es siempre indicativa del número de vías, indicando la segunda el número de posiciones.

Para evitar errores durante el montaje y además para identificarlos, se indican con letras mayúsculas o números.

Según DIN 24300, se indica así:

Estas son las utilizadas en el proyecto.

P = Alimentación de aire comprimido.

A,B,C Salidas de trabajo.

R,S,T = Escape de aire.

X,Y,Z = Conexiones de mando.

Según normas CETOP, es:

1 = Alimentación de aire comprimido.

2 y 4 = Salidas de trabajo.

3 y 5 = Escape de aire.

12 y 14 = Conexiones de mando.

De acuerdo con estos conceptos podemos proceder a una primera clasificación de los distribuidores. Se indican cuáles son los principales tipos, sus aplicaciones más características y los símbolos respectivos.

2.5.1.- DISTRIBUIDORES



Fig. 2.11 Distribuidor de 3p y 5v, con posición normal en centro cerrado.

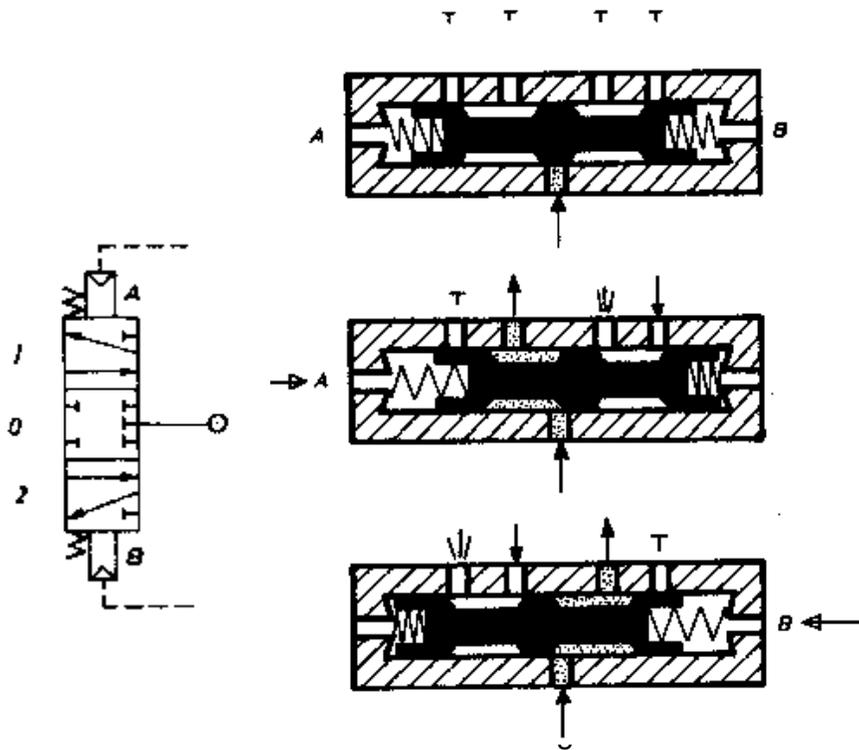


Fig. 2
Distribuidor representado en posición de reposo.

Fig. 3
Pilotaje neumático por (A)

Fig. 4
Pilotaje neumático por (B)

En el proyecto se ha utilizado una válvula distribuidora de 4 vías y 3 posiciones con centro cerrado.

Símbolo neumático en el que pueden verse las tres posiciones posibles en el distribuidor y que se representan gráficamente en las figuras.

Al igual que se ha hecho para los elementos estudiados en estas tres últimas páginas, podría hacerse para el resto. Sin embargo, creemos que resulta suficiente esta introducción, para comprender el funcionamiento de los diferentes elementos que se utilizan en los esquemas de este capítulo y por otro lado, no alargar innecesariamente la obra.

Aconsejamos el uso y consulta de documentación y catálogos de las firmas constructoras.

2.5.2.- DISTRIBUIDORES DE TRES VÍAS

En lugar de emplear dos válvulas de dos vías para mandar un cilindro de simple efecto, se usa normalmente un distribuidor de tres vías y dos posiciones. Una válvula de tres vías consta de un orificio de entrada, otro de salida y un tercer orificio para la descarga del aire. El accionamiento de la válvula comunica la entrada con la salida, quedando el escape cerrado. Al retornar la válvula a su posición inicial, se cierra la entrada de aire y se comunica la salida con el escape.

Por lo general, los distribuidores de tres vías son de dos posiciones —3/2 vías— aunque también pueden ser de tres —3/3 vías— quedando en su posición central o de reposo todas las vías cerradas.

Normalmente, se emplean para el mando de cilindros de simple efecto, finales de carrera neumáticos, como válvulas de puesta en marcha y paro de la instalación o

válvulas piloto para el accionamiento de válvulas de tamaño mayor.

En casos excepcionales se pueden utilizar las válvulas de tres vías para el mando de un cilindro de doble efecto; para ello se utilizan dos válvulas. Una de ellas alimenta a una de las cámaras del cilindro con aire a presión, simultáneamente la otra comunica la cámara contraria a escape.

2.5.3.- DISTRIBUIDORES DE CINCO VÍAS

Para gobernar un cilindro de doble efecto —se ha visto anteriormente harían falta dos distribuidores de tres vías ya que, además de comunicar con la fuente de presión y cerrar el escape de una de las entradas del cilindro, hay que hacer simultáneamente la operación inversa por la otra entrada. En vez de ello, en la práctica se utiliza un distribuidor de cinco vías y dos posiciones.

La válvula de cinco vías consta de un orificio para la entrada, dos salidas para utilización y los dos escapes correspondientes. Todas las válvulas de cinco vías son de émbolo deslizante. Cada desplazamiento de éste comunica la entrada con una u otra salida, quedando la otra salida conectada al exterior mediante el escape correspondiente.

Se utiliza para el control de cilindros de doble efecto o para accionamiento de válvulas piloto de mayor tamaño.

Aparte de los distribuidores 5/2, existen dos versiones de 5/3 vías: una con ambas salidas a escape en posición central, que deja el cilindro libre y puede usarse para hacer la descarga previa, y Otra con todas las vías cerradas para dejar el cilindro inmovilizado o bloqueado en posición central.

Para las mismas funciones que los distribuidores de cinco vías se fabrican

distribuidores de cuatro vías. Todos los distribuidores neumáticos que permiten el escape de aire a la atmósfera producen ruidos. Para disminuir el nivel acústico del escape existen unos elementos, llamados silenciadores, que ayudan a insonorizar el escape del aire.

2.6.- TIPOS DE CIERRE

Las principales formas de cierre que pueden adoptar los distribuidores neumáticos para realizar su función son tres, que dan lugar a otras tantas clases de distribuidores: cierre por asiento cierre por émbolo deslizante o corredera y cierre rotativo.

2.6.1.- VÁLVULAS DE ASIENTO

El principio de las válvulas de asiento asegura un funcionamiento sin coincidencia con el escape. Es decir, durante el proceso de conmutación el escape de aire se cierra antes de que pueda pasar el aire que entra.

El tiempo de respuesta de las válvulas de asiento es muy corto, pues con una pequeña elevación del cierre queda libre toda la sección de la Las válvulas de asiento son poco sensibles a la suciedad, tienen piezas sometidas al desgaste y poseen una buena estanqueidad. Se construyen con asiento de bola y con asiento plano.

En las válvulas de asiento el paso es abierto o cerrado mediante placas bolas o conos. La estanqueidad del asiento de la válvula se realiza siempre con juntas elásticas.

Las válvulas de asiento de bola son muy económicas debido a construcción, pero como no siempre está garantizada la estanqueidad quedan relegadas para funciones secundarias. Este tipo de válvulas fabrica como válvulas de 2/2 vías o también como de 3/2 vías.

Las válvulas de asiento plano son más utilizadas por ofrecer mejores condiciones de estanqueidad. Pueden estar construidas como válvulas de 2/2, 3/2 y 4/2 vías. Sin accionamiento, estas válvulas se mantienen en posición normalmente cerrada, provocada por el muelle de retroceso.

Estas válvulas tienen el inconveniente de que la fuerza de maniobra resulta elevada, ya que es necesario vencer la fuerza de los muelles y la presión.

2.7.- ACCIONAMIENTO POR FUERZA MUSCULAR.

Por medio de este mando es posible supeditar una acción neumática a lo ordenado por el operario se encarga de accionarla. Entre estos accionamientos figuran todos los que son realizados con la mano o con el pie.

2.8.- VÁLVULAS DE BLOQUEO

Las válvulas de bloqueo cortan el paso del aire comprimido y de aquí se deriva su nombre. Estas válvulas están construidas de manera que el aire comprimido actúa sobre la pieza de bloqueo reforzando el efecto de cierre.

Dentro del grupo de las válvulas de bloqueo las más utilizadas en los equipos neumáticos son las siguientes:

MANÓMETRO DE BOURDON



Fig. 2.12

Es un instrumento para medir presión. Consiste en un tubo curvado de sección elíptica o rectangular soldado a un soporte por un extremo, quedando el otro extremo libre. La figura muestra la construcción mecánica interna del mismo.

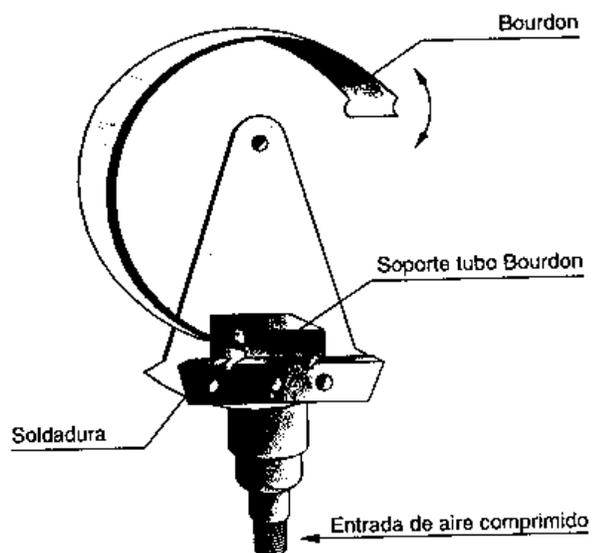


Fig. 2.13 Esquema interno de un manómetro de Bourdon.

Cuando aumenta la presión en el interior el tubo tiende a desplazar su extremo libre por enderezamiento del mismo. Este extremo va unido a un amplificador mecánico de Piñón sector dentado.

Tanto el tubo como el mecanismo amplificador aguja y escala van encerrados en una caja metálica, estanca o no, con cristal frontal visualizado. El esquema de la figura muestra los componentes internos de un manómetro con los accesorios para su funcionamiento.

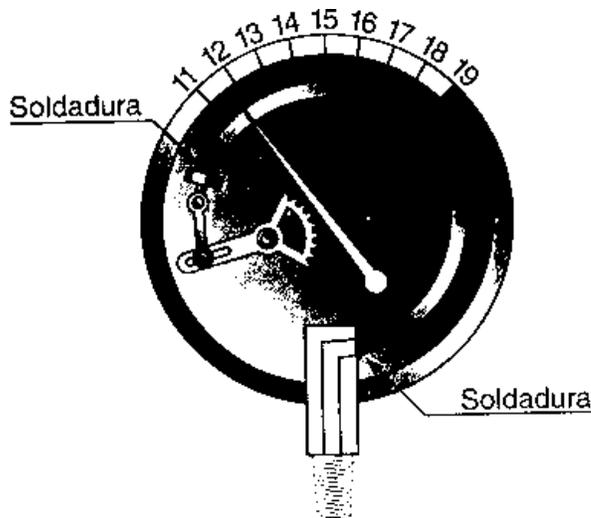


Fig. 2.14

Manómetro de Bourdon:

- 1) escala;
- 2) puntero;
- 3) tubo Bourdon;
- 4) piñón;
- 5) sector dentado;
- 6) eslabón de graduación;
- 7) fulcro;
- 8) eje;
- 9) resorte de pelo, y
- 10) casquillo con rosca.

Los materiales que suelen utilizarse para la construcción del tubo son: acero, bronce, cobre al berilio, cromo, níquel, acero inoxidable y metal monel, y dependen de la presión a medir y de la corrosividad del fluido.

CAPITULO III

III.- GENERADOR DE IMPULSOS

FUENTES CONTROLADAS

Los amplificadores operacionales pueden utilizarse para formar diversos tipos de fuentes controladas. Un voltaje de entrada puede emplearse para controlar una corriente o voltaje de salida, o se puede usar una corriente de entrada para controlar una corriente o voltaje de salida. Estos tipos de conexiones son adecuadas para su uso en varios circuitos de instrumentación. A continuación se proporcionará una forma de cada uno de los tipos de fuente controlada.

3.1.- FUENTE DE VOLTAJE CONTROLADA POR VOLTAJE

Una forma ideal de una Fuente de voltaje cuya salida V_o se controla por medio

de un voltaje de entrada y Se observa que el voltaje de salida es dependiente del voltaje de entrada (multiplicado por un factor de escala k). Este tipo de circuito puede construirse haciendo uso de un campo como se muestra en la figura. Se ilustran dos versiones del circuito, uno utilizando la entrada inversora, el otro, la entrada no inversora. Para conexión de la figura 3.1 (a) el voltaje de salida es:

$$V_o = - \frac{R_s}{R_1} V_1 = k V_1$$

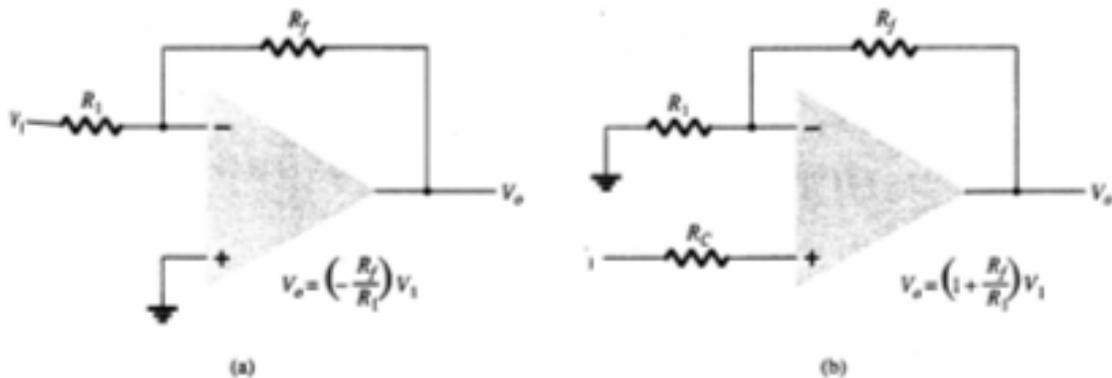


Fig. 3.1 Circuito práctico de fuente de voltaje controlada por voltaje.

3.2.- FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR VOLTAJE

Una forma ideal para un circuito que suministre una corriente de salida controlada por medio de un voltaje de entrada es la que se exhibe (figura 3.2). La corriente de salida es dependiente del voltaje de entrada. Se puede construir un circuito práctico (figura 3.3), con la corriente de salida a través del resistor de carga R_L controlada por el voltaje de entrada V_1 . Se puede ver que la corriente a través del resistor de carga R_L , es igual a

$$I_o = \frac{V_1}{R_1} = k V_1$$

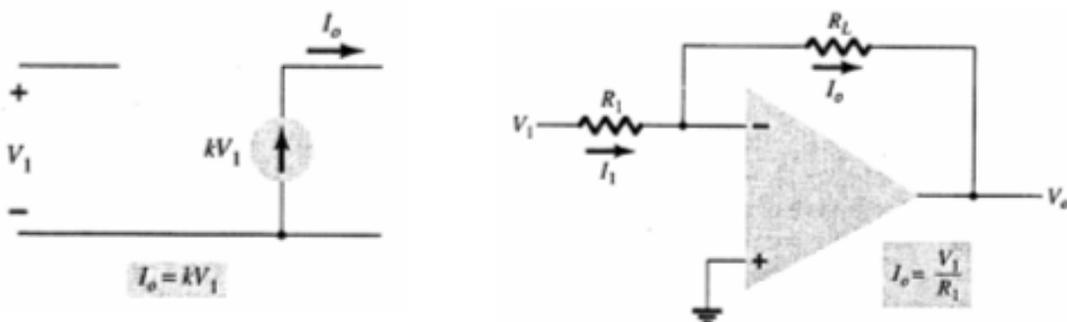


Fig. 3.2
Fuente ideal de corriente controlada por voltaje.

Fig. 3.3
Fuente práctica de corriente controlada por voltaje.

3.3.- FUENTE DE VOLTAJE CONTROLADA POR CORRIENTE.

Una forma ideal para una fuente de voltaje controlada por una corriente de entrada se puede apreciar (figura 3.4). El voltaje de salida es dependiente de la corriente de entrada. Una forma práctica del circuito se construye empleando un campo. Como se ilustra (figura 3.5), se puede observar que el voltaje de salida es igual a

$$V_o = - I_1 R_L = k I_1$$

$$I_1 = \text{Corriente}$$

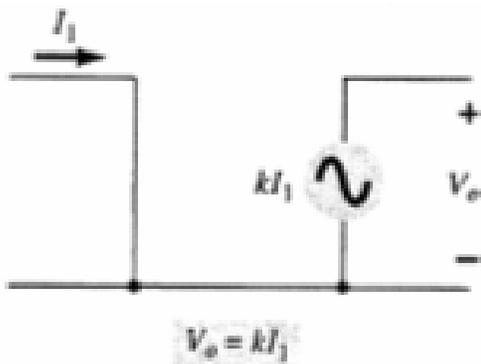
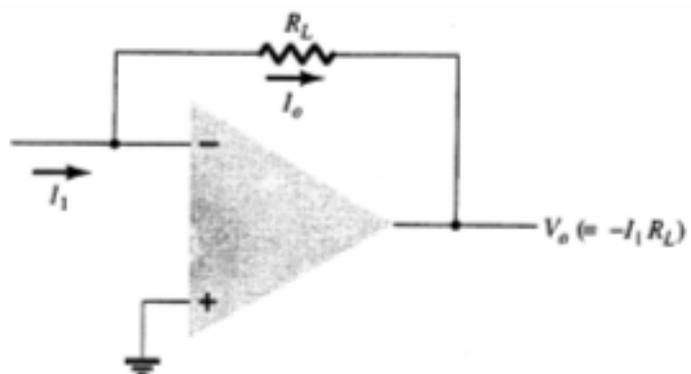


Fig. 3.4
Fuente ideal de voltaje controlada por corriente.

Fig. 3.5
Forma práctica de una fuente de voltaje controlada por corriente.



3.4.- FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR CORRIENTE

Una forma ideal de un circuito que suministre una corriente de salida dependiente de una corriente de entrada. En este tipo de circuito se suministra una corriente de salida que es dependiente de la corriente de entrada.

3.5.- DISIPADORES DE CALOR PARA TRANSISTOR DE POTENCIA

En tanto que los circuitos integrados se utilizan en aplicaciones de pequeña señal y baja potencia, las aplicaciones de alta potencia aún requieren transistores de potencia individuales. Los avances en las técnicas de producción han proporcionado valores nominales de potencia más altos encapsulados de menor tamaño, han incrementado el voltaje máximo de ruptura del transistor y han brindado transistores de potencia de conmutación más rápida.

La potencia máxima que maneja un dispositivo particular y la temperatura de las uniones de los transistores se relacionan, puesto que la potencia disipada por el dispositivo ocasiona un aumento de temperatura en las uniones del mismo. Resulta obvio que un transistor de 100 W proporcionará más capacidad de potencia que un transistor de 10 W. Por otra parte, las técnicas adecuadas de disipación de calor permitirán la operación de un dispositivo cerca de su valor nominal máximo de potencia.

Debemos señalar que, de los dos tipos de transistores (germanio y silicio) los de silicio proporcionan valores nominales máximos de temperatura más altos. Por lo común, la temperatura de unión máxima de estos tipos de transistores de potencia es

Silicio: 50 - 200°C

Germanio: 100 - 110°C

Para muchas aplicaciones la potencia disipada promedio puede aproximarse mediante

$$P_D = V_{CE} I_C$$

Sin embargo, esta disipación de potencia sólo es permisible hasta cierta temperatura máxima. Arriba de esta temperatura la capacidad de disipación de potencia del dispositivo debe reducirse (o degradarse) de manera que a temperaturas más elevadas el encapsulado, la capacidad de manejo de potencia se reduce, hasta llegar a O W, a la máxima temperatura del encapsulado del dispositivo.

Cuanto mayor sea la potencia manejada por el transistor (dependiente del nivel de potencia fijado por el circuito) tanta más alta será la temperatura del encapsulado del transistor. En realidad, el factor limitante en el manejo de potencia de un transistor particular es la temperatura de la unión del colector del dispositivo. Los transistores de potencia se montan en grandes encapsulados metálicos para brindar un área considerable desde la cual sea posible radiar el calor generado por el dispositivo. Aun así la operación directa de un transistor en el aire (montado en una tarjeta de plástico, por ejemplo) limita primeramente el valor nominal de potencia del dispositivo. Si, en lugar de eso (como suele ocurrir en la práctica), se monta el dispositivo sobre algún tipo de disipador de calor, su capacidad de manejo de potencia puede acercarse bastante al valor máximo nominal, (figura 3.6) se muestran algunos disipadores de calor. Cuando se utiliza el disipador de calor que produce el transistor al disipar potencia tiene un área más grande a partir de la cual puede radiar el calor hacia el aire, manteniendo por ello la temperatura del encapsulado en un valor mucho más bajo del que resultaría sin el disipador de calor. Aun con un

disipador del calor infinito (del que, por supuesto, no se dispone), para el que la temperatura del encapsulado se mantiene a la temperatura ambiente (aire), la unión se calentará por encima de la temperatura del encapsulado y debe considerarse el valor nominal de potencia máximo.

Ya que ni un buen disipador de calor puede mantener la temperatura del encapsulado del transistor al ambiente (el cual, por su parte, podría encontrarse a más de 25°C si el circuito del transistor está en un área confinada donde otros dispositivos están también radiando una buena cantidad de calor), es necesario degradar la cantidad máxima de potencia permitida en un transistor particular como función de la temperatura incrementada del encapsulado, (figura 3.6) muestra una curva típica de degradación de potencia para un transistor de silicio.

La curva indica que el fabricante especificará un punto de temperatura más alto (no necesariamente 25°C) después del cual toma lugar una degradación lineal. En el silicio, la potencia máxima que debe ser manejada por el dispositivo no se reduce a 0 W sino hasta una temperatura del encapsulado de 200°C.

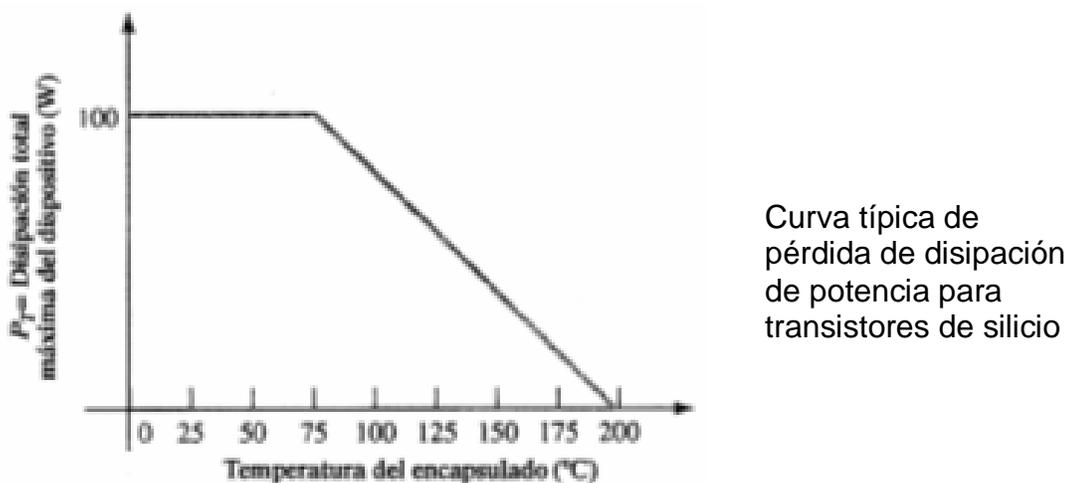


Fig. 3.6

No es necesario proporcionar una curva de degradación, puesto que la

información podría darse simplemente como un factor de degradación ensillado en la hoja de especificaciones del dispositivo. Establecido en forma matemática, tenemos

$$P_D(\text{temp}_1) = P_D(\text{temp}_0) \left[1 - \frac{\text{Temp}_1 - \text{Temp}_0}{100} \right] \text{ (factor de degradación)}$$

Donde el valor de Temp_0 es la temperatura a la cual debe iniciarse la degradación, el valor de Temp_1 es la temperatura particular de interés (sobre el valor Temp_0), $P_D(\text{temp}_0)$ y $P_D(\text{temp}_1)$ son las disipaciones de potencia máxima a las temperaturas especificadas, y el factor de degradación es el valor (o miliwatts) por grado de temperatura.

EJEMPLO.

Determine qué disipación máxima será permisible para un transistor de silicio de 80 W (especificado a 25°C) si se requiere degradación por encima de 25°C mediante un factor de degradación de 0.5 W/°C a una temperatura del encapsulado de 125°C.

Solución:

$$\begin{aligned} P_D(125^\circ\text{C}) &= P_D(25^\circ\text{C}) \left[1 - \frac{125^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{100} \right] \\ &= 80\text{W} \left[1 - \frac{100^\circ\text{C}}{100} \right] = 30\text{W} \end{aligned}$$

Es interesante señalar cuáles son los valores nominales de potencia que resultan usando un transistor de potencia sin disipador de calor. Por ejemplo, un transistor de silicio especificado a 100 W y a 100°C (o menos) presenta un valor nominal de 4 W a 25°C (o menos), temperatura ambiente. En consecuencia, operando sin un disipador de calor el dispositivo puede manejar un máximo de sólo 4 W a la temperatura ambiente de 25°C. Utilizando un disipador de calor lo suficientemente grande como para mantener la temperatura del encapsulado a

100°C en 100 W es posible la operación en el valor nominal máximo de potencia.

3.5.1.- ANALOGÍA TÉRMICA DEL TRANSISTOR DE POTENCIA

La elección de un disipador de calor adecuado requiere una cantidad considerable de detalles que no son convenientes para nuestras consideraciones básicas del transistor de potencia. Sin embargo. Un poco más de información acerca de las características técnicas del transistor y su relación con la disipación de potencia está limitada por la temperatura. El siguiente análisis brindará cierta información fundamental.

Un diagrama que muestra cómo se relacionan la temperatura de unión (T), la temperatura del encapsulado (Tc) y la temperatura ambiente (aire) (TA) a través de la capacidad de manejo de calor del dispositivo (coeficiente térmico que suele llamarse resistencia térmica) se presenta en la analogía termoeléctrica que se describe (figura 3.7).

Al brindar una analogía termoeléctrica, el término resistencia térmica se emplea para describir los efectos térmicos mediante un término eléctrico. Los términos (figura 3.7) se definen como sigue:

θ_{JA} = resistencia térmica total (la unión al ambiente)

θ_{JS} = resistencia térmica del transistor (la unión al encapsulado)

θ_{JC} = resistencia térmica de aislamiento del encapsulado al disipador

θ_{sA} = resistencia térmica del disipador del calor (del disipador de calor de ambiente)

Empleando la analogía eléctrica para las resistencias térmicas, podemos escribir

$$\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{JS} + \theta_{SA}$$

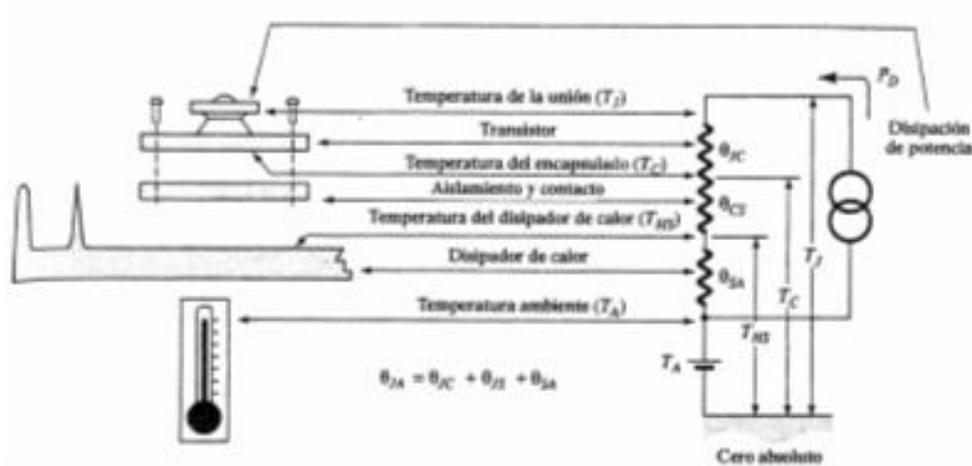


Fig. 3.7 Analogía térmica – eléctrica

La analogía también puede emplearse en la aplicación de la ley de Kirchhoff para obtener

$$T_j = P_D \theta_{JA} + T_A$$

La última relación nuestra que la temperatura de la unión “flota” sobre la temperatura ambiente y, cuanto mayor sea la temperatura ambiente, tanto menor será el valor permisible de la disipación de potencia del dispositivo.

El factor térmico θ brinda información acerca del descenso (o aumento) de temperatura que resulta para una cantidad dada de disipación de potencia. Por el valor de θ_{JC} suele ser de aproximadamente $0.5^\circ\text{C}/\text{W}$. Esto equivale a que, para una disipación de potencia de 50 W, la diferencia de temperatura entre la temperatura del encapsulado (según se mide mediante un termopar) y la temperatura interior de la unión es de solo

$$= T_J - T_C = \theta_{JC} P_D = (0.5^\circ\text{C/W}) (50 \text{ W}) = 25^\circ\text{C}$$

De tal modo, si el disipador de calor puede mantener el encapsulado a, digamos 50°C , la unión está entonces a sólo 75°C . Esta es una diferencia de temperatura relativamente pequeña en especial a niveles de disipación de potencia más bajos.

El valor de la resistencia térmica de la unión al aire libre (sin emplear disipador de calor) es, por lo común,

$$\theta_{JA} = 40^\circ\text{C/W} \text{ (en el aire libre)}$$

Para esta resistencia térmica sólo se produce 1 W de disipación de potencia a una temperatura de unión 40°C mayor que la ambiente.

Ahora puede considerarse un disipador de calor para brindar una baja resistencia térmica entre el encapsulado y el aire (mucho menor que el valor de 40°C/W de la encapsula del transistor). Empleando un disipador de calor que tenga

$$\theta_{SA} = 2^\circ\text{C/W}$$

y con una resistencia térmica de aislamiento (de encapsulado al disipador de calor) de

$$\theta_{CS} = 0.8^\circ\text{C/W}$$

y, por último, para el transistor

$$\theta_{CJ} = 0.5^\circ\text{C/W}$$

Podemos obtener

$$\theta_{JA} = \theta_{CS} + \theta_{CJ}$$

$$= 2.0^{\circ}\text{C/W} + 0.8^{\circ}\text{C/W} + 0.5^{\circ}\text{C/W} = 3.3^{\circ}\text{C/W}$$

Así, con un disipador de calor, la resistencia térmica entre el aire y la unión es sólo de 3.3°C/W comparada con 40°C/W para el transistor que opera directamente al aire libre. Utilizando el valor de θ_{JA} anterior para un transistor operado a unos 2 W, calculamos.

$$T_j - T_A = \theta_{JA} P_D (3.3^{\circ}\text{C/W})(2 \text{ W}) 6.6^{\circ}\text{C}$$

En otras palabras, el empleo de un disipador en este ejemplo proporciona sólo un aumento de 6.6°C en la temperatura de la unión en comparación con un incremento 80°C sin disipador de calor.

3.6.- AMPLIFICADORES CLASE C Y D

Aunque los amplificadores de clase A, clase AB y clase B son más utilizados como amplificadores de potencia, los amplificadores de clase D son populares debido a su alta eficiencia. Los amplificadores de clase C, a pesar de que no se usan como amplificadores de audio, encuentran uso en circuitos sintonizadores que se emplean en el campo de las comunicaciones.

3.6.1.- AMPLIFICADOR CLASE C

Un amplificador de clase C, como el que se ilustra (figura 3.8), se polariza para operar a menos de 180° del ciclo de la señal de entrada. Sin embargo, el circuito sintonizador en la salida proporcionará un ciclo completo de señal de salida para la frecuencia fundamental o resonante del circuito sintonizador (circuito tanque L y C) de salida. Por lo tanto, este tipo de operación se limita a usarse para una frecuencia



como ocurre en un circuito de comunicaciones, por ejemplo. La operación de un circuito de clase C no se intenta en primer lugar para amplificadores de gran señal o de potencia.

Fig. 3.8 Circuito amplificador clase C.

3.7 TEMPORIZADOR DE CI Y SUS APLICACIONES

Otro circuito integrado analógico-digital muy conocido es la versátil unidad temporizadora 555. El CI se elabora a partir de una combinación de comparadores lineales y un flip-flop digital descrito (figura 3.9). El circuito completo suele encontrarse dentro de un encapsulado en doble línea de ocho terminales con números de terminal, según se especifica (figura 3.9), una conexión en serie de tres resistores fijan las entradas del nivel de referencia para los dos comparadores en $2V_{cc}/3$ Y $V_{cc}/3$, y la salida de estos comparadores ajustan o reajustan la unidad del flip-flop. La salida del circuito flip-flop se lleva al exterior á través de una etapa amplificadora. El circuito flip-flop también opera un transistor dentro del CI, el colector del transistor que normalmente va a un estado bajo para descargar un capacitor temporizador.

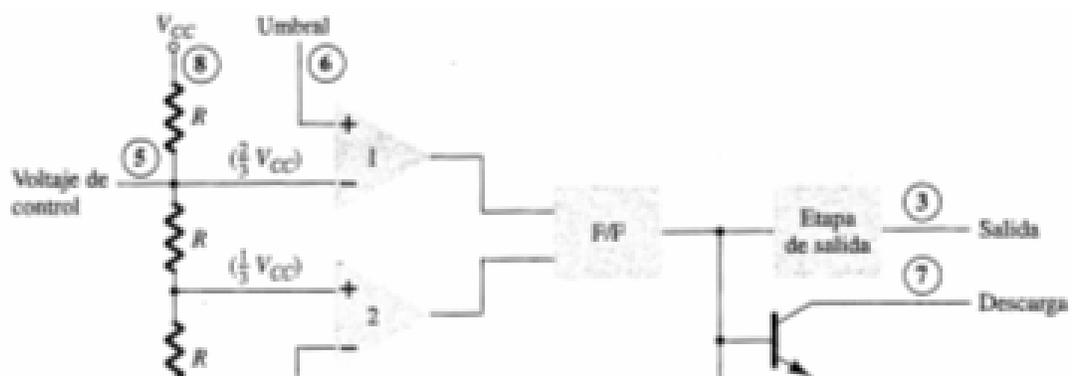


Fig. 3.9 Detalle del CI temporizador 555

3.8.- CIRCUITO INTEGRADO 555

Es un circuito integrado bastante popular, clasificado como de aplicación específica. Su mayor aplicación es como temporizador, generador de señales, modulación...

El primer modelo apareció en 1971, fabricado por Signetics Corporation como SE555/NE555 con tecnología TTL, posteriormente flip-flop lo fabricó con tecnología CMOS con la denominación MC1455. Al ser un componente que se hizo indispensable en muchos circuitos otros fabricantes decidieron construirlo. Observa en la tabla siguiente los fabricantes actuales de este circuito y la denominación característica de cada uno.

Fabricante	Denominación
ECG Philips	ECG 955M
Exar	XR-555
Fairchild	NE555
Harris	HA555
Intersil	SE555/NE555
Lithic Systems	LC555
Motorola	MC1455/MC1555
National	LM1455/LM555C

Fig. 3.10

Encapsulado DIP-8 del 555

Esquema de bloques interno del circuito integrado

3.8.2.- ENCAPSULADOS

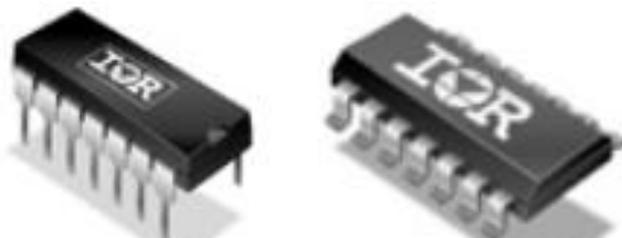
El encapsulado más popular es el DIP-8. Existen otras versiones de 555 en DIP14, debido a que en su interior aloja dos 555 independiente uno de otro, su denominación es 556.



Encapsulado DIP8 (pdf)



Encapsulado para SMD SOIC-8



Encapsulado DIP14 del 556(pdf) y SOIC14

Fig. 3.11

3.8.3.- APLICACIONES MÁS USUALES

Quizás la aplicación más popular de este circuito integrado sea la de temporizador ya que según su diseño se pueden controlar desde microsegundos hasta horas, pero tiene más aplicaciones y todas ellas muy importantes: oscilador, divisor de frecuencia, modulador de frecuencia, generador de señales...

3.9.- GENERADOR DE PULSOS

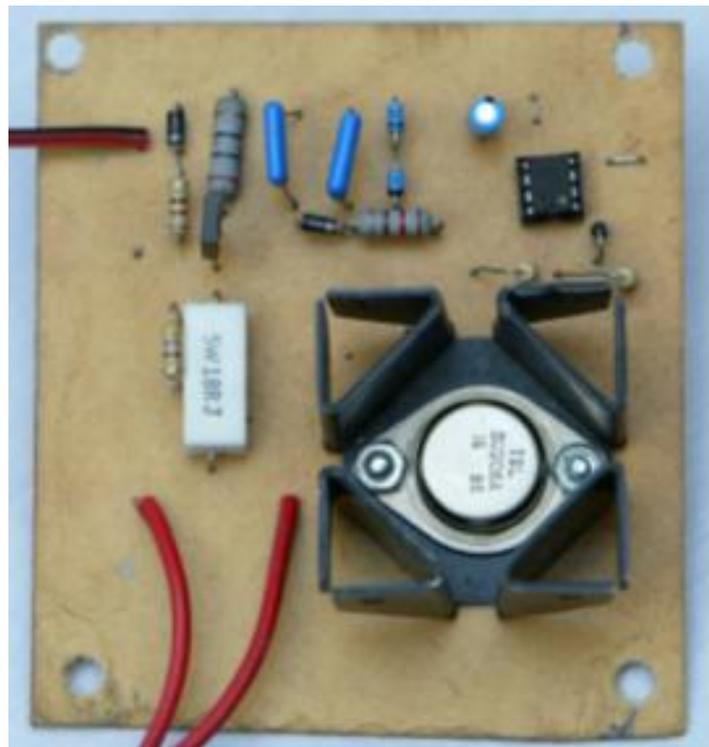


Fig. 3.12

El generador de pulsos está basado en el empleo del LM555 como generador astable, es decir, basado en la carga y descarga de un condensador a través de una resistencia. De la patilla (3) del 555 se obtienen una serie de pulsos.

El temporizador o cronizador 555 combina un oscilador de relajación, dos comparadores, un biestable o flip-flop y un transistor de descarga en un mismo circuito integrado.

Tiene tantas aplicaciones que es muy popular. Una vez que se entienda su funcionamiento entonces será posible diseñar con este circuito integrado y encontrarle nuevos usos para este sorprendente CI.

La figura muestra el 555 conectado para funcionamiento estable.

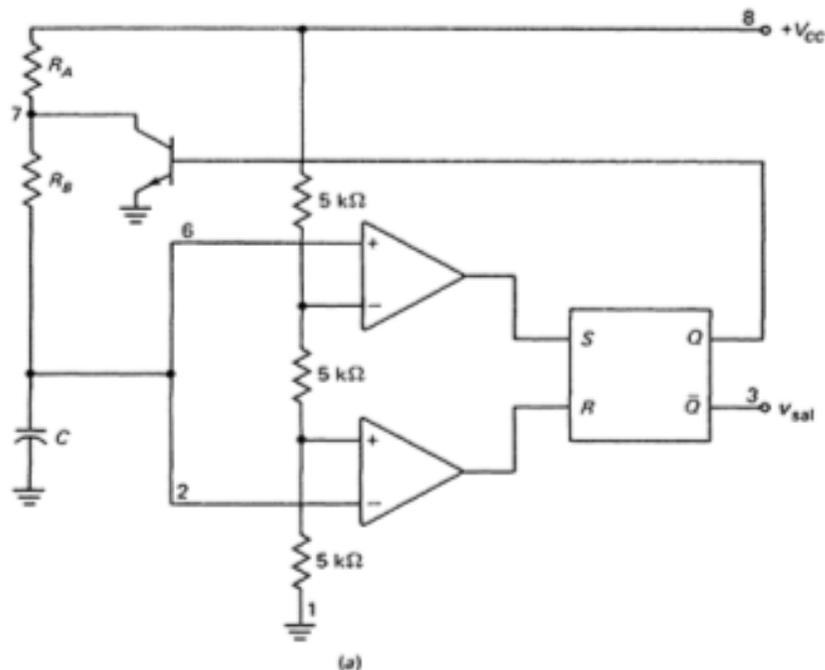


Fig. 3.13

Cuando Q está baja el transistor está en corte y el capacitor se va cargando a través de una resistencia en serie total de R_a+R_b . La constante de carga es $C(R_a+R_b)$. A medida que se carga el capacitor aumenta el voltaje de umbral, y finalmente supera el voltaje $2V_{cc}/3$. En este momento la salida del comparador superior pasa a nivel alto poniendo a uno el flip-flop. La salida Q alta satura el transistor que pone tierra la terminal 7. El capacitor entonces se descarga a través de R_b . La constante de tiempo de descarga es R_bC . Cuando el voltaje del capacitor baja ligeramente abajo de $+V_{cc}/3$ el comparador inferior conmuta la salida a nivel alto restableciendo (reposición) el flip flop.

La carga y descarga del capacitor son ondas exponenciales. La salida es una onda rectangular. Puesto que la constante de tiempo de carga es mayor que la descarga, la onda de salida no es simétrica; el estado alto de salida dura más que el estado bajo de salida.

Según el valor de las resistencias R_a y R_b , el ciclo de trabajo estará comprendido entre un 50 y un 100%.

La solución matemática de las ecuaciones de carga y descarga dan las fórmulas siguientes. Para la frecuencia de salida se tiene que:

$$f = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b)C}$$

y el ciclo de trabajo es:

$$D = \frac{R_a + R_b}{R_a + 2R_b} \times 100\%$$

Si R_a es mucho menor que R_b el ciclo de trabajo se aproxima al 50%.

También el circuito de un estable realizado con un temporizador 555, la terminal 4 (restablecer) está unida al voltaje de eliminación y la terminal 5 (control) está conectada a tierra mediante un capacitor de 0,01uF. Cuando se conecta como astable, el temporizador 555 se llama a veces multivibrador porque la salida es un tren continuo de pulsos rectangulares.

CAPITULO IV

IV.- ELABORACIÓN FÍSICA DEL INSTRUMENTO

En este capítulo se va a analizar la construcción de los diferentes componentes del limpiador y comprobador de bujías.

4.1.- CÁPSULA DE PRESIÓN

La cápsula de presión es un instrumento diseñado para comprobar el estado correcto de las bujías ya que ha esta ingresa aire en alta presión y alta corriente con lo que se va a poder ver los diferentes tipos de corriente que se presentan.



Fig. 4.1

En la parte donde va a acoplar la bujía esta hecha de un suplex de carro ,que se lo ha cortado y soldado con suelda autógena a un neplo de tubería de agua de $\frac{3}{4}$,la razón por lo que se a ocupado este suplex ,es porque por ser una rosca especial no se encuentran tuercas de este tipo en mercado y realizarlo en torno resulta muy complicado por el paso de la misma, a un costado soldado (suelda eléctrica), una tuerca donde va hacer enroscado en un neplo de presión de aire de $\frac{5}{16}$, en la parte inferior de la cápsula se a colocado un tapón de tubería de $\frac{3}{4}$ a este tapón se lo ha perforado 1.5cm de diámetro, en este orificio es necesario instalar un fondo de vidrio que en este caso hemos ocupado un lente de mira telescópica con el fin de aumentar la visibilidad de la chispa.

4.2.- RESERVORIO DE ARENA



Fig. 4.2

Este es un elemento de limpiador donde va a ir alojada la arena, que esta hecha de tol 1/20 de espesor, y su diámetro es de 16cm , en la parte superior tiene un orificio de 4 cm de diámetro donde va a ir alojada la bujía, su altura es de 26 cm con su fondo cónico en la punta esta soldada una tuerca 1 1/16, en su costado tiene un orificio de 3 x 5 donde va a ir ubicada la pistola de arena, junto al orificio de 3 x 5 hay otro agujero de 3cm de diámetro, en este va a ir un neplo de presión de aire que va ser encargado de eliminar los residuos de arena que pudieran quedar en la bujía. En las partes donde se ha ocupado suelda se lo ha realizado con suelda autógena.

4.3.- CARCASA DEL INSTRUMENTO



Fig. 4.3

En esta van a ir ubicadas todos los instrumentos de medida y regulación, esta carcasa esta hecha de tol 1/20 y en sus extremos esta soldado con suelda autógena,

en este se ha ocupado aproximadamente media plancha de tol, en la parte frontal de la caja se han realizado tres orificios el de la izquierda va ir ubicado la válvula reguladora 4/3, en el del medio un manómetro y en la derecha la válvula reguladora de presión, en la parte superior izquierda tiene un orificio rectangular de 8 x 12, en la parte superior derecha tiene dos orificios de 4cm de diámetro, el uno será para acoplar la bujía y la otra es para ver el reflejo de la chispa, bajo estos orificios se encuentra una placa de tol donde va ir un espejo, en la parte posterior central tiene un orificio de 5/16 donde va a ir ubicado de acople rápido por el cual va ingresar el aire al sistema.

4.4.- CIRCUITO GENERADOR DE PULSOS

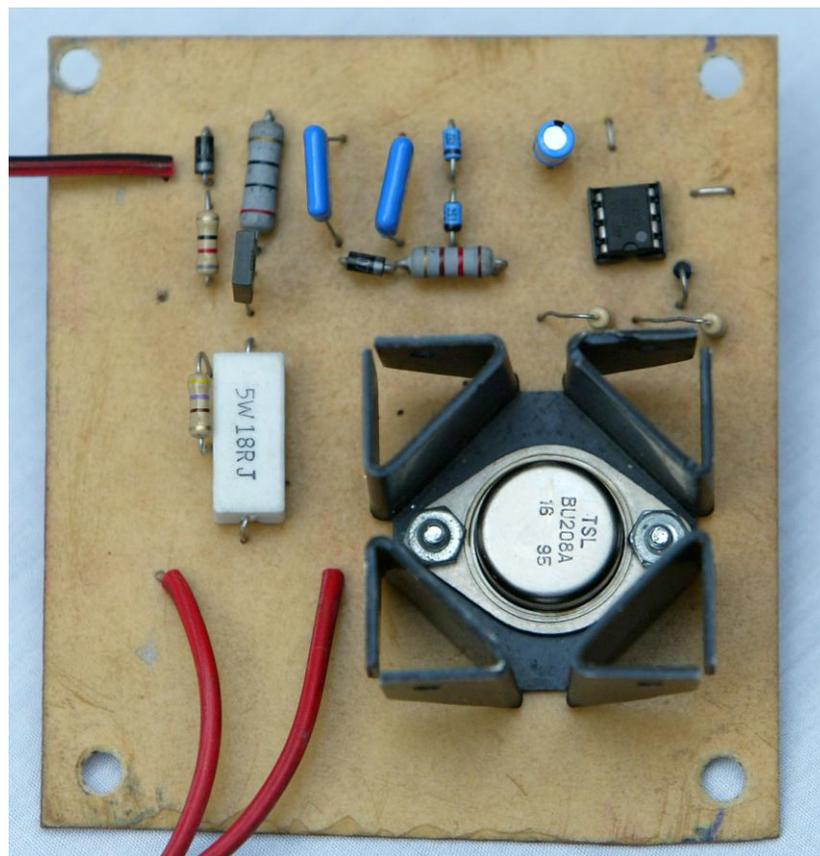


Fig. 4.4

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador.

Sus características más destacables son:

- Temporización desde microsegundos hasta horas.
- Modos de funcionamiento:
 - Monoestable.
 - Estable.
- Aplicaciones:
 - Temporizador.
 - Oscilador.
 - Divisor de frecuencia.
 - Modulador de frecuencia.
 - Generador de señales triangulares.

Pasemos ahora a mostrar las especificaciones generales del 555 (V_c = disparo):

Especificaciones generales del 555				
V_{cc}	5-Voltios	10-Voltios	15-Voltios	Notas
Frecuencia máxima (Astable)	500-kHz a 2-MHz			Varia con el Mfg y el diseño
Nivel de tensión V_c (medio)	3.3-V	6.6-V	10.0-V	Nominal
Error de frecuencia (Astable)	~ 5%	~ 5%	~ 5%	Temperatura 25° C

Error de temporización (Monoestable)	~ 1%	~ 1%	~ 1%	Temperatura 25° C
Máximo valor de Ra + Rb	3.4-Meg	6.2-Meg	10-Meg	
Valor mínimo de Ra	5-K	5-K	5-K	
Valor mínimo de Rb	3-K	3-K	3-K	
Reset VH/VL (pin-4)	0.4/<0.3	0.4/<0.3	0.4/<0.3	
Corriente de salida (pin-3)	~200ma	~200ma	~200ma	

A continuación se mostrarán los modos de funcionamiento que posee este circuito integrado. En los esquemas se hace referencia al patillaje del elemento, al igual que a las entradas y salidas de cada montaje.

4.4.1.- FUNCIONAMIENTO MONOESTABLE

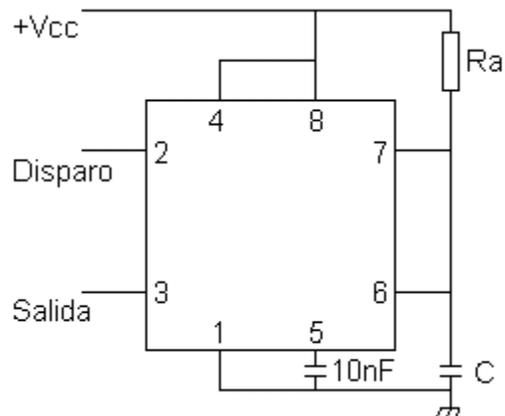


Fig. 4.5

Cuando la señal de disparo está a nivel alto (ej. 5V con Vcc 5V) la salida se mantiene a nivel bajo (0V), que es el estado de reposo.

Una vez se produce el flanco descendente de la señal de disparo y se pasa por el valor de disparo, la salida se mantiene a nivel alto (Vcc) hasta transcurrido el tiempo determinado por la ecuación:

$$T = 1.1 \cdot R_a \cdot C$$

Es recomendable, para no tener problemas de sincronización que el flanco de bajada de la señal de disparo sea de una pendiente elevada, pasando lo más rápidamente posible a un nivel bajo (idealmente 0V).

NOTA: en el modo monoestable, el disparo debería ser puesto nuevamente a nivel alto antes que termine la temporización.

4.4.2.- FUNCIONAMIENTO ESTABLE

En el proyecto a construirse se ha utilizado este tipo de circuito.

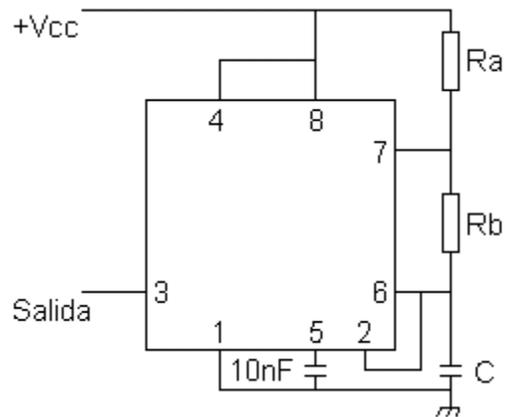


Fig. 4.6

En este modo se genera una señal cuadrada oscilante de frecuencia:

$$F = 1/T = 1.44 / [C*(Ra+2*Rb)]$$

La señal cuadrada tendrá como valor alto Vcc (aproximadamente) y como valor bajo 0V.

Si se desea ajustar el tiempo que está a nivel alto y bajo se deben aplicar las fórmulas:

$$\text{Salida a nivel alto: } T1 = 0.693*(Ra+Rb)*C$$

$$\text{Salida a nivel bajo: } T2 = 0.693*Rb*C$$

Este circuito nos va servir para generar el salto de la chispa con una separación de 3 mili segundos, en este circuito el elemento principal, es un circuito integrado 555 (timer), este es un diseño monoestable lo que quiere decir que da un pulso continuamente.

4.5.- CIRCUITO TRANSITORIZADO

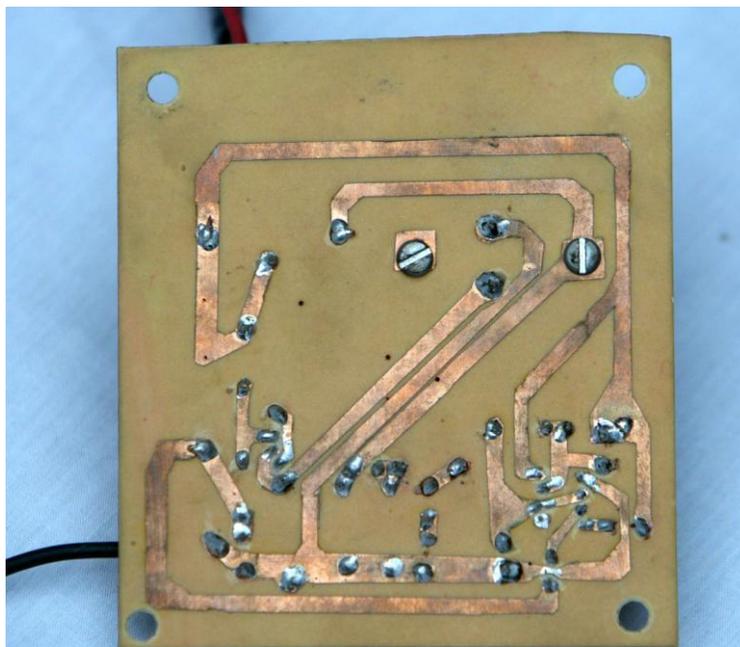


Fig. 4.7

Este es el encargado de tomar los pulsos que salen del generador y amplificar su corriente, con lo que conseguimos una chispa de mejor rendimiento, esta chispa que sale del circuito se asimila a los de encendido electrónico, su elemento principal es un transistor de potencia, ya que con la ayuda de diodos zener se obtiene el resultado requerido.

4.6.- SUELDAS

Soldadura es la unión de piezas metálicas, con o sin material de aporte, utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos generales:

- a) Aplicando presión exclusivamente.
- b) Calentando los materiales a una temperatura determinada, con o sin aplicación de presión.

Se denomina "material base" a las piezas por unir y "material de aporte" al material con que se suelda.

La soldadura está relacionada con casi todas las actividades industriales, además de ser una importante industria en sí misma. Gracias al desarrollo de nuevas técnicas durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. Es una técnica fundamental en la industria automotriz, en la aeroespacial, en la fabricación de maquinaria y en la de cualquier tipo de producto hecho con metales.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles.

Existen diversos procesos de soldadura, los que difieren en el modo en que se aplica la energía para la unión. Así hay métodos en los que se calientan las piezas de metal hasta que se funden y se unen entre sí o que se calientan a una temperatura inferior a su punto de fusión y se unen o ligan con un metal fundido como relleno. Otro método es calentarlas hasta que se ablanden lo suficiente para poder unir las por martilleo; algunos procesos requieren sólo presión para la unión, otros requieren de un metal de aporte y energía térmica que derrita a dicho metal; etcétera.

La tecnología y la ciencia de la soldadura han avanzado con tal rapidez en los últimos años, que sería casi imposible enumerar todos los métodos diferentes de soldadura que actualmente están en uso.

A continuación se presenta una manera general de agrupar los métodos más utilizados:

- Soldadura blanda
- Soldadura fuerte
- Soldadura por forja
- Soldadura con gas
- Soldadura con resistencia
- Soldadura por inducción
- Soldadura aluminotérmica
- Soldadura por vaciado
- Soldadura por arco eléctrico

Soldadura con gas

Este proceso incluye a todas las soldaduras que emplean gas para generar la energía necesaria para fundir el material de aporte. Los combustibles más utilizados son el acetileno y el hidrógeno los que al combinarse con el oxígeno, como comburente generan las soldaduras oxiacetilénica y oxhídrica.

La soldadura oxiacetilénica o autógena se logra al combinar al acetileno y al oxígeno en un soplete. Se conoce como autógena porque con la combinación del combustible y el comburente se tiene autonomía para ser manejada en diferentes

medios. El acetileno se produce al dejar caer terrones de carburo de calcio en agua, en donde el precipitado es cal apagada y los gases acetileno. Uno de los mayores problemas del acetileno es que no se puede almacenar a presión por lo que este gas se puede obtener por medio de generadores de acetileno o bien en cilindros los que para soportar un poco la presión de 1,7 MPa, se les agrega acetona.

En los sopletes de la soldadura autógena se pueden obtener tres tipos de llama las que son reductora, neutral y oxidante. De las tres la neutral es la de mayor aplicación. Esta llama, está balanceada en la cantidad de acetileno y oxígeno que utiliza. La temperatura en su cono luminoso es de 3500 °C, en el cono envolvente alcanza 2100 °C y en la punta extrema llega a 1275 °C.

En la llama reductora o carburizante hay exceso de acetileno lo que genera que entre el cono luminoso y el envolvente exista un cono color blanco cuya longitud esta definida por el exceso de acetileno. Esta llama se utiliza para la soldadura de níquel, ciertas aleaciones de acero y muchos de los materiales no ferrosos.

La llama oxidante tiene la misma apariencia que la neutral excepto que el cono luminoso es más corto y el cono envolvente tiene más color, Esta llama se utiliza para la soldadura por fusión del latón y bronce.

Una de las derivaciones de este tipo de llama es la que se utiliza en los sopletes de corte en los que la oxidación súbita genera el corte de los metales. En los sopletes de corte se tiene una serie de llamas pequeñas alrededor de un orificio central, por el que sale un flujo considerable de oxígeno puro que es el que corta el metal.

En algunas ocasiones en la soldadura autógena se utiliza aire como comburente, lo que produce que la temperatura de esta llama sea menor en un 20% que la que usa oxígeno, por lo que su uso es limitado a la unión sólo de algunos metales como el plomo.

En los procesos de soldadura con gas se pueden incluir aquellos en los que se calientan las piezas a unir y posteriormente, sin metal de aporte, se presionan con la suficiente fuerza para que se genere la unión.

Soldadura por arco eléctrico

Este tipo de soldadura presenta las siguientes variantes:

- Soldadura por arco (común)

Es el proceso en el que su energía se obtiene por medio del calor producido por un arco eléctrico que se forma en el espacio o entrehierro comprendido entre la pieza a soldar y una varilla que sirve como electrodo. Por lo general el electrodo también provee el material de aporte, el que con el arco eléctrico se funde, depositándose entre las piezas a unir. La temperatura que se genera en este proceso es superior a los 5500°C.

La corriente que se emplea en este sistema puede ser continua o alterna, utilizándose en los mejores trabajos la del tipo continua, debido a que la energía es más constante, con lo que se puede generar un arco más estable. La corriente alterna permite efectuar operaciones de soldadura con el objeto de trabajo en posición horizontal y preferentemente en materiales ferrosos, mientras que la corriente continua no presenta esas limitaciones de posición y material.

El arco se enciende cortocircuitando el electrodo con la pieza a soldar. En esa situación, en el punto de contacto el calentamiento óhmico es tan intenso que se empieza a fundir el extremo del electrodo, se produce ionización térmica y se establece el arco.

Para la generación del arco existen los siguientes tipos de electrodos:

Electrodo de carbón: En la actualidad son poco utilizados, el electrodo se utiliza sólo como conductor para generar calor, el metal de aporte se agrega por separado.

Electrodo metálico: El propio electrodo sirve de metal de aporte al derretirse sobre los materiales a unir.

Electrodo recubierto: Los electrodos metálicos con recubrimientos que mejoran las características de la soldadura son los más utilizados en la actualidad.

Las funciones de los recubrimientos son las siguientes:

- Proveen una atmósfera protectora
- Proporcionan escoria de características adecuadas para proteger al metal fundido
- Estabilizan el arco
- Añaden elementos de aleación al metal de la soldadura
- Desarrollan operaciones de enfriamiento metalúrgico
- Reducen las salpicaduras del metal
- Aumentan la eficiencia de deposición
- Eliminan impurezas y óxidos
- Influyen en la profundidad del arco
- Disminuyen la velocidad de enfriamiento de la soldadura

Algunos electrodos se pueden usar ya sea con corriente alterna o con corriente continua. Se han desarrollado ciertos revestimientos con el propósito de incrementar la cantidad de metal de aporte que se deposita por unidad de tiempo. Otros revestimientos contienen aditivos que aumentan la resistencia y mejoran la calidad de la soldadura.

A pesar de que la mayoría de los revestimientos facilitan mucho el trabajo con los electrodos, otros requieren mayor habilidad del soldador.

Las composiciones de los recubrimientos de los electrodos pueden ser orgánicas o inorgánicas, y estas sustancias se pueden subdividir en las que forman escoria y las que son fundentes. Algunos de los principales compuestos son:

- * Para la formación de escoria se utilizan SiO_2 , MnO_2 y FeO
- * Para mejorar el arco se utilizan Na_2O , CaO , MgO y TiO_2
- * Desoxidantes: grafito, aluminio, aserrín
- * Para mejorar el enlace: silicato de sodio, silicato de potasio y asbestos
- * Para mejorar la aleación y la resistencia de la soldadura: vanadio, cesio, cobalto, molibdeno, aluminio, circonio, cromo, níquel, manganeso y tungsteno.

El núcleo del electrodo está constituido por una varilla o alambre metálico que

conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que progresivamente se funda la punta del alambre y que se deposite en el cordón de soldadura en forma de pequeñas gotas, proporcionando así el material de aporte. El metal del núcleo depende del tipo de metal base que se requiere soldar. Si es acero generalmente se usará acero y si es aluminio el núcleo será de aluminio.

El diámetro del electrodo se mide en el núcleo y determina la intensidad de corriente promedio que debe utilizarse. Por ejemplo, para un diámetro de 4 mm puede emplearse una corriente de unos 150 a 200 A. En cuanto a la longitud de los electrodos la medida más usual es la de 356mm (14") existiendo además electrodos de 229 mm (9") y de 457mm (10 ")

4.7.- PLANOS

4.7.1.- ANEXO

CAPITULO V

V.- ADAPTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

5.1.- ADAPTACIÓN GENERAL DE TODOS LOS ELEMENTOS.

5.1.1.- ADAPTACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO.

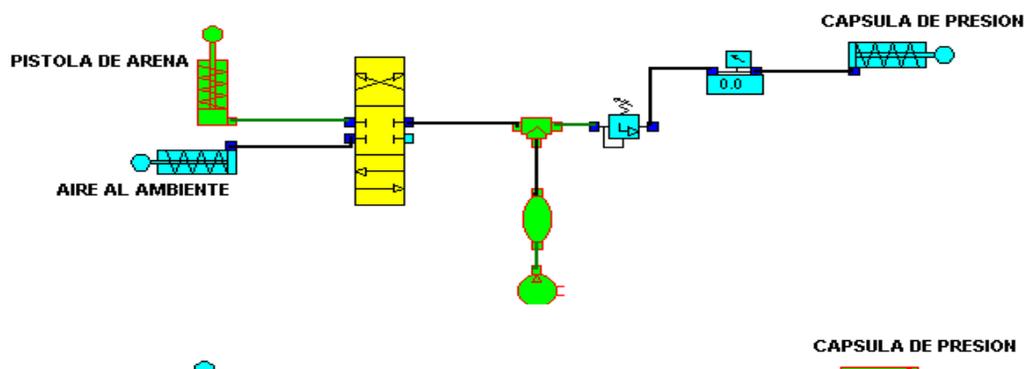


Fig. 5.1

El circuito neumático inicia con la adaptación de un acople rápido a la línea de presión, él acople debe estar sujeto a la carcasa del equipo limpiador y comprobador de bujías para una fácil conexión del sistema de aire comprimido o compresor.

A continuación del acople rápido se encuentra un pequeño tramo de manguera de presión de medida 5/16 pulg. que es la medida que usaremos en todo el circuito neumático la cual va conectada a una te mediante un neplo en el cual la parte roscada es ajustada con cinta de teflón para una mayor estanqueidad y así evitar fugas del aire comprimido mientras que el otro extremo que va conectado hacia la manguera de presión ajustándose adecuadamente con una abrazadera para que de igual forma no haya fugas de presión. Cabe resaltar que esta manera de

ajuste será empleada en los trece nepleros de medida 5/16 pulg. Siguiendo que posee el banco de pruebas.

Esta te tiene dos salidas las cuales las denominaremos salida a y salida b.



Fig. 5.2

Salida a: Esta salida está conectada, y sirve específicamente para la parte limpiadora del banco de pruebas.

Desde este punto y mediante un neplero conectaremos aproximadamente unos 15 cm de manguera de presión que soporta hasta 300 psi dicha manguera y mediante un neplero va instalada a la entrada de presión de la válvula 4/3 de centro cerrado, esta válvula tiene dos posiciones de funcionamiento y por consecuencia tendrá dos salidas las cuales se encuentran en la parte posterior de la válvula las denominaremos posición 1 y posición 2.

Desde la posición 1, y con un neplero de por medio se conecta un tramo de manguera la cual será adaptada a una pistola neumática que tiene por función arrojar arena esta pistola está fijada al tanque de almacenamiento de arena y su finalidad es limpiar la bujía mediante el arrojamiento de arena a los electrodos de la bujía, la

activación de esta pistola neumática se la hace desde la válvula 4/3 ya que la pistola se mantiene todo el tiempo en posición de funcionamiento.

Desde la posición 2 y mediante un neplo se conecta un tramo de manguera, en la cual será instalado una especie de acople cónico sujeto fijamente en el tanque de almacenamiento de arena y colocada exactamente al frente de la boquilla de la pistola neumática. Este acople cónico libera aire proveniente del compresor y activado por la válvula 4/3 de centro cerrado y sirve para limpiar los restos de arena que pudiesen quedar en los electrodos de la bujía.

Salida b: Esta salida de presión es usada solamente por la parte del banco de pruebas encargado de comprobar el correcto funcionamiento y el estado en que se encuentran las bujías.

Desde este punto y por medio de un neplo conectaremos un tramo de manguera la cual va instalada a otro neplo desde donde se conectara un reductor de $\frac{3}{4}$ de pulg. a $\frac{5}{16}$ de pulgada que es la medida que hemos venido usando tanto en los neplos como en el diámetro de la manguera. Este reductor es necesario puesto que la manguera que proviene de la salida b de la te inicial debe adaptarse a una válvula reguladora de presión por perilla la cual tiene una entrada de presión de $\frac{3}{4}$ de pulg. El mismo proceso de reducción se instalara en la salida de la reguladora de presión para seguir trabajando con los diámetros establecidos.

Partiendo del neplo que esta conectado al reductor final se ha colocado un tramo de manguera sumamente corto el que se conectara mediante un neplo a una te la cual tiene dos salidas a las cuales las denominaremos salida c y salida d.

Salida c: Esta salida esta adaptada a un manómetro mediante un neplo dicho manómetro marca la presión que existe en el sistema a partir de la válvula

reguladora de presión esta medida también se ve reflejada en la cantidad de presión a la cual se ha sometido la cápsula de presión.



Fig. 5.3

Salida d: Este punto de salida va conectado a través de un neplo a la entrada de presión de una cápsula con fondo de vidrio, este elemento va sujeto al armazón del banco de pruebas en este punto termina las conexiones del circuito neumático.

5.2.2.- ADAPTACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

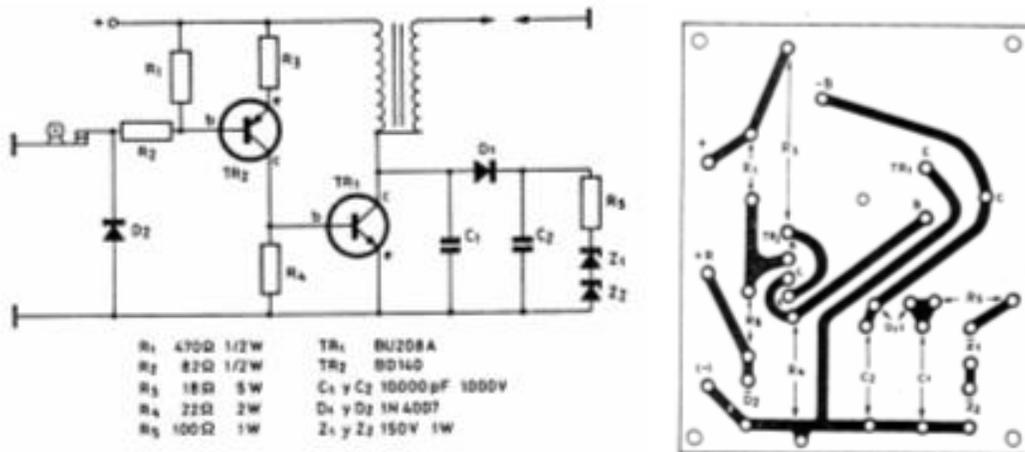


Fig. 5.4

La adaptación de la parte eléctrica del banco de pruebas es muy sencilla inicio tomando 110 voltios de corriente alterna mediante un enchufe el cual va conectado a un transformador de voltaje dicho transformador convierte los 110 voltios de corriente alterna a 12 voltios de corriente continua con este voltaje ya podemos trabajar en el modulo generador de impulsos que este muy bien detallado en el capitulo 3 pero en breves rasgos se resume como un CI 555 el cual manda señales cuadradas a la bobina es decir encendido y apagado cada tres milisegundos esto combinado con un amplificador de señal basado en transistores de potencia.

El transformador de voltaje tiene dos cables de salida un positivo y un negativo el negativo va directamente a un pulsador para luego retornar al modulo la función de este pulsador es la de activar el modulo electrónico, el positivo del transformador va conectado al modulo electrónico es decir a todos los elementos que necesiten 12 voltios.

Este módulo electrónico posee dos cables de salida los cuales se conectan dependiendo su polaridad al los bornes positivo y negativo de la bobina de inducción y de la toma de alto voltaje va directamente a la bujía mediante un cable de alta tensión de 12 mm con sus respectivos capuchones para que este sujeta tanto a la bobina como a la bujía. La tarjeta electrónica nos ayuda a controlar la corriente eléctrica que circula por la bujía en forma de chispa, al tener presionado el interruptor los pulsos de chispa se hacen presentes en la bujía y se apaga al soltar el interruptor

5.1.3.- ADAPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS CONSTRUIDOS

Para la adaptación de los elementos metálicos construidos partimos con la construcción de una caja de tool la cual esta detallada minuciosamente en el

capítulo tres. Partiendo de dicha caja se construyo y se adapto una tapa del mismo material sujeto con dos bisagras para asegurar una cómoda apertura de la caja. Esta tapa esta recubierta de corosil negro para evitar el resbalamiento de las bujías y por efectos de limpieza además se realizo tres perforaciones la primera y al costado derecho se utiliza para la introducción de la bujía al limpiador, la segunda es utilizada para alojar el suplex que es el elemento roscado donde se coloca la bujía para ser comprobada y el tercero es un agujero donde va instalado un espejo para poder observar la distorsión de la chispa.



Fig. 5.5

Ya en el habitáculo de la caja se distinguen cinco elementos fijos:

- Reservorio adaptado con la pistola de arena.
- Modulo electrónico.
- Cápsula para bujía.
- Espejo.
- Bobina.

Reservorio adaptado con la pistola de arena.

Este reservorio lleva a su costado la pistola neumática que dispara arena esta sujeta de manera firme con un adaptador hecho de tool doblado y sujeta al reservorio de arena fabricado también en tool mediante dos pernos. Mientras que el reservorio esta sujeta al marco izquierdo de la carcasa del banco de pruebas con una platina plana y soldado a una abrazadera que bordea la parte superior del reservorio, también va sujeta a lado derecho del reservorio con una platina en forma de ángulo a noventa grados dicha platina va soldada a la abrazadera antes mencionada y empernada a un soporte rígido hecho de platina que atraviesa la caja del banco de pruebas de manera transversal por la mitad superior del habitáculo.

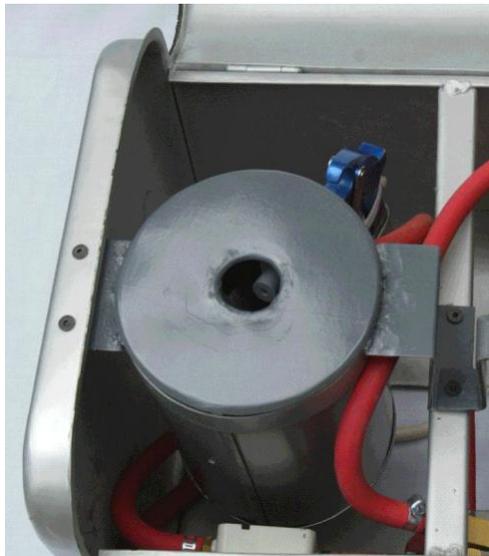


Fig. 5.6

MODULO.

El módulo electrónico esta en conjunto con el transformador de corriente en caja metálica en forma de cubo de color rojo que esta sujeta mediante perno y tuerca a la pared posterior de la caja.



Fig. 5.7

CÁPSULA.

Esta cápsula que posee un suples como tapa superior esta colocada en la parte central superior derecha de la coraza del banco de pruebas va sujeta de forma similar que el reservorio de arena pero en distinto lado es decir con una platina plana al lado izquierdo de la caja de tool anclada con un perno y sujeta a la cápsula mediante suelda mientras que por el otro lado va sujeta con una platina en forma de ángulo de noventa grados al mismo soporte rígido que sujeta el reservorio de arena que se encuentra en forma transversal por la mitad de la caja.



Fig. 5.8

BOBINA.

La bobina por motivos de espacio y para no crear un excesivo cableado la hemos ubicado junto a la caja que encierra el transformador de voltaje y la tarjeta electrónica. Esta sujeta de la forma mas practica con un soporte diseñado para dicha función que lo podemos observar en cualquier automóvil este soporte esta sujeto mediante pernos en la pared lateral derecha del banco de pruebas, se la ha colocada de forma que los bornes y la salida de alta tensión estén para arriba así logramos una fácil conexión entre la bobina y la bujía para efecto de distinción la hemos pintado de color rojo.



Fig. 5.9

ESPEJO.

Para que el espejo tenga la función requerida hay que alinearlo en forma oblicua debajo de la cápsula de presión para que el reflejo de la chispa que efectúa la bujía sea visto por el orificio practicado en la tapa de la caja como ya lo mencionamos posteriormente así el operario podrá ver la diferencia en el salto de la chispa.



Fig. 5.10

5.1.4.- ADAPTACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

Para la instalación de los dispositivos de control o mandos manuales con los que controlamos el funcionamiento del banco de pruebas, hemos perforado tres agujeros de mediano tamaño en la pared frontal de la coraza de la caja para que los elementos sean visibles y de cómodo uso para el operario.

Se distinguen tres elementos de control:

- Válvula neumática 4/3 de centro cerrado
- Manómetro de presión
- Válvula reguladora de presión.

Válvula neumática 4/3 de centro cerrado.

Esta válvula de mando manual que posee cuatro vías y dos posiciones va instalada en la pared frontal a lado derecho de la coraza del banco de pruebas esta válvula va sujeta con una contratuerca que ya viene instalada por el mismo fabricante

se la ha colocado de tal forma que solo la palanca selectora sea visible el cuerpo de la válvula va colocada atrás del tool ya que es parte del circuito neumático del banco.



Fig. 5.11

Manómetro de presión

El manómetro de presión va instalado en la parte media de la pared frontal de la caja de tool para una lectura mas cómoda del operario, esta sujeta con perno y tuerca ha cada lado del instrumento de lectura para que este fijo a la coraza este manómetro marca hasta 150 psi que es la misma cantidad que puede regular la válvula reguladora de presión y se asemeja a la presión de compresión que genera un cilindro de un motor.



Fig. 5.12

5.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El funcionamiento del banco de pruebas se divide en dos partes funcionamiento del limpiador de bujías y el funcionamiento del comprobador de bujías.

5.2.1.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA LIMPIADOR DE BUJÍAS.

Para activar el limpiador de bujías primeramente hay que colocar la bujía en el caucho adaptado en el depósito de arena de tal manera que el electrodo de masa y el electrodo central queden dentro del reservorio de arena.

El banco de pruebas debe estar conectado al compresor hecha esta conexión procedemos a colocar la palanca de la válvula 4/3 en posición arena dicha posición hace que el aire comprimido haga expulsar la arena del reservorio mediante la pistola sanblast hacia los electrodos, este choque produce que se limpien la carbonilla o cualquier otra sustancia que se encuentre en el extremo inferior de la bujía para que se realice esta limpieza basta con dejar la válvula en posición arena por un tiempo de 15 segundos dado este paso se procede a limpiar la bujía con aire comprimido puro esto se logra cambiando la válvula 4/3 a la posición de aire de esta manera el aire comprimido sale directamente hacia los electrodos limpiándolos de toda la arena que pueda quedarse en los electrodos para limpiarlos solo hace falta mantener la palanca de la válvula 4/3 en posición aire no por mas de 10 segundos y luego dejarla en posición media en dicho estado la válvula permanece cerrada y el aire comprimido permanece bloqueado, de esta manera ha finalizado la parte de la limpieza de la bujía y esta lista para ser probada.

5.2.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA COMPROBADOR DE BUJÍAS

Para realizar la comprobación de una bujía primeramente se procede con la limpieza de la bujía seguidamente se la enrosca en el suplex que es parte de la cápsula de presión y se coloca el cable de alta tensión que se inicia desde la bobina, el siguiente paso es asegurarse que el compresor este conectado al banco de pruebas, aplastamos el pulsador el cual esta conectado a un circuito electrónico y la bobina este sistema logra activar la bujía y observamos la intensidad de chispa que salta en la bujía mediante el espejo que se encuentra bajo el cristal que hace de fondo a la cápsula de presión, seguidamente abrimos la válvula reguladora de presión y observamos el manómetro simultáneamente activando el pulsador solo en ese momento nos podemos dar cuenta del estado en el que se encuentra la bujía ya que el manómetro nos va a dar la lectura de la cantidad de presión con la que estamos presurizando la cápsula que aloja la bujía y la chispa no deberá desaparecer ni debilitarse en caso que desaparezca o varíe mucho el color eso nos indica que la bujía ya no esta en buen estado y deberá ser reemplazada por una bujía nueva en el automóvil y ser desechada la bujía en mal estado .



Fig. 5.13

CAPITULO VI

6-1.- CONCLUSIONES

1. Se logra un ahorro sustantivo de dinero, debido al mínimo mantenimiento (afinamiento) del sistema de encendido (la puesta a punto se mantiene durante mucho más tiempo).
2. Se comprueba indirectamente que mejora el proceso de combustión a pesar de las condiciones desfavorables de formación de la mezcla (mezcla pobre),

haciendo la combustión más completa debido a la presencia de una chispa más vigorosa y extensa que permite disminuir el tiempo en el proceso de combustión.

3. El combustible se quema con mayor eficiencia y como consecuencia de ello, se logra disminuir la producción de emisiones tóxicas que salen en los gases de escape.
4. Se puede deducir que a parte de las recomendaciones en lo concerniente a duración y mantenimiento del fabricante de bujías se convierte en un proceso indispensable utilizar el Comprobador limpiador de bujías a base de aire.
5. Se convierte en una herramienta útil para el mantenimiento y la seguridad del sistema de encendido.
6. En la actualidad los usuarios del servicio exigen mayor precisión en los trabajos convirtiéndose en una norma mantener un estatus alto de servicio.

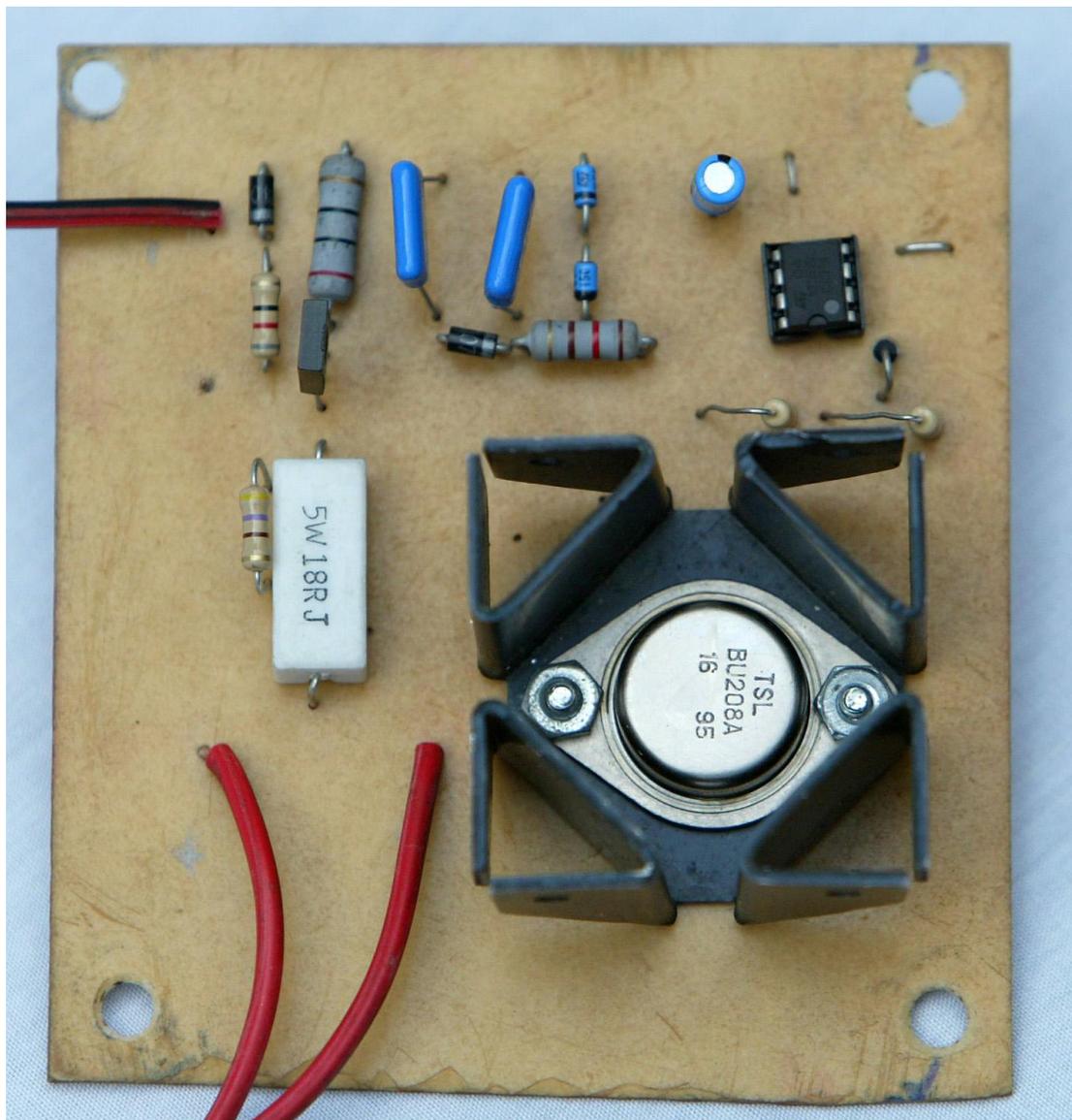
6.2.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que este proyecto sea difundido a los alumnos de la facultad indicando sus usos y beneficios.
2. Se debería fomentar la producción de equipos de similares características a los alumnos para fines didácticos y una posterior utilización como herramienta de trabajo.

3. Se recomienda se mantenga en vigencia este equipo y posibles actualizaciones, que como es lógico los fabricantes de bujías se mantiene en permanentes cambios tecnológicos.

4. Se recomienda elaborar un plan de Comercialización de estos equipos a Centros de servicio y mantenimiento de vehículos.

ANEXOS



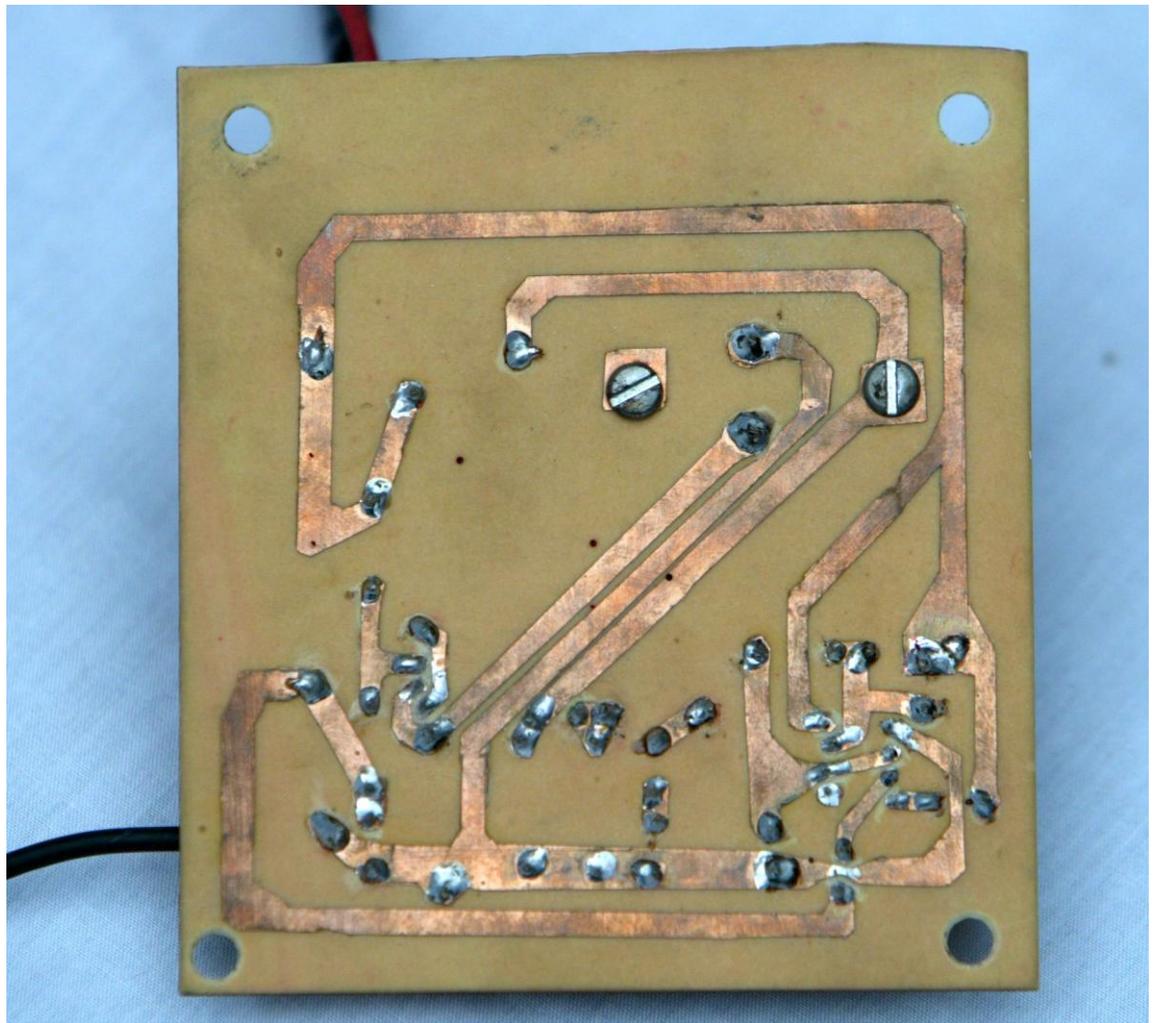












LIMPIADOR Y COMPROBADOR DE BUJIAS A BASE DE PRESION DE AIRE

NA



AIRE

VALVULA SELECTORA

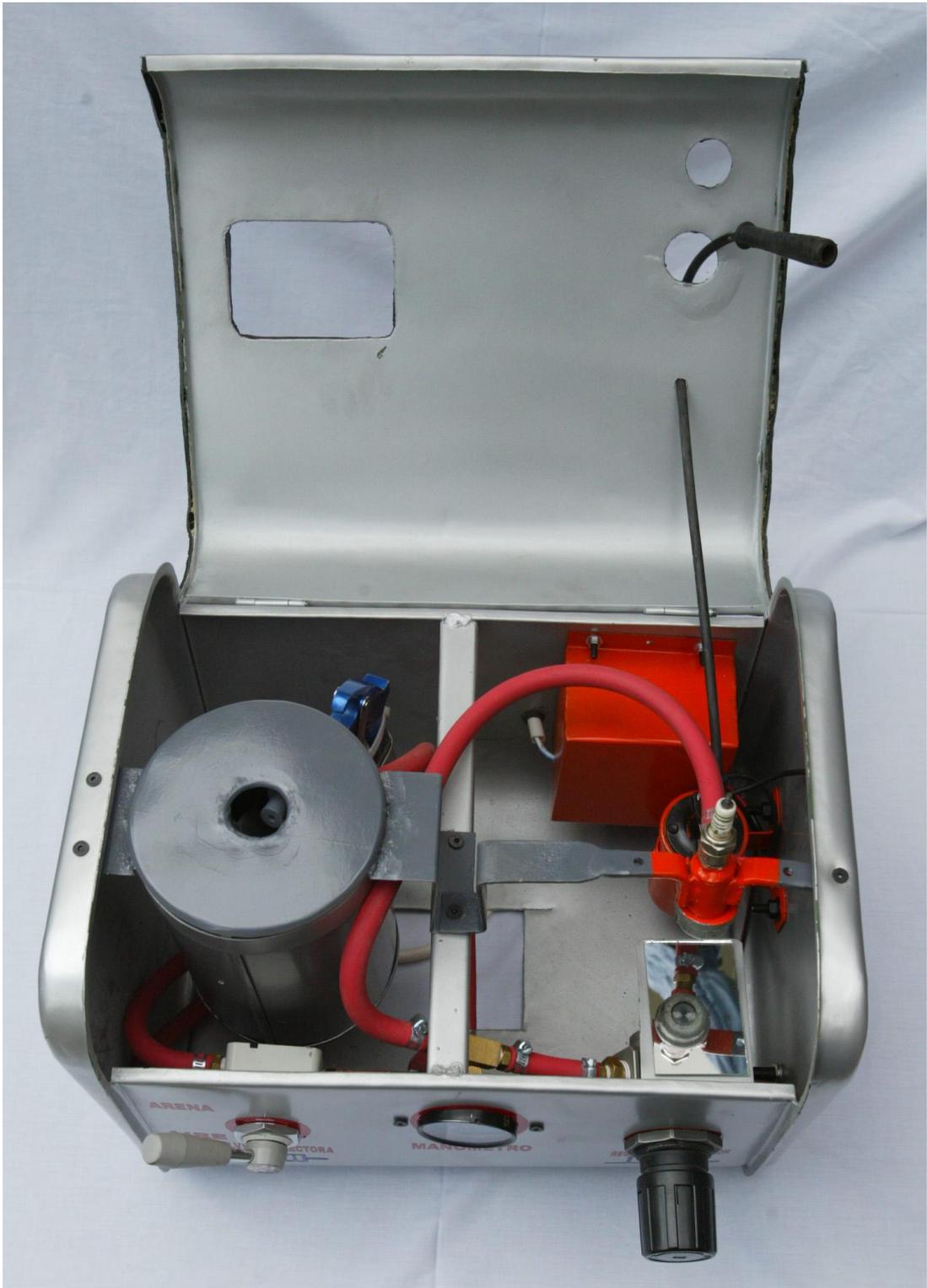


MANOMETRO



REGULADORA DE PRESION















Latacunga, junio del 2004

LOS AUTORES

MAURICIO VELÁSQUEZ SERRANO

FABRICIO GALEAS CASTRILLON

EL DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Juan Castro

EL SECRETARIO

Dr. Mario Lozada