

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

***Modificación y preparación de un vehículo SUZUKI FORSA I para
competencia de Rally, que a futuro represente a la
Universidad Internacional del Ecuador.***

**Subtema: Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo
SUZUKI FORSA I para competencia de Rally.**

Manuel Esteban Moreno Vallejo

David Alberto Estupiñán Vega

Director: Ing. Miguel Granja

2009

Quito, Ecuador

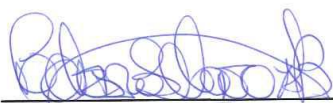
CERTIFICACIÓN

Yo, Marcelo Fabricio Garrido Iturralde declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.



Marcelo Fabricio Garrido Iturralde
CI: 1711151447

Yo, Pedro Santiago Montoya Balarezo, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Marcelo Fabricio Garrido Iturralde, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.



Ing. Pedro Santiago Montoya Balarezo
Director

AGRADECIMIENTO

La educación y valores que se me han inculcado, a través de, no solo el acertado consejo de mis padres, sino además el ejemplo recibido por la gente que me ha rodeado toda la vida, han permitido que esté donde estoy y me han encaminado a ser el hombre que soy.

Esa constante inquietud por querer saber más, por querer encontrar una respuesta a tantas interrogantes que tiene la vida; la infaltable capacidad de asombro que radica en aquellos corazones que se identifican con las ciencias y la razón, motivándonos día a día a construir una nueva realidad, respaldada con hechos e hipótesis bien demostradas.

Finalmente al apoyo de todos aquellos que creyeron en mí, dándome las herramientas teóricas y prácticas para culminar con éxito esta carrera; esa credibilidad que me reafirmó, una vez más, que querer es poder cuando uno se lo propone.

David Alberto Estupiñán Vega

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, amigos, compañeros, profesores y demás personas que han rodeado mi vida y que desde muy pequeño me fueron moldeando hasta hacer de mi quien soy, gracias a todos ustedes por brindarme su conocimiento, su paciencia, su amistad ya que gracias a todo eso me he convertido en un hombre con valores, responsable, con sed de conocimiento y que a medida que pasa el tiempo tiene metas más altas por alcanzar.

Gracias a Dios por permitir que todas estas personas hayan sido parte de mi vida y puedan compartir conmigo este momento.

Manuel Esteban Moreno Vallejo

DEDICATORIA

A mi familia y amigos, de todo corazón les dedico este proyecto, puesto que sin su incondicional apoyo nada de esto hubiera sido posible; palabras de aliento que paso a paso fueron ayudando a amasar esta realidad, la cual ahora me permite cerrar un capítulo en mi vida que de seguro me va a abrir muchas puertas a futuro, tanto en el campo profesional, como en el ámbito personal.

Todos aquellos quienes, con su conocimiento y experiencia en el tema, han sido de cierta forma, también partícipes de esta meta cumplida; consejos y recomendaciones que los vuelven igual de responsables que yo, en lo que ahora es el punto de partida para futuras generaciones que, con su pericia y tenacidad, van a seguir aportando al desarrollo y mejoramiento de esta tesis.

David Alberto Estupiñán Vega

DEDICATORIA

Dedico este gran paso en mi vida a mis padres, hermano, tíos y a todos aquellos que han puesto su granito de arena, pues confiaron y me dieron ánimos para seguir adelante con mis proyectos, mis ambiciones y mis metas.

*Este proyecto se logró con el esfuerzo de mucha gente, no es fácil trabajar en equipo, pero hoy hemos demostrado que se pueden lograr metas mucho más altas si el grupo trabaja por un mismo ideal, y aún más si está integrado por excelentes personas y estudiantes como son mis compañeros, ya que juntos lo alcanzamos lo dedico a cada uno de los integrantes del grupo pues fuimos los pioneros en un proyecto de esta magnitud y hemos abierto la puerta para algo más grande, ¡lo logramos muchachos!
Éxito para cada uno de ustedes...*

Manuel Esteban Moreno Vallejo

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRAFICO DE TESIS**

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ



ESCUELA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TÍTULO: Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA I para competencia de Rally.

AUTOR(ES): Manuel Esteban Moreno Vallejo

David Alberto Estupiñán Vega

DIRECTOR: Ing. Miguel Granja

ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS:

FINANCIAMIENTO: SI

NO: X

PREGADO:

POSGRADO:

FECHA DE ENTREGA DE TESIS:

Día

Mes

Año

GRADO ACADÉMICO OBTENIDO:

No. Págs.

No. Ref. Bibliográfica:

No. Anexos:

No.

Planos:

RESUMEN:

El sistema eléctrico de un vehículo, en este caso el de un SUZUKI FORZA I, es tan importante como el resto de sistemas que permiten, en conjunto, un funcionamiento óptimo del automotor. Considerando aspectos como el lugar y año de fabricación, tipo de energía de trabajo, condiciones geográficas donde se va a utilizar, entre otros factores igual de influyentes, son muchas las diferencias que puede haber, tanto para la conducción, como para las reformas y demás modificaciones que se pueden hacer en pos de mejorar su desempeño.

Los circuitos eléctricos tienen un principio de funcionamiento bastante general, necesitan de una fuente de poder (batería), la cual genera una corriente, por uno de

sus extremos, que circula por un conductor (cable) hacia un consumidor (resistencia), para finalmente retornar al extremo restante de la fuente de poder por medio de otro conductor; si en algún punto de la conexión se abre el circuito, la corriente deja de pasar porque se acaba la diferencia de potencial creada por la fuente de poder (flujo de electrones) y, por ende, el consumidor deja de funcionar.

En la actualidad, prácticamente todos los vehículos utilizan un voltaje de corriente continua (12 voltios) para poder funcionar; siendo esta, la fuente de energía que abastece a todos los sistemas eléctricos y electrónicos, tenemos que tener en cuenta que cuando los valores varían grandemente, se pueden producir fallas en los distintos circuitos. Si bien algunos sistemas demandan un voltaje menor, los 12V entregados por la batería, pueden alterarse por medio de resistencias que disminuyen su magnitud, de acuerdo al trabajo y a la composición de los elementos que van a recibir dicha corriente.

De la mano con el voltaje, el cual determina la fuerza con la que circulan los electrones, a través de un conductor que opone una resistencia a su paso, está la intensidad de corriente, que no es más que la cantidad de electrones que pasan por dicho conductor, completándose el triángulo de la ley de OHM, la cual integra estas tres variables para los distintos cálculos de funcionamiento de un circuito eléctrico.

El hecho de que los valores de voltaje se mantengan constantes, no significa que un consumidor de corriente va a funcionar correctamente puesto que, como se mencionó anteriormente, las otras dos variables repercuten directamente en como se va a comportar dicho consumidor; si la intensidad de corriente (amperaje), no es la suficiente para hacer girar un motor de arranque por ejemplo, puede que el voltaje que le llega siga siendo de 12 voltios, así como puede que otros elementos que demandan un amperaje menor sigan funcionando normalmente, pero por no recibir la cantidad

suficiente de amperios (electrones), dicho motor no va a girar de ninguna manera, por más fuerza de desplazamiento que tengan esos pocos electrones.

Para mejorar las prestaciones de un vehículo, en cuanto a la parte eléctrica, tenemos que aplicar todo lo referido anteriormente de manera que, sin deteriorar ninguno de los componentes, se pueda incrementar la demanda de corriente y así, ganar más potencia de manera integral; cambios como, por ejemplo, una bobina de encendido que genere mayor voltaje, consiguiéndose inmediatamente una chispa en la bujía de mucha más intensidad y temperatura que, a su vez, va a conseguir que la mezcla en el cilindro se inflame con más fuerza y rapidez para, finalmente, generar más potencia en el motor; eso sí, considerando de igual manera, como este incremento de corriente va a repercutir en los cables que la conducen hasta la bujía, la cual también debe soportar esta carga térmica adicional, caso contrario la mejora terminaría siendo una pérdida de tiempo, potencia y dinero.

SUMMARY:

The electric system of a vehicle, in this case a SUZUKI FORZA I, is as important as the rest of systems that allow, on the whole, a good operation of the car. Considering aspects like the place and year of production, type of energy, geographical conditions where it will be used, among other factors as influential, there will be many differences between them, so much for the driving, like for the overhauling and other modifications that can be made to improving their performance.

Electric circuits have a principle of quite general operation, they need an energy source (battery), which generates a current, in one of their ends, that circulates through a driver (cable) toward a consumer (resistance), returning finally to the

remaining end of the energy source by means of another driver; if at some point in the connection the circuit opens, the current stops flowing, this because the potential difference created by the energy source (flow of electrons) also stops and, therefore, the consumer doesn't work anymore.

At the present time, almost all vehicles use a continuous current voltage (12 volts) to be able to work; knowing that this is the amount of energy that supplies all the electric and electronic systems, we have to keep in mind that when the values vary largely, flaws can take place in the different circuits. Although some systems demand a smaller voltage, the 12V supplied by the battery, can be changed with resistances that diminish its magnitude, according to the function and to the composition of the elements that will receive this current.

Next to the voltage, which determines the strength with which the electrons circulate through a driver who opposes resistance to their flow, we find the current intensity, which is not other thing than the quantity of electrons that pass through this driver, being completed the OHMs law triangle, which integrates these three variables for the many different calculations in which a electric circuit can work.

The fact that voltage values stay the same, doesn't mean that a current consumer will work correctly because, like it was mentioned previously, the other two variables rebound directly in how this consumer will behave; if this current intensity (amperage), is not enough to generate movement in an engine starter for example, it could be receiving as much voltage as it needs to function, as well as many other elements that demand a smaller amperage will continue working normally, but for not receiving enough quantity of amperes (electrons), this starter won't rotate in no way, no matter how much displacement strength those few electrons have.

To improve the benefits of a vehicle, as for the electric part, we have to apply all referred previously so that, without deteriorating none of the components, current demand can be increased, gaining, with this, a better performance in an integral way; changes like, for example, an ignition coil that generates a bigger voltage, being gotten immediately a spark, in the spark plug, of much more intensity and temperature that, in turn, will help the mixture in the cylinder to become inflamed with more effectiveness and speed, generating finally, more power to the engine; for all this to work, we have to consider also, how this current increment will affect the cables that drive it to the spark plug, which should also resist this additional thermal load, otherwise, the improvement would be transformed into a lost of time, power and money.

CAPITULO I

ELECTRICIDAD

1.1 INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la electricidad (proveniente del griego elektron, que significa ámbar) como derivación científica o una rama de la física, comenzó con observaciones aisladas y simples especulaciones o intuiciones médicas hace muchos siglos; tal es el caso del uso de peces eléctricos en enfermedades como la gota y el dolor de cabeza, u objetos arqueológicos de interpretación discutible (la [batería de Bagdad](#)). [Tales de Mileto](#) fue el primero en observar los fenómenos eléctricos cuando, al frotar una barra de ámbar con un paño, notó que la barra podía atraer objetos livianos. Mientras la electricidad era todavía considerada poco más que un espectáculo de salón, las primeras aproximaciones científicas al fenómeno fueron hechas por investigadores sistemáticos en los siglos XVII y XVIII como [Gilbert](#), [von Guericke](#), [Henry Cavendish](#), [Du Fay](#), [van Musschenbroek](#) y [Watson](#). Estas observaciones empiezan a dar sus frutos con [Galvani](#), [Volta](#), [Coulomb](#) y [Franklin](#), y, ya a comienzos del siglo XIX, con [Ampère](#), [Faraday](#) y [Ohm](#). La electricidad se ha considerado con frecuencia una forma misteriosa de la energía, debido a que es invisible. Sin embargo, la electricidad sigue ciertas leyes naturales que, una vez conocidas, permiten formar una descripción mental de aquello que no puede verse, y así ayudar a determinar los principios eléctricos básicos de cualquier sistema físico. La aplicación de la electricidad al automóvil es tal, que en la actualidad, los vehículos están provistos de un gran número de aparatos cuyo funcionamiento se produce gracias a la transformación de la energía eléctrica en otra clase de energía (mecánica, calorífica,

química, etc.), empleándose componentes de los más variados tipos, que realizan las funciones más diversas, en beneficio de una mayor seguridad de los vehículos así como más confort para los ocupantes.

1.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

Como ya es sabido, todos los cuerpos que se encuentran en la naturaleza están formados por una cantidad determinada de minúsculas partículas unidas entre sí, cada una de las cuales está compuesta por varias moléculas, que a su vez están constituidas por varios átomos. El átomo es la porción más pequeña de la materia y está formado por una parte central llamada núcleo, alrededor del cual giran en continuo movimiento y con distintas órbitas una serie de electrones, cada uno de los cuales está cargado con electricidad. Entonces, la palabra electricidad deriva, en parte, de la palabra electrón. Un electrón es parte de un átomo (partícula con carga negativa), siendo la energía eléctrica un flujo de electrones que, mediante la aplicación de una fuerza los desplaza de sus órbitas para producir así esta corriente eléctrica, que es, por tanto, el movimiento de electrones en un determinado sentido. Para que estos fluyan, deben contar con un circuito o camino, compuesto básicamente de un cable que conecta una batería a un foco, por cuyo filamento atraviesa una corriente que regresa a la batería por otro cable de retorno. (Véase la figura 1.1.). Dicho circuito debe estar formado con materiales que permitan el flujo de electrones. Tales materiales se denominan conductores, y son aquellos elementos que tienen muchos electrones libres, lo que permite el paso sin dificultades de un flujo de corriente, o lo que es lo mismo, el desplazamiento de electrones entre sus átomos. Los materiales que se oponen al flujo de electrones se denominan aislantes o dieléctricos, y son aquellos elementos que cuentan con muchos electrones ligados, restringiendo así el

flujo de los mismos. La conductividad de un material guarda estrecha relación con las características de sus átomos, siendo decisivas tanto la estructura del átomo individual, como la acción combinada de todos ellos para modificar dicha conductividad. Los cuerpos cuyos átomos no tienen completa de electrones su capa exterior, son por lo general buenos conductores, como es el caso de los metales, aunque en la unión de varios átomos puede quedar modificada esta propiedad.

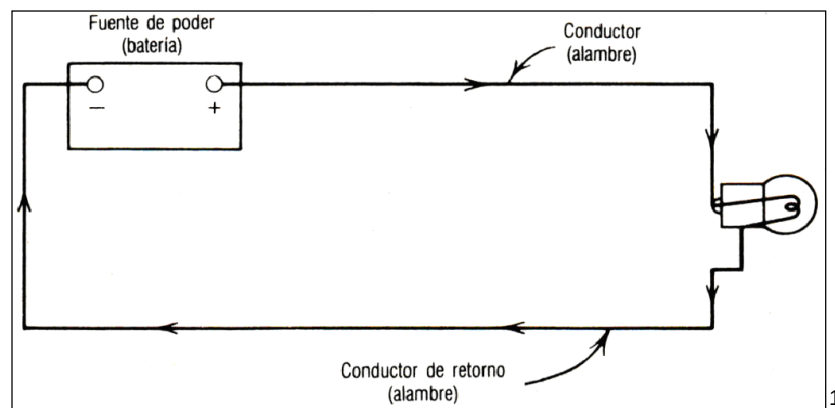


Figura 1.1 Circuito eléctrico simple.

1.2.1 Corriente Continua

La corriente continua (CC, DC) es el flujo extendido de **electrones**, en un solo sentido, a través de un **conductor** cuyos dos extremos llegan a un diferencial de potencial o acumulador de corriente. El flujo va desde el polo negativo de la fuente, al polo positivo de la misma; al desplazarse los electrones en este sentido, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al polo negativo de la fuente; es así que, por convenio, se refiere como corriente eléctrica a la creación consecutiva de vacíos que producen

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

descompensaciones atómicas cargadas positivamente, aunque sea a consecuencia del flujo de electrones en la dirección opuesta. Por tanto, ya que el sentido de la corriente eléctrica es del polo positivo de la fuente al polo negativo y contrario al flujo de electrones, esta corriente tendrá siempre el mismo signo; siendo así, se consideran estos vacíos con carga positiva como la referencia para tomar valores de flujo eléctrico.

Un (-1) electrón desplazado de su átomo, equivale a un (+1) espacio vacío creado en su órbita.

La corriente continua se caracteriza por su tensión, ya que, al tener un flujo de electrones determinado y sostenido en el tiempo, proporciona un valor fijo de voltaje (véase la figura 1.2.) con signo continuo y siempre en el mismo sentido. Los rangos de voltaje que maneja la CC son bajos, fluctuando comúnmente desde milivoltios hasta unos cuantos voltios.

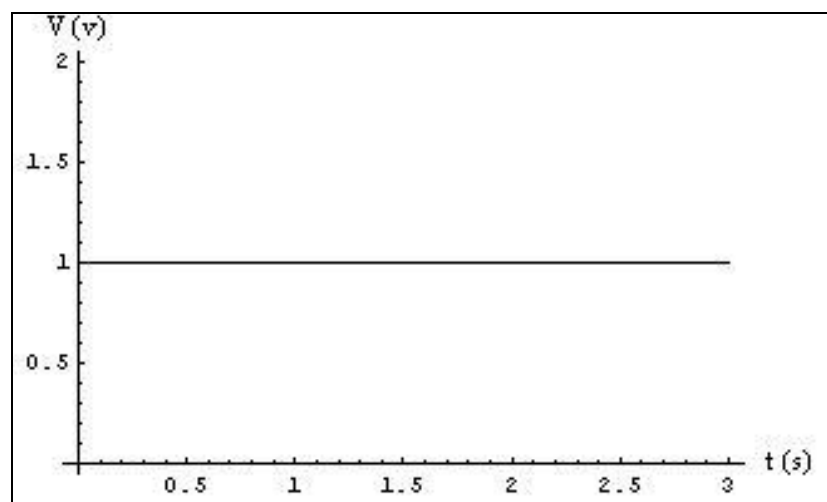


Figura 1.2 Diagrama V-t (tensión-tiempo), DC 1 voltio.

1.2.2 Corriente Alterna

La corriente alterna (CA, AC), es aquella donde el flujo de electrones varía, en cuanto a valores de magnitud y dirección, de manera periódica, por lo que tales electrones no se desplazan de un polo al otro de la fuente, sino que a partir de su posición fija en el cable (centro), oscilan de un lado al otro a través del conductor. Por tanto, la corriente así generada no es un flujo de dirección constante, sino que va cambiando de sentido y por tanto de signo continuamente, con tanta rapidez como la frecuencia de oscilación de los electrones. Este tipo de corriente se produce mediante un tipo de generador llamado alternador, elemento que transforma la energía mecánica en energía eléctrica; puesto que dicha corriente permite obtener voltajes mucho más altos y, por consiguiente, grandes cantidades de energía, es la fuente de suministro eléctrico más utilizada en la actualidad, manejando rangos de voltaje que van desde unos pocos cientos hasta los miles de voltios. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda **senoidal** (véase la figura 1.3.), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía, a través de la variación constante de la corriente según una onda cíclica. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda **periódicas**, tales como la triangular o la cuadrada.

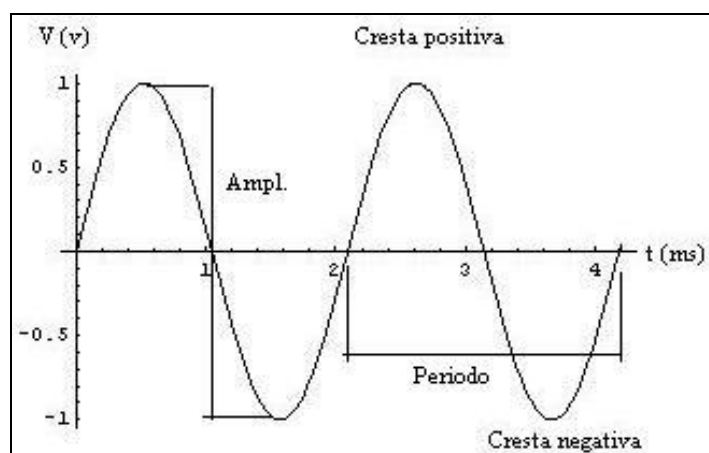


Figura 1.3 Diagrama V-t (tensión-tiempo), AC 1 voltio.

Al igual que cualquier tipo de onda, la figura 1.3 está caracterizada por su *amplitud* (tensión de cresta positiva a cresta negativa) 2v, *período* (tiempo que tarda en completar un ciclo u oscilación) 2.1ms y *frecuencia* (número de ciclos u oscilaciones en un segundo) 476,2Hz (oscil/seg). El ciclo esta compuesto de dos semiciclos, negativo y positivo, los cuales pueden indicar una corriente pulsante.

Teoría convencional: la corriente circula desde el polo positivo de la fuente hasta su polo negativo (se consideran como valores de referencia (+) los vacíos dejados por los electrones desplazados).

Teoría electrónica: el flujo de la corriente va desde el polo negativo de la fuente hasta su polo positivo (se consideran como valores de referencia (-) los mismos electrones desplazados).

1.3 LEY DE OHM

El físico alemán Georg Simon Ohm (1787–1854), comprobó experimentalmente que cuando se aplica a un circuito eléctrico determinado, una diferencia de potencial doble o triple, se obtiene una intensidad de corriente doble o triple también.

$$\frac{E}{I} = \frac{2E}{2I} = \frac{3E}{3I} = \dots\dots\dots R$$

Por tanto, la ley de Ohm formula y determina en 1827 que, “La intensidad de corriente eléctrica obtenida en un circuito, es directamente proporcional a la tensión aplicada, e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica del mismo”¹.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

La expresión algebraica de esta ley es:

$$I = \frac{E}{R}$$

Siendo I , la intensidad de corriente en amperios; E , la tensión aplicada en voltios; y finalmente R , la resistencia en ohmios.

De esta expresión deducimos:

$$E = I \times R \quad ; \quad R = \frac{E}{I}$$

En otras palabras, para definir el comportamiento de un flujo eléctrico tenemos que:

Es necesario aplicar un voltio de fuerza, para desplazar un amperio de electrones a través de un conductor que opone una resistencia de un ohmio a su paso.

1.3.1 Tensión de la corriente eléctrica

Hemos visto que, para hacer circular electrones a través de un circuito, es necesaria una fuerza eléctrica (*fuerza electromotriz*) que los empuje. A esta fuerza se la llama tensión o diferencia de potencial y, también, en el lenguaje de taller, voltaje.

Supongamos dos recipientes de agua (véase la figura 1.4.) unidos por sus partes inferiores y que se encuentran a distinto nivel, tal como se ve en la figura. Entre ellos hay una diferencia de nivel y gracias a ella, cuando se abre la llave de paso, el agua pasa del depósito 1 al 2, hasta que los niveles de ambos sean iguales, es decir, hasta que no exista diferencia de nivel. Lo mismo se aplica a un circuito eléctrico (véase la

figura 1.5.), en el cual, se dispone de un generador, en el que existe una diferencia de potencial eléctrico (*d.d.p.*) entre sus bornes y que está unido a un receptor (en este caso una lámpara) mediante hilos conductores. Al cerrar el interruptor, se establece una corriente eléctrica en el circuito. Los electrones, empujados por la fuerza eléctrica del generador, transmitirán este empuje de unos a otros a través de todo el circuito, moviéndose por él.

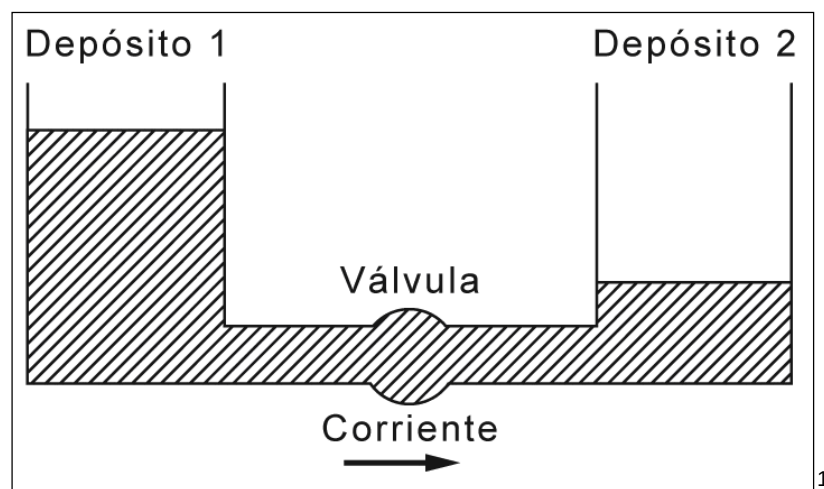


Figura 1.4 Depósitos de agua con desnivel.

Así entonces, como vimos en la figura 1.4, en donde el agua pasa del depósito 1 al 2 debido a la diferencia de nivel entre ambos, si se quiere mantener la circulación constante del agua, es necesario mantener la diferencia de nivel entre los depósitos, lo cual puede conseguirse bombeando el agua que llega al depósito 2, para hacerla regresar por otro camino (de vuelta) al depósito 1. La bomba, en este caso, realiza un trabajo manteniendo la diferencia de nivel. De manera semejante, en el circuito eléctrico de la figura 1.5, es necesario mantener la diferencia de potencial aplicada al circuito (por medio del generador), para conseguir que siga circulando la corriente

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

eléctrica, pues en el momento que no exista *d.d.p.*, cesa la corriente. El trabajo necesario para mantener la *d.d.p.*, lo realiza el generador, que produce una fuerza electromotriz, gracias a la cual aparece la *d.d.p.* entre sus bornes y, debido a ello, los electrones del circuito son empujados por el borne de mayor potencial y atraídos por el otro, produciéndose el movimiento de los mismos a través del circuito, desde el punto de mayor potencial al de menor, que dura mientras exista *d.d.p.*

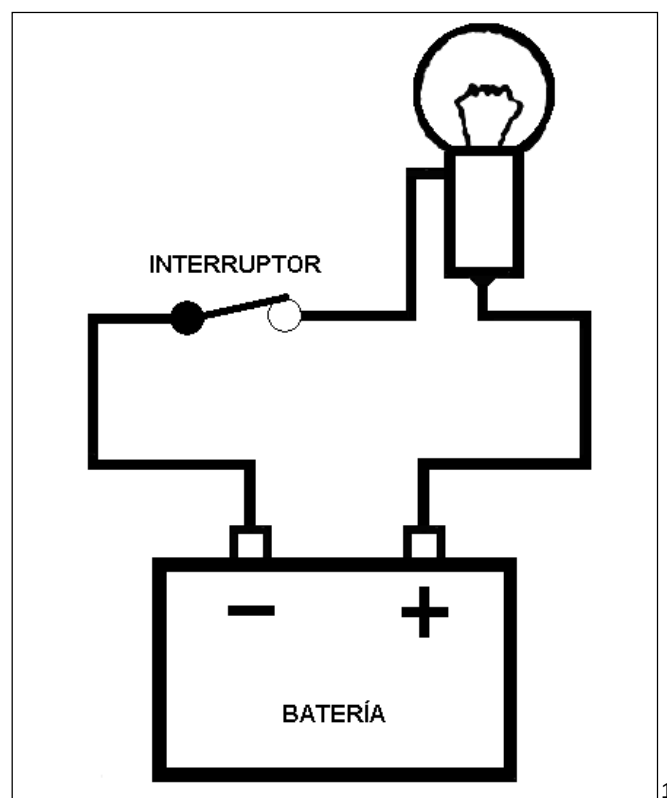


Figura 1.5 Circuito Eléctrico con ddp.

Resumiendo, así como el agua no circulará en un sistema de tuberías a menos de que haya una fuerza o presión que la empuje, tampoco circulará la corriente en un circuito si no hay una fuerza o presión que la empuje. Esta presión eléctrica, también

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

llamada fuerza electromotriz, como ya dijimos, se mide en volts (voltios). El voltaje es, entonces, una medición acerca de una diferencia de potencial, o diferencia entre la fuerza de cargas opuestas. Se sabe que los átomos se componen de partículas con cargas positivas (+) y partículas con cargas negativas (-). Igualmente se sabe que cuando un átomo pierde un electrón, queda cargado positivamente y obtendrá un electrón tomándolo de un átomo vecino para recuperar su equilibrio eléctrico. Una batería, u otra fuente de energía eléctrica, suministra una gran carga positiva (+) en una Terminal y una gran carga (-) en la otra. El voltaje es una medida de la diferencia en fuerza entre dichas dos cargas. Tal diferencia se halla presente tanto si la batería se encuentra en un circuito como si no lo está.

El aparato capaz de medir la tensión se llama voltímetro y se monta en derivación con el circuito cuya diferencia de potencial aplicada se quiere conocer. Dicho de otra forma, los bornes del voltímetro deben unirse a los dos puntos entre los que existe la *d.d.p.* que se quiere medir y, para realizar la medición, el circuito debe estar funcionando.

1.3.2 Intensidad de la corriente eléctrica

En un circuito eléctrico puede haber mucha o poca corriente, según pasen por él muchos o pocos electrones por segundo. Se llama intensidad a la cantidad de corriente eléctrica que circula por un conductor en una unidad de tiempo. Su unidad de medida es el amperio. La intensidad de la corriente eléctrica corresponde en el circuito hidráulico de la figura 1.4, a la cantidad de agua que pasa de un depósito a otro en un tiempo determinado, es decir, el caudal. La unidad de medida de intensidad de corriente se eligió, tomando como referencia los efectos químicos que produce una corriente cuando atraviesa una disolución de nitrato de plata (véase la figura 1.6.), en

cuyo caso, algunas partículas del metal dejan el líquido para depositarse en la placa negativa, como si la corriente arrastrase el metal que hay en la disolución. El peso de plata depositado en cada segundo, es proporcional a la intensidad de la corriente.

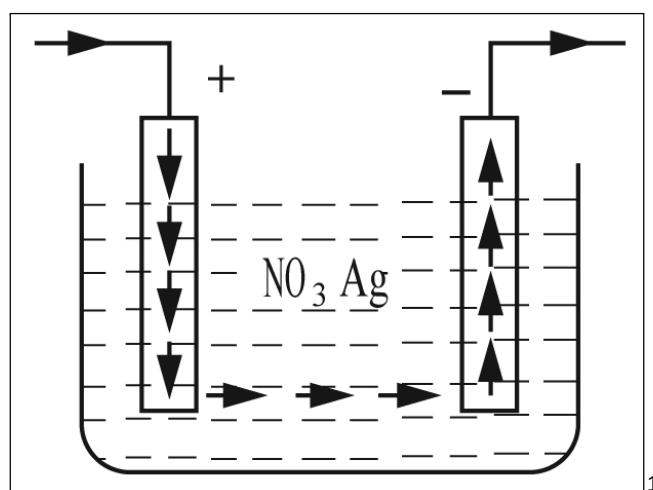


Figura 1.6 Disolución de nitrato de plata.

Un amperio, es la corriente continua que al pasar por una disolución de nitrato de plata deposita 0,001118 gramos de plata en cada segundo.

El aparato capaz de medir la intensidad de una corriente eléctrica se llama amperímetro y se conecta en el circuito en serie, es decir, de manera que la corriente eléctrica pase en su totalidad por él. El galvanómetro es un amperímetro muy sensible. Tomando como referencia un punto cualquiera de un circuito eléctrico, la cantidad de carga eléctrica que pasa por ese punto es

$$Q = I \times t$$

Siendo I la intensidad de corriente eléctrica y t el tiempo en segundos. Así pues, al producto $I \times t$ se le denomina cantidad de electricidad y se mide en culombios. Cuando

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

la intensidad es de un amperio, la cantidad de electricidad que pasa por el conductor en la unidad de tiempo es de un culombio y esto supone que han pasado por el conductor 6.28 millones de electrones en cada segundo. De aquí deducimos que la corriente de un amperio hace pasar por un conductor un culombio en un segundo.

$$I = \frac{Q}{t}$$

El amperio-hora es un múltiplo del culombio y representa la cantidad de electricidad que pasa por un conductor, recorrido por la corriente de un amperio, durante un tiempo de una hora. Un amperio-hora equivale a 3.600 culombios.

1.3.3 Resistencia de la corriente eléctrica

El paso de la corriente eléctrica no se realiza en todos los conductores con la misma facilidad, pues, como ya hemos visto, la estructura atómica de los cuerpos influye grandemente en la facilidad de desplazamiento de los electrones, así como otras causas que pasamos a considerar a continuación.

Se llama resistencia, a la oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica, es decir, la dificultad que encuentran los electrones para desplazarse, ocupando órbitas distintas en los átomos cercanos. Su unidad de medida es el ohmio (Ω). Un ohmio es la resistencia eléctrica de una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y 103,6 cm. de longitud a la temperatura de cero grados centígrados.

Según la resistencia que oponen los cuerpos al paso de la corriente eléctrica, se clasifican, como ya vimos, en conductores y aislantes. La experiencia demuestra que la resistencia de un conductor es tanto mayor, cuanto más longitud tenga y menor sea su sección. También es evidente que cuanto mayor sea el número de electrones libres

en una sustancia, menor es su resistencia eléctrica, puesto que los electrones pueden desplazarse con mayor facilidad por ella, luego, la resistencia depende también del tipo de material con que está fabricado el conductor. Dicho de otra forma, la resistencia eléctrica de un conductor, es directamente proporcional a su longitud, e inversamente proporcional a su sección, dependiendo también de un factor p , llamado resistividad del conductor, que expresa de alguna manera el número de electrones libres que posee, es decir, su estructura atómica, o lo que es igual, la clase de sustancia de que esta hecho el conductor.

La expresión matemática es la siguiente:

$$R = \frac{p \times l}{s}$$

donde R es la resistencia en ohmios; l , la longitud en metros; s , la sección en milímetros cuadrados y p es la resistencia específica o coeficiente de resistividad, que depende del tipo de material del conductor y se expresa en

$$\frac{\text{ohmios} \times \text{metro}}{\text{milímetros cuadrados}}$$

La resistividad de las sustancias, varía con la temperatura. Las lámparas de alumbrado cuando alcanzan su temperatura de funcionamiento (aproximadamente 2.500 °C), tienen una resistencia específica unas diez veces mayor en frío debido a que el calor hace que la moléculas de los cuerpos se encuentren en constante movimiento, siendo su vibración tanto más rápida cuanto mayor es la temperatura, lo cual dificulta el desplazamiento de los electrones en el interior del cuerpo conductor cuando su temperatura se eleva. Lo contrario ocurre cuando el cuerpo se enfría, hasta tal punto, que a temperaturas del cero absoluto (-273 °C), la resistividad del cobre y

otros materiales es nula, debido a que sus moléculas no tienen ningún movimiento a esta temperatura, lo cual facilita el desplazamiento de los electrones de unas órbitas a otras cercanas.

1.4 CIRCUITOS

Se llama circuito eléctrico, al conjunto de elementos necesarios para que se establezca una corriente eléctrica; entonces, una vez mentalizados sobre la clara similitud entre un circuito eléctrico y uno de agua, es que podemos ahondar sobre la función y disposición de dichos elementos a través del automóvil. En la mayoría de autos, el terminal negativo (-) de la batería se halla conectado a tierra o conectado al bloque del motor y a las partes metálicas de la carrocería y el chasis. Debido a lo anterior resulta más fácil visualizar el flujo de corriente desde el terminal positivo (+) de la batería al negativo (-) y por tanto la teoría convencional del flujo de corriente será la que utilicemos de aquí en adelante.

Cuando la corriente fluye en un circuito, dicho circuito se dice que está cerrado o completo. Un circuito suministra un camino para el flujo de la corriente desde la fuente de poder a una carga. Debe igualmente suministrar un camino de retorno, de manera que la corriente pueda regresar a la fuente de poder. Existen pues, en todo circuito eléctrico, un generador, un receptor, un interruptor, un camino de ida y otro de vuelta. Al cerrar el interruptor, la corriente eléctrica recorre todo el circuito, hasta que la diferencia de potencial entre los bornes del generador sea cero. En el momento en que se abra el interruptor, el circuito queda cortado o abierto, pues los electrones no pueden saltar por el aire, que es aislante.

Así pues, todo consumidor, referido también como carga o receptor, en un circuito eléctrico convierte la energía eléctrica en otra forma de energía. En efecto, dicha carga

“gasta” energía eléctrica al producir movimiento, luz o calor. La diferencia entre el voltaje que entra a la carga y el voltaje que sale de la carga se denomina caída de voltaje. En los circuitos eléctricos suele disponerse, además, un fusible, que es un conductor de un grosor calibrado, de tal manera, que al pasar una cantidad excesiva de electrones se calienta y quema, quedando interrumpido el circuito y anulándose así, la llegada de tanta corriente al consumidor. Se coloca el fusible generalmente en el camino de ida, de acuerdo a la tolerancia de corriente de las distintas cargas situadas después del elemento protector a sacrificar; dicho en otras palabras, el fusible abre el circuito cuando, en un caso determinado, la intensidad de corriente (amperaje) supera el valor que demanda el consumidor para su funcionamiento, evitando así, que este exceso de corriente fluya por el receptor y queme alguno de sus componentes.

En los automóviles, el circuito eléctrico no es exactamente el explicado; aquí, como ya se dijo, consideramos como el camino de vuelta a la parte metálica del coche, llamada también masa. Con esta disposición queda el circuito como muestra la figura 1.7, con la ventaja de ahorrar el cable que constituye el camino de vuelta. Cuando en un circuito eléctrico se realiza un contacto indebido de un conductor de ida con otro de vuelta, se dice que se ha producido un cortocircuito, siendo sus efectos muy perjudiciales, como ya se verá. En la figura 1.8 se representa gráficamente un cortocircuito. Los electrones, en este caso, son desviados en el punto A desde un borne del generador al otro (circuito más corto) sin pasar por la lámpara; entonces, como la resistencia de la carga no figura en el circuito, la batería está en condiciones de mandar una cantidad excesiva de corriente por los alambres y las partes que permanecen en el circuito. Los alambres y demás elementos sobrecargados se recalentarán, lo que puede dar lugar fácilmente a un fuego eléctrico.

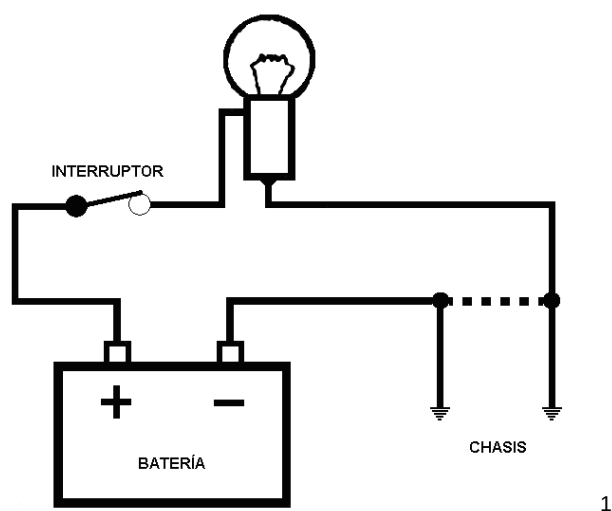


Figura 1.7 Circuito Conectado a masa.

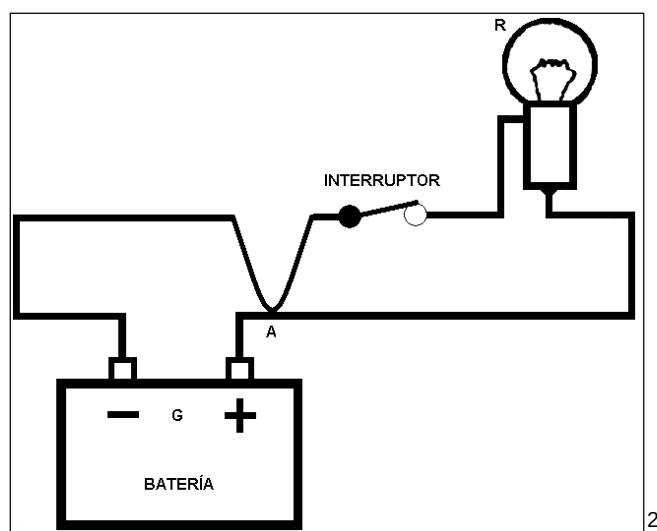


Figura 1.8 Conexión en Cortocircuito.

En el caso de los circuitos más complejos, conocidos también como circuitos electrónicos o tarjetas electrónicas, el principio es el mismo, pero con la diferencia de que los componentes son más numerosos y precisos, haciendo necesaria la utilización de muchos más interruptores (transistores) para controlar el trabajo de dichos sistemas en conjunto; cuando digo en conjunto, me refiero a circuitos integrados para

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

optimizar el espacio, reduciendo así, costos, tiempo y materiales. Estos circuitos trabajan con corrientes sumamente bajas en comparación a los sistemas eléctricos ordinarios, debido a la sensibilidad y fragilidad de sus partes; lo que se busca es que, tales transistores, que no son más que puentes controlados por una computadora o cerebro, dejen o no pasar la corriente de un lado a otro de los mismos (véase la figura 1.9). En otras palabras, la computadora recibe distintas señales de comportamiento provenientes de varios sensores de trabajo, compara los nuevos datos con valores prefijados y, de ser necesaria una corrección, envía una pequeña corriente al circuito de control del transistor (B), para que éste se active y cierre el circuito de trabajo (E), haciendo que fluya una gran corriente a través del actuador para su funcionamiento.

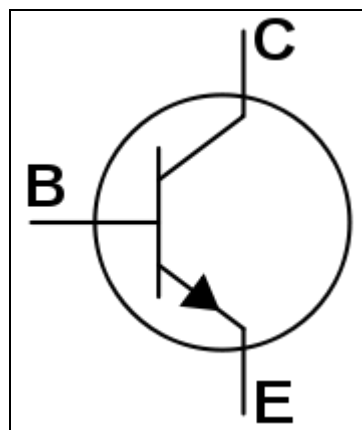


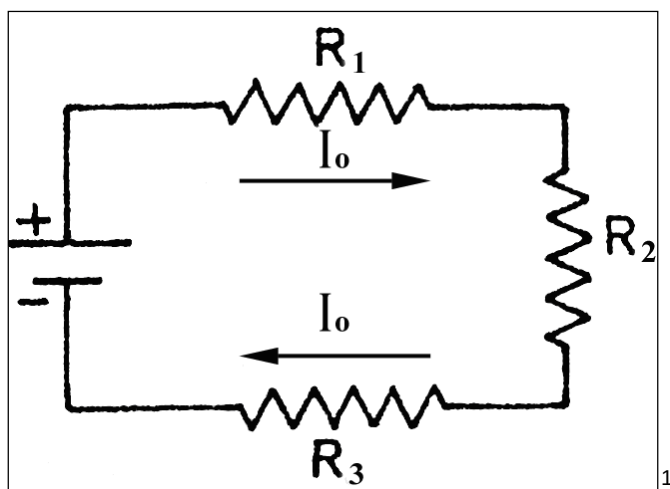
Figura 1.9 Transistor NPN

Como un ejemplo simple podríamos considerar el sistema de refrigeración de un vehículo, donde el WTS (sensor de temperatura de agua) detecta un incremento anormal de temperatura, envía la señal a la ECU (computadora), la cual compara el dato con los valores establecidos de funcionamiento, e inmediatamente envía una corriente de control para que el transistor (interruptor) se cierre, y así, permita el flujo de una corriente de trabajo por el circuito del electroventilador (actuador); una vez que

se alcanza nuevamente la temperatura ideal de trabajo, la computadora capta esta señal a través del sensor y corta la corriente de control del transistor, que a su vez, abre el circuito de trabajo y apaga el electroventilador.

1.4.1 En serie

Se dice que varios componentes de un circuito eléctrico están conectados en “*serie*”, cuando la totalidad de la corriente pasa por cada uno de ellos necesariamente. Cuando un circuito contiene sólo una carga y una fuente de poder, únicamente puede ser un circuito en serie. Los elementos del circuito se disponen unos a continuación de otros, tal como muestra la figura 1.10 en la que las cargas se representan con el símbolo de las resistencias. La denominación de resistencia, no implica necesariamente la idea de un accesorio llamado resistencia, instalado con el fin de oponerse al paso de la corriente eléctrica, sino que designa todo *aparato receptor* montado en el circuito, como pueden ser: lámparas, motores eléctricos, o cualquier otro componente consumidor de energía. Dicho circuito tiene un curso continuo para el flujo de la corriente. Por lo tanto la corriente fluye a través de todas la partes en secuencia.



¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Figura 1.10 Circuito conectado en serie.

En las agrupaciones de varias resistencias conectadas en serie, la intensidad de la corriente es la misma en cualquier punto del circuito, pues los electrones sólo tienen un camino (como pudimos ver en la figura 1.10.), y por ello, están obligados a pasar en igual cantidad por todas las resistencias. Si alguna de las resistencias falla o si el circuito se interrumpe en algún punto, el flujo de corriente se detiene en la totalidad del circuito. Algunos ejemplos de los circuitos en serie utilizados en los automóviles incluyen el circuito de arranque y el circuito primario del sistema de encendido por puntos de ruptura. Un circuito en serie suministra solo un curso para el flujo de corriente. Por ello rara vez se le utiliza en un circuito de iluminación que contenga dos o más focos. La figura 1.11 muestra un par de faros delanteros conectados en circuito en serie. Como se indica, la falla de uno de los faros daría por resultado un circuito abierto.

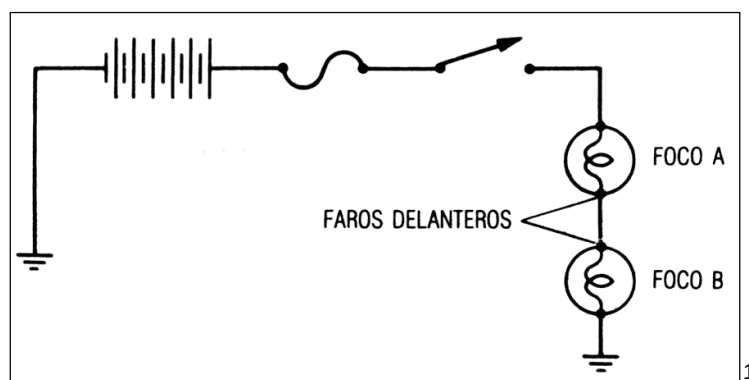


Figura 1.11 Dos focos dispuestos en serie.

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

El flujo de corriente se detendría y el otro faro se apagaría. Los circuitos en serie presentan otras desventajas que guardan relación con el flujo de corriente y el voltaje. Se sabe que la mayoría de los autos están equipados con baterías de 12 voltios (V). También se sabe que el voltio es una unidad de presión eléctrica. Una batería de 12 V provee una presión de 12 V para empujar la corriente a lo largo del circuito. La carga en el circuito se ha diseñado para operar con dicho voltaje. La carga se construye de tal manera que su resistencia permita que una presión de 12 V logre pasar corriente suficiente a través de la carga, de manera que la carga funcione adecuadamente. En efecto la “carga” agota el voltaje del circuito al convertir la energía eléctrica en energía de otro tipo. Lo anterior se denomina caída de voltaje, como se señaló antes. El circuito de la figura 1.10 es equivalente a otro cuya resistencia R_0 fuese la suma de R_1, R_2, R_3 . La intensidad I_0 de corriente en el circuito es:

$$I_0 = \frac{E_0}{R_0}$$

De donde se deduce que:

$$E_0 = I_0 \times R_0 \quad \text{o bien} \quad E_0 = I_0 \times (R_1 + R_2 + R_3)$$

Con lo cual, se cumple igualmente:

$$E_0 = I_0 \times R_1 + I_0 \times R_2 + I_0 \times R_3$$

Como

$$I_0 \times R_0 = E_0 ; I_0 \times R_1 = E_1 ; I_0 \times R_2 = E_2 ; I_0 \times R_3 = E_3$$

Se tiene también que:

$$E_0 = E_1 + E_2 + E_3$$

Si en (1) sustituimos E_0 tenemos

$$I_0 \times R_0 = I_0 \times R_1 + I_0 \times R_2 + I_0 \times R_3$$

Y dividiendo por I_0 queda

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3$$

que nos permite el siguiente enunciado: “la resistencia total de un circuito en el que los componentes están conectados en serie, es igual a la suma de las resistencias parciales de dichos componentes.” Igualmente, “la tensión total aplicada a un circuito por varios generadores conectados en serie, es igual a la suma de las tensiones parciales de los generadores conectados”.¹

Ejemplo: En la figura 1.12, la tensión total aplicada al circuito es:

$$E_0 = E_1 + E_2 + E_3 = 6 + 8 + 4 = 18 \text{ V}$$

De igual forma, la resistencia total es:

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 1 + 6 = 9 \Omega$$

La intensidad de corriente en el circuito es:

$$I_0 = \frac{E_0}{R_0} = \frac{18}{9} = 2 \text{ A}$$

Nótese que los generadores se han conectado de manera que sus fuerzas electromotrices sean del mismo sentido, para lo cual, debemos cuidar de unirlos eléctricamente con la polaridad adecuada, haciendo que sus bornes vayan

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

conectados: positivo del primero con negativo del segundo, positivo del segundo con negativo del tercero y así sucesivamente. En el caso de las resistencias no es necesario guardar ningún criterio de polaridad.

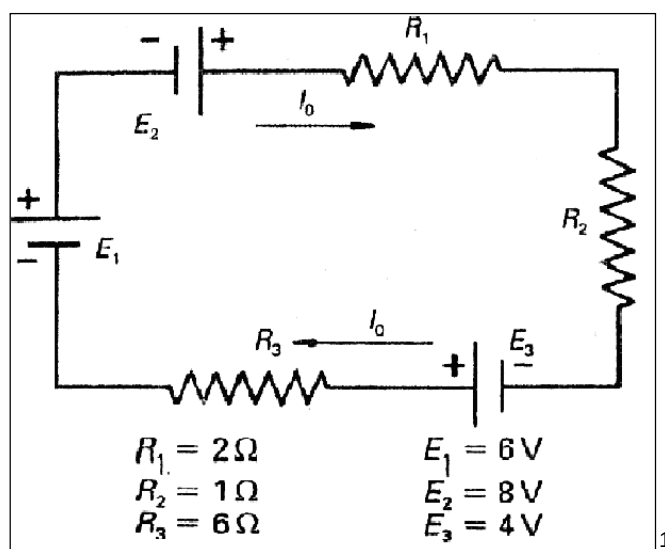


Figura 1.12 Circuito Compuesto en serie.

1.4.2 En paralelo

Un circuito en paralelo como el que aparece en la figura 1.13 es aquél en que dos o más consumidores se conectan de manera que cada uno de ellos cuente con su propio camino de retorno hacia la fuente de poder. La figura 1.14 muestra un par de faros delanteros conectados en un circuito en paralelo. Comparemos dicha ilustración con la figura 1.11. Al estar conectados en paralelo, la falla de uno de los faros no afectará el funcionamiento del otro. La anterior es una razón por la que en los circuitos de iluminación de los automóviles se utilizan circuitos en paralelo.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

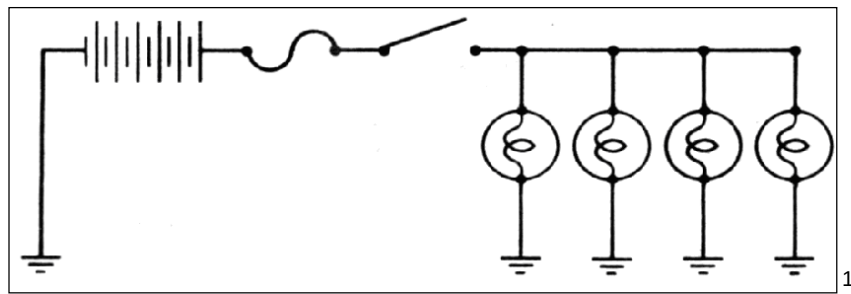


Figura 1.13 Circuito en paralelo.

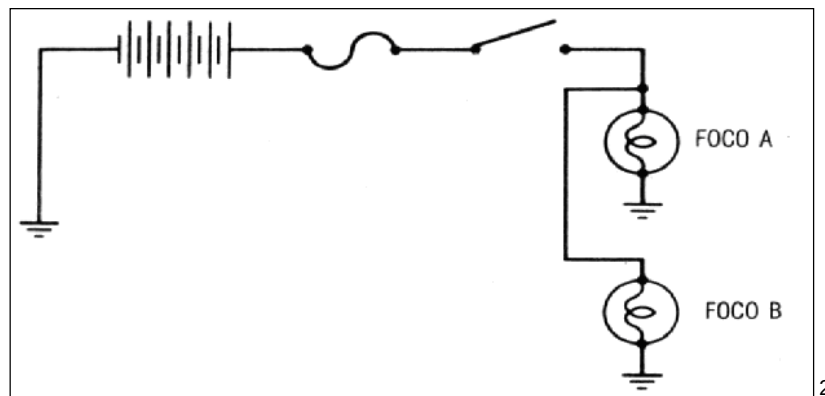


Figura 1.14 Dos focos dispuestos en paralelo.

Se dice, entonces, que varios componentes de un circuito eléctrico están conectados en paralelo, cuando la corriente se bifurca al llegar a ellos, pasando una parte de la misma por cada componente. En la figura 1.15 se ha representado un circuito con tres resistencias conectadas en paralelo. Llamando E_0 a la tensión aplicada, tenemos, según la ley de Ohm:

$$I_1 = \frac{E_0}{R_1} ; I_2 = \frac{E_0}{R_2} ; I_3 = \frac{E_0}{R_3}$$

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

² REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

Observando la figura, vemos que la corriente I_0 que parte del generador y llega hasta el punto A, se subdivide en I_1 , I_2 e I_3 resultando así que

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

En el punto B, se vuelven a juntar I_1 , I_2 e I_3 y el resultado es I_0 , que llega hasta el generador.

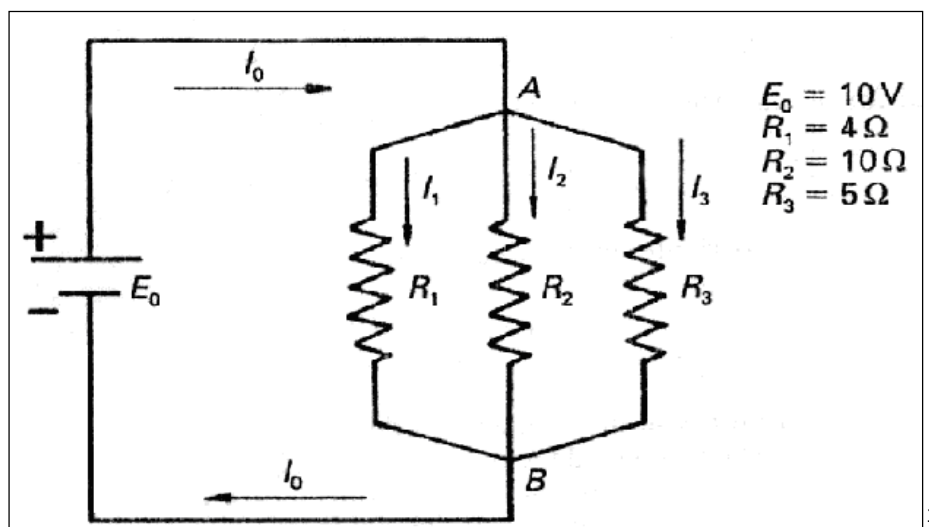


Figura 1.15 Circuito compuesto en paralelo.

La resistencia total del circuito, es equivalente a la suma de las tres dadas, es decir, aquella que puede sustituir a las tres, de tal forma que con la misma tensión E_0 aplicada se obtenga una intensidad I_0 igual a la del circuito formado en la figura; entonces se tiene:

$$I_0 = \frac{E_0}{R_0}$$

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Por tanto podemos hacer,

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

Y sustituyendo,

$$\frac{E_0}{R_0} = \frac{E_0}{R_1} + \frac{E_0}{R_2} + \frac{E_0}{R_3}$$

Dividiendo por E_0 queda

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

que nos permite enunciar: “La resistencia equivalente a otras varias conectadas en paralelo es tal, que su inversa es igual a la suma de las inversas de las resistencias que forman la agrupación.”¹

En la figura puede observarse que en una agrupación de resistencias conectadas en paralelo, la tensión aplicada a cada una de ella es la misma, pues los dos extremos de cada una de las resistencias están conectados directamente a los bornes del generador.

En los circuitos en paralelo se cumple:

La resistencia total es tanto menor, cuando mayor sea el número de resistencias conectadas en paralelo, pues en efecto como

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Cuando más sumandos haya, mayor es la fracción $1/R_0$, Lo que implica que R_0 es menor.

La resistencia total R_0 es menor que la más pequeña de las resistencias parciales.

La intensidad de corriente I_0 en el circuito es mayor cuantos más elementos haya conectados, pues

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Ejemplo: En la figura 1.15, las intensidades de las corrientes I_1 , I_2 e I_3 son:

$$I_1 = \frac{E_0}{R_1} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ A}; \quad I_2 = \frac{E_0}{R_2} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A}; \quad I_3 = \frac{E_0}{R_3} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

Por tanto,

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 = 2,5 + 1 + 2 = 5,5 \text{ A}$$

La resistencia total del circuito podemos calcularla aplicando la ley de Ohm y tenemos:

$$R_0 = \frac{E_0}{I_0} = \frac{10}{5,5} = 1,82 \, \Omega$$

También Podemos calcular la resistencia total del circuito así:

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} = \frac{11}{20}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{11}{20} \Rightarrow R_0 = \frac{20}{11} = 1,82 \, \Omega$$

La intensidad de corriente I_0 es, por tanto,

$$I_0 = \frac{E_0}{R_0} = \frac{10}{1,82} = 5,5 \text{ A}$$

Que son los mismos resultados obtenidos con el anterior procedimiento.

En el caso de los generadores, para conseguir una agrupación en paralelo de varios de ellos, deben unirse todos los bornes positivos entre sí y hacer lo mismo con los negativos, tal como se ha representado en la figura 1.16. En estas agrupaciones, todos los generadores deben tener la misma FEM, pues caso contrario, los de menor tensión harían el papel consumidores.

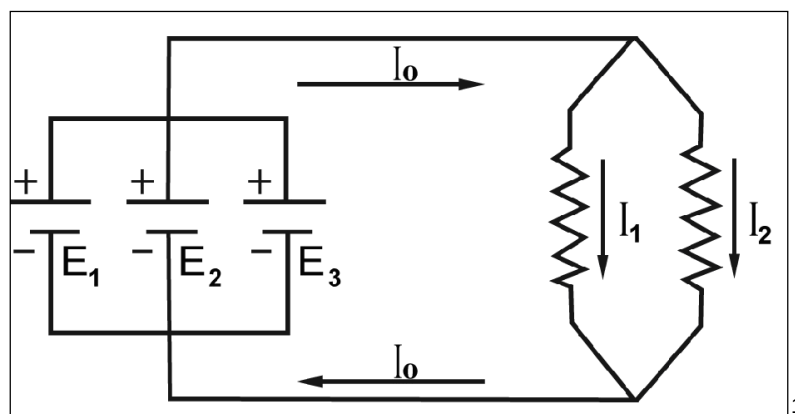


Figura 1.16 Circuito con 3 fuentes en paralelo.

La tensión resultante y, por tanto, la aplicada al circuito, es la de cualquiera de los generadores, es decir:

$$E_0 = E_1 = E_2 = E_3$$

1.4.3 Mixtos

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Estos circuitos no son más que la combinación de los dos tipos referidos anteriormente, serie y paralelo; aunque su resolución puede ser un poco más laboriosa, el nivel de dificultad sigue siendo el mismo. Aquí la consideración principal para resolverlo sería desglosar el circuito compuesto en los distintos circuitos simples; una vez hecho esto, se resuelve primero todas las secciones en paralelo o todas las secciones en serie, dependiendo del caso, teniendo así como resultado secciones de un solo tipo. Finalmente, se obtiene un nuevo circuito simple, con ya solo una de las dos configuraciones mencionadas, para desarrollar como ya vimos.

1.5 LEYES DE KIRCHHOFF

Para efecto de cálculo en circuitos de corriente continua, junto a la ley de Ohm es imprescindible conocer las leyes establecidas por Gustav R. Kirchhoff (1824-1887); estas leyes hacen referencia a los puntos de unión o de derivación, conocidos también como nudos y mallas. Estas denominaciones nos permiten relacionar entre sí las dos magnitudes variables que intervienen en el flujo de dicha corriente a través del circuito, la intensidad y la tensión, teniendo como magnitud constante la o las resistencias dispuestas en diferentes puntos del mismo.

1.5.1 Ley de nudos o ley de corrientes

En todo nudo, donde la densidad de la carga (tensión) no varíe en un instante de tiempo, la suma de las corrientes que entran será igual a la suma de las corrientes que salgan. Si asignamos el signo más (+) a las corrientes que entran en la unión, y el signo menos (-) a las que salen de ella, entonces la ley establece que la suma algebraica de las corrientes en un punto de unión es cero:

(suma algebraica de I) $\Sigma I = 0$ (en el nudo)

Si tomamos como ejemplo el caso de la figura 1.17, La corriente que sale del polo positivo y que es referenciada como I, llega al nudo A y se reparte entre las tres ramas dando lugar a tres intensidades, I₁, I₂ e I₃, de tal manera que éstas se agrupan seguidamente en el nudo B dando como resultado la intensidad I que retorna al generador.

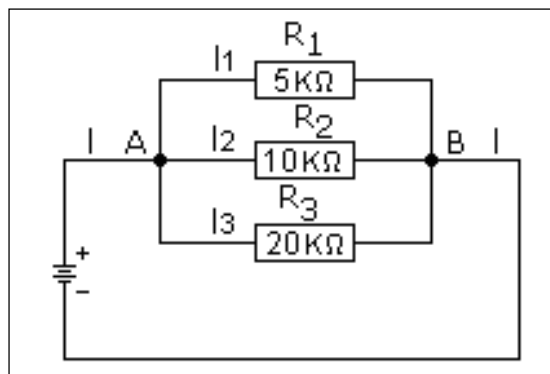


Figura 1.17 Circuito con dos nudos (paralelo).

Siendo entonces la misma FEM, de 110 V, aplicada a todas las resistencias, tenemos que la corriente en cada una de ellas puede obtenerse de la ley de Ohm, tal que I₁ es la corriente a través de R₁, I₂ la corriente a través de R₂, e I₃ la corriente a través de R₃.

En problemas como éste, cuando la corriente es suficientemente pequeña para ser expresada en miliamperios, se puede ahorrar cantidad de tiempo y esfuerzo expresando la resistencia en kilohms mejor que en ohms. *Cuando se sustituye directamente la resistencia en kilohms en la ley de Ohm, la corriente será en miliamperios si la FEM está en voltios.*

Dicho esto, tenemos:

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{110}{5} = 22 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{110}{10} = 11 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{110}{20} = 5,5 \text{ mA}$$

La corriente total es entonces:

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 = 22 + 11 + 5,5 = 38,5 \text{ mA}$$

con lo que se cumple la primera ley

en el nudo A)

$$\Sigma I = 0$$

$$38,5 - 22 - 11 - 5,5 = 0$$

y en el nudo B)

$$\Sigma I = 0$$

$$22 + 11 + 5,5 - 38,5 = 0$$

1.5.2 Ley de mallas o ley de tensiones

De tenerse un conjunto de conductores, sea que estos formen un circuito en serie o mallas en derivación para un circuito en paralelo, se cumple que la suma de las caídas de tensión en las distintas resistencias del circuito, será igual a la suma de las fuentes de poder intercaladas para suministrar la fuerza electromotriz del mismo.

Considerando este aumento de potencial como positivo (+) y las caídas de potencial como negativas (-), se tiene que la suma algebraica de dichas diferencias de tensión (voltajes) en una malla cerrada es cero:

$$(\text{suma algebraica de } E) \quad \Sigma E - \Sigma I \cdot R = 0 \text{ (en la malla cerrada)}$$

Sabiendo que la ley de Ohm se aplica a cualquier parte del circuito tanto como al circuito completo, puesto que la corriente es la misma en las tres resistencias de la figura 1.18, mientras que la tensión total se divide entre ellas, tenemos que el voltaje de consumo que aparece a través de cada resistencia (caídas de tensión) puede obtenerse también de esta ley.

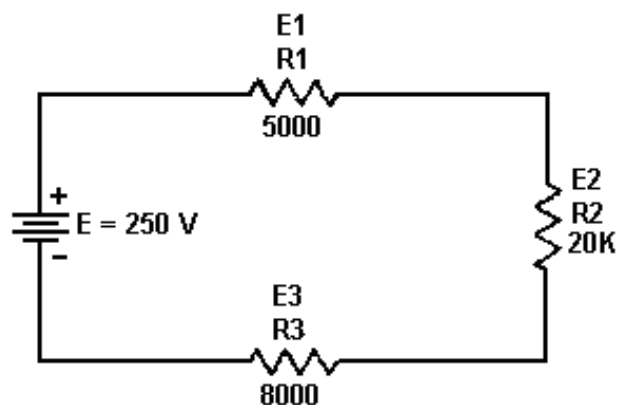


Figura 1.18 Circuito con 3 caídas de tensión (serie).

Ejemplo: Si la tensión a través de R1 la llamamos E1, a través de R2, E2, y a través de R3, E3, entonces:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 5000 + 20000 + 8000 = 33000 \, \Omega$$

$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{250}{33000} = 0,00758 \, A$$

Por tanto

$$E1 = I \times R1 = 0,00758 \times 5000 = 37,9 \text{ V}$$

$$E2 = I \times R2 = 0,00758 \times 20000 = 151,5 \text{ V}$$

$$E3 = I \times R3 = 0,00758 \times 8000 = 60,6 \text{ V}$$

Las resistencias son sumideros de potencia, mientras que la batería es una fuente de potencia, por lo que la convención de signos descrita anteriormente hace que las caídas de potencial a través de las resistencias sean de signo opuesto a la tensión de la batería. *En el caso sencillo de una única fuente de tensión, una operación algebraica indica que la suma de las caídas de tensión individuales debe ser igual a la tensión aplicada.*

$$E = E1 + E2 + E3$$

$$E = 37,9 \text{ V} + 151,5 \text{ V} + 60,6 \text{ V}$$

$$E = 250 \text{ V}$$

Cumpléndose la segunda ley

$$E + E1 + E2 + E3 = 0$$

$$250 - 37,9 - 151,5 - 60,6 = 0$$

1.6 EL MULTIMETRO Y SUS APLICACIONES

Es un instrumento que se utiliza para medir magnitudes eléctricas, conectando los cables de medición de diferentes formas dentro del circuito, dependiendo de la magnitud que se desea medir.

Básicamente existen dos tipos de multímetros: el Digital y el Análogo, siendo el primero el escogido para centrar nuestro estudio debido a su practicidad y vigencia. Dicho esto, el multímetro digital, ilustrado en la figura 1.19, es el más adecuado para la mayoría de mediciones, debido a que no solo que no afecta las instalaciones delicadas gracias a elementos protectores (resistencias), sino que tolera valores mucho mayores que el multímetro análogo, el cual no permite medir parámetros eléctricos sin afectar las propiedades del circuito.

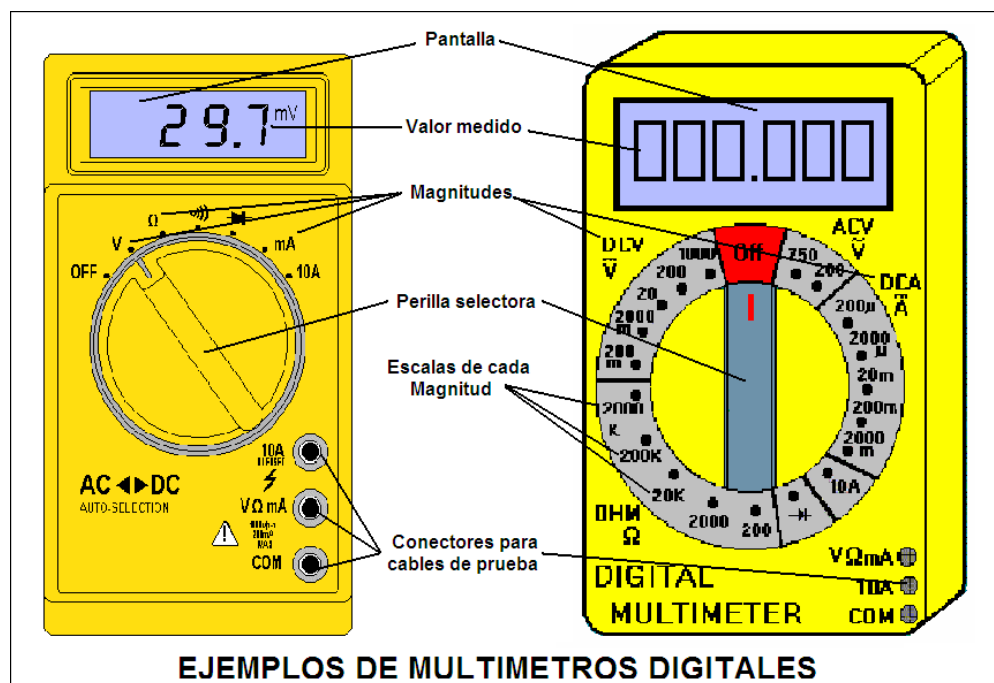


Figura 1.19 esquemas clásicos de un multímetro digital.

A pesar de que existen infinidad de diseños, en lo referente a multímetros digitales, tenemos dos tipos clásicos de uso común, como observamos en la figura 1.19; estas escalas se diseñan de acuerdo a la utilidad y el campo en el que se va a desarrollar. En el caso de uso automotriz, por ejemplo, un multímetro digital debería tener las escalas de uso más frecuente, siendo estas, la medición de voltaje para corriente

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

continua o directa (DC), medición de voltaje para corriente alterna (AC), medición de resistencias eléctricas (Ohmios), medición de intensidades o amperajes pequeños (DC) y en ciertos casos (AC), puesto que para medir corrientes grandes se requerirá generalmente de otro aparato más apropiado para el efecto, y finalmente medición de diodos y transistores. Una vez considerados todos estos factores, se deberá escoger el multímetro que esté más de acuerdo a nuestras necesidades, revisando para ello las escalas de medición que posea el multímetro escogido.

1.6.1 Partes del multímetro

Todo multímetro está constituido de cuatro partes básicas: La fuente de energía interna, el selector de escalas y magnitudes de medición, la pantalla de medición, el circuito eléctrico o electrónico interno junto con los terminales eléctricos para la conexión de los cables de medición, todos ellos instalados debidamente en la caja o cuerpo del multímetro.

1.6.1.1 Fuente de energía interna

Es la pila o batería interna que le alimenta al circuito eléctrico o electrónico del multímetro, la cual permite enviar corriente a la aguja de medición en el caso de multímetros Analógicos o a la pantalla de diodos LED en los multímetros digitales.

1.6.1.2 Selector de escalas y magnitudes de medición

El multímetro posee una perilla o botón selector, el cual permite escoger la escala y magnitud eléctrica correctas para las distintas mediciones. Este selector debe estar posicionado en el valor correspondiente antes de conectar los cables al elemento que

se pretende medir; es muy importante entender que se deberá seleccionar siempre una escala de valor mayor a la que se piensa que se va a obtener, evitando así, posibles daños en el aparato debido a una sobrecarga. De todas maneras, algunos multímetros modernos están diseñados para permitir una selección automática de la escala de medición, eliminando la posibilidad de una falla o un error en la lectura de componentes eléctricos.

1.6.1.3 La pantalla de medición

En el caso de los multímetros digitales, unos diodos led se iluminan en el fondo de la pantalla, formando los números correspondientes al valor de la medición realizada. El número de dígitos dependerá exclusivamente de la configuración y exactitud del diseño, permitiendo algunos aparatos obtener lecturas mucho más precisas que otros.

1.6.1.4 El Circuito eléctrico o electrónico

También para el caso de los multímetros digitales, la corriente interna o corriente de medición, se transporta a través de un circuito electrónico hacia los diodos led en la pantalla; esta corriente, controlada como ya se dijo por el circuito electrónico, hace llegar a cada diodo la cantidad necesaria de corriente para que se encienda, formando dígitos con los muchos diodos dispuestos en la pantalla. Es así que, de acuerdo al valor medido, la parte electrónica dirige convenientemente la corriente para que dichos diodos formen números e inclusive mensajes en la pantalla del multímetro.

a) Terminales eléctricos

Son aquellos conectores rápidos (plugs), dentro de los cuales se insertan los cables de medición; estos conectores están unidos internamente con el circuito electrónico del multímetro digital que, al recibir una lectura externa específica, transportan dicha energía hacia los diodos led en la pantalla para generar un valor numérico.

Estos cables de medición tienen en sus extremos unas puntas conductoras con aislamiento alrededor; generalmente estos cables son de dos colores, uno rojo para designar el lado positivo del lugar medido, y el otro negro para designar el lado negativo del lugar medido.

Como sustituto a las puntas conductoras, algunos cables llevan unos lagartos en sus extremos, manteniéndose así el multímetro conectado indefinidamente al elemento medido.

1.6.2 Mediciones básicas utilizando multímetros digitales

1.6.2.1 Medición de Voltaje en la escala de 1000 VOLTIOS.

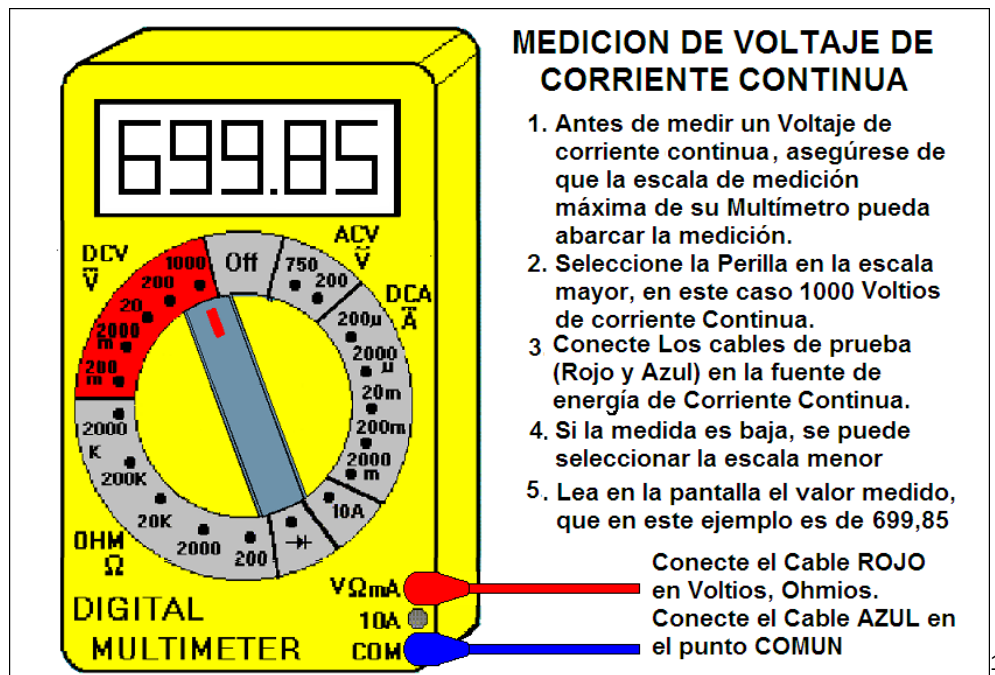


Figura 1.20 Medición de voltaje en escala de 1000 voltios.

1.6.2.2 Medición de Voltaje en la escala de 200 VOLTIOS.

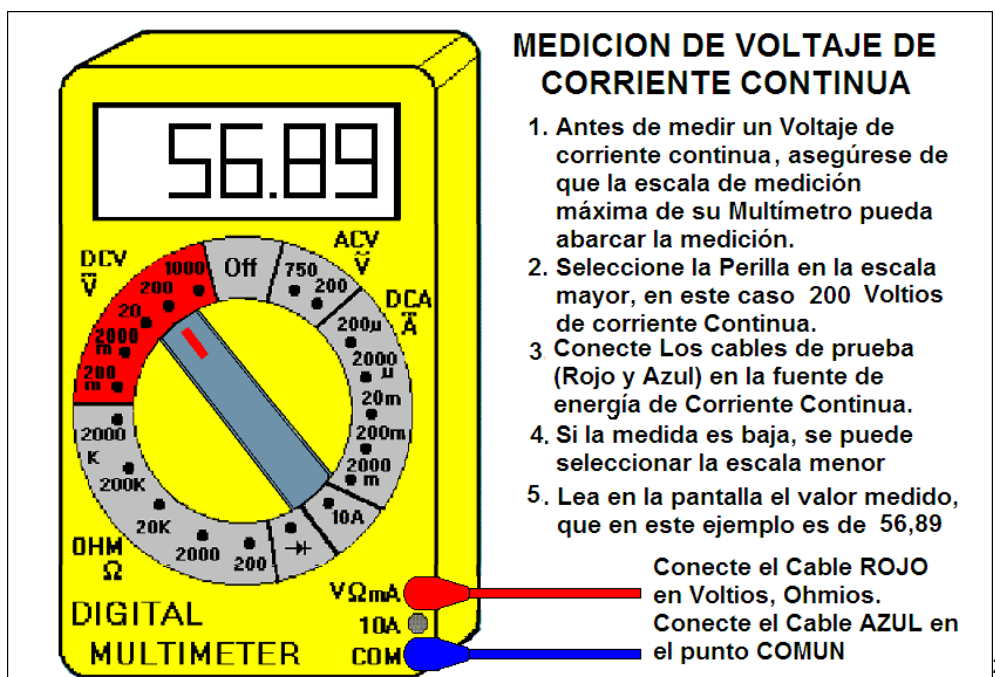


Figura 1.21 Medición de voltaje en la escala de 200 voltios.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

1.6.2.3 Medición de Voltaje en la escala de 20 VOLTIOS.

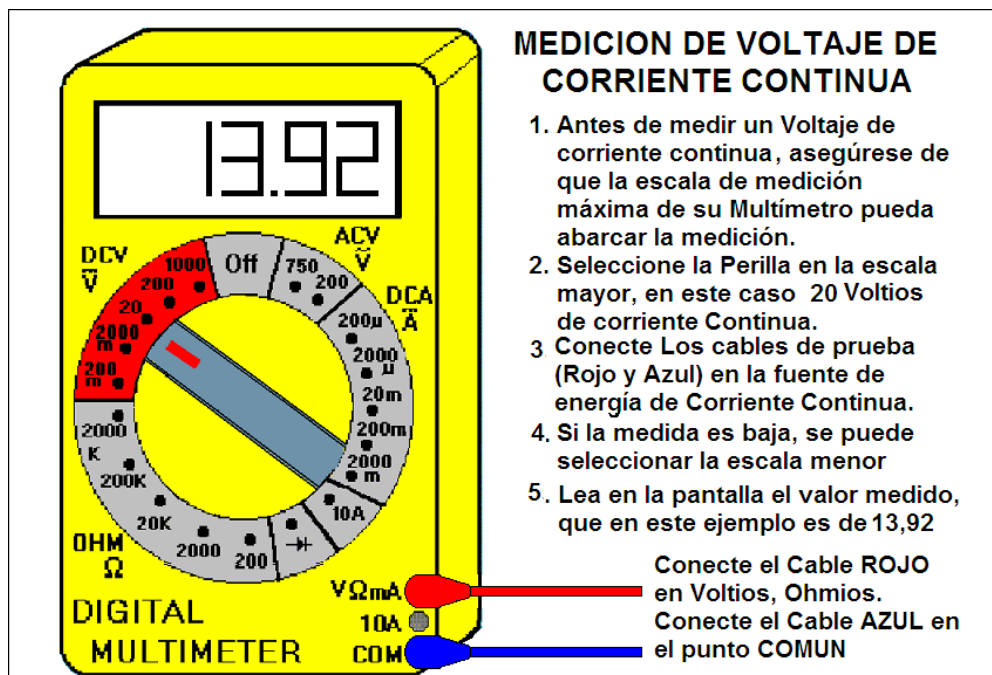
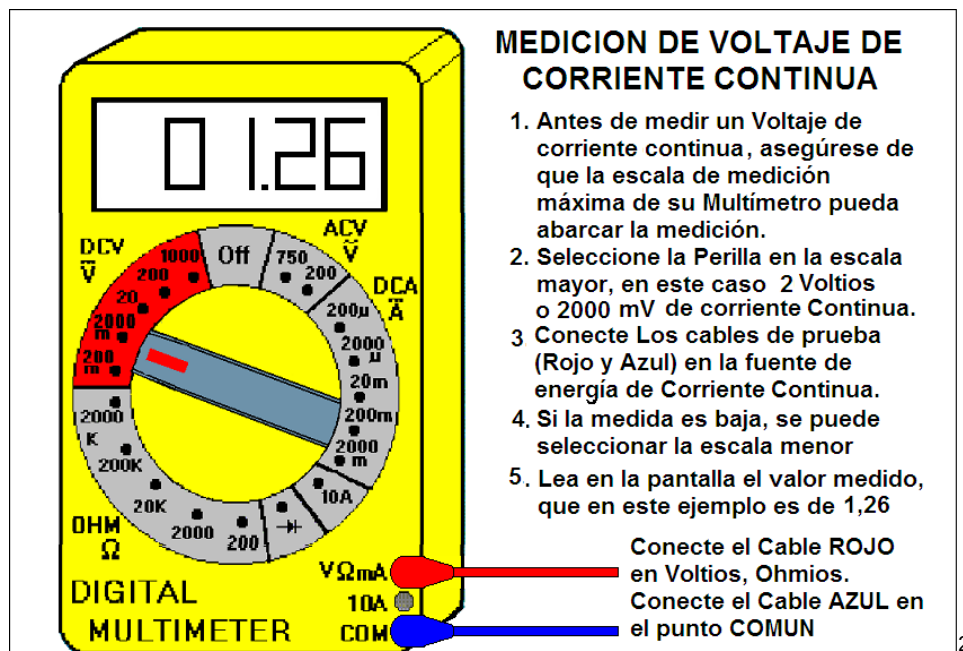


Figura 1.22 Medición de voltaje en la escala de 20 voltios.

1.6.2.4 Medición de Voltaje en la escala de 2000 milivoltios.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.23 Medición de voltaje en escala de 2000 milivoltios.

1.6.2.5 Medición de Voltaje en la escala de 200 milivoltios.

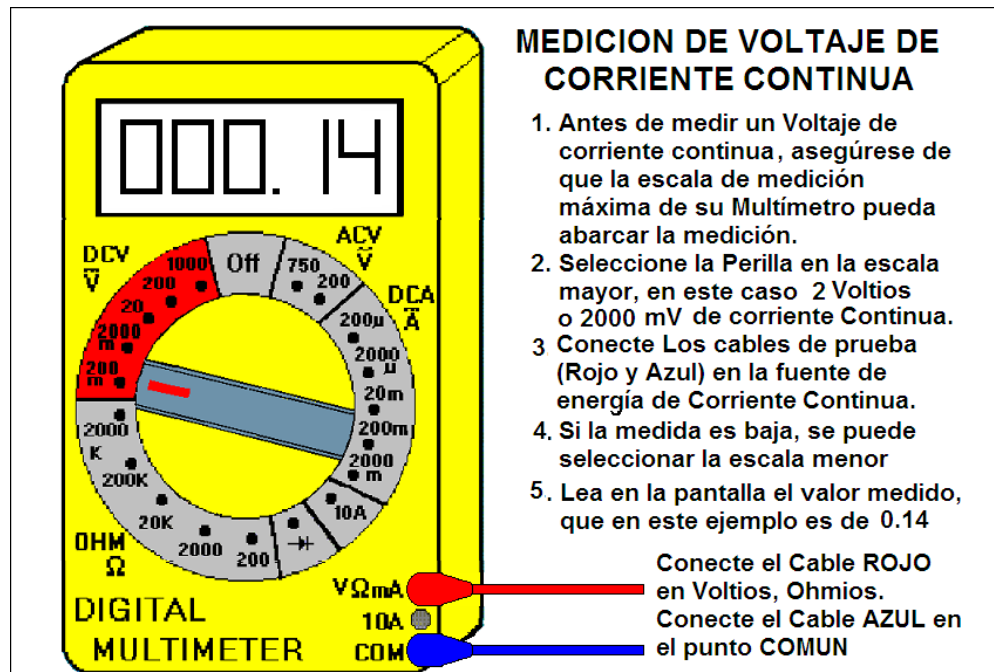
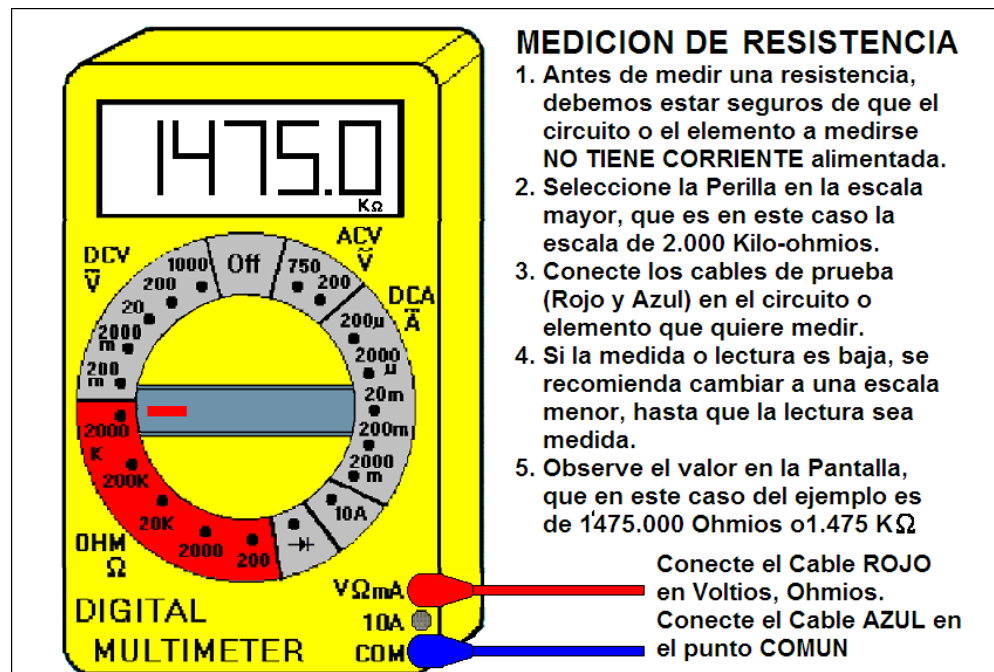


Figura 1.24 Medición de voltaje en la escala de 200 milivoltios.

1.6.2.6 Medición de Resistencia en la escala de 2000 Kilo OHMIOS.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.25 Medición de resistencia en la escala de 2000 kilo ohmios.

1.6.2.7 Medición de Resistencia en la escala de 200 Kilo OHMIOS.

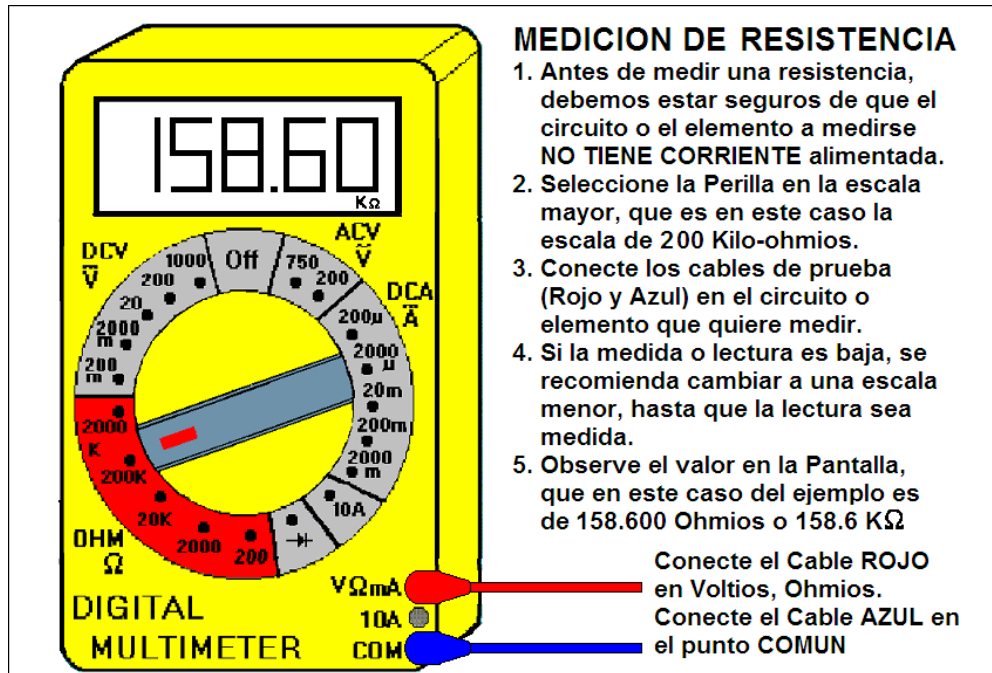
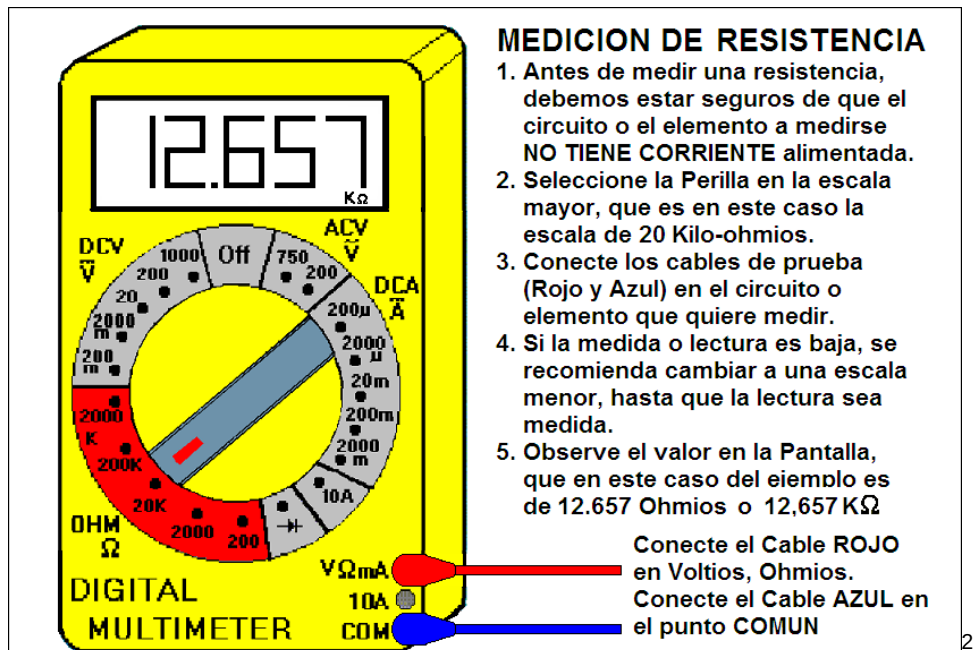


Figura 1.26 Medición de resistencia en la escala de 200 kilo ohmios.

1.6.2.8 Medición de Resistencia en la escala de 20 Kilo OHMIOS.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.27 Medición de resistencia en la escala de 20 kilo ohmios.

1.6.2.9 Medición de Resistencia en la escala de 2000 OHMIOS.

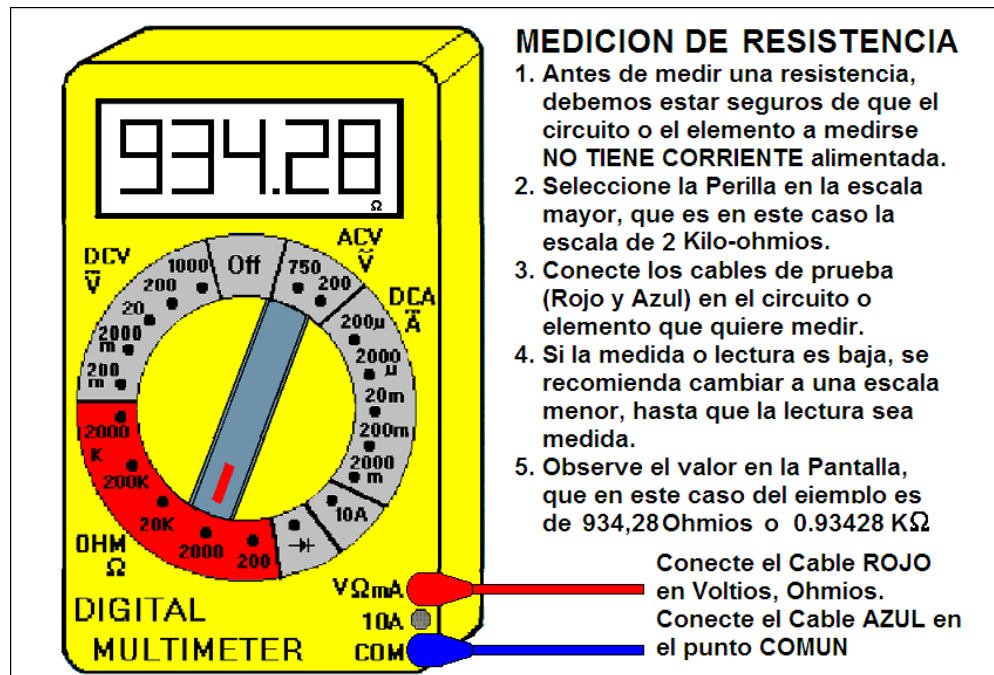


Figura 1.28 Medición de resistencia en escala de 2000 ohmios.

1.6.2.10 Medición de Resistencia en la escala de 200 OHMIOS.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

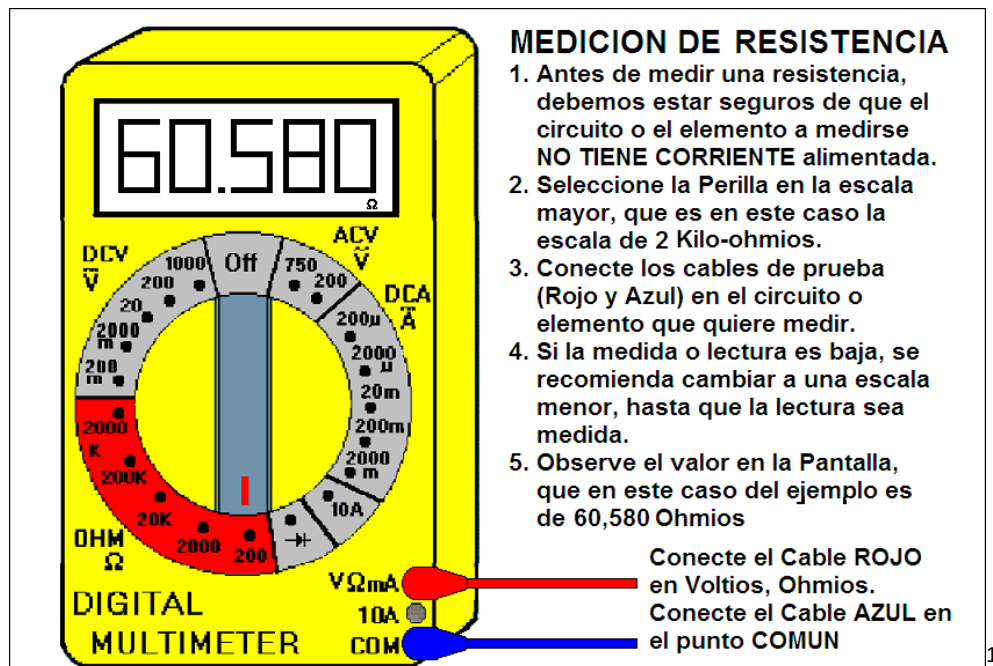


Figura 1. 29 Medición de resistencia en la escala de 200 ohmios

1.6.2.11 Medición de Diodos.

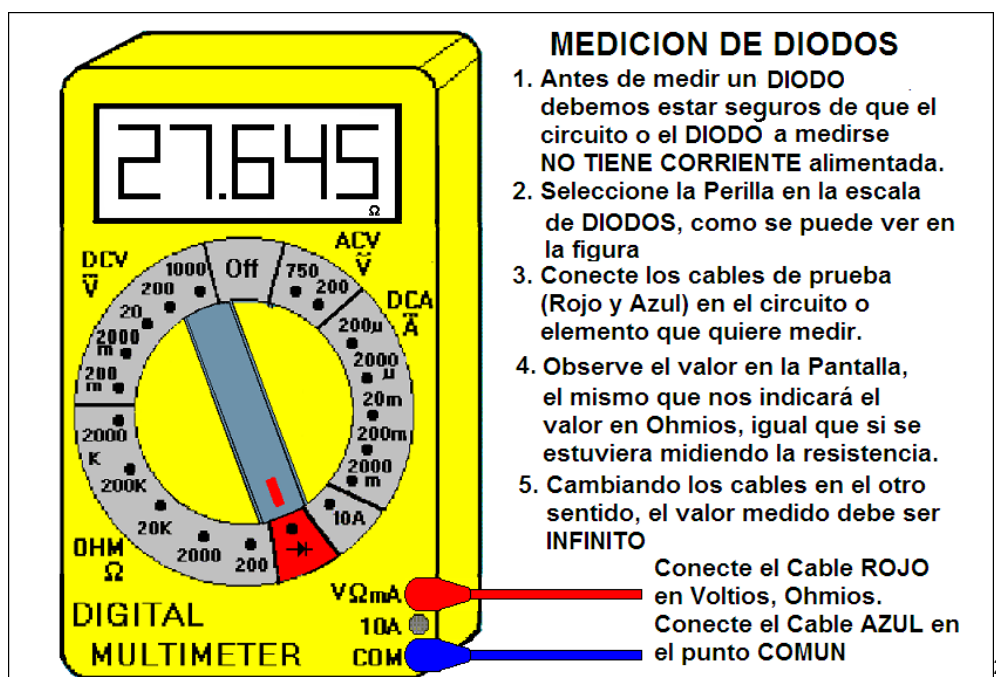


Figura 1.30 Medición de Diodos.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

1.6.2.12 Medición de Amperaje en la escala de 10 AMPERIOS.

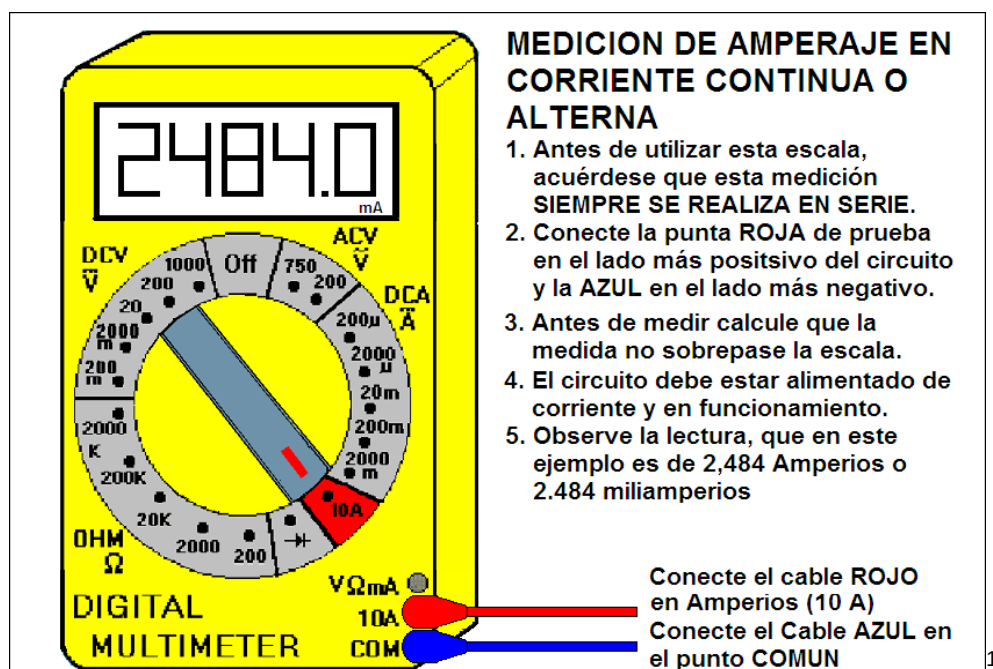


Figura 1.31 Medición de Amperaje en la escala de 10 Amperios.

1.6.2.13 Medición de Amperaje en la escala de 2000 miliamperios.

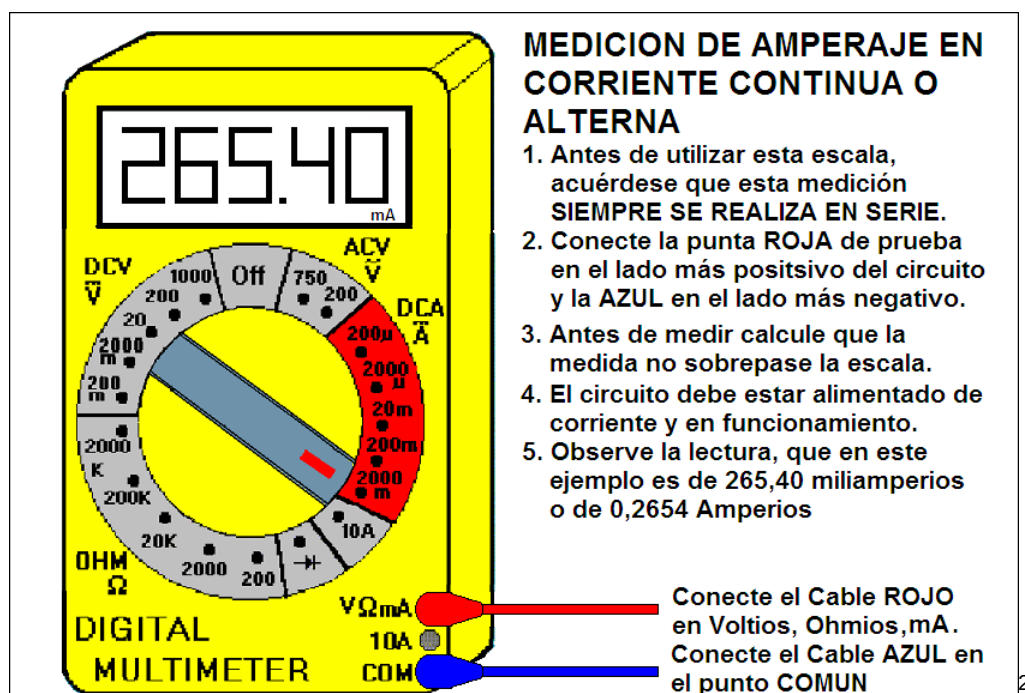


Figura 1.32 Medición de Amperaje en la escala de 2000 miliamperios.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

1.6.2.14 Medición de amperaje en la escala de 200 miliamperios.

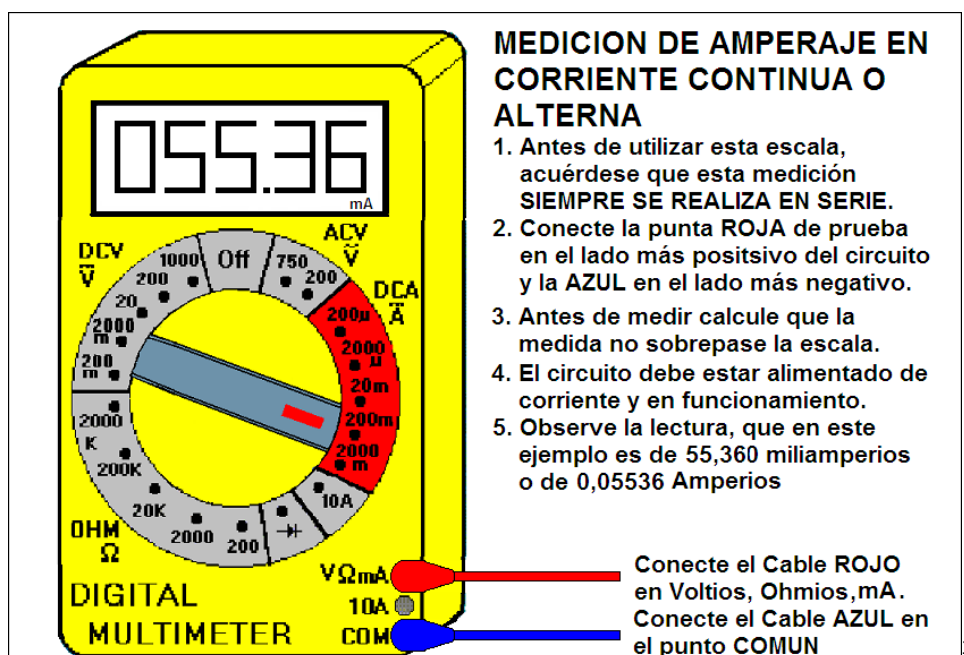
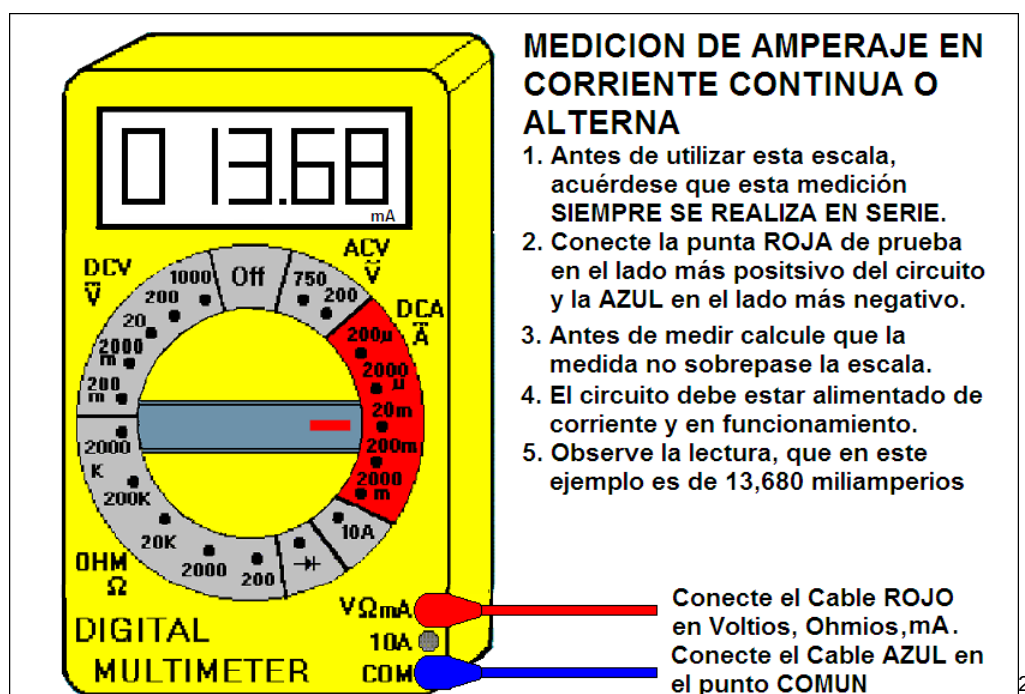


Figura 1.33 Medición de amperaje en la escala de 200 miliamperios.

1.6.2.15 Medición de Amperaje en la escala de 20 miliamperios.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.34 Medición de Amperaje en la escala de 20 miliamperios.

1.6.2.16 Medición de Amperaje en la escala de 2000 microamperios.

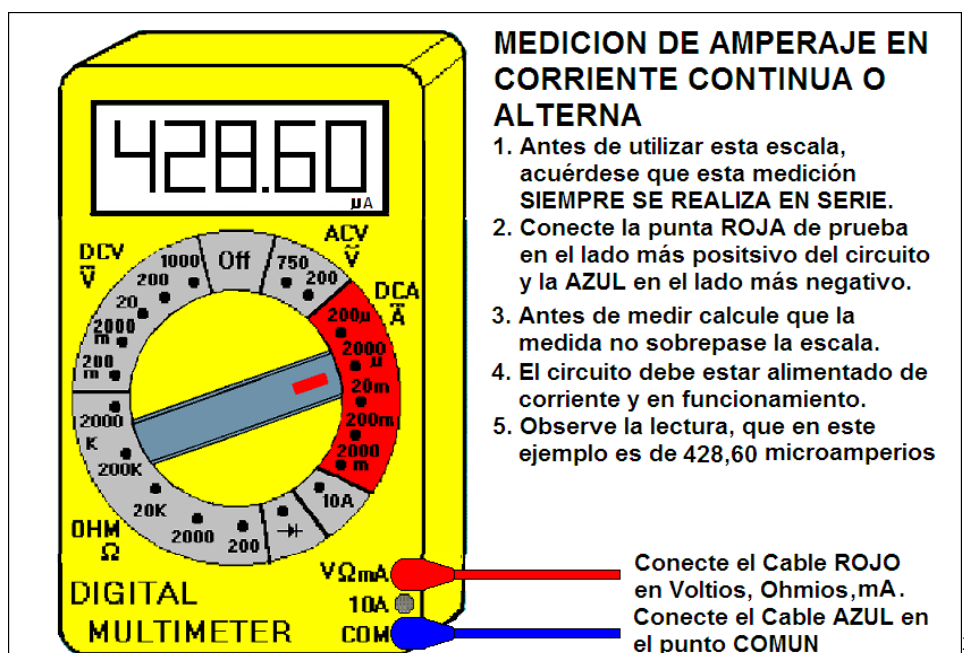


Figura 1.35 Medición de Amperaje en la escala de 2000 microamperios.

1.6.2.17 Medición de Amperaje en la escala de 200 microamperios.

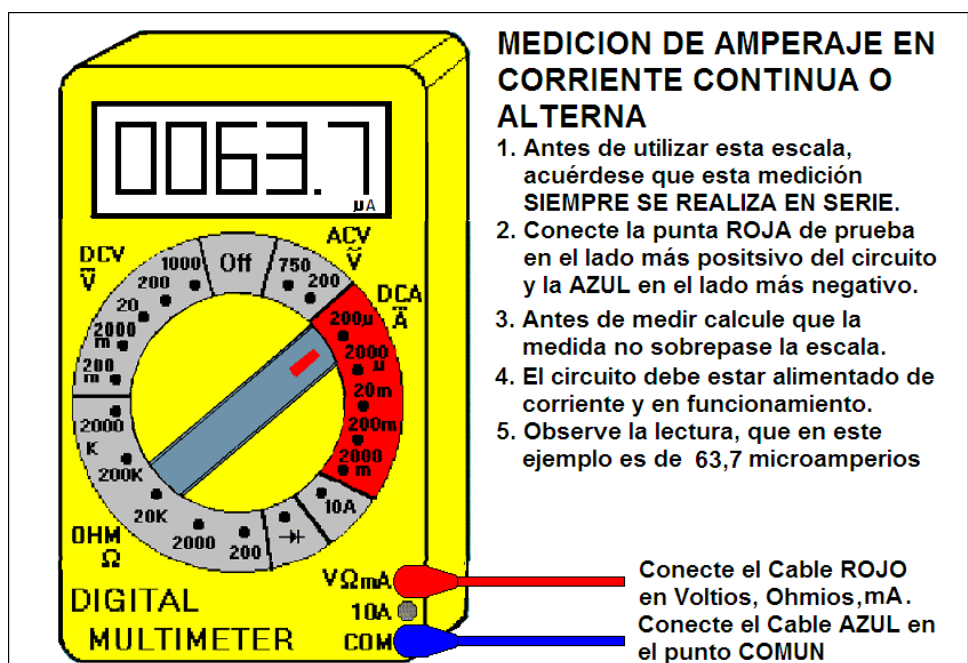


Figura 1.36 Medición de Amperaje en la escala de 200 microamperios.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

1.6.2.18 Medición de Voltaje Alternó en la escala de 200 Voltios AC.

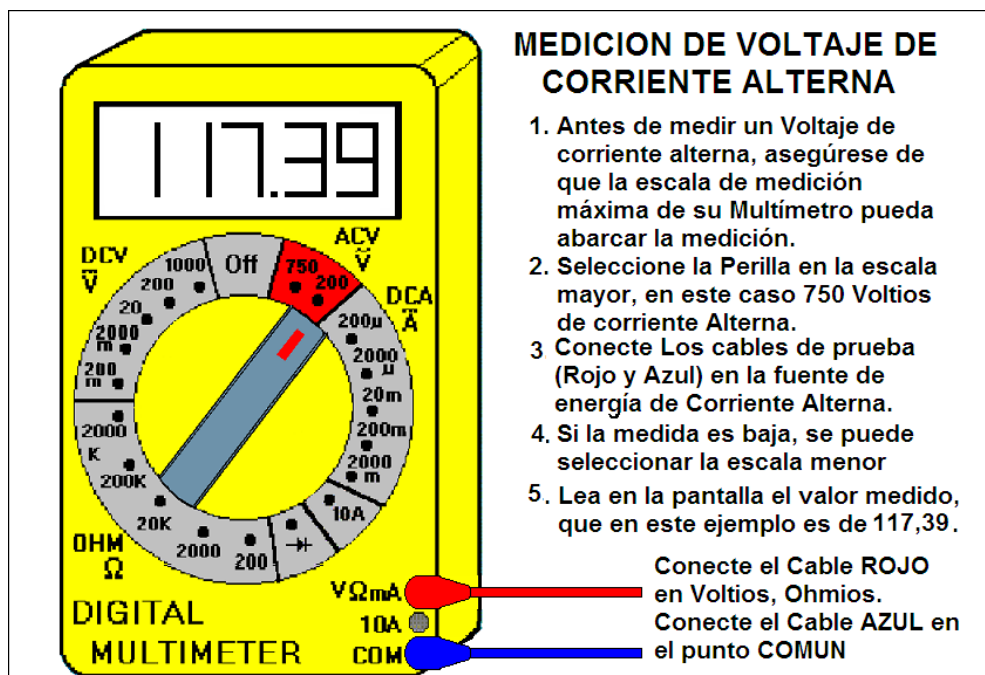
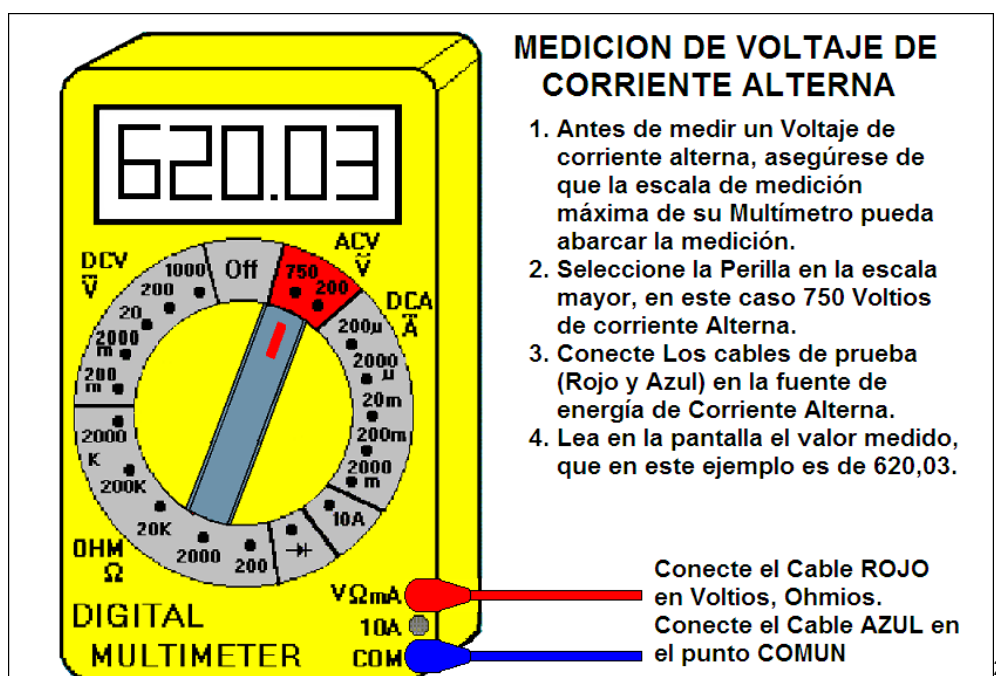


Figura 1.37 Medición de Voltaje Alternó en la escala de 200 Voltios AC.

1.6.2.19 Medición de Voltaje Alternó en la escala de 750 Voltios AC.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.38 Medición de voltaje en la escala de 750 Voltios AC.

1.6.3 Pruebas en el automóvil utilizando el multímetro

1.6.3.1 Medición de la generación de corriente alterna en un generador de pulsos del distribuidor (pick up).

Esta prueba es muy similar, por no decir idéntica a la que se realizaría con un sensor inductivo de revoluciones (CKP) en volante de inercia del vehículo, pero debido a que nuestro caso no contempla la mayoría de sensores (puesto que el vehículo SUZUKI FORSA I carece de un sistema de inyección electrónica) no los vamos a considerar; este generador de pulsos inductivo tiene, como ya se dijo, un principio de funcionamiento idéntico al antes mencionado y solamente cambia su ubicación y forma exterior.

Para la prueba hemos escogido una escala de 200 Voltios de corriente alterna porque, como ya veremos en el capítulo 3, un sensor inductivo genera este tipo de corriente; las dos puntas de prueba del multímetro están conectadas a los dos alambres del sensor.

Cuando el eje del distribuidor está en movimiento, deberemos observar una generación creciente con el incremento de las revoluciones del piñón o rueda dentada. En nuestro ejemplo hemos capturado esta lectura que está en los 3,736 Voltios de corriente alterna.

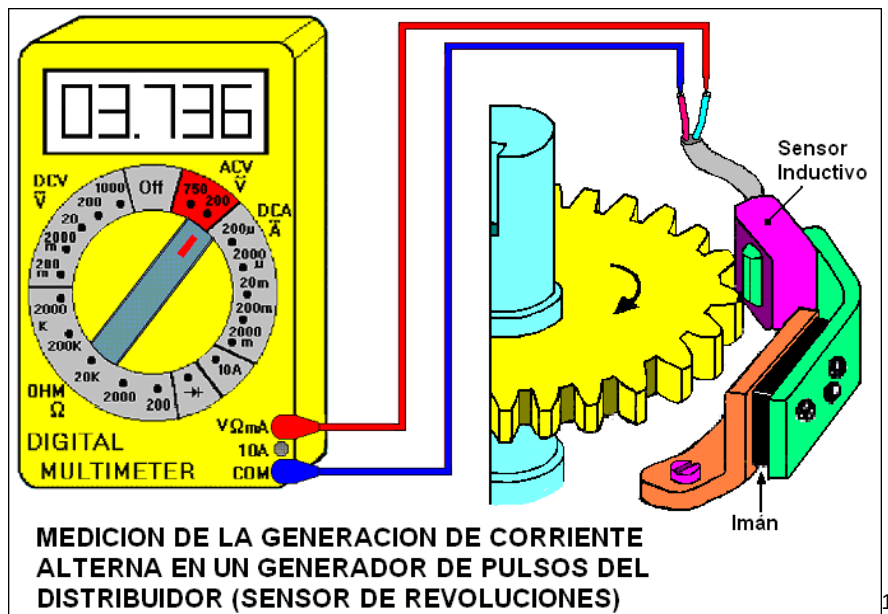


Figura 1.39 Medición de generación de AC en un sensor de revoluciones.

1.6.3.2 Medición de la resistencia del circuito primario de la bobina de encendido.

Como ya es sabido, para medir una resistencia se debe seleccionar una escala de resistencia (Ohmios) en el multímetro; escogeremos para tal efecto una escala mayor a la del valor que queremos medir, para luego bajar esta escala cuando detectemos que el valor medido no es preciso o no se lo puede ver con decimales.

En este ejemplo hemos escogido una escala de 20 Kilo-Ohmios ó 20.000 Ohmios y hemos conectado las dos puntas de prueba del multímetro a los dos terminales de baja tensión de la bobina. Como podremos entender, si queremos medir la resistencia de la bobina, deberá estar la bobina desconectada de su fuente de energía y de otras conexiones del vehículo, ya que de no desconectarla, no estaremos realizando la medición que esperamos y estaremos midiendo otros elementos conectados a la

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

bobina. También podemos dañar el multímetro si estuviera conectada la bobina a la fuente de energía (batería) y se ha escogido la escala de resistencia para la medición.

En el ejemplo, la escala escogida, repetimos es de 20 K y la lectura en la pantalla es de 12,657 Kilo Ohmios ó 12.657 Ohmios, valor que aparentemente será demasiado elevado para un bobinado primario, el cual generalmente tiene un valor no mayor a unos cientos de Ohmios. En este caso podremos decir que la bobina está dañada, debido al alto valor Ohmico, valor que podría corresponder al valor del bobinado secundario o de alta tensión, para lo cual deberíamos haber ubicado una de las puntas del multímetro en la salida de alta tensión y la otra punta de prueba en el contacto negativo de baja tensión.



Figura 1.40 Medición de resistencia del circuito primario (bobina).

1.6.3.3 Medición de la tensión de alimentación de la bobina de encendido.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Esta prueba se puede realizar únicamente si el switch de encendido está en contacto (ON).

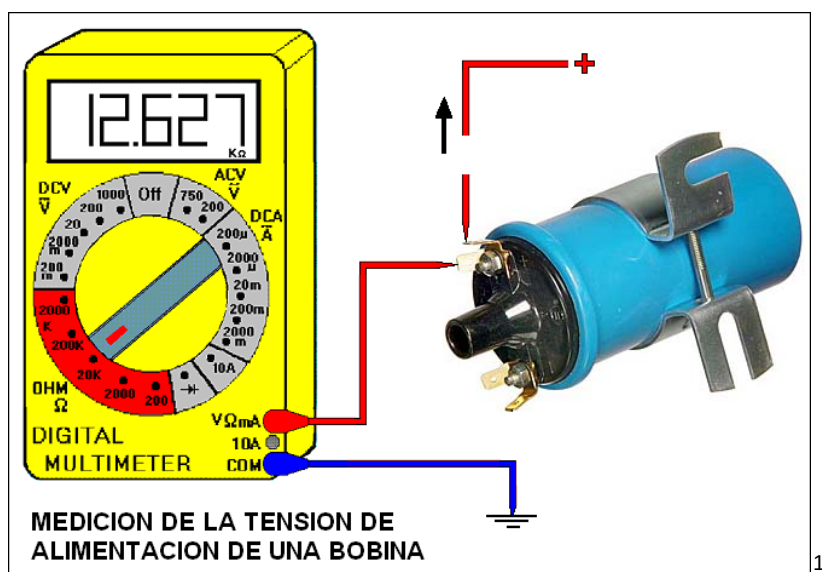


Figura 1.41 Medición de tensión de alimentación de una bobina.

Seleccionamos el multímetro en corriente continua en la escala de 20 Voltios DC, una vez hecho esto, conectamos la punta de prueba azul (-) a masa o tierra, mientras que la punta de prueba roja (+) se conecta en el borne positivo (15) de la bobina.

En la pantalla debe aparecer el valor medido, el cual debe ser igual o similar a la tensión de la batería del vehículo. Si el valor es muy bajo (por ejemplo 9 Voltios), se deberá revisar la instalación para determinar la causa de esta caída de tensión, tensión que generalmente proviene del Interruptor (switch) de encendido.

Existe la posibilidad de que esta corriente esté atravesando una resistencia conectada en serie en el mismo cableado, que en algunos vehículos es una instalación estándar, y en otros es una resistencia conectada antes de la bobina, la cual se la puede observar con facilidad.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Si la tensión medida es cero Voltios o cercano a este valor, se deberá comprobar los cables, debido a que existe una interrupción en el sistema o un pésimo contacto eléctrico, que en algunos casos se localiza en el mismo switch, debiendo reemplazarlo en último caso.

1.6.3.4 Medición del estado de los contactos del ruptor o platinos de encendido.

A pesar de que la mayoría de vehículos modernos ya no disponen del tradicional sistema de encendido por contactos, en el caso de que revisemos un sistema de este tipo, deberemos seguir los siguientes pasos:

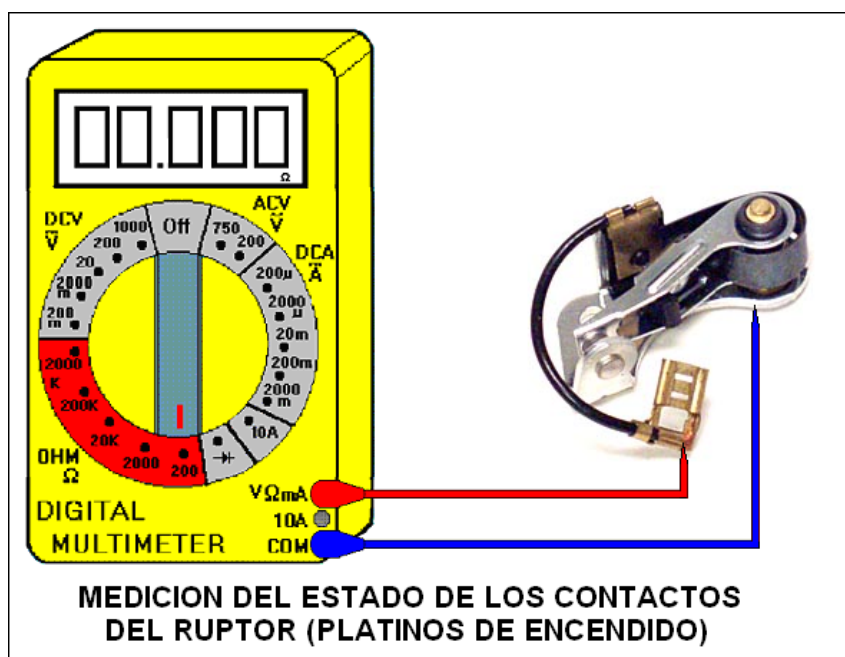


Figura 1.42 Medición de los contactos de los platillos de encendido.

Frecuentemente, cuando los contactos han trabajado mucho, o se ha realizado un cambio de los mismos y/o del condensador, se pueden producir fallos en el encendido

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

del motor del vehículo, fallos que muchas veces no se los puede detectar con facilidad, debido a que con frecuencia podemos suponer que los contactos están “a simple vista” en buen estado.

Seleccionamos al multímetro en una escala de bajo valor de resistencia, como en el ejemplo de 200 Ohmios. Desconectamos al contacto del ruptor (platino de la conexión original, para que la medición no interfiera con el resto del sistema de encendido. Colocamos la punta roja de prueba (+) en el contacto móvil y la punta de prueba azul (-) en el contacto fijo del Platino. La lectura en la pantalla nos deberá dar un valor de CERO Ohmios, cuando los contactos están en buen estado.

Si la lectura nos da un valor infinito o un valor alto en resistencia querrá indicar que no existe un buen contacto eléctrico, con lo que se deberán “lijar” las superficies de los contactos primeramente antes de volver a realizar la prueba. Frecuentemente estas superficies se queman o se “pican” por el uso inadecuado o el daño permanente del condensador del sistema de encendido, por lo que será necesario lijarlas o limarlas como se explicó anteriormente.

Después de comprobar que ya no existe resistencia eléctrica entre los contactos y si antes de la prueba se demostró un daño en ellos, será necesario reemplazar el condensador y revisar la bobina de encendido, ya que estos dos elementos o al menos uno de ellos puede ser el causante del daño de los contactos, dañándose nuevamente estos últimos si no se reemplaza el elemento averiado.

1.6.3.5 Medición de la resistencia variable del sensor de temperatura del refrigerante.

En el siguiente ejemplo queremos medir la resistencia variable que da el sensor de temperatura del refrigerante (agua) del motor, el mismo que tiene la característica de ser un sensor NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura); éste se caracteriza por dar un valor de resistencia alto con una baja temperatura sensada y un valor bajo de resistencia si la temperatura es alta.

Para probarlo, hemos colocado al sensor dentro de un recipiente con agua, la misma que está siendo calentada con una boquilla de gas y para entender mejor, también hemos instalado un termómetro dentro del agua en calentamiento.

La punta roja (+) del multímetro está conectada en uno de los contactos del sensor y la punta azul (-) está conectada en el otro contacto del sensor. La escala seleccionada en este caso es de 200 Ohmios y podemos leer, para este ejemplo, un valor en la pantalla de 85,83 Ohmios.

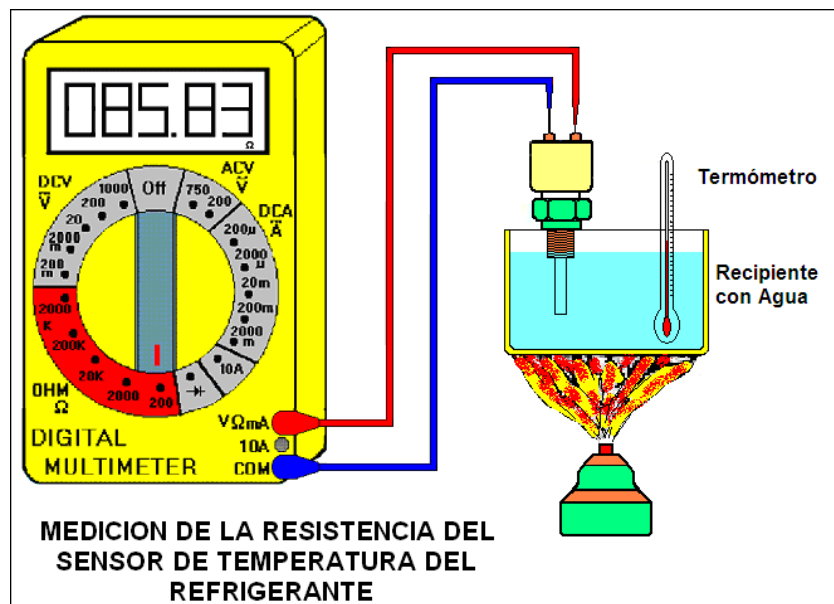


Figura 1.43 Medición de resistencia del sensor de temperatura (refrigerante).

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Al iniciar la prueba, es decir cuando el sensor está frío (temperatura ambiente), aproximadamente a 15 grados centígrados, el valor de resistencia medido con el multímetro debería estar alrededor de 3.000 Ohmios; la lectura observada en caliente, cercana a los 100 grados centígrados, será en cambio de 85,83 Ohmios, como dijimos para este caso, lo cual nos debe indicar que el sensor está trabajando de forma correcta y enviando lecturas también correctas.

Solamente podemos recalcar que para esta medición de lecturas variables, deberíamos haber escogido al inicio de las pruebas una escala mayor, ya que la variación en la resistencia del sensor no podrá ser detectada correctamente por el multímetro si la escala escogida es muy baja, a menos que el multímetro utilizado sea de escalas automáticas, en cuyo caso solo deberíamos haber seleccionado Ohmios.

En el ejemplo, la lectura en el multímetro irá bajando conforme el sensor se sigue calentando. Es decir, tendrá un valor alto en frío y un valor bajo cuando se caliente, como ya se dijo.

1.6.3.6 Medición de la resistencia variable del medidor del nivel de combustible en el tanque.

Para realizar esta prueba, deberemos retirar el medidor del depósito o tanque de combustible, ya que para la comprobación deberemos mover al “flotador” hacia arriba y hacia abajo, simulando el cambio de nivel del combustible.

Como este medidor de combustible está diseñado como una resistencia variable, deberemos escoger una escala de resistencia en el multímetro, escala que en el caso del ejemplo será de 20 Kilo-Ohmios.

Conectamos las puntas de prueba del multímetro a los terminales del medidor del tanque, movemos hacia arriba y hacia abajo el “flotador”, observando en la pantalla del multímetro. Este valor dependerá de la resistencia interna del medidor, resistencia que será diferente en cada vehículo.

Lo importante en la medición será observar que la lectura en el multímetro varíe de acuerdo al movimiento o nivel del flotador y que no existan interrupciones durante el ascenso o descenso del valor medido, ya que esto indicaría una interrupción en la resistencia del medidor.

Otro parámetro importante será que no todos los vehículos tendrán una medida creciente de resistencia cuando se mueve el flotador de abajo hacia arriba y decreciente cuando se lo mueve en sentido opuesto, ya que podría estar invertida la señal. Lo importante será comprobar que la lectura no tenga interrupciones entre el inicio superior del flotador hasta el final inferior y lo mismo en sentido contrario, lo que nos indica el buen estado del cursor y de la resistencia del medidor de nivel de combustible.

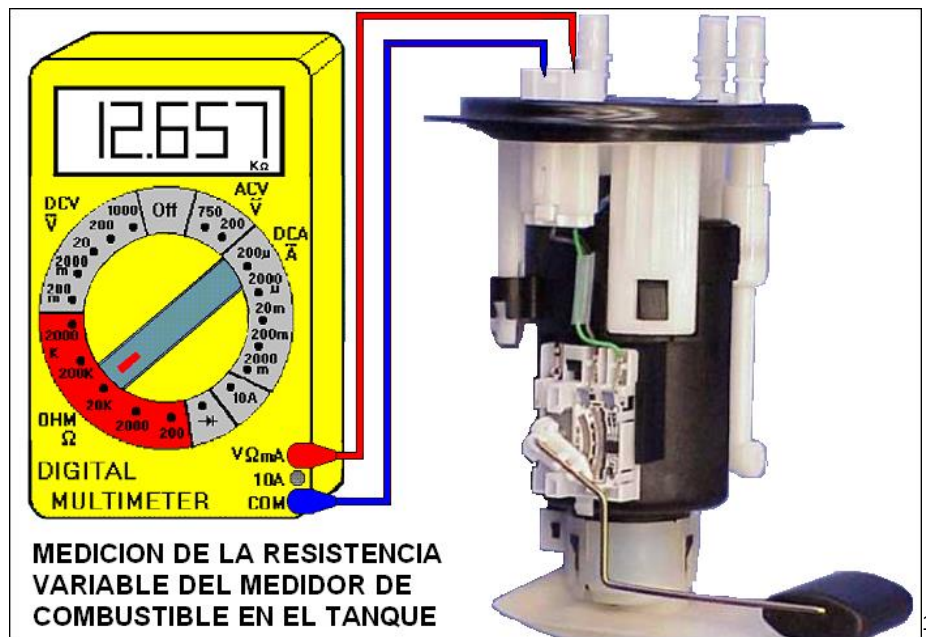


Figura 1.44 Medición de resistencia variable (flotador de combustible).

1.6.3.7 Medición de la continuidad de las bobinas de la coronilla de un alternador.

Una prueba frecuente que se realiza en un automóvil es la comprobación de las partes de un alternador y entre ellas la prueba de la “coronilla” o estator.

Como la coronilla está conformada por bobinas de alambre esmaltado, envueltas alrededor de un núcleo de hierro laminado, lo que queremos probar es si estas bobinas están completas y no están interrumpidas, para lo cual escogeremos una escala de Ohmios en el multímetro. Debido a que el número de vueltas de las bobinas es relativamente pequeña y que el alambre de estas es relativamente grueso, podemos

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

entender que la resistencia que tendrán deberá ser muy baja, tendiendo a cero, por lo que deberemos escoger una escala menor de resistencia, que es en este caso de 200 OHMIOS.

Una de las puntas de prueba del multímetro estará conectada en el punto neutro (en caso de tenerlo) de la coronilla y la otra punta la pondremos en cada una de las tres fases de generación, como podemos observar en la figura 1.45. El valor medido deberá estar, como ya dijimos, en un valor muy bajo de resistencia; como en el ejemplo, donde tenemos un valor de 0,85 Ohmios, el valor indica que la o las bobinas medidas están sin interrupciones.

En caso de que la lectura de la pantalla marque infinito, significará que la bobina está interrumpida o rota, por lo cual la coronilla deberá ser reemplazada o rebobinada.

Cuando la coronilla tiene las tres fases, se deberá probar entre fase y fase, siguiendo el mismo procedimiento anteriormente indicado.

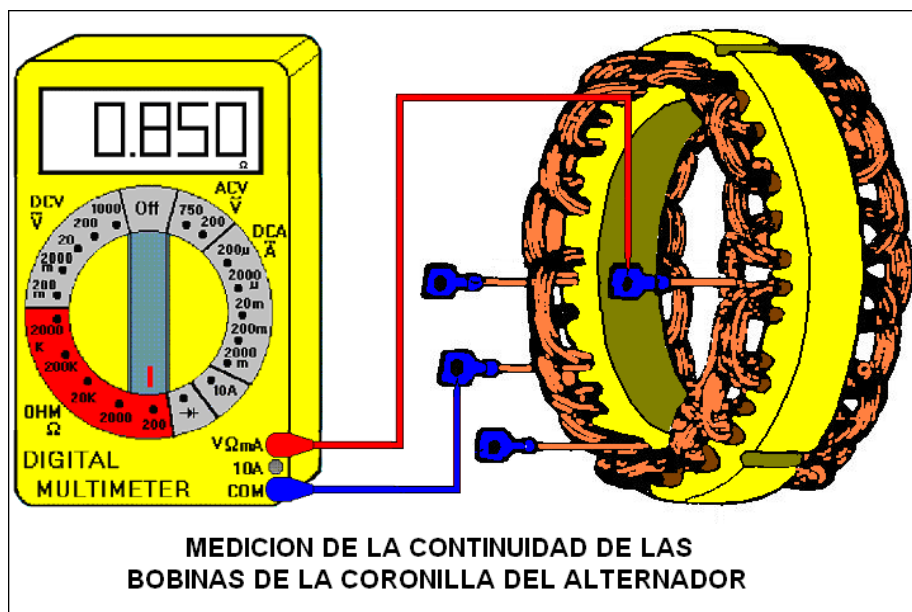


Figura 1.45 Medición de continuidad de bobinas de la coronilla del alternador.

1.6.3.8 Medición del aislamiento de las bobinas de la coronilla con respecto al núcleo de hierro.

Esta prueba, que debería ser un complemento de la prueba anterior, se la deberá realizar para comprobar que las bobinas de la coronilla estén “aisladas” del núcleo de hierro, ya que en el caso de un “cortocircuito” en ellas, el alternador no generará corriente o simplemente bajará su rendimiento, produciéndose daños en los diodos rectificadores y otros elementos importantes.

Se utiliza para ello la misma escala escogida en el ejemplo anterior y se deberá conectar el un terminal del multímetro en el núcleo de hierro de la coronilla y la otra punta de prueba en cada una de las fases, así como en el punto neutro de las bobinas de la coronilla.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

La lectura deberá ser infinito si las bobinas estuvieran correctamente aisladas del núcleo de hierro, pero marcará un valor de cero Ohmios o cercano a cero si una o varias bobinas están circuitadas con el núcleo, en cuyo caso será necesario revisar el lugar en el que se está produciendo este contacto, para lo cual, de ser necesario, se deberá reemplazar o rebobinar dicho elemento.

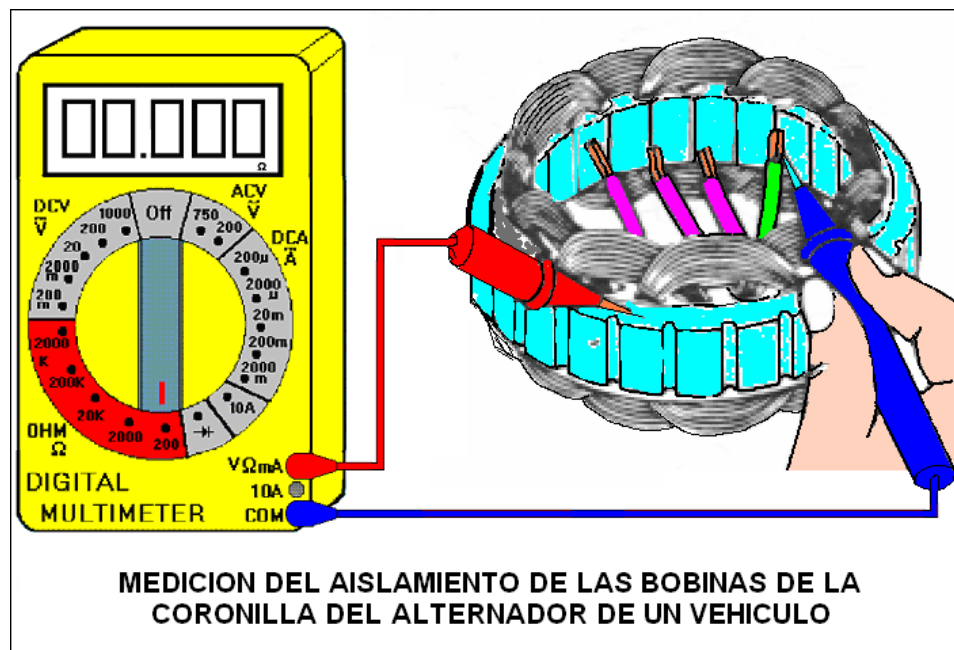


Figura 1.46 Medición del aislamiento de bobinas de la coronilla del alternador.

1.6.3.9 Comprobación de la bobina del rotor del alternador.

Como parte de las pruebas de los elementos de un alternador, será necesario comprobar, además de las partes mecánicas y otros elementos que veremos adelante, el estado de la bobina del rotor.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Para ello deberemos seleccionar en el multímetro una escala baja de Ohmios, ya que el número de vueltas y el grueso del alambre de esta bobina no nos podrá dar una mayor resistencia. Por ello hemos escogido una escala de 200 Ohmios.

Conectamos la punta de prueba roja (+) en un anillo del colector y la otra punta (azul) en el otro anillo, ya que el inicio de la bobina del rotor está conectada a un anillo y el final de la bobina está conectada al otro anillo.

Observamos en la pantalla del multímetro que lectura obtenida es de 2,583 Ohmios, lo que nos indica que la bobina no está interrumpida o mal soldada a los anillos, obteniendo así un valor correcto de resistencia, el cual es ocasionado por las varias vueltas de alambre esmaltado.

Si el valor medido fuera demasiado elevado, como por ejemplo unos 300 Ohmios, podría significar que la bobina está mal soldada o simplemente dañada internamente.

Si la lectura no nos da un valor bajo de resistencia o nos marca cero Ohmios, esto nos indicaría un cortocircuito entre espiras o vueltas de la bobina, en cuyo caso será necesario reemplazar el rotor del alternador.

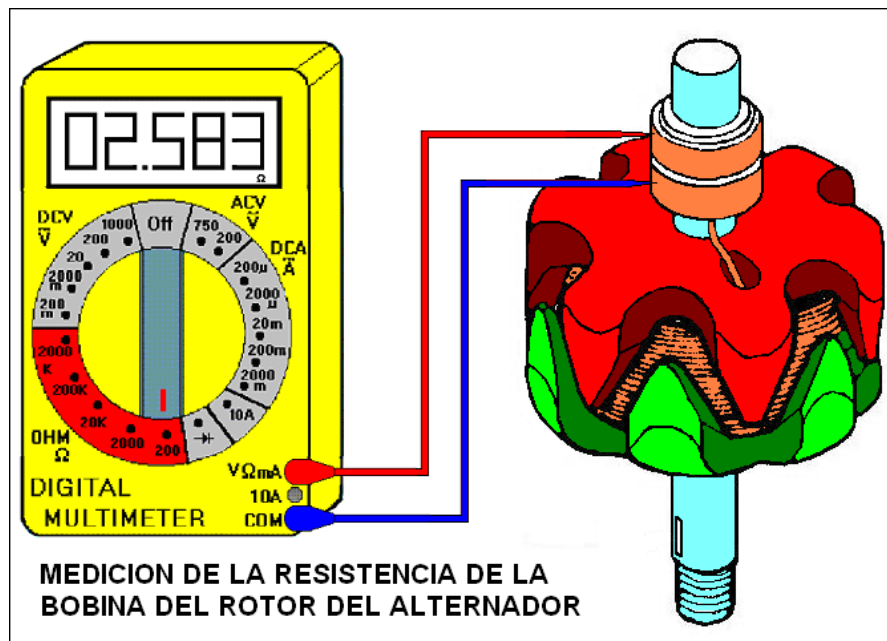


Figura 1.47 Medición de resistencia de la bobina del rotor del alternador.

1.6.3.10 Medición del estado de los diodos de poder del alternador.

Como ya dijimos, cuando comprobamos un alternador, deberemos probar todos y cada uno de los elementos eléctricos. Hemos probado hasta este momento la coronilla y el rotor, ahora queremos probar los diodos o rectificadores de corriente alterna, los cuales nos permiten generar corriente continua a la salida del alternador.

Como los diodos son elementos “semiconductores” y cumplen la función de “válvulas check eléctricas”, permitiendo el paso de corriente en un solo sentido, deberemos probar cada diodo en ambos sentidos para saber su buen estado o su posible daño.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

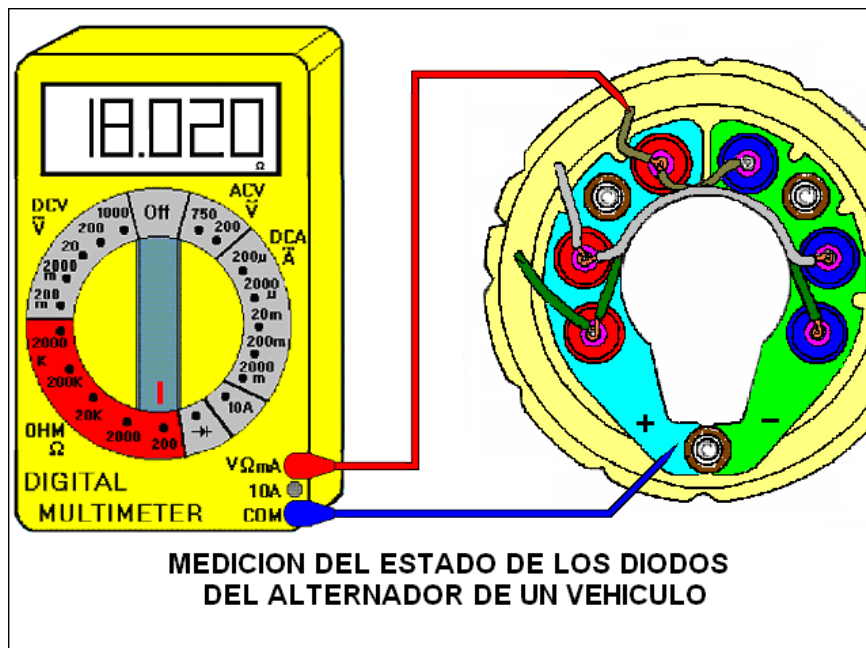


Figura 1.48 Medición del estado de los diodos del alternador del vehiculo

Se comprobará inicialmente la resistencia del diodo en un sentido, cuyo valor variará, dependiendo del tamaño y diseño interno, pero que en los casos de alternadores estará entre 15 hasta 40 Ohmios aproximadamente. Se deberá comparar este valor medido entre todos y cada uno de ellos, con el objeto de determinar que los valores entre ellos sean similares, permitiéndose una cierta tolerancia máxima. Cuando existe gran diferencia en los valores, podemos asumir que el diodo que está fuera de tolerancia estará dañado.

Luego de probar la resistencia en el un sentido, se deberá probar su aislamiento o altísima resistencia en el otro sentido, que es el sentido en el que el diodo no permite circular corriente y se convierte en aislante eléctrico.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

En la figura de esta prueba se puede observar que se ha conectado la punta roja de prueba (+) del multímetro al cable de cada diodo y la punta azul (-) al cuerpo común o placa de diodos, que es en este caso la placa positiva (aislada). Luego de probar estos tres diodos (ejemplo), se deberá realizar las pruebas con los diodos negativos, pero se utilizan las puntas de prueba en el sentido contrario, ya que estos diodos, siendo iguales en estructura interna, están dirigidos en sentido invertido en relación con los diodos positivos probados inicialmente.

1.6.3.11 Medición del estado de los diodos de excitación del alternador.

El procedimiento de prueba utilizado anteriormente con los diodos de poder del alternador es idéntico al que se utiliza para probar los llamados diodos de excitación, o diodos de alimentación para el regulador de corriente del alternador.

Existen en los alternadores diferentes formas de los diodos de excitación, unos instalados en una placa común como en la figura o simplemente diodos individuales soldados a un punto común, pero el procedimiento para probarlos es idéntico.

Primeramente se coloca la punta de prueba roja (+) en el contacto común de los diodos de excitación y la punta de prueba azul (-) en cada entrada de los diodos individuales. La escala seleccionada en el multímetro es de 200 Ohmios y la lectura en la pantalla (en este caso) es de 26,92 Ohmios. Este valor medido deberá ser idéntico o muy parecido al valor que se mida en los otros dos diodos de la placa, por que al haber una buena diferencia se podrá presumir que el diodo está dañado, siendo necesario reemplazar la placa o el diodo individual cuando son instalados de forma individual. Luego de esta prueba, se invierte la posición de las puntas de prueba y se comprueba

el aislamiento, igual que en caso anterior. Los diodos de excitación tienen el sentido de paso igual que los diodos positivos del alternador.

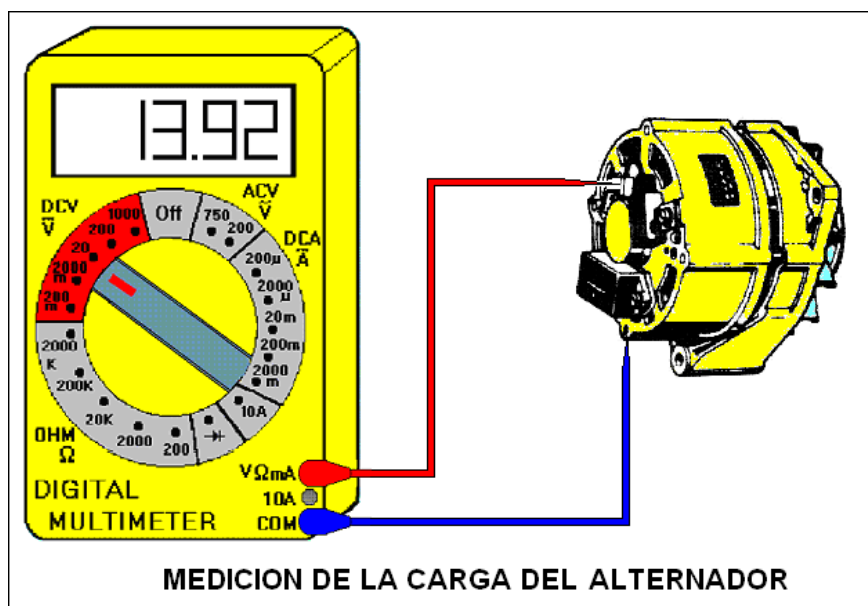


Figura 1.49 Medición de la carga del alternador.

1.6.3.12 Medición de la tensión de la batería del vehículo.

Una prueba muy frecuente e importante es la medición de la tensión de la batería del vehículo, ya que de esta tensión dependen todos los elementos eléctricos del mismo. Para esta medición deberemos seleccionar una escala superior al valor de los 12 voltios nominales que conocemos puede tener una batería. Se escoge esta escala, ya que una batería en muy buen estado o completamente cargada puede superar fácilmente los 13 voltios, por lo que será importante no seleccionar una escala (si el multímetro la tiene) de solamente 12 Voltios, ya que se podrá dañar el aparato si la tensión medida supera este valor máximo de la escala.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

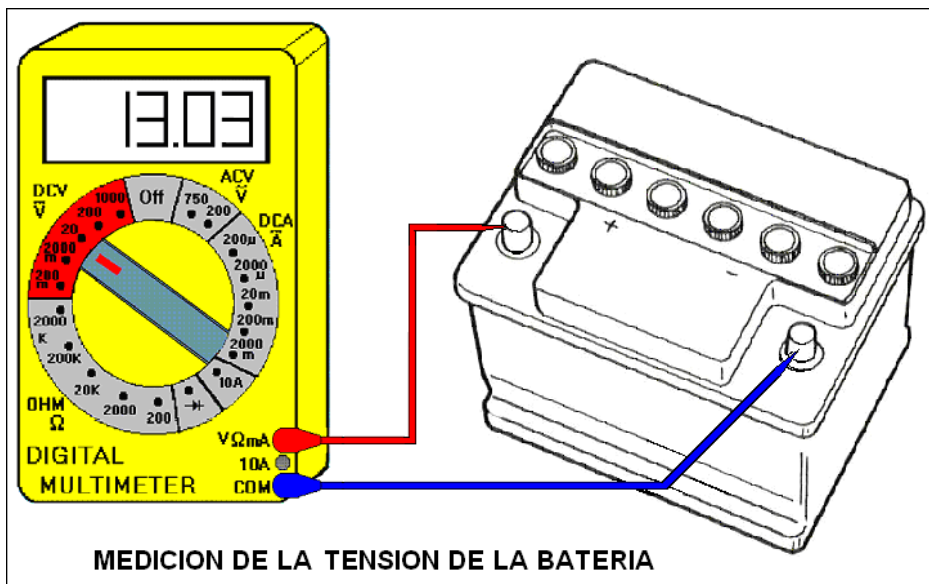


Figura 1.50 Medición de la tensión de la batería.

La punta de prueba roja (+) deberá conectarse siempre en el borne positivo de la batería y la punta azul (-) en el borne negativo y, como en este caso hemos seleccionado una escala de 20 Voltios DC, la pantalla nos enseñará el valor medido. En este ejemplo la tensión (voltaje) de la batería es de 13,03 Voltios, lo que nos indica una batería muy bien cargada.

En la mayoría de multímetros digitales existe la opción de seguridad en lo que se refiere a la conexión errónea de los cables de prueba, es decir al invertirse su ubicación o cambiarse la polaridad no se afectará el multímetro, apareciendo simplemente un signo negativo en la pantalla, pero manteniéndose igual el valor medido.

Esta opción de cambiar las puntas de prueba en sentido invertido no existe con los multímetros analógicos, ya que la inversión de polaridad obligaría a la pluma a girar de

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

manera opuesta, por lo que como este lado es el inicio de la escala y tiene un tope de reposo, probablemente se dañará la aguja o se descalibrará el aparato.

1.6.3.13 Medición del estado de una batería después del proceso de carga en el vehículo.

Uno de los trabajos más frecuentes que debemos realizar en un vehículo, en especial cuando hemos tenido problemas eléctricos es medir el estado de la batería. Esta operación es indispensable después de un proceso de carga, tanto de un cargador externo como del mismo generador del vehículo (alternador), ya que deberemos constatar que la batería está en estado correcto de trabajo. También esta prueba se la realizará cuando queremos detectar un trabajo anormal de la batería o cuando dudamos de posibles fallas internas.

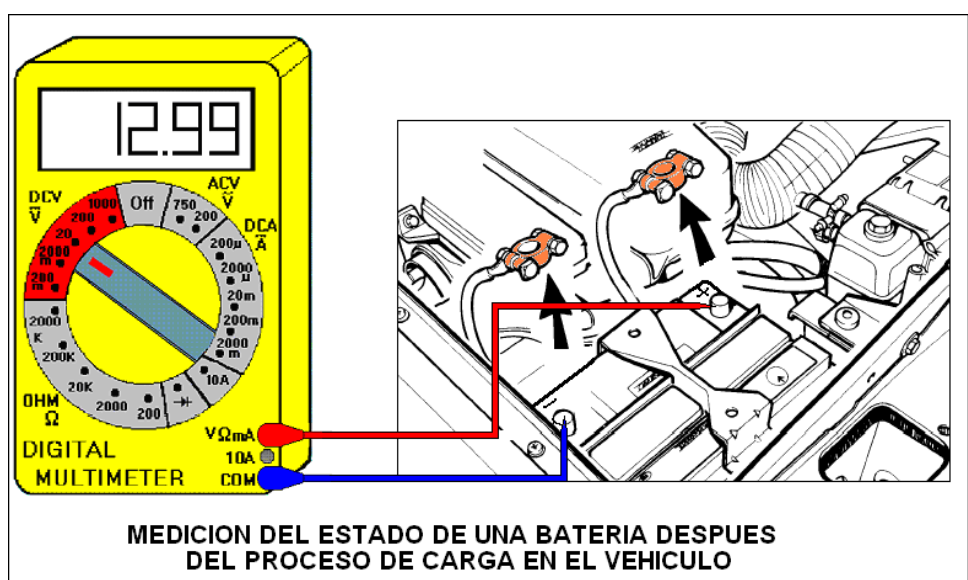


Figura 1.51 Medición del estado de una batería después del proceso de carga.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Tanto para la prueba inicial como para la carga con un elemento externo, es recomendable desconectar los bornes de la batería para que, dicho suministro de carga, el cual podría resultar excesivo cuando se utilizan cargadores rápidos externos, no afecte o dañe los elementos del vehículo, en especial los elementos electrónicos, los cuales son cada día más en las instalaciones de los vehículos modernos.

Seleccionamos la escala de 20 Voltios de corriente continua en el multímetro y conectamos la punta de prueba roja (+) en el borne positivo de la batería y la punta de prueba azul (-) en el borne negativo. Observamos en la pantalla el valor medido, que en este ejemplo es de 12,99 Voltios, valor que nos indicaría que la batería está con una carga completa. Este valor real es generalmente mucho mayor al valor nominal de 12 Voltios, ya que cada vaso de una batería puede cargarse con un máximo de 2,2 Voltios y como tenemos 6 vasos en una Batería de 12 voltios, deberá tener un valor máximo de 13,2 Voltios.

Después de esta medición conectamos nuevamente los bornes de la batería al vehículo y, una vez limpiados correctamente, volvemos a medir la tensión, la misma que no debería bajar sino pocas décimas de voltio, debido a los consumos mínimos del vehículo como memorias o luces básicas de control.

La última “prueba de fuego” para detectar el buen estado de la batería es arrancar el motor del vehículo, conectando las luces principales y otra carga eléctrica como el desempañador del vidrio posterior o faros antiniebla. El valor de la tensión durante esta prueba no deberá bajar de 9 Voltios, ya que de hacerlo, esto significaría que la batería está internamente sulfatada, en cuyo caso será necesario reemplazarla. Es recomendable desconectar el sistema de encendido del motor, con el objeto de

realizar esta prueba por el mayor tiempo posible durante el arranque, sin sobrepasar de 30 segundos.

1.6.3.14 Medición de la resistencia de la bobina del relé.

Una prueba común entre los elementos eléctricos de un vehículo es la prueba de la bobina del relé, componente que se instala como elemento protector para la alta Intensidad (Amperaje) de un circuito eléctrico.

Esta prueba de la bobina del relé también nos puede ayudar a determinar la presencia de un diodo semiconductor conectado en serie o en paralelo en la bobina, que sirve en algunos circuitos para evitar corrientes invertidas o corrientes parásitas.

Para probar esta bobina, se colocan las puntas de prueba en los contactos del inicio y final de la misma, contactos que en algunos relés vienen marcados con los números 85 y 86 o con letras L1 y L2; en caso de no tener una referencia definida, el multímetro nos ayudará a descubrir los dos terminales de la bobina.

La escala escogida será de 200 Ohmios, ya que esta bobina tendrá valores inferiores al tope máximo de esta escala, que es en este caso de 8,55 Ohmios. Cuando se invierte las puntas de prueba, y si tenemos instalado un diodo en este circuito de la bobina del relé, simplemente nos daremos cuenta que tenemos un valor infinito.

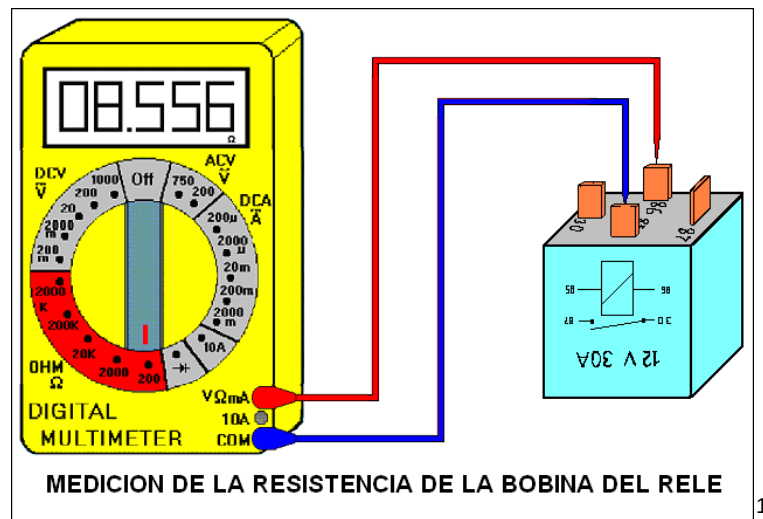
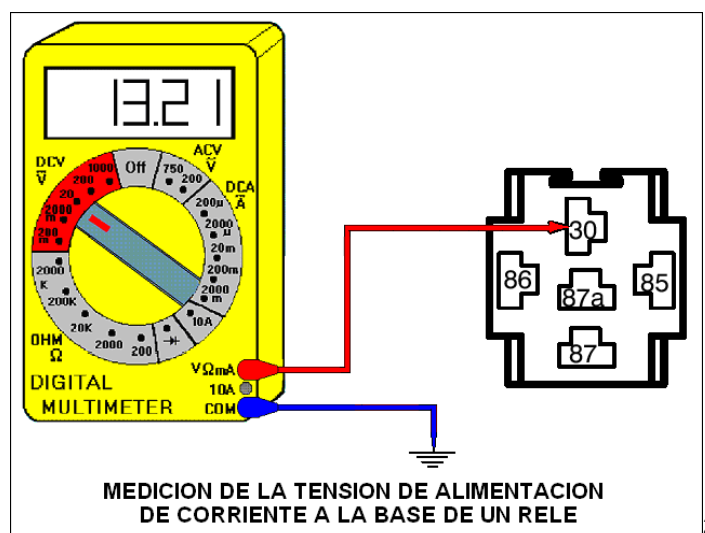


Figura 1.52 Medición de la resistencia de la bobina del relé.

1.6.3.15 Medición de la tensión de alimentación de corriente a la base de un relé (conector).

Esta prueba resulta muy común e importante en los vehículos modernos, ya que el relé se ha constituido en un elemento indispensable para la conexión de muchos elementos eléctricos de gran consumo dentro del vehículo.



¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

² COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Figura 1.53 Medición de tensión de alimentación a la base de un relé.

El relé que se va a utilizar en cualquier conexión importante del vehículo que demande gran consumo de corriente, como es el caso de bocinas, ventiladores, luces, faros exploradores, aire acondicionado, etc.; están generalmente enclavados en una base, en la cual están instaladas todas las conexiones de funcionamiento requeridas.

En este ejemplo podemos decir que el relé está instalado para un pito o bocina y tiene, como puede verse en el esquema, 5 contactos, de los cuales se están utilizando 4 de ellos. El contacto 87 es la salida de corriente para los pitos (salida que en otra aplicación está conectado al elemento de gran consumo), el contacto 30, que es el lugar de alimentación principal de corriente del relé y los contactos 85 y 86 que son los contactos para la bobina del mismo.

Seleccionamos una escala de corriente continua apropiada, que en este caso es de 20 Voltios DC. Conectamos la punta de prueba azul (-) en un lugar que haga tierra o masa y la punta de prueba roja (+) en el conector con el número 30 de la base del relé y observamos si la pantalla del multímetro nos marca el valor de la tensión de alimentación, que es en este ejemplo de 13,21 Voltios.

Si no obtenemos un valor igual o similar al valor de la tensión de la batería, significaría una interrupción en el circuito o un fusible quemado, fusible que está intercalado para proteger el circuito, debiendo revisarlo para posteriormente revisar la conexión del sistema en caso de que esté bueno.

1.6.3.16 Medición del estado de un fusible en un circuito.

Esta medición se la debe realizar siempre sin alimentar con corriente al circuito, puesto que utilizaremos una escala de resistencia en el multímetro, como observamos en el esquema del ejemplo; mas cuando seleccionamos una escala de tensión o voltaje para medir, deberemos entonces permitir que el circuito esté alimentado con corriente, siendo en este caso el procedimiento de prueba diferente al del esquema.

En el esquema podemos observar que hemos seleccionado una escala de 200 Ohmios, la punta roja del multímetro (+) está conectada al un lado del fusible y la punta azul (-) está al otro lado. Si el fusible está en buen estado, la pantalla del multímetro nos enseñará una continuidad completa, es decir cero resistencia, como podemos ver en el dibujo.

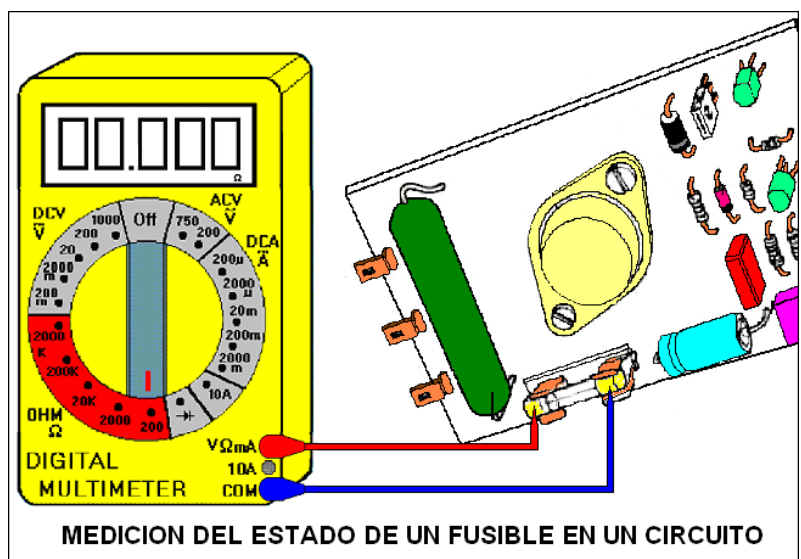


Figura 1.54 Medición del estado de un fusible en un circuito.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Si el fusible estuviera quemado o interrumpido, el valor medido sería infinito; si este fusible estuviera siendo medido fuera del circuito, podría tener diferentes valores que si estuviera instalado en el circuito. Estos diferentes valores que pueden aparecer en la pantalla dependen de los valores de los elementos del circuito que están conectados directamente con el fusible, por lo que resulta un poco confuso el determinar su estado. Para un análisis más exacto y posiblemente más rápido, es preferible retirar el fusible y probarlo individualmente.

1.6.3.17 Comprobación de la tensión de alimentación en los fusibles de una caja de fusibles en vehículo.

Es talvez la prueba más común, dentro de las comprobaciones que se deben realizar en los circuitos eléctricos de un vehículo, cuando queremos verificar el funcionamiento de algún circuito definido o cuando estamos realizando pruebas generales de conexiones.

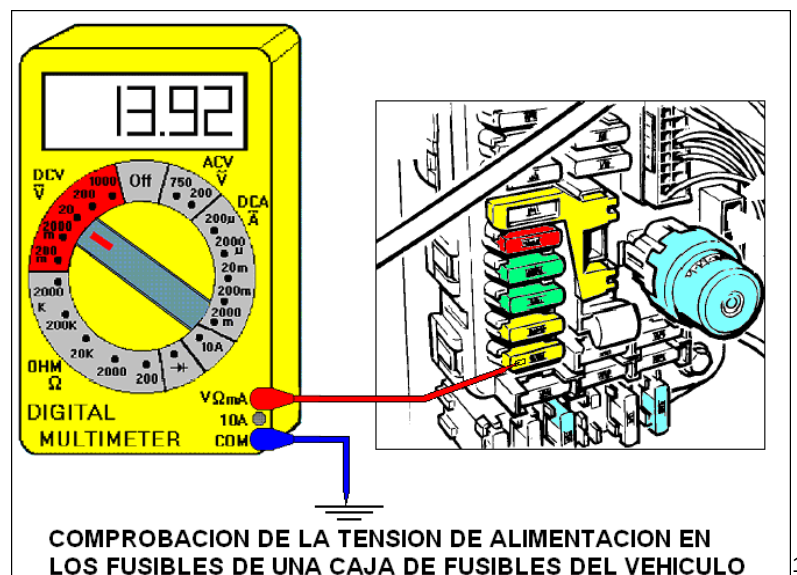


Figura 1.55 Comprobación de la tensión de alimentación en la caja de fusibles.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Como todo fusible requiere una tensión de alimentación, la cual se va a dirigir hacia el consumidor final (elemento conectado) o sencillamente va a cerrar otros circuitos, se debe seguir este proceso de forma idéntica.

Seleccionamos la escala de 20 Voltios DC en el multímetro y conectamos la punta de prueba azul a tierra o masa del vehículo, la punta de prueba roja servirá para ir probando los dos lados, uno a la vez, de cada fusible que queramos revisar. La lectura en la pantalla deberá indicar siempre un valor igual o parecido a la tensión de la batería del vehículo, que es en este caso de 13,92 Voltios.

Como no todos los fusibles están alimentados permanentemente con la batería, deberemos revisarlos conectando el interruptor de encendido (switch) en la posición de contacto (ON), ya que muchos de ellos requieren este paso para estar alimentados de tensión.

Si la lectura al un lado del fusible nos indica la tensión de la batería, el otro lado deberá marcar el mismo valor, lo que nos indicaría que existe alimentación de corriente en principio y que el fusible también está en buen estado. Si la lectura existe a un lado y se pierde al otro lado, esto nos indicará claramente que el fusible está quemado o interrumpido, aunque se lo vea en buen estado a simple vista.

Estas pruebas se repetirán en todos y cada uno de los fusibles de la caja, cuando queremos descubrir una interrupción de algún circuito del automóvil, ya que el complejo diseño eléctrico puede ocupar no solamente una alimentación sino, algunas veces, varias de ellas.

1.6.3.18 Medición de la resistencia de la bobina de un solenoide o automático de arranque.

Esta prueba debería ser una prueba común, cuando se está revisando o reparando un motor de arranque en el vehículo, ya que nos determina el estado de una de las dos bobinas que tiene internamente el automático de arranque, llamado comúnmente solenoide.

Para la primera prueba o la prueba de la primera bobina, escogemos en el multímetro una escala de 200 Ohmios y conectamos la punta de prueba roja (+) en el conector de enchufe (figura) y la punta de prueba azul (-) en el cuerpo metálico del automático de arranque. Esta bobina o bobinado interno deberá marcar una cierta resistencia, que en este ejemplo es de 5,17 Ohmios, el cual es un valor mayor que el que deberá marcar cuando se realice la prueba en la segunda bobina, debido a que esta bobina tiene más vueltas de alambre esmaltado pero con un diámetro menor que la segunda, la cual consideraremos en el siguiente caso.

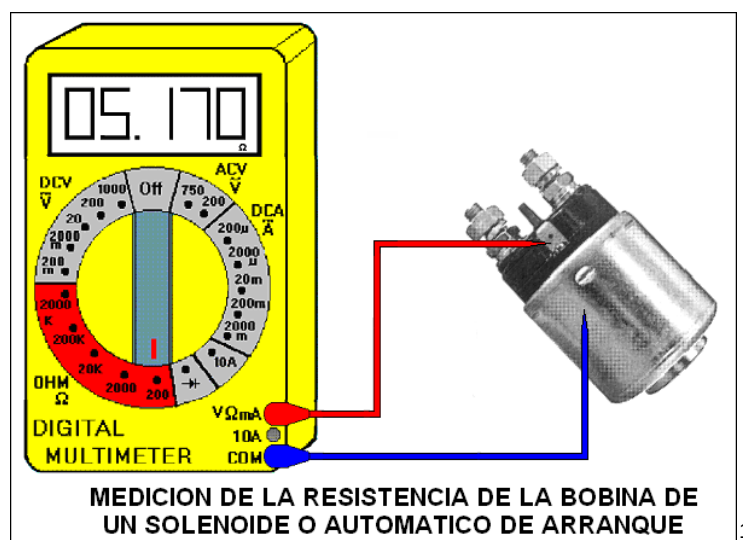


Figura 1.56 Medición de resistencia de la bobina del automático de arranque.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Si la lectura en la pantalla nos indicara INFINITO, nos indicaría que la bobina está interrumpida en alguna parte, lo que obligaría al cambio del repuesto. Si la lectura nos indicaría un valor de cero Ohmios o cercano a este valor, también se lo debería cambiar debido a que la bobina podría estar circuitada o recalentada.

Para probar la segunda bobina (interna) del automático, mantenemos la punta de prueba roja (+) en el mismo lugar y cambiamos la punta de prueba azul (-) al contacto (perno de cobre) que ingresa al motor eléctrico de arranque, contacto que está conectado con un alambre que proviene del interior del automático.

El valor que nos dará la pantalla del multímetro deberá ser menor a la lectura anterior, por lo que ya se mencionó, es decir aproximadamente de 1 a 2 Ohmios, puesto que esta bobina tiene un alambre de mayor calibre (diámetro) pero con un menor número de vueltas de alambre. Al igual que en caso anterior, la lectura no deberá marcar ni infinito ni cero, ya que esto indicaría una rotura o corto de la bobina, siendo imprescindible cambiar el solenoide por uno nuevo.

1.6.3.19 Medición del aislamiento del contacto principal del solenoide de arranque.

Cuando el motor de arranque está armado, luego de una revisión, mantenimiento o reparación, será necesario realizar esta comprobación para montarlo nuevamente en el vehículo. Para la prueba deben estar retirados todos los cables que van conectados al perno del automático, como muestra la figura. Seleccionamos una escala de 200 Ohmios en el multímetro y conectamos la punta de prueba roja (+) al contacto (perno)

donde debe ir conectado el cable proveniente del borne positivo de la batería, yendo la punta de prueba azul (-) conectada al cuerpo metálico del motor de arranque.

La lectura en la pantalla del multímetro deberá ser infinito, lo que nos demostraría que este contacto o perno está completamente aislado del motor de arranque. Al marcar algún valor de resistencia o CERO, simplemente esto nos indicará que está mal armado el motor de arranque, o que el automático está conectado con el motor eléctrico, produciéndose un giro inmediato del arranque cuando se conecte el cable positivo de la batería, lo que no es correcto.

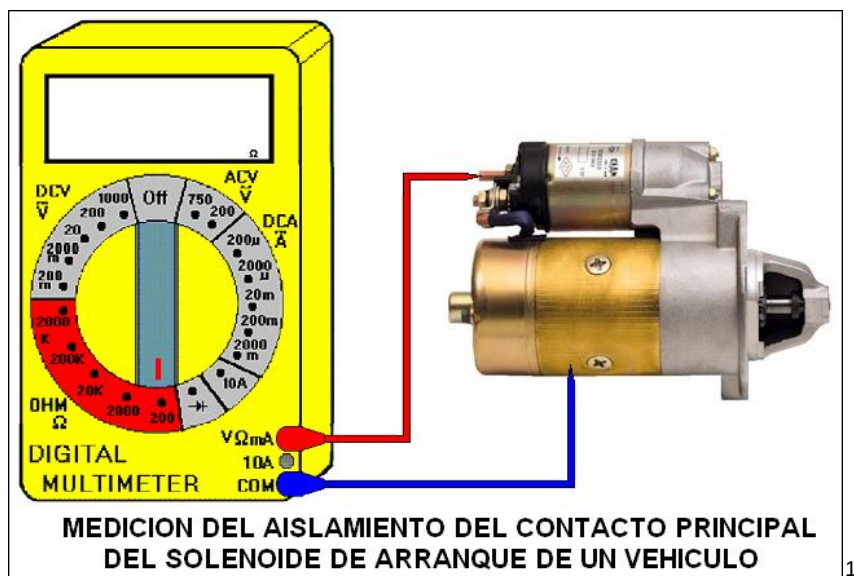


Figura 1.57 Medición del aislamiento del contacto del automático de arranque.

1.6.3.20 Medición de la bobina de una bocina o pito del vehículo.

Con alguna frecuencia, especialmente por exceso de uso o por humedad, una bobina deja de funcionar, por lo cual se hace necesario comprobarla debidamente, determinando así el buen estado de la misma y de los contactos en su interior.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Para comprobar la bobina de la bocina vamos a proceder de igual manera que con la comprobación de cualquier otro electroimán o solenoide, es decir, probando si está completa, no interrumpida, y si tiene suficiente resistencia el bobinado y no está en corto circuito.

Seleccionamos la escala de 200 Ohmios de resistencia en el multímetro, luego conectamos la punta de prueba roja (+) a uno de los dos contactos de la bocina y la punta azul (-) al otro. Cuando la bocina tiene un solo contacto, la otra punta de prueba deberá conectarse al cuerpo metálico de la bocina. La lectura en la pantalla aparecerá con un valor de resistencia baja, que es en este caso de 16,88 Ohmios, el cual es el valor equivalente al arrollamiento de alambre esmaltado.

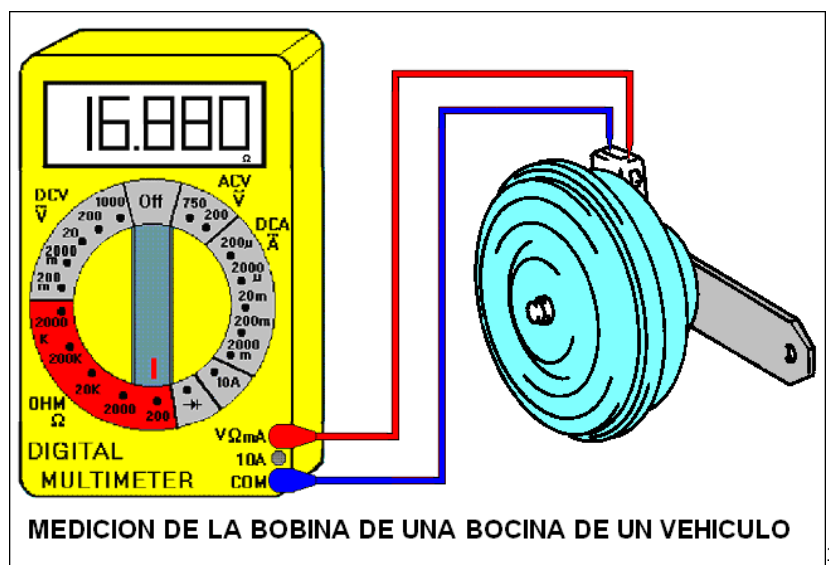


Figura 1.58 Medición de la bobina de una bocina de un vehículo.

Si la lectura en la pantalla del multímetro nos indica cero resistencia, significará que la bobina o los contactos internos están en corto. En cambio, cuando la lectura indica

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

infinito, esto significará que la bobina o los contactos están interrumpidos, por lo que se requerirá probar inicialmente la regulación con el tornillo antes de reemplazar la bocina. Si con la regulación no se manifiesta un cambio, se deberá reemplazar la bocina.

1.6.3.21 Medición de la corriente de alimentación para el motor de plumas de un vehículo.

Así como vamos a comprobar la alimentación de corriente del motor de plumas, de la misma manera se deberá proceder con cualquier elemento eléctrico del vehículo, en el cual conocemos requiere de alimentación directa o a través de la corriente de contacto (ON) para funcionar.

Inicialmente deberemos seleccionar la escala de Voltaje (DC) con un valor de 20 Voltios, procediendo posteriormente a conectar la punta de prueba roja (+) a un contacto del motor, mientras que la punta de prueba azul (-) va conectada al otro contacto. Cuando queremos asegurarnos de encontrar el contacto negativo exacto, podemos conectar la punta de prueba azul (-) directamente a masa o tierra.

Si el motor de plumas, o cualquier elemento eléctrico que deseamos comprobar, funciona directamente y sin necesidad de conectar el “Switch” de contacto, procederemos a realizar la medición, caso contrario, si este elemento necesita de una corriente de contacto para su operación, deberemos girar la llave de encendido a dicha posición de contacto (ON). En la pantalla del multímetro observamos el valor, el cual debe ser del mismo valor de tensión que tiene la batería del vehículo, que para el caso del ejemplo está en 13,03 voltios.

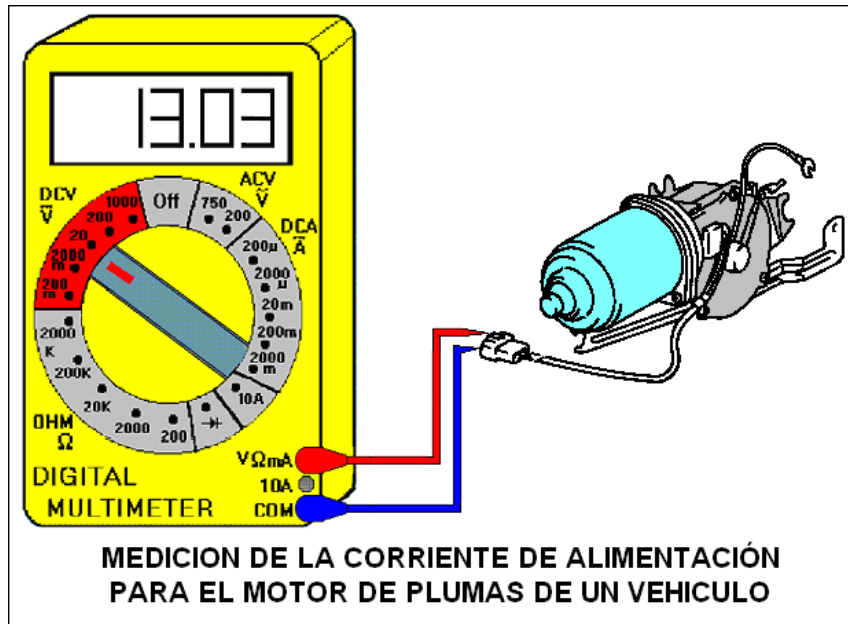


Figura 1.59 Medición de la corriente de alimentación del motor de plumas.

Si el valor que obtenemos es mucho menor al valor nominal de la batería, deberemos revisar las conexiones, ya que posiblemente existe una “caída de tensión” o caída de voltaje, generalmente producida por malos contactos eléctricos, ya sea en conectores, relés, fusibles y demás elementos que deberán ser revisados cuidadosamente.

1.6.3.22 Medición de la resistencia del rotor en un motor de agua y limpiaparabrisas (plumas).

Como el motor de agua del limpiaparabrisas es un pequeño motor eléctrico de corriente continua, la medición y comprobación del mismo nos permitirá saber el estado de las escobillas (carbones), así como del rotor o inducido, en una sola prueba.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

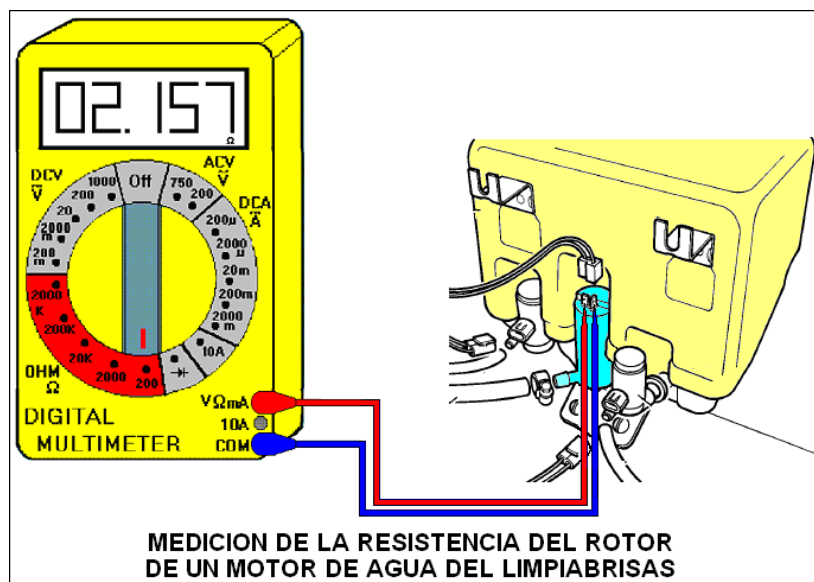


Figura 1.60 Medición de resistencia del rotor de un motor bota aguas.

Seleccionamos una escala apropiada de Resistencia en el multímetro y conectamos la punta de prueba roja (+) en un contacto del motor y la punta de prueba azul (-) en el otro contacto; posteriormente observamos en la pantalla del multímetro el valor medido, el cual es en el ejemplo de 2,157 Ohmios.

Este valor indica la resistencia de las bobinas en rotor del motor eléctrico, así como también nos estará indicando que los contactos de las escobillas o carbones están aparentemente en buen estado. Si la lectura hubiera marcado infinito, esto nos indicaría la interrupción de las escobillas, daños y/o suciedad en el colector, o interrupciones en las bobinas del rotor, por lo que se haría indispensable el cambio del motor. Si la lectura hubiera sido cero Ohmios, podría indicarnos que el rotor o las escobillas están en corto, siendo necesario reemplazar el motor debido a su mal funcionamiento.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

1.6.3.23 Medición de la resistencia de la bobina de un parlante.

Como un parlante está constituido básicamente de un imán permanente y una bobina, la prueba que deberemos realizar es la comprobación de la continuidad y resistencia de dicha bobina.

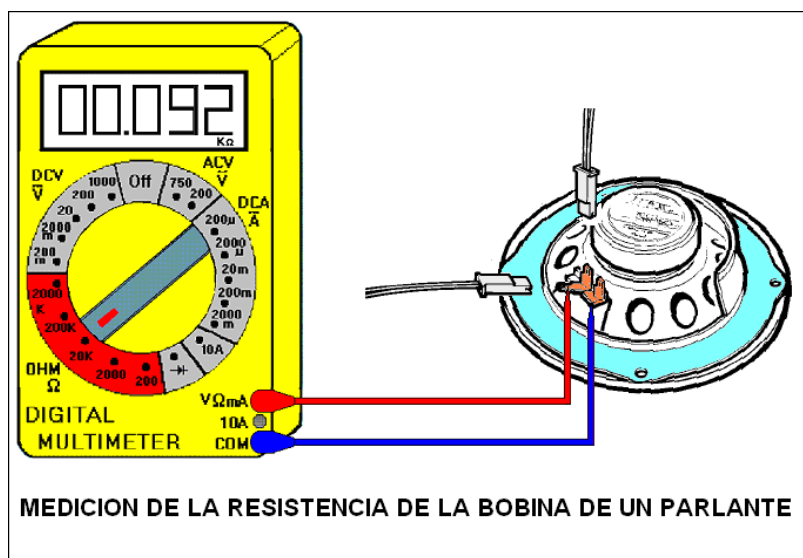


Figura 1.61 Medición de la resistencia de la bobina de un parlante.

Seleccionamos una escala de Resistencia en el multímetro, en este caso de 20 Kilo Ohmios y conectamos las dos puntas de prueba en las dos conexiones del parlante a ser medido. Observamos la lectura en la pantalla, que para el caso es de 0,092 Kilo Ohmios o 92 Ohmios, valor que nos está indicando que la bobina no está interrumpida y tiene un alto valor Ohmico.

Si la lectura nos daría un valor infinito, querría decir que la bobina está rota o interrumpida; en cambio si el valor medido es de cero Ohmios o cercano a este valor,

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

nos indicará la lectura que la bobina está en corto, debiendo en ambos casos ser reemplazado el parlante.

1.6.3.24 Medición del estado de la “niquelina” o resistencia del faro principal del vehículo.

Esta es una de las posibles pruebas para determinar el estado de la “resistencia”, comúnmente llamada “niquelina” del faro principal de un vehículo; la prueba se la debe realizar tal como se comprueba cualquier resistencia.

Para ello se selecciona la escala de 200 Ohmios en el multímetro y se conecta la punta de prueba roja (+) en uno de los dos contactos, mientras que la punta de pruebas azul (-) va al otro contacto.

Si apreciamos en la pantalla del multímetro, podremos apreciar que la lectura nos indica una resistencia de cero Ohmios, lo que nos indica que la resistencia medida está en buen estado. Nos indica este valor, debido a que esta resistencia del faro es muy baja y se convierte prácticamente en un conductor eléctrico.

Cuando se aplica una corriente a la resistencia, esta se pondrá muy caliente y producirá brillo, debido a que está dentro de una cápsula al vacío (sin aire).

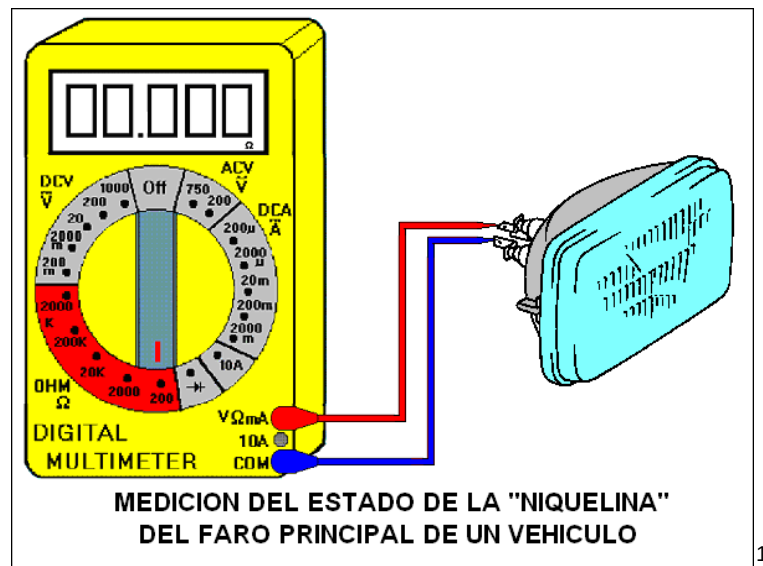


Figura 1.62 Medición del estado de la niquelina del faro principal.

1.6.3.25 Medición del estado de las “niquelinas” de un foco halógeno del faro principal del vehículo.

Al igual que en el caso anterior, cuando medimos el estado de un foco o lámpara principal del vehículo, se siguen los pasos siguientes.

ATENCION: Cuando se realizan estas pruebas con focos de gas halógeno, es muy importante no tocar con los dedos la ampolla de cristal, ya que le restará vida útil, siendo la mejor manera de hacerlo con un paño limpio, libre de grasa. Normalmente se mide el estado del foco cuando ya hemos probado que la alimentación de corriente hacia él es la correcta, así como también su conexión a tierra o masa, descartando de esta manera la posibilidad de un mal contacto simplemente. Como en el caso anterior, seleccionamos una escala de resistencia baja en el multímetro, que es en este caso de 200 Ohmios; conectando la punta de prueba roja (+) en una pata del foco halógeno

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

y la punta de prueba azul (-) en la otra pata, observamos la pantalla; si el valor obtenido es de cero Ohmios, nos estará indicando que la resistencia o “niquelina” está en buen estado.

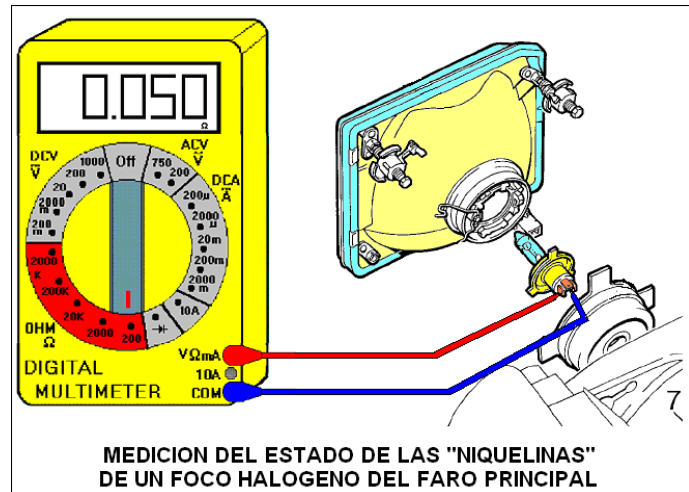


Figura 1.63 Medición del estado de las niquelinas de un halógeno.

Esta prueba se la debe repetir con el tercer contacto, ya que en el foco de las luces principales generalmente existen dos “niquelinas”, sirviendo la una para la luz baja (cruce) y la otra para luz alta (carretera), siendo el tercer contacto un punto común.

Por lo tanto, la prueba deberá indicar cero resistencia o cercano este valor cuando las “niquelinas” están en buen estado, e infinito cuando están interrumpidas.

1.6.3.26 Medición del buen contacto eléctrico de un interruptor de la luz de freno de un vehículo.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Esta prueba en interruptor de la luz de freno es muy común y aplicable a las demás pruebas de este tipo, tanto para el vehículo, como para los demás usos eléctricos. Como la función del interruptor es, como su nombre lo indica, “interrumpir” y conectar una corriente a través de él, el procedimiento de prueba debe ser el siguiente:

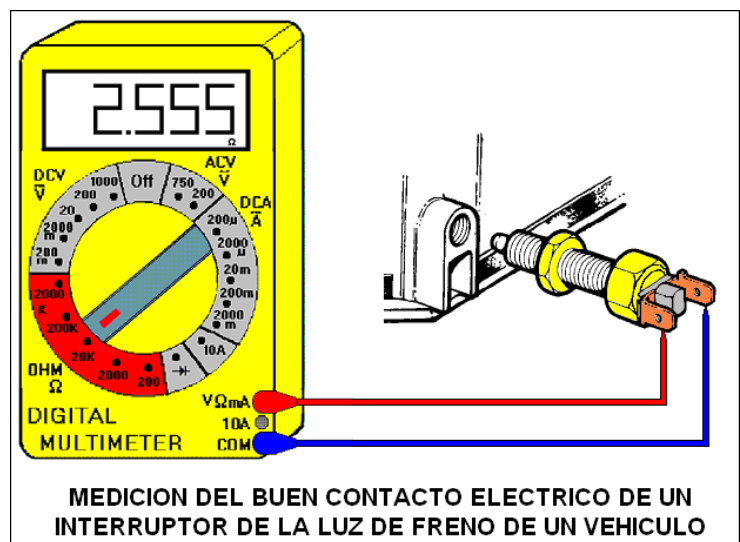


Figura 1.64 Medición del buen contacto de un interruptor de luz de freno.

Seleccionamos la escala de Resistencia en el multímetro, que para este caso será una escala alta debido a que no sabemos el resultado exacto de esta medición, a pesar de que si sabemos que un interruptor debe entregar el mejor contacto posible al circuito en el que está incluido, por lo que su resistencia deberá ser relativamente nula.

Conectamos la punta de prueba roja (+) en un contacto del interruptor y la punta de prueba azul (-) en el otro; revisamos la pantalla del multímetro, la cual nos está indicando, para este caso, un valor de resistencia de 2,55 Ohmios; de acuerdo a la lectura, el interruptor no está realizando un buen contacto, ya que tiene un valor de

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

resistencia, valor que no debería existir, aunque en algunos casos puede resultar aceptable, debido a que el interruptor puede estar sucio o usado.

Dentro de la prueba es necesario probar moviendo al interruptor entre la posición de encendido y apagado. En el caso del ejemplo, este interruptor está instalado en el sistema de palancas del pedal del freno, por lo que se requerirá presionar y soltar el pedal varias veces, comprobando el valor en la pantalla.

Si el valor medido hubiera sido infinito, significaría que el interruptor está “abierto o interrumpido”, siempre y cuando la posición de prueba era la de conexión; pudiendo ser solamente que la regulación del interruptor esté fuera de tolerancia, es necesario regular el mismo hasta obtener el contacto adecuado.

Si la lectura hubiera sido cero Ohmios, este valor nos indicaría que el interruptor está en excelente estado de conducción. Solamente será necesario presionar el pedal y soltarlo para comprobar que conecte y desconecte debidamente, de acuerdo al movimiento obtenido.

1.6.3.27 Medición de la alimentación de corriente para un foco de luces direccionales de un vehículo.

Como podremos recordar, existe una infinidad de focos en un vehículo, de tal manera que el procedimiento de esta prueba es aplicable a todos y cada uno de ellos y lo único que puede cambiar es su ubicación y conexión.

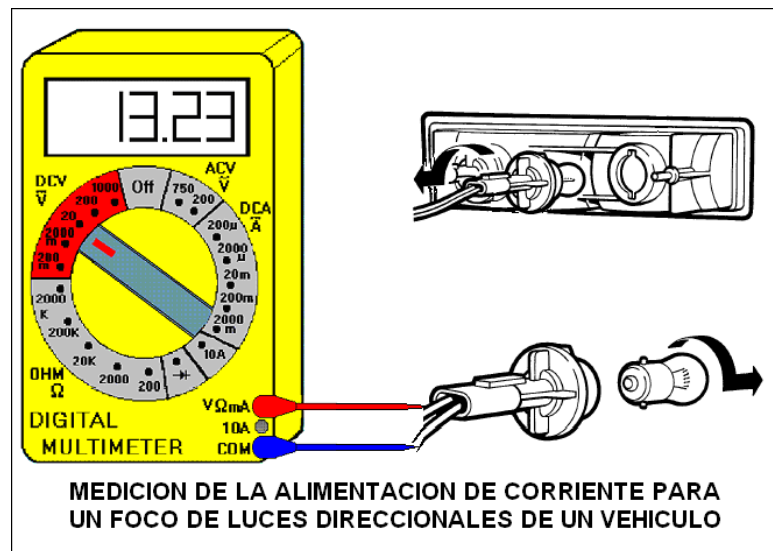


Figura 1.65 Medición de alimentación de corriente de un foco direccional.

Como tenemos que probar la alimentación de corriente al foco, seleccionamos una escala de corriente continua en el multímetro, que para el efecto será la escala de 20 Voltios; ubicamos la punta de prueba roja (+) en el contacto positivo del conector del foco y la punta de prueba azul (-) a masa o tierra; si el socket (conector) tiene los dos polos como en el caso del dibujo, la punta de prueba azul (-) la conectaremos en el otro alambre del conector.

Para verificar esta alimentación de corriente, deberemos proceder a conectar la luz que va a ser medida. Por ejemplo, si estamos revisando un foco de luz direccional deberemos hacer actuar esta luz, moviendo la palanca de luces direccionales y colocando en Contacto (ON) al interruptor de encendido. Cuando queramos probar la luz de marcha atrás (retro), deberemos poner en contacto y seleccionar la marcha atrás en la palanca de cambios y así sucesivamente.

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

En este caso observamos la pantalla del multímetro y vemos que nos da una lectura de 13,21 Voltios. Cuando se trate de una luz intermitente, como en este caso, el valor aparecerá y desaparecerá con la misma frecuencia del parpadeo de las luces direccionales o, lo que es lo mismo, la velocidad de apertura y cierre del relé.

1.6.3.28 Medición de la resistencia de la bobina del generador de pulsos de un distribuidor de encendido electrónico.

Cuando tenemos dudas del estado de la bobina del generador de pulsos de un distribuidor de encendido, deberemos probar su estado de la siguiente manera:

Seleccionamos el multímetro en una escala mediana de resistencia, pero como no sabemos el valor que vamos a medir, es recomendable iniciar la prueba con una escala mayor a la que pensamos medirá la bobina del sensor inductivo; de acuerdo al caso, se irá bajando gradualmente la escala para obtener la mayor exactitud posible en la lectura.

Colocamos las dos puntas de prueba en los dos terminales de la bobina captadora o “sensor inductivo” del distribuidor y nos fijamos en el valor de la pantalla; en este caso tenemos un valor de 52,65 Ohmios.

Si la pantalla nos hubiera dado un valor infinito, esto nos indicará que la bobina está interrumpida, pero si el valor es de cero Ohmios, nos indicará que la bobina está en corto.

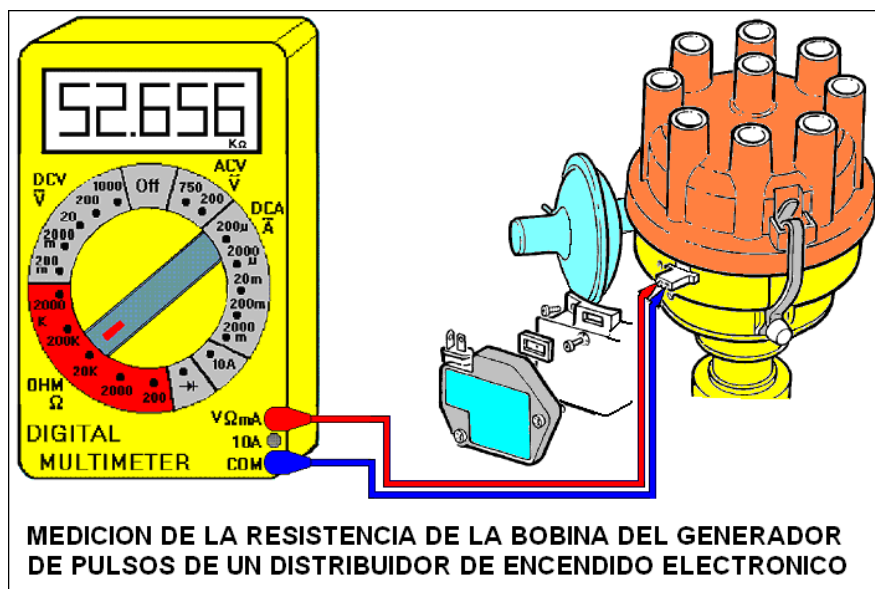


Figura 1.66 Medición de resistencia de un generador de pulsos (distribuidor).

Después de haber medido la resistencia de la bobina, deberemos asegurarnos de que este sensor nos está generando la señal que se requiere, para lo cual cambiaremos la escala del multímetro a corriente alterna (AC) en una escala baja. En el caso del ejemplo, la escala más baja del multímetro es de 200 Voltios AC, suficiente para realizar esta prueba. Giramos el distribuidor o el mismo motor, si el distribuidor está instalado en él, y leemos el valor que se genera en la pantalla del multímetro, revisando el incremento de corriente alterna a medida que las revoluciones del distribuidor suben también.

1.6.3.29 Comprobación de la resistencia o continuidad de los cables de alta tensión de las bujías o de la bobina de encendido.

Esta prueba es muy importante y frecuente cuando se desea detectar posibles fallas del motor, fallas relacionadas con problemas de encendido. Como es sabido, los

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

nuevos cables de alta tensión tienen un valor de alta resistencia, a diferencia de los clásicos cables usados anteriormente. La causa de esta alta resistencia es el nuevo diseño del conductor eléctrico, ya que los cables iniciales utilizaban uno o pocos hilos de alambre y los nuevos utilizan fibras de miles de conductores, lo que ayuda a conducir de mejor forma a la alta tensión, pero que, en caso de roturas o mal contacto, producen intensas fallas de encendido en los motores de gasolina.

Para realizar la prueba de un cable de alta tensión (alto voltaje), se selecciona una escala alta de Resistencia, debido a que no todos los cables tienen el mismo valor, inclusive entre los cables del mismo vehículo, debido especialmente a la diferencia de longitud entre ellos, la misma que influye directamente en su resistencia. Seleccionado una escala de 20 Kilo Ohmios, como en el ejemplo, colocamos la punta de prueba roja (+) en un extremo del cable y la punta de prueba azul (-) en el otro extremo.

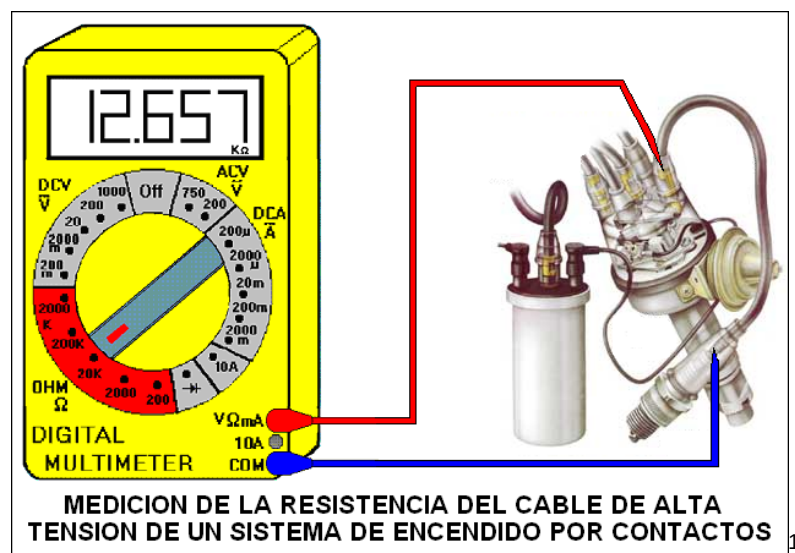


Figura 1.67 Medición de resistencia del cable de alta tensión (platinos).

¹ COELLO SERRANO, Efrén. *El Milímetro*, primera edición, Quito, Ediciones América, 2004.

Observamos en la pantalla del multímetro el valor medido, el cual es en este caso de 12.657 Ohmios o 12,65 Kilo Ohmios. Cuando hemos probado este cable, es conveniente probar todos y cada uno de los que están en el sistema de alta tensión, comparando cada valor con el resto de lecturas y comprobando que los valores sean cercanos o similares entre ellos, considerando como ya dijimos, la longitud de cada uno.

CAPITULO II

ELECTROMAGNETISMO

2.1 INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos se conocían sobre fenómenos magnéticos los cuales se presentaban en la naturaleza, por el año 100 d.C. los chinos se dieron cuenta de que ciertas piedras al ser colgadas de un hilo señalaban un punto específico es por esto que entre los siglos XI y XII se comenzaron a ver en los barcos toscas brújulas, con el paso del tiempo investigadores concluyeron que la tierra posee un norte y sur magnéticos gracias a los cuales se utiliza la brújula. Poco a poco fuimos conociendo más acerca del magnetismo y sus utilidades, fue entonces que investigadores como Michael Faraday, quien después de que Hans Christian Oersted demostró que la corriente eléctrica genera un campo magnético, se preguntó. "¿No deberían los buenos conductores de electricidad al colocarse dentro de esta esfera de acción (los campos magnéticos) tener corrientes inducidas a través de ellos?"¹ Para lo cual enrolló dos solenoides grandes de forma cilíndrica, como se muestra en la figura 2.1, para q uno estuviera bajo la influencia magnética del otro cuando la corriente pasara por uno de ellos, luego de repetidos intentos en 1831 cito:

"Los resultados... me condujeron a creer que la corriente de la batería por un alambre en realidad indujo una corriente semejante a través del otro alambre."²

¹ BLATT, Frank. *Fundamentos de Física*, tercera edición, México, Prentice-Hall, 1991.

² BLATT, Frank. *Fundamentos de Física*, tercera edición, México, Prentice-Hall, 1991.

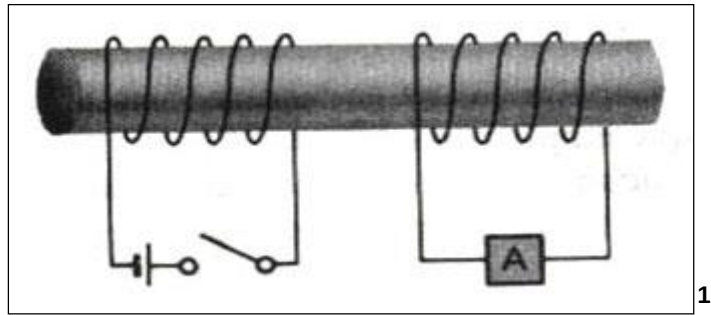


Figura 2.1 Experimento de Faraday.

2.2 SISTEMA DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

En el vehículo utilizamos el electromagnetismo para generar corriente la cual es a su vez almacenada para la utilización de los diferentes consumidores que el vehículo pueda tener.

2.2.1 Alternador

La energía eléctrica que un vehículo necesita puede ser suministrada por la batería pero si no se tiene otra fuente de energía la batería llegaría a agotarse es por esto que se emplea el circuito de carga que proporciona energía a la batería y consumidores del vehículo. Para ello posee los siguientes elementos: un generador de energía eléctrica, un regulador y batería comúnmente se puede adicionar un amperímetro para saber en todo momento si el generador produce energía.

La energía producida por el generador, esta controlada por el regulador, pasa a través del amperímetro, una parte a la batería, donde queda almacenada, y otra a los

¹BLATT, Frank. *Fundamentos de Física*, tercera edición, México, Prentice-Hall, 1991.

circuitos eléctricos que estén en funcionamiento en ese momento. De esta manera se mantiene la batería siempre cargada.

El generador de corriente utilizado en los vehículos puede ser un dinamo o un alternador, cualquiera de los dos es impulsado por el movimiento del motor trasformando este movimiento en energía eléctrica.

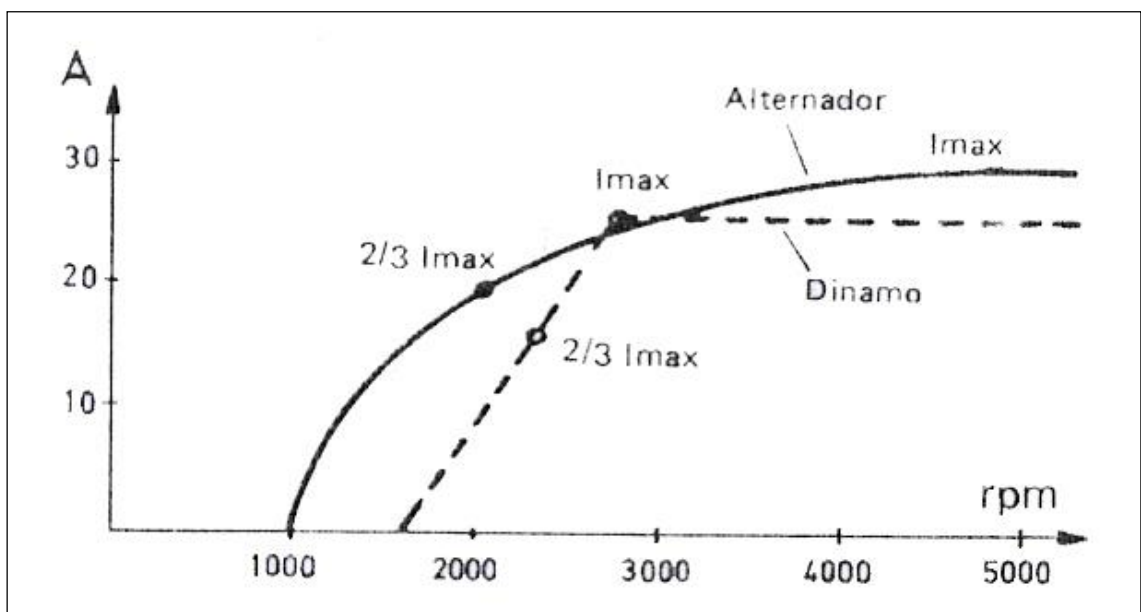


Figura 2.2 Comparación de un dinamo y un alternador.

En la figura 2.2 se compara un dínamo y un alternador, pudiéndose observar que el alternador comienza a cargar la batería en un régimen del motor más bajo es por esto que en la actualidad se utilizan alternadores.

2.2.1.1 Componentes y funcionamiento

Los componentes de un alternador están representados en la Fig. 2.3 y son:

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

3 inducido o estator (fijo), 4 inductor o rotor (Mobil), 1y5 carcasas, 2 conjunto rectificador, 7 polea y 6 ventilador.

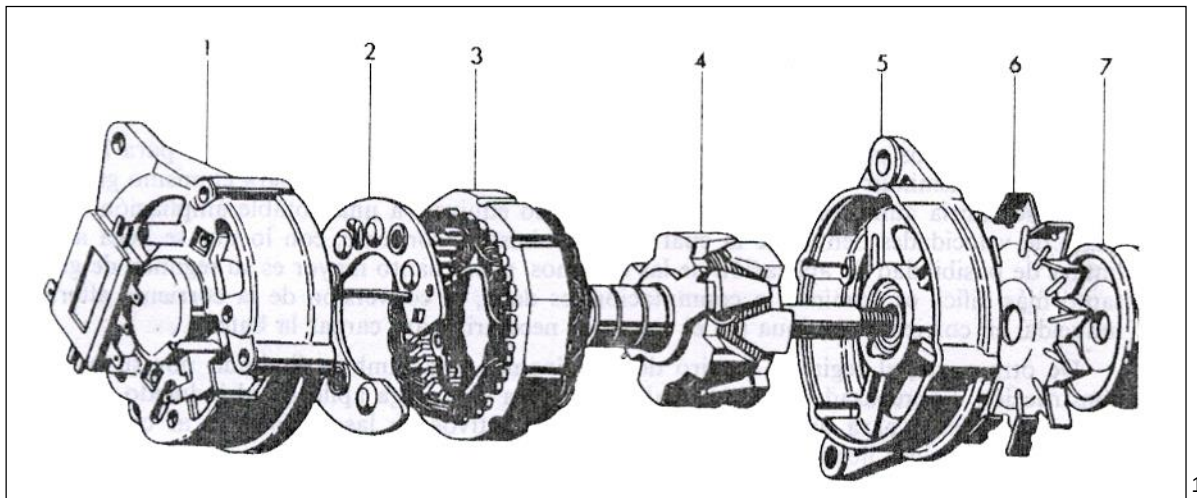


Figura 2.3 Componentes del alternador

El rotor gira en el interior del estator produciéndose así la excitación de electrones generando energía eléctrica que es corregida por el conjunto rectificador antes de ir a la batería. El rotor esta unido a la polea y esta a su vez conectada al motor por una banda; gira conforme este aumente o disminuya sus revoluciones produciendo mayor o menor amperaje como describe la tabla anterior. El ventilador también esta unido a la polea y sirve para el enfriamiento de todo el alternador.

El funcionamiento del alternador está basado en el hecho de que cuando un conductor eléctrico corta líneas de fuerza de un campo magnético, se induce en él una f.e.m.; la figura está representado un imán que puede girar en el sentido de la flecha, cuando el polo norte de este imán se enfrenta a la bobina, se genera una f.e.m. que nos dará

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

una magnitud positiva en el galvanómetro (Fig. 2.4) mientras que si enfrentamos el polo sur el galvanómetro presentara una magnitud negativa (Fig. 2.5).

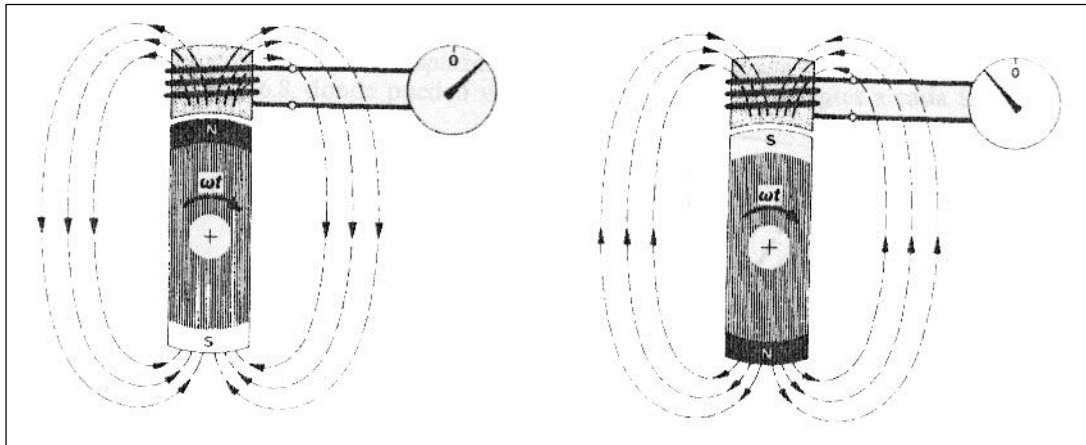


Fig. 2.4 f.e.m. positiva¹

Fig. 2.5 f.e.m. negativa²

Es decir que el alternador produce corriente alterna, en la grafica podemos observar una fase en la cual el punto más alto corresponde a la medida del primer galvanómetro mientras q el más bajo al otro.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

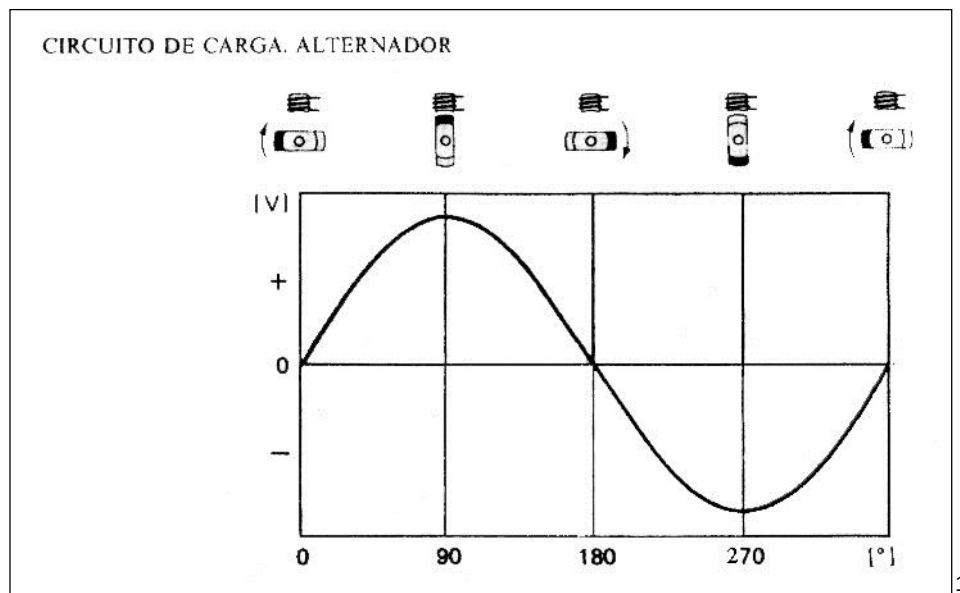


Figura 2.6 Voltaje Monofásico del Alternador

Esta sería la grafica de un alternador de corriente monofásica, sin embargo los utilizados en los vehículos son de corriente trifásica dado que tiene tres grupos de bobinas es decir que producirá tres fases, separadas una fase de la otra con 120° como en la Fig. 2.8 las bobinas están dispuestas de la siguiente manera:

En la Fig. 2.7 se ha representado esquemáticamente un alternador, en el que pueden verse tres grupos de bobinas, unidas respectivamente 1-4, 2-5 y 3-6.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

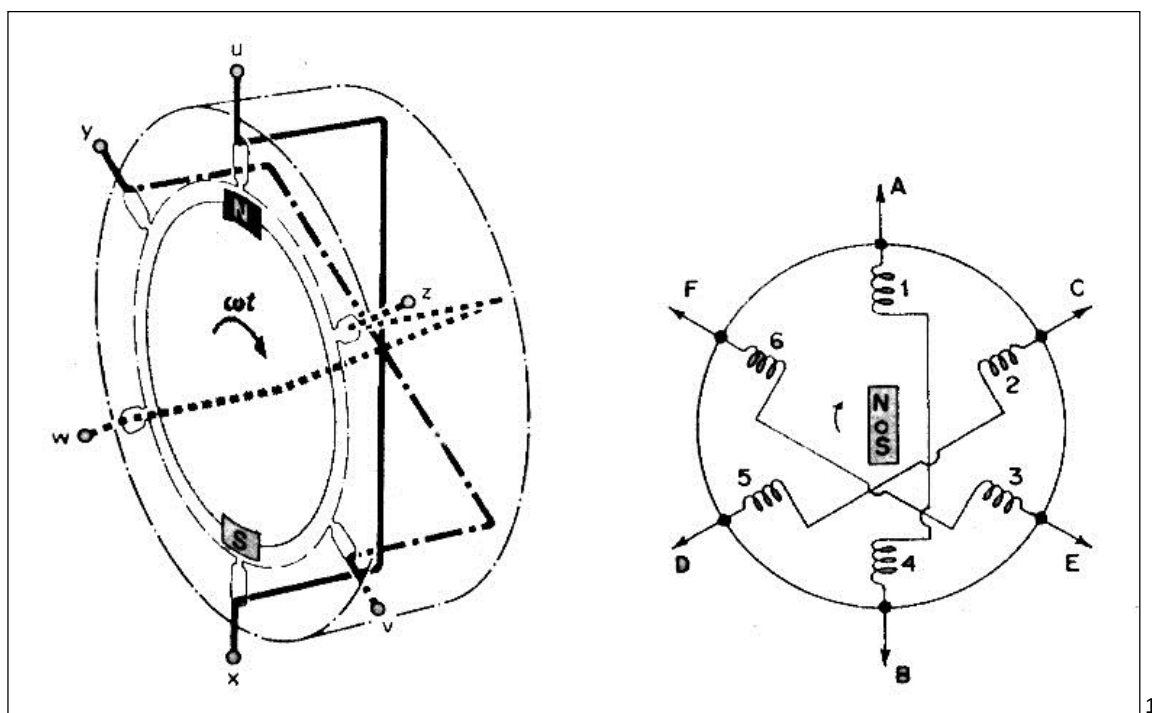


Figura 2.7 Disposición del Devanado (Alternador trifásico).

En estos alternadores (trifásicos), el devanado que constituyen las bobinas que forman cada fase, se realiza sobre una carcasa metálica, este conjunto de partes se conoce como estator. Las bobinas del estator están dispuestas de tal manera que los valores mas altos de corriente de cada una de las fases estén separados por 120° como se muestra en la Fig. 2.8 en donde cada una de las fases está representada con U, V, W.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

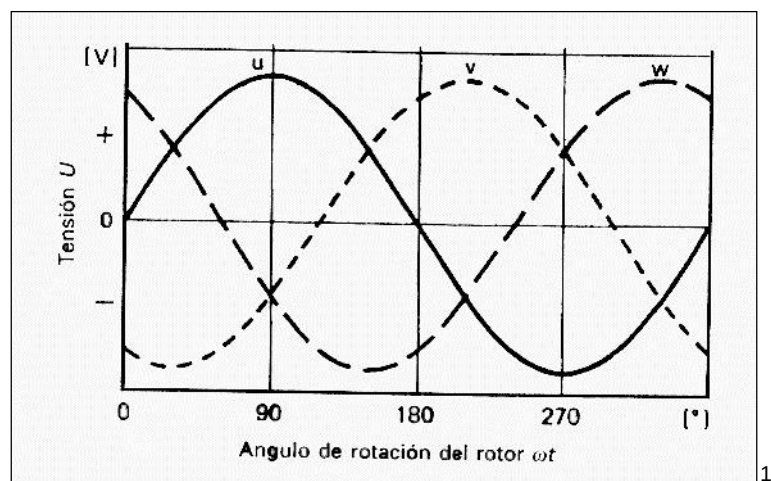


Figura 2.8 Voltaje Trifásico del Alternador

Las tres fases están enlazadas entre sí mediante una conexión que puede ser en estrella o en triángulo. La más utilizada es en triángulo.

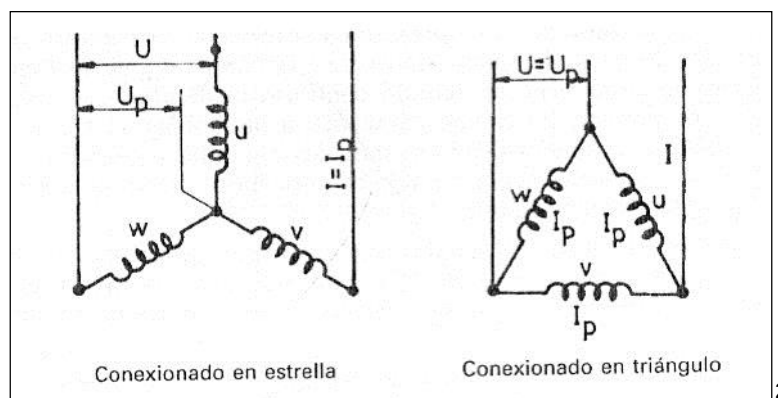


Figura 2.9 Conexión en estrella y triángulo

El grupo rectificador aprovecha las semiondas positivas como negativas de cada fase disponiendo dos diodos para cada fase, uno en el lado positivo y otro en el lado

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

negativo, logrando así que el resultado final sea una corriente continua aunque con pequeñas variaciones (Fig. 2.10).

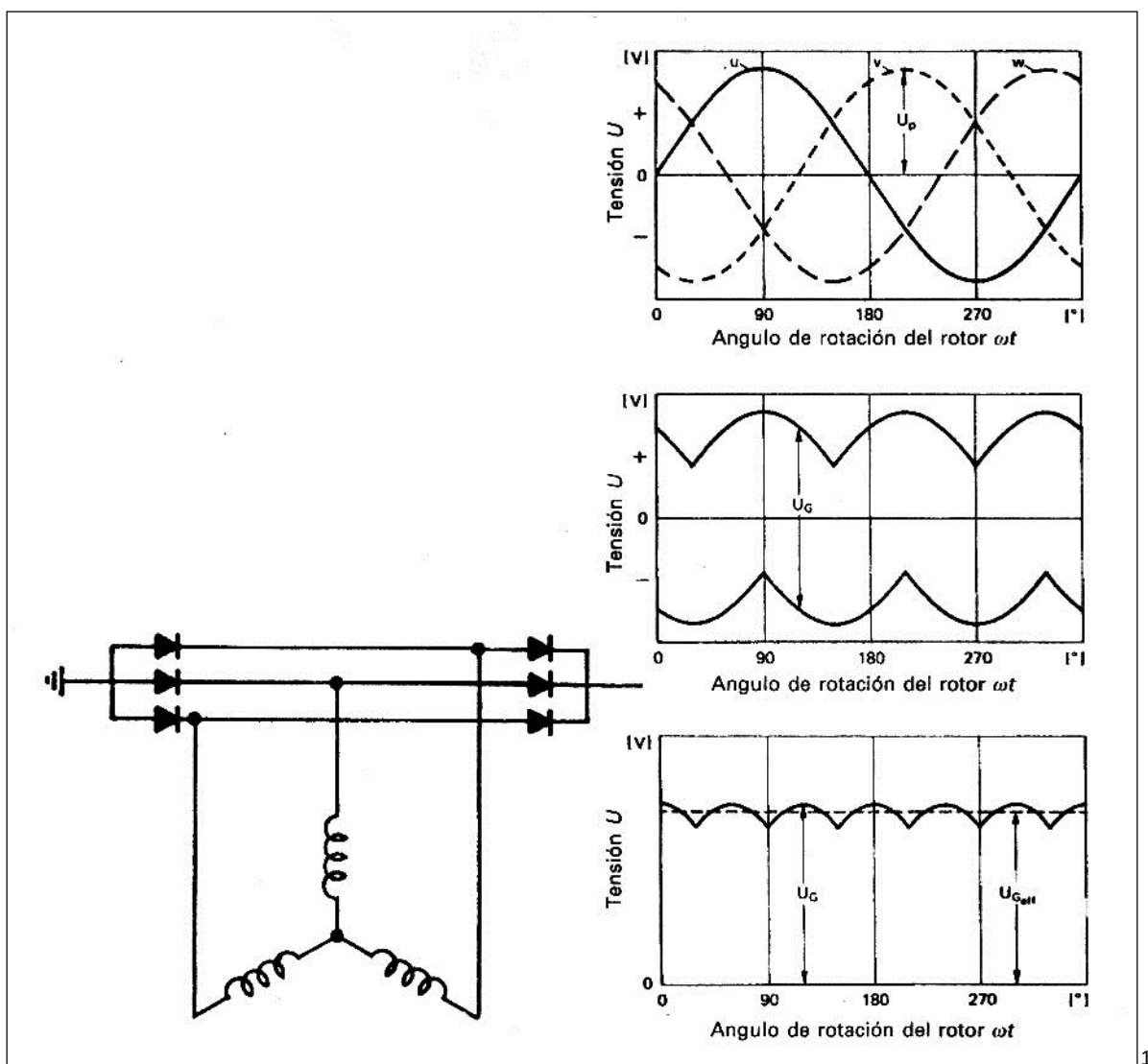


Figura 2.10 Trabajo del Puente Rectificador

En el siguiente gráfico podemos observar como trabaja el puente rectificador de seis diodos en un alternador trifásico de estrella, comparando con el correspondiente

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

diagrama en dos ángulos distintos. En el primer gráfico (Fig. 2.11) observamos que la bobina w es negativa, la u es positiva, mientras que la v tiene valor nulo, esto se debe a la posición que ocupa el rotor frente a las bobinas de las distinta fases, estos valores están dados si se toma como referencia los 120° . Mientras que en el segundo gráfico (Fig. 2.12) está dado a los 150° , se observa que la bobina v que hace 30° tenía valor nulo, ahora tiene un valor positivo, de esta manera se logra corregir la corriente a medida que varía el ángulo de referencia, logrando así que la corriente pueda ser utilizada en el vehículo.

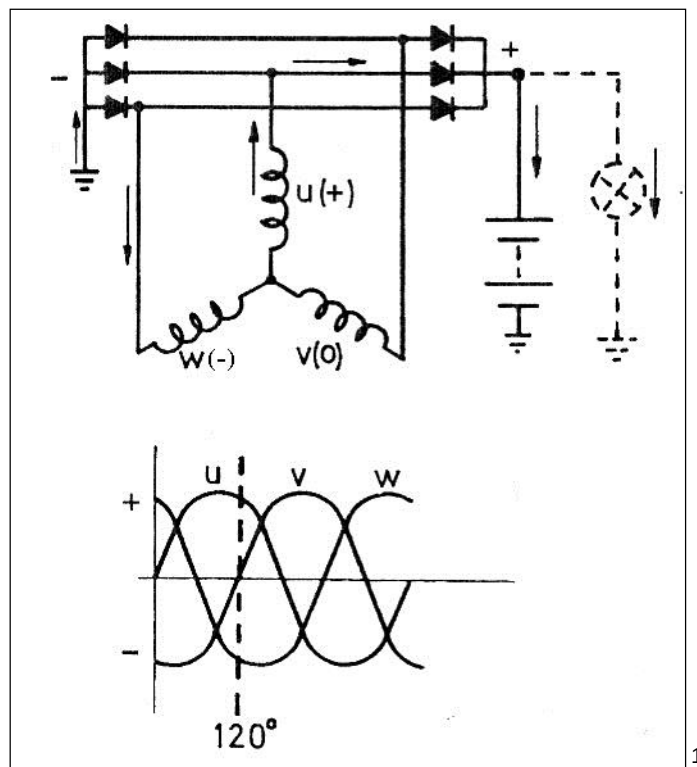


Figura 2.11 Bobina a 120° .

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

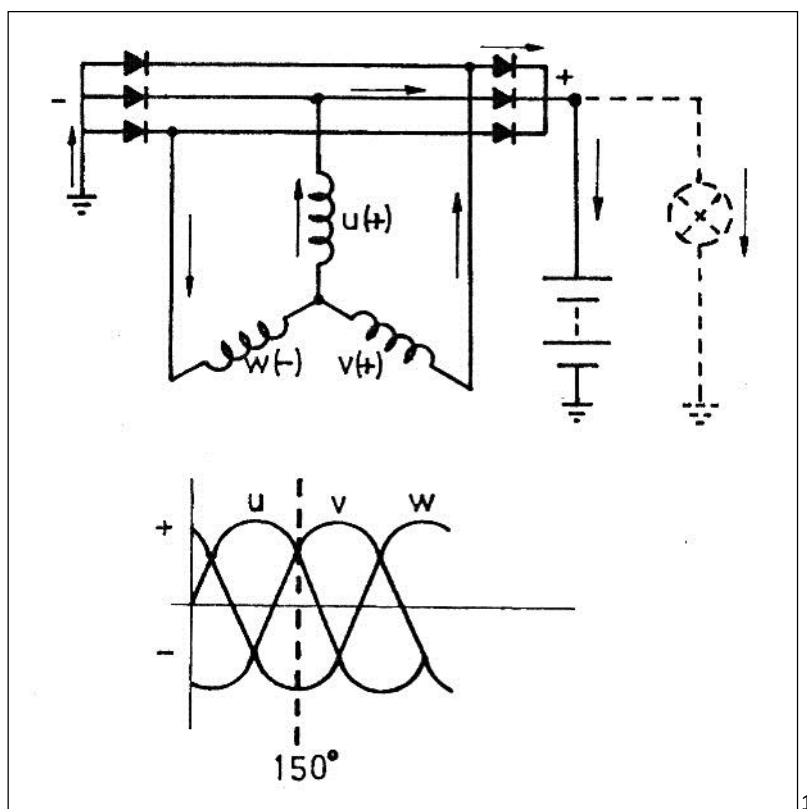


Figura 2.12 Bobina a 150°.

La corriente de las fases va modificando su magnitud y polaridad, en el transcurso del tiempo, mientras que la corriente en el exterior del alternador conserva su sentido.

2.2.1.2 Inducción electromagnética

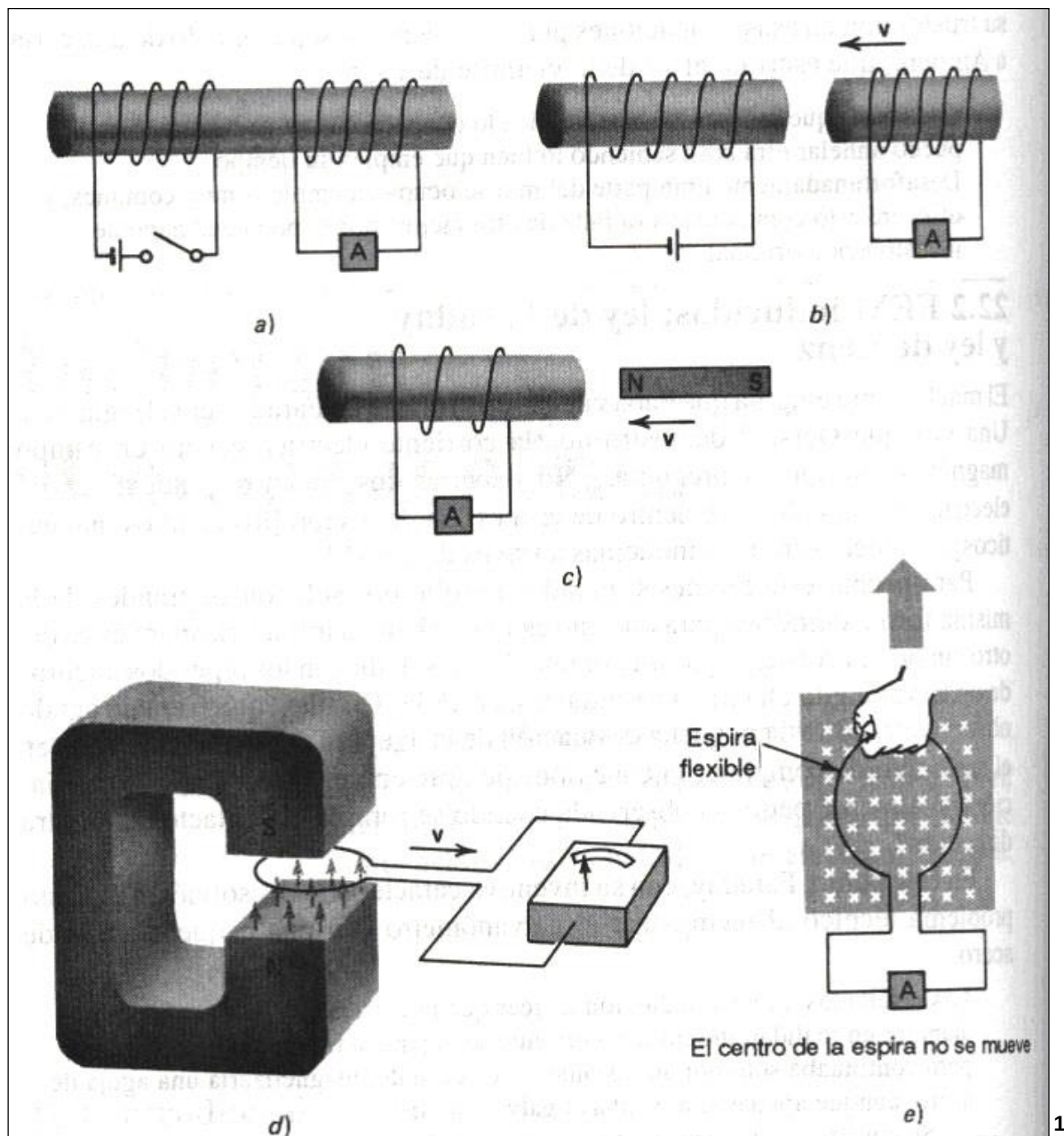
Este fenómeno fue descubierto por Faraday en 1830, quien después de varios experimentos fallidos pudo dar respuesta a su pregunta. ¿No deberían los buenos conductores de electricidad, al colocarse dentro de un campo magnético tener corrientes inducidas a través de ellos?

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Dentro de un tiempo relativamente corto, había determinado que siempre que tenía lugar un cambio temporal en el flujo magnético dentro de un circuito cerrado, se inducía en ese circuito una f.e.m.; la magnitud de esta f.e.m. inducida es proporcional a la rapidez con la que cambia el flujo, aunque la manera por la que se provoca el cambio no tiene importancia.

Por lo que se puede inducir una fuerza electromagnética en una espira de alambre de varias maneras:

- 1.- Colocándola cerca de una bobina y cambiando la corriente en esa bobina.
Este fue el procedimiento que utilizó Faraday (Fig. 2.13 a).
- 2.- Manteniendo estable la corriente en la bobina, pero moviendo las dos una en relación con la otra. (Fig. 2.13 b).
- 3.- Moviendo un imán permanente hacia adentro o hacia fuera de la espira. (Fig. 2.13 c).
- 4.- Girando, o moviendo de alguna manera, la espira en un campo magnético uniforme para cambiar el flujo que pasa por él. (Fig. 2.13 d).
- 5.- Cambiando la forma de la espira en un campo uniforme y estable a modo que el área cambie con el tiempo (Fig. 2.13 e).



1

Figura 2.13 Formas de inducción de f.e.m.

2.2.2 Batería

Cuando el vehículo está en funcionamiento el alternador es quien suministra energía para cada uno de los consumidores, pero también esa energía producida por el alternador es almacenada por la batería para administrarla a los diferentes

¹ BLATT, Frank. *Fundamentos de Física*, tercera edición, México, Prentice-Hall, 1991.

consumidores del vehículo en un momento determinado. Por ejemplo cuando el motor está apagado, el alternador no está produciendo energía, pero se requiere de ésta para dar arranque al vehículo, hasta que pueda funcionar por si mismo; es aquí donde la batería se vuelve vital, ya que ella es la que suministra energía al motor de arranque para que este genere movimiento.

En la figura 2.14 podemos observar un ejemplo comparativo de cómo se almacena energía eléctrica en la batería. Cuando el suministro de agua requerido por B, es menor que el caudal de la bomba A, ese exceso de agua comienza a almacenarse en el deposito C, del cual saldrá cuando B requiera de mayor cantidad de agua de la que es suministrada por la bomba A, o en caso de que la bomba A esté apagada y deje de suministrar agua.

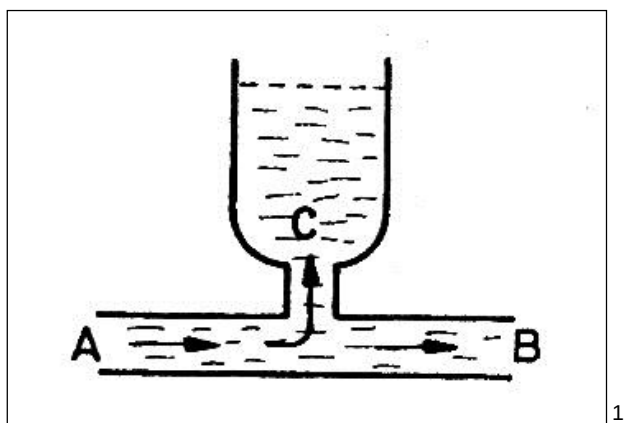


Figura 2.14 Ejemplo comparativo de una batería.

Estos depósitos de energía eléctrica por energía química se pueden dividir en dos grupos: las pilas primarias y las pilas secundarias.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

En las pilas primarias, la transformación de la energía química en eléctrica produce su agotamiento con el uso, sin que sea posible recuperar el estado de carga, como ocurre en las pilas de uso corriente para linternas, radios, etc.

En las pilas secundarias, las transformaciones de energía son reversibles, es decir que la pila puede ser cargada nuevamente. Durante este proceso se transforma la energía eléctrica en energía química que se almacena en la pila.

Por la constitución de sustancias de naturaleza electroquímica que intervienen en su reacción se dividen en:

Acumuladores de plomo (de electrólito ácido).

Acumuladores de níquel (de electrólito alcalino) cadmio-níquel y ferro-níquel.

Acumuladores de plata (de electrólito alcalino) cinc-plata y cadmio-plata.

Para la función a que van a destinarse en:

Acumuladores para arranque.

Acumuladores estacionarios.

Acumuladores para tracción.

Acumuladores portátiles.

De todas estas, las utilizadas en los vehículos de combustión son las de arranque que a su vez están hechas a base de plomo.

2.2.2.1 Acumulador de Plomo (batería).-

Principio de funcionamiento.-

Supongamos que se vierte agua (H_2O) en un recipiente con un poco de ácido sulfúrico (H_2SO_4), formaríamos un electrolito. Dentro del recipiente sumergimos dos láminas de plomo (Pb), las cuales están algo oxidadas porque han estado expuestas al medio ambiente (PbO) separadas por el electrolito. Unimos las láminas a un generador G de corriente continua cada una hacia uno de los polos del generador, se obtiene el resultado siguiente: El paso de la corriente a través del electrolito provoca la descomposición del agua, desprendiéndose oxígeno en el ánodo o electrodo positivo (lámina conectada al borne positivo del generador) y sobreoxidándolo (PbO_2), mientras el hidrógeno se deposita en el cátodo o electrodo negativo (lámina conectada al borne negativo del generador) reduciendo su oxígeno (Pb) y formando nuevamente agua. El paso de la corriente ha producido una modificación química en las dos láminas.

Si después de haber pasado la corriente durante un cierto tiempo se sustituye el generador por una resistencia R, se comprueba que la energía almacenada en el acumulador es ahora devuelta al circuito exterior, siendo ahora la corriente de sentido inverso a la del período de carga. Ello se puede comprobar, si previamente se ha intercalado un amperímetro A de doble escala en el circuito: Si durante la carga la aguja del amperímetro se desviara hacia la derecha, en la descarga se desviará hacia la izquierda (fig. 2.15).

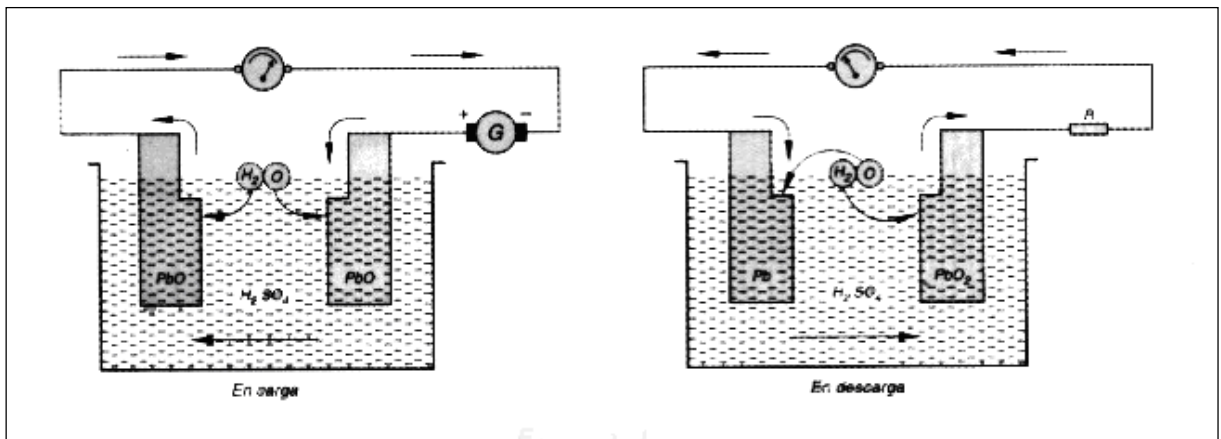


Figura 2.15 Principio de Funcionamiento de los Acumuladores.¹

La batería (fig 2.16), dentro del armazón plástico esta dividida en varios compartimientos o celdas, cada una de estas celdas es un acumulador. Están dispuestas sobre unas salientes en la parte inferior donde se depositan los residuos desprendidos de las placas para evitar cortocircuitos. En cada una de estas celdas existen una serie de placas dispuestas en forma de rejilla en cuyos huecos se deposita la materia activa.

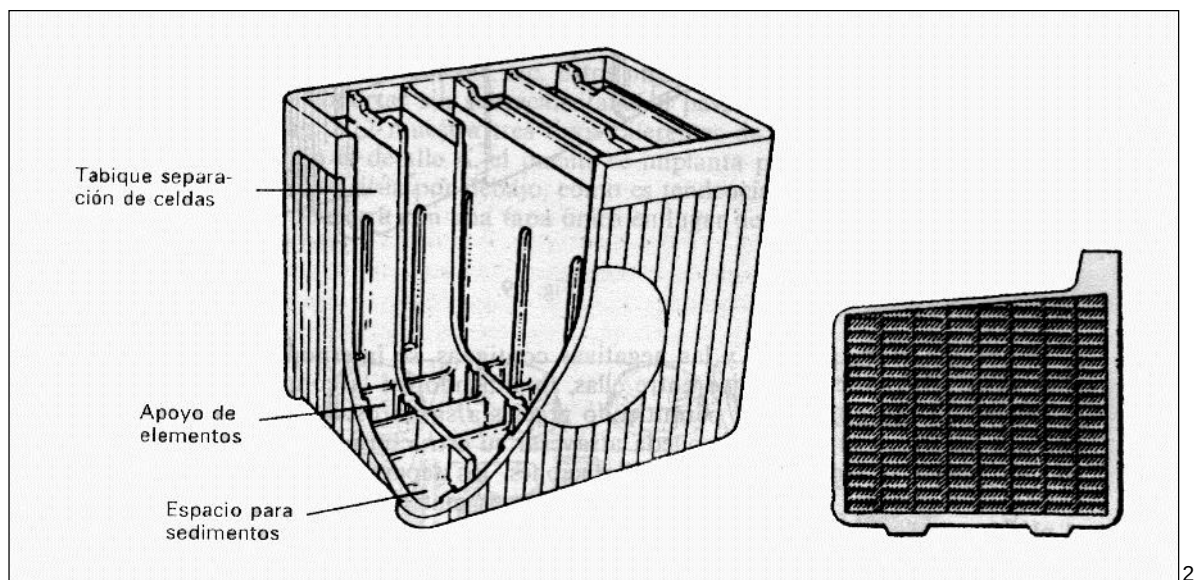


Figura 2.16 Disposición de las celdas.

¹ CEAC

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Existen placas positivas y placas negativas (2.17), la materia activa es peróxido de plomo (PbO_2), mientras que la materia activa de las placas negativas es plomo esponjoso (Pb). Todas las placas negativas y positivas se unen entre sí por una platina y van intercalándose una positiva y una negativa interponiendo entre cada una separadores. En todos los acumuladores existe una placa negativa más para mejorar la eficiencia ya que así ninguna de las placas positivas queda sin aprovechamiento.

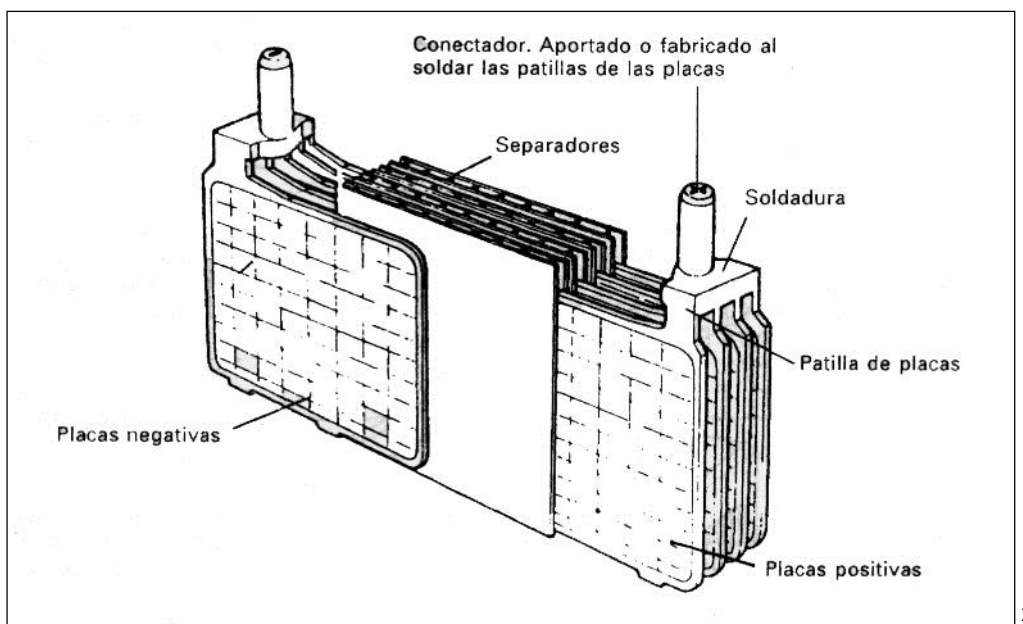


Figura 2.17 Disposición de las placas.

2.2.2.2 Diferencia de potencial

La llamada tensión o diferencia de potencial es la fuerza electromotriz que empuja a los electrones a través de un circuito, es decir el voltaje del circuito, se lo puede comparar con un depósito de agua unido en sus partes inferiores y que se encuentran a distinto nivel, como en la figura 1.4, Entre estas hay una diferencia de nivel y al aperturar la válvula pasara agua del deposito 1 al deposito 2, y mientras exista esta

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

diferencia de nivel seguirá pasando agua y cesará cuando el nivel de ambos depósitos sea el mismo. Es lo mismo con el voltaje, este existirá mientras exista una diferencia de potencial.

2.2.2.3 Energía Química

Existen varias formas de energía química, algunos elementos tienen más energía que otros, y a su vez pueden combinarse varios elementos para producir otro tipo de energía, como la energía eléctrica, que se utiliza en el automóvil gracias a la batería de acumuladores, la cual basa su funcionamiento en la química de sus elementos. Para explicar su funcionamiento vamos a hablar sobre las disoluciones y electrolitos, y la electrolisis.

a) Disoluciones y electrolitos

Una disolución es una mezcla de dos o más elementos. Uno de los componentes de la disolución, denominado disolvente es el que determina si la disolución es sólido, líquido o gas. Los otros componentes de la disolución, los denominados solutos, se dice que están disueltos en el disolvente.

La mezcla de los reactivos en disolución ayuda a conseguir el contacto entre átomos, iones o moléculas, necesario para que tenga lugar una reacción química.

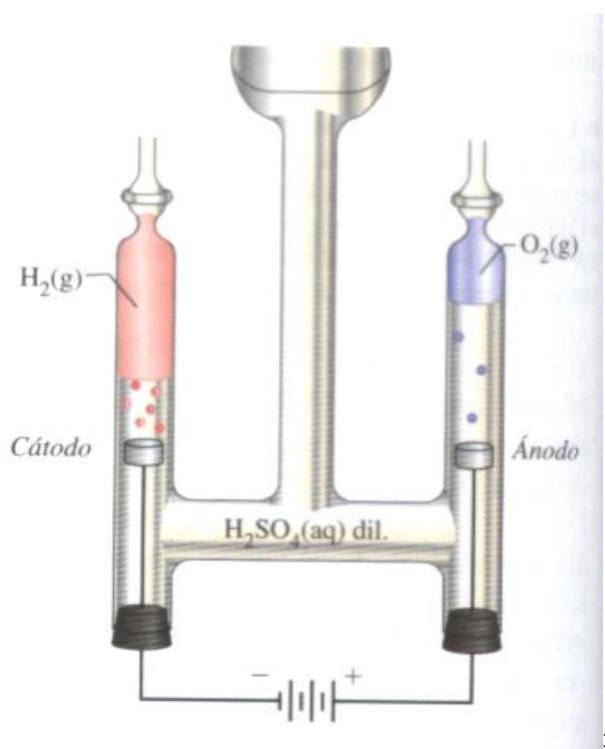
Por ejemplo al disolver cloruro de sodio es decir sal (ClNa) se produce una ionización es decir cierto número de moléculas de cloruro de sodio se disocian, y se separan los iones de Cl^- cargados negativamente y los iones de sodio Na^+ cargados positivamente.

Las moléculas del cloruro de sodio son neutras, porque hay en ellas el mismo número de de cargas negativas y positivas. Esto es lo que ocurre con las sales y ácidos, se separan en dos grupos siempre a una de ellas la compone el metal o el hidrógeno, quedando con carga positiva mientras que el resto de la molécula queda con carga negativa.

El líquido donde se produce la ionización, que en el caso de la batería del vehículo es ácido sulfúrico H_2SO_4 en agua, se separan los hidrógenos (H^{++}) quedando con carga positiva (aniones), mientras que el resto de la molécula (SO_4^{--}) queda con carga negativa (cationes).

La función del electrolito es permitir el paso de la corriente a su través.

b) La Electrólisis



¹ PETRUCCI, Ralph, HARWOOD, William y HERRING, Geoffrey. *Química General*, octava edición, Prentice Hall, 2003.

Figura 2.18 Electrólisis del Agua.

“El paso de la corriente eléctrica a través de un líquido supone la migración de iones. Para hacer que el agua sea un conductor eléctrico, debe añadirse un electrolito como el H_2SO_4 . En esta disolución ácida, los iones H^+ son atraídos hacia el electrodo negativo (cátodo). Allí ganan electrones formándose átomos de H, y los átomos de H se unen para formar moléculas de $\text{H}_2(\text{g})$. En el cátodo tiene lugar la reducción. Los iones SO_4^{2-} son atraídos hacia el electrodo positivo (ánodo), pero no experimentan cambio. En su lugar, se produce una reacción en la que las moléculas de agua se descomponen para remplazar los iones H^+ perdidos en el cátodo y se desprende $\text{O}_2(\text{g})$; en el ánodo tiene lugar la oxidación.”¹

Los iones H^{2++} se dirigen hacia la placa negativa para tomar allí los electrones que faltan y transformarse en átomos, que roban oxígeno del PbO para formar agua (H_2O), con lo cual, en esta placa va quedando poco a poco solamente plomo Pb, llamado plomo esponjoso.

Los iones SO_4 —se dirigen hacia la placa positiva para dejar allí los electrones que sobran, quedando convertidos en átomos y combinándose seguidamente con el H_2 del agua (H_2O) que hay en las proximidades de la placa, formando así nuevamente H_2SO_4 . El oxígeno que sobra en la molécula de agua, se combina con el PbO de la placa formando PbO_2 , que va recubriendo poco a poco esta placa. Inmediatamente después de formarse la molécula de H_2SO_4 se ioniza otra de estas moléculas en algún punto del líquido.

¹ PETRUCCI, Ralph, HARWOOD, William y HERRING, Geoffrey. *Química General*, octava edición, Prentice Hall, 2003.

Si continúa aplicada la tensión del generador, llega un momento en que la placa negativa tiene solamente plomo esponjoso Pb y la positiva peróxido de plomo PbO₂. A partir de este momento aunque continúe pasando la corriente eléctrica, los gases de hidrógeno y oxígeno que siguen desprendiéndose en las placas, suben hacia la superficie del líquido, por no poder combinarse en las placas, pues, en la negativa, ya no queda más oxígeno del PbO para combinarse con el hidrógeno y, en la positiva, ya no hay mas PbO para combinarse el oxígeno, con lo cual a partir de aquí, solamente sigue produciéndose electrólisis en el agua, sin que la composición de las placas siga modificándose.

“Después de este proceso, en el electrolito hay sumergidas dos placas, cuyas sustancias son diferentes: plomo Pb y peróxido de plomo PbO₂, cuyas tensiones de disolución son distintas habiéndose conseguido así una pila, cuya f.e.m. es 2,2v.”¹

2.3 SISTEMA DE ARRANQUE

En la antigüedad los motores, no solo de los vehículos, tenían una manivela con la cual el conductor giraba el motor, hasta que éste gire por sus propios medios, eso lo podemos observar en la actualidad solo en motores pequeños como los de motocicleta, botes pequeños, etc. En los cuales se tiene que usar la fuerza física de una persona para poder encender el vehículo, pero en motores un poco más grandes no solo por su tamaño sino también por comodidad poseen un motor eléctrico que proporciona los primeros giros al motor de combustión hasta que éste pueda girar por sus propios medios.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

2.3.1 Motor de arranque

Los motores de combustión interna son incapaces de ponerse en marcha por sí solos, necesitan un sistema capaz de impulsarlos hasta conseguir su autonomía de marcha. es aquí donde se emplea en motor de arranque.

Para poner en marcha a un motor de combustión interna, es necesario vencer algunas resistencias debidas a la compresión de los cilindros, viscosidad del aceite, rozamiento de las partes móviles, etc. estas resistencias pueden variar de acuerdo al tipo de motor, su tamaño, la temperatura ambiente entre otros factores; independientemente de estos factores el motor tiene que conseguir una velocidad mínima de rotación para lograr su puesta en marcha.

El esfuerzo que realiza el motor de arranque al iniciar el movimiento es considerable ya que al encontrarse frio el motor de combustión, la resistencia es mayor, por lo que el motor de arranque debe ser capaz de proporcionar el par necesario para conseguir el movimiento, esto determina su potencia y también es importante la capacidad del acumulador para suministrar la energía necesaria. Los fabricantes buscan una media entre el par y el consumo de energía del motor de arranque, ya que sería beneficioso tener un motor de arranque que nos proporcione alto par y un alto número de revoluciones pero este pesaría demasiado y necesitaría de un acumulador mucho más grande para entregar la energía necesaria para su funcionamiento.

2.3.1.1 Funcionamiento

El motor de arranque basa su funcionamiento en principios electromagnéticos. Los imanes tienen una propiedad de atraer y ser atraídos; cuando se coloca un imán dentro del campo magnético de otro, se ve sometido a fuerzas de atracción y repulsión, de manera que se cumple polos iguales se repelen y opuestos se atraen (figura 2.19).

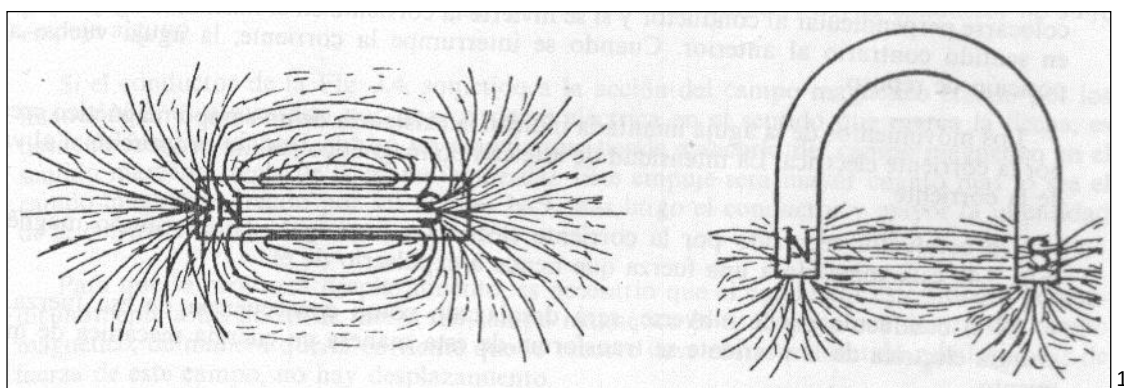


Figura 2.19 Campo Magnético de dos Imanes

En la figura 2.20, se ha representado el imán N`-S` dentro del campo magnético uniforme del imán N-S. en esta situación, las fuerzas de atracción F y F' que se generan, forman un par que hace girar al imán N`-S` alrededor de su punto de eje O, en el sentido de las agujas del reloj hasta que quede en posición horizontal, en cuyo instante el par es nulo y las fuerzas F y F' iguales y de sentido opuesto, por lo que el imán se encuentra en equilibrio.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

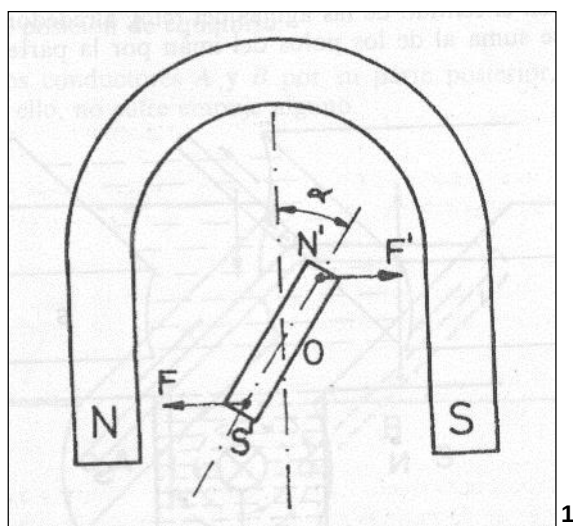


Figura 2.20 Generación de Fuerzas.

En la figura 2.21 podemos observar un conductor recorrido por una corriente eléctrica y sumergido en un campo magnético, está sometido a una fuerza que tiende a expulsarlo de este campo. Si este conductor puede moverse, será desplazado como consecuencia de esta fuerza, es así como se transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Podemos conocer el sentido de esta fuerza por la regla de la mano izquierda, colocando los dedos pulgar, índice y medio de esta mano de manera que formen un ángulo de 90° entre ellos. El índice, indica la dirección del campo magnético, el medio, la de la corriente y el pulgar, el sentido de la fuerza.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

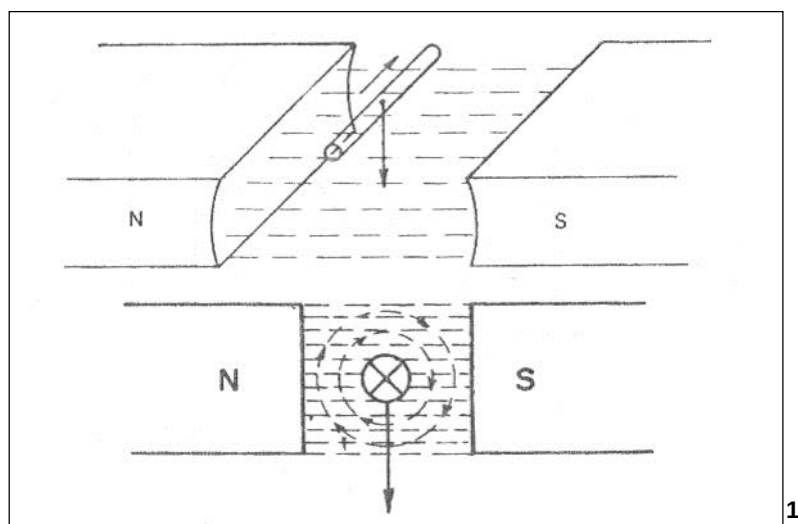
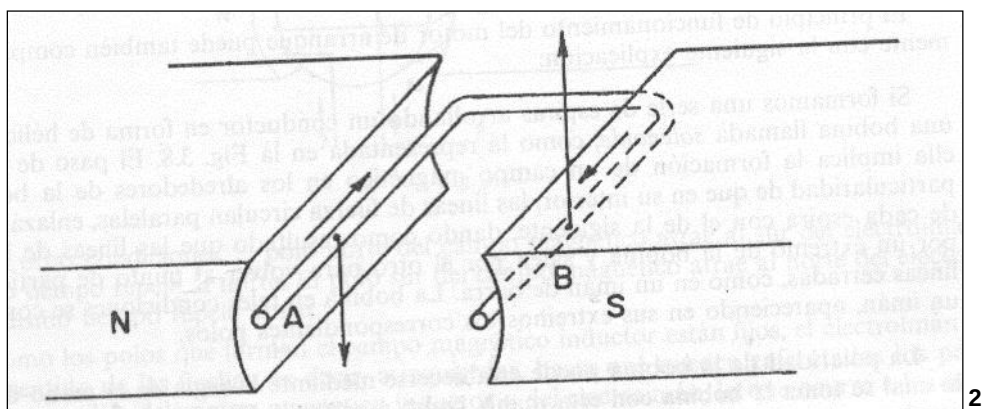


Figura 2.21 Ley de la Mano Izquierda.

Si en lugar de un conductor recto se coloca uno en forma de espira como en la figura 2.22 dentro del campo magnético N-S y se hace pasar por esta espira una corriente eléctrica de sentido indicado en la figura, el lado A será empujado hacia abajo y el B hacia arriba. Esto quiere decir que se forman un par de fuerzas que harán girar la espira.



¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Figura 2.22 Espira Dentro del Campo Magnético.

Si en lugar de colocar una espira colocamos algunas, conectadas simétricamente, como en la figura 2.23, cuyos extremos van unidos a los trozos de anillo que forman el conmutador, en el cual están dos escobillas fijas que proporcionan la energía eléctrica a cada una de las espiras en un momento determinado, es decir justo cuando cada una de las escobillas se enfrenta al imán produciéndose así la fuerza que tiende a expulsarlas, en este caso las hace girar y se consigue un movimiento constante al enfrentarse cada espira al imán permanente.

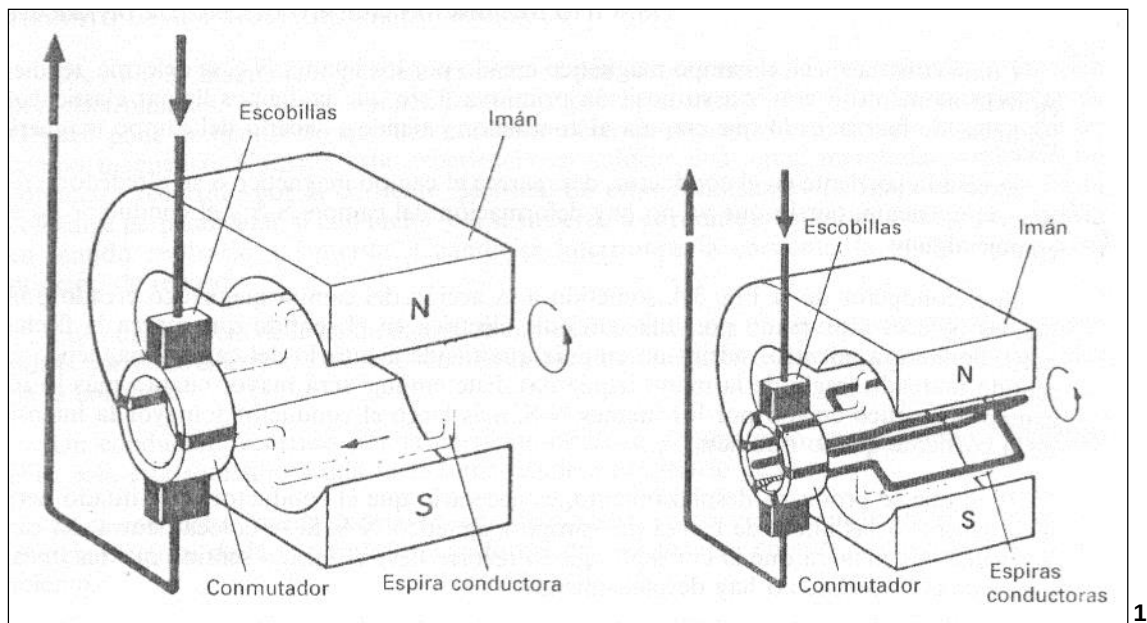


Figura 2.23 Disposición de espiras.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

2.3.1.2 Componentes

Una de las principales exigencias de un motor de arranque es que debe ser lo más pequeño posible, al mismo tiempo tiene que ser robusto y de poco peso. Después de que el motor de combustión esté en marcha, el piñón del motor de arranque que transmite el movimiento hacia el motor de combustión por medio del volante de inercia se desacopla, ya que si el piñón estuviese conectado cuando el motor de inercia gire en su régimen normal, éste produciría un efecto destructor ya que por la relación de desmultiplicación que va desde 1:8 hasta 1:20 haría que el motor de arranque gire demasiado rápido, destruyéndolo.

Así pues, de acuerdo a las exigencias expuestas, un motor de arranque habitualmente está compuesto de un motor eléctrico de corriente continua y un dispositivo de engrane y desengrane.

En la parte superior de la figura 2.24 encontramos el conjunto llamado automático, que no es más que un relé, que permite accionar el motor eléctrico, y a su vez empuja el piñón por medio de la horquilla para que éste se conecte al volante de inercia, el muelle en su interior facilita el desacoplamiento una vez que el motor de combustión se haya encendido; al mismo tiempo quita la energía al motor eléctrico que se encuentra en la parte inferior de la figura.

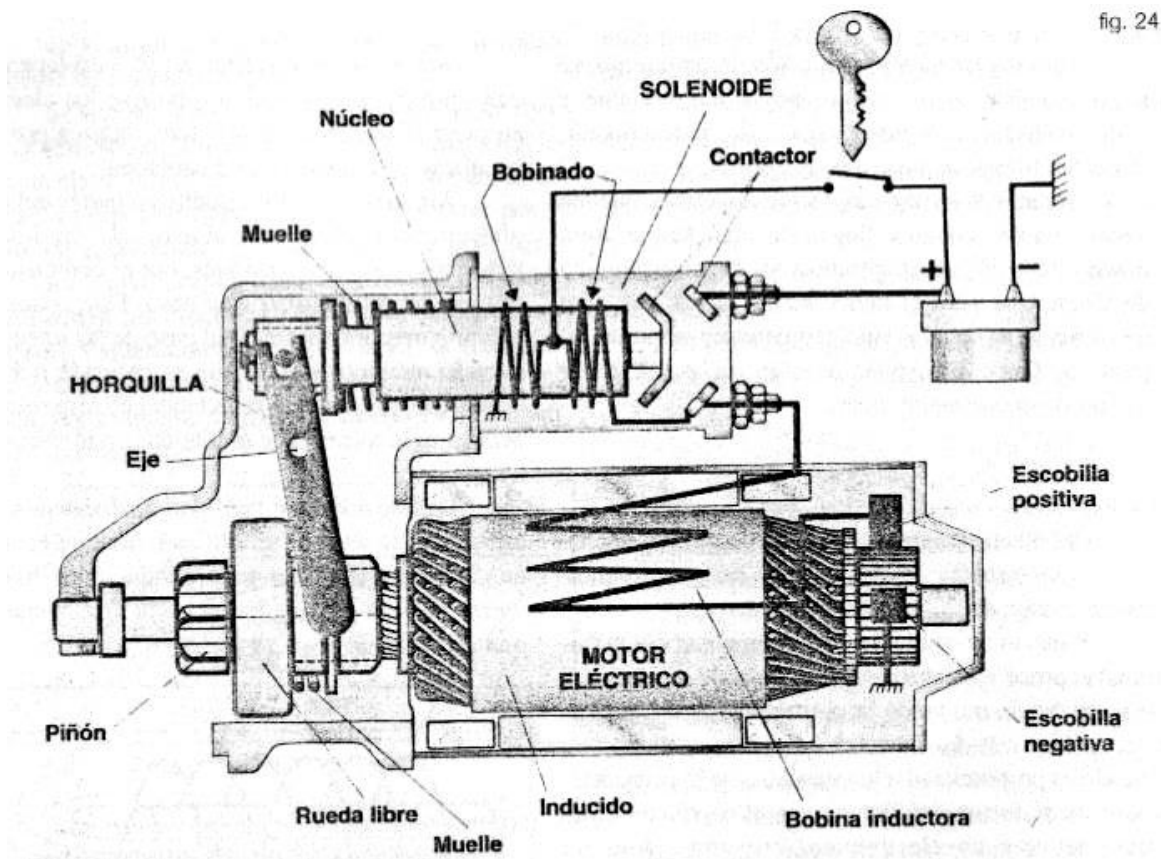


Figura 2.24 Partes de Motor de Arranque

2.3.1.3 Potencia eléctrica

Con frecuencia nos interesa saber la rapidez con la que se puede realizar cierta tarea, a la vez que la energía que se consumirá en ella. Si pensamos que hay un sótano anegado se puede planear utilizar una cubeta o una bomba de motor para elevar la EP del agua a la correspondiente al nivel del piso, esto es sacarla del sótano. La energía tomada para hacerlo, sin tomar en cuenta las pérdidas por fricción, será igual sea cual fuere el método empleado, pero si nos dan a escoger no vacilaremos en utilizar el método más rápido y potente.

¹ MARTINEZ, Hermogenes. *Manual del Automóvil reparación y mantenimiento*, primera edición, Madrid, Editorial Cultural, 1999.

“La velocidad con la que se hace un trabajo se llama potencia. Esto es, la potencia, presentada por la letra P, es el trabajo efectuado por una unidad de tiempo.”¹

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

La unidad de medida de la potencia es el watt o vatio (W) o Kg M² / s³ o J/s para nuestros fines tendremos como definición que potencia (P) es igual a:

$$P = V * I$$

En donde V es el voltaje e I la intensidad del circuito.

2.4 SISTEMA DE MOTOR DE PLUMAS Y BOTA AGUAS (INSTALACIÓN)

Cuando circulamos con un vehículo en tiempo lluvioso, el agua que cae sobre el parabrisas dificulta la visibilidad del conductor, por lo que es necesario retirar el agua de esta zona, para lo cual utilizamos el limpia parabrisas, que está constituido por un motor eléctrico, acoplado a una transmisión mecánica y ésta a su vez a las escobillas, las cuales retiran el agua que impide la buena visibilidad.

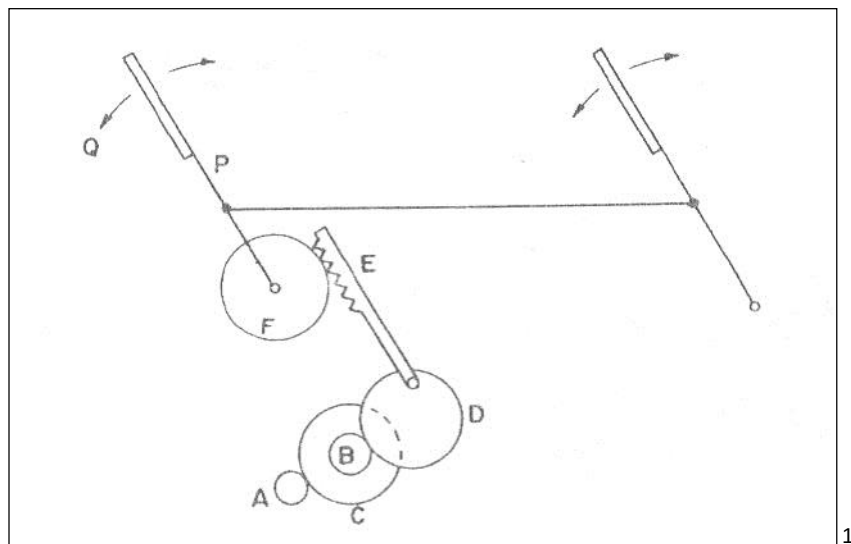
Antiguamente los limpiaparabrisas eran un accesorio adicional que se instalaba solo bajo pedido, tenía un sistema mecánico para moverlo y era impulsado manualmente

¹ BLATT, Frank. *Fundamentos de Física*, tercera edición, México, Prentice-Hall, 1991.

por el conductor o pasajero dentro del vehículo. Posteriormente se aprovechaba el vacío que provocan los cilindros en el colector de admisión para mover las escobillas, luego se empleó un enlace utilizando el movimiento de los piñones de la caja de cambios del vehículo, y actualmente se emplea un motor eléctrico, que sustituye con muchas ventajas a los anteriores.

El motor eléctrico dispone de un sistema de reducción incorporado que aumenta el torque para poder vencer el rozamiento que existe entre las plumas y el parabrisas, a más de transformar la velocidad del motor de 2000 a 3000 RPM a la necesaria de 50 a 70 RPM.

En la figura 2.25 tenemos una de las disposiciones del sistema de limpia parabrisas. El giro del motor A da movimiento a la rueda dentada C, y a su vez, y por medio de B, con la que forma una sola pieza, transmite el movimiento a D, realizando la desmultiplicación de la que tenemos un giro más lento.



¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Figura 2.25 Mecanismo Limpia Parabrisas.

La figura siguiente tiene otro sistema de desmultiplicación de la velocidad, como podemos observar el motor hace girar un tornillo sin fin el cual a su vez hace girar una rueda dentada que es la que está conectada al mecanismo mecánico de las plumas.

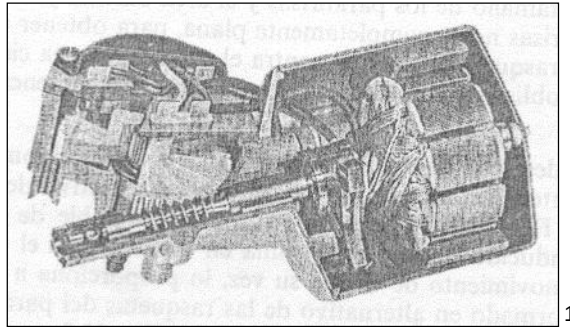


Figura 2.26 Mecanismo Desmultiplicador.

Cualquiera que fuese la forma de desmultiplicación, el criterio es el mismo, bajar el número de revoluciones y aumentar la fuerza para que las plumas puedan limpiar el parabrisas eficazmente.

Adicionalmente en este caso la rueda dentada hace de masa completando el circuito para que funcione el motor, una sección de esta rueda es plástica y nos permite que las plumas paren en el momento adecuado cuando apaga o está en modo de intermitencia, esto se debe a que las plumas deben culminar su movimiento en una posición donde no estorbe la visibilidad del piloto.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

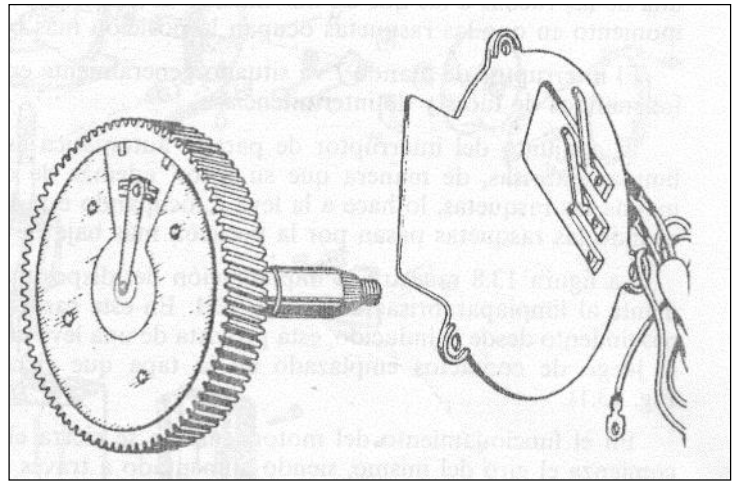


Figura 2.27 Rueda Dentada (plumas).

En ciertas ocasiones el parabrisas puede estar con suciedad y aunque no llueva necesitamos usar las plumas pero requerimos esta vez expulsar agua hacia el parabrisas para poderlo limpiar adecuadamente y tener una buena visibilidad. Es aquí donde se utilizan los chisperos que no son más que endejas por donde sale agua, que esta almacenada en un recipiente, y es enviada hacia el parabrisas por medio de una bomba solo en el caso de requerirlo. Es decir que con este sistema adicional el piloto puede lavar el parabrisas sin necesidad de moverse de su asiento ya que muchas veces cuando esta lloviendo por efecto del viento o por otros vehículos que estén circulando, llegue al parabrisas agua con lodo o alguna suciedad que impediría una buena visibilidad.

Estos dos sistemas se pueden colocar no solo en la parte frontal del vehículo sino también en el parabrisas posterior logrando así una excelente visión y mejorando así la calidad de manejo del conductor.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

CAPITULO III

SISTEMA DE ENCENDIDO

3.1 DISPOSICION BASICA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO

El sistema de encendido suministra la chispa que enciende la mezcla aire/combustible en los cilindros del motor a gasolina.

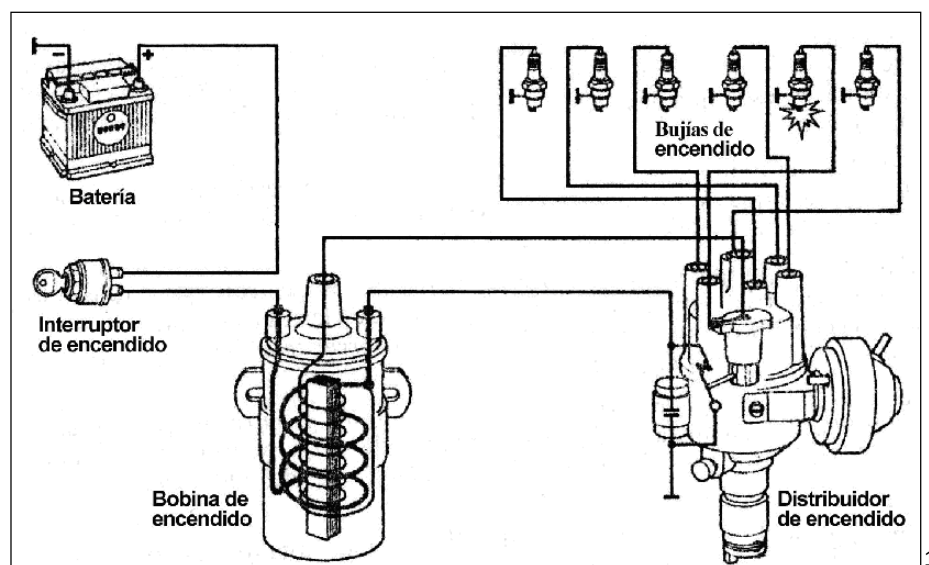
La mayoría de los sistemas de encendido están formados por dos circuitos principales. El circuito primario eleva el voltaje de la batería para conseguir un voltaje más fuerte, necesario en la inflamación de la mezcla, y además controla el momento de entrada de dicho voltaje. El circuito secundario distribuye el alto voltaje a las bujías de encendido.

En los autos de producción moderna, se ha dejado de lado el control mecánico (platinos) para la formación de la chispa de encendido, por razones que ya veremos más adelante, estando formado ahora el circuito primario por un control electrónico (sin desgaste) que crea y distribuye la chispa de encendido de manera más eficiente, de acuerdo a parámetros más exactos que la sola posición de los pistones dentro de los cilindros, sensando tales valores en los distintos sistemas del vehículo para mejorar su rendimiento (avance al encendido, sea mecánica o electrónicamente). En la mayoría de autos, sin embargo, los componentes del circuito secundario son semejantes; cabe recalcar que para nuestro caso, el sistema de encendido que vamos a considerar minuciosamente es el controlado por un distribuidor, debido a que el

vehículo SUZUKI FORSA I cuenta con dicho sistema, el cual incluye, eso sí, un módulo que sustituye los platinos, controlando más eficazmente el suministro de la chispa de acuerdo a la información entregada por una bobina captadora (sensor inductivo) en el cuerpo del distribuidor.

Entonces, siendo la chispa de encendido el último paso de una cadena de procesos que suceden muy rápidamente, vamos a estudiar en detalle el resto de componentes que tienen una participación directa en este sistema.

Un sistema de encendido convencional, está formado por los siguientes elementos: batería, interruptor de encendido, (llave de contacto), bobina, distribuidor, ruptor, condensador y bujías; la bobina, el distribuidor y las bujías se encuentran conectados entre sí, por medio de conductores (cables) adecuados para la alta tensión. El esquema eléctrico de este circuito se muestra en la figura 3.1, donde puede verse que la bobina de encendido consta de dos arrollamientos de hilo de cobre, superpuestos y aislados entre sí, como ya veremos en el siguiente punto.



¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Figura 3.1 Esquema de un sistema encendido convencional.

La tensión de la batería (por lo general 12 V), no es ni con su carga total suficiente para producir el salto de la chispa en la bujía y, por este motivo, ha de aumentarse considerablemente, como ya se mencionó. Dependiendo del tipo de motor y sus condiciones de funcionamiento, se requiere para el encendido de la mezcla una tensión comprendida entre 5000 y 20000 voltios, llamada tensión de encendido; en vehículos modernos se consiguen valores de trabajo superiores a los 30000 voltios. Esta tensión convierte la distancia disruptiva (dieléctrica) existente entre los electrodos o puntas de la bujía en electro conductora, pudiendo saltar así la chispa. La bobina de encendido constituye, por tanto, el transformador que eleva la tensión de la batería hasta el valor adecuado.

La mezcla aire / combustible debe inflamarse con seguridad en todas las condiciones de funcionamiento del motor y, a tal efecto, deben cumplirse los siguientes requisitos:

a) La mezcla aire / combustible ha de tener una composición favorable, es decir, ha de ser inflamable. Para que así ocurra, la proporción de aire y gasolina deberá estar convenientemente dosificada y dentro de unos valores establecidos.

b) La situación de la distancia disruptiva (electrodos) en la cámara de combustión y la duración de la chispa, deben ser las más adecuadas para que la mezcla se inflame correctamente. De aquí se deduce la importancia que tiene el posicionamiento de la bujía en el cilindro del motor.

c) La chispa ha de tener una determinada energía mínima, la cual se transforma en calor (energía de encendido). Si la chispa no tiene la energía mínima, la mezcla no se inflamará; por este motivo, la energía de encendido se aporta en exceso para inflamar la mezcla con seguridad, incluso en condiciones de funcionamiento extremas. Esta energía la proporciona la bobina de encendido, como ya se ha dicho.

d) Con motivo de conseguir el máximo rendimiento de la explosión, es necesario adecuar el instante en que salta la chispa con las distintas condiciones de funcionamiento del motor (régimen y carga), lo cual se logra con el sistema de avance al encendido, como ya se mencionó, el cual adelanta el salto de la chispa en función de las condiciones de marcha del motor.

3.1.1 Bobina

La bobina acumula la energía de encendido y la transmite en forma de impulso de corriente de alta tensión, haciendo saltar la chispa entre los electrodos de la bujía y provocando de esta manera la inflamación de la mezcla aire / combustible comprimida en el cilindro.

Según su estructura, la bobina es un auto transformador, pues eleva varias veces la tensión que se le aplica y, dependiendo de su función, es la verdadera fuente de tensión de encendido. En la figura 3.2 puede verse el esquema de conexiones de una bobina en corte; está formada por un núcleo de hierro en forma de barra, constituido por láminas de chapa magnética que dificultan la formación de corrientes parásitas, consecuencia de las variaciones de flujo el arrollamiento primario. Sobre el núcleo

está devanado el arrollamiento secundario, formado por gran cantidad de espiras de hilo fino de cobre (entre 15000 y 30000 generalmente) debidamente aisladas entre sí y el núcleo, por papeles impregnados en aceite, que se interponen entre cada una de las capas formadas por el arrollamiento.

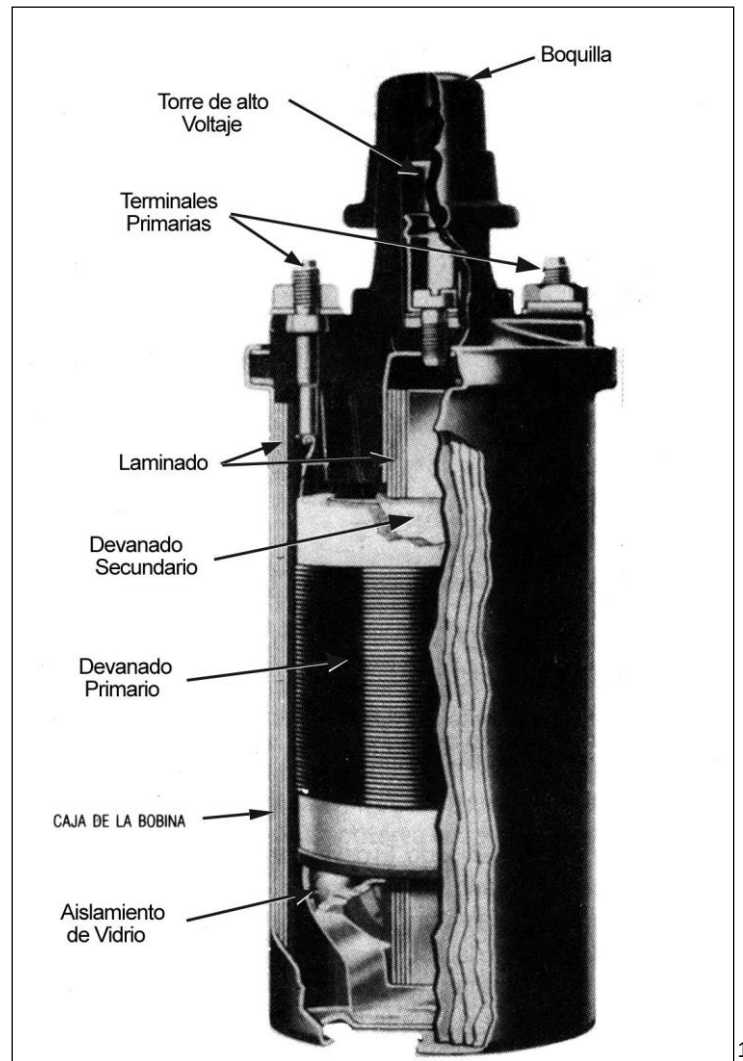


Figura 3.2 Bobina de encendida típica.

Encima del arrollamiento secundario va devanado el primario, formado por algunos centenares de espiras de hilo grueso aisladas entre sí y del secundario. La relación entre el número de espiras de ambos arrollamientos está comprendida entre 60 y 150,

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

con lo cual, *debido a la diferencia en el número de vueltas de los devanados, el voltaje inducido es muy alto*. El devanado primario está conectado a los bornes de baja tensión, marcados (1 y 15), (B y D) o (+ y -) dependiendo del fabricante. Estos bornes se conectan al circuito primario de encendido, por lo que el arrollamiento primario queda en serie con los contactos del ruptor, tal como vimos en la figura 3.1, el sentido de paso de corriente en este arrollamiento determina una polaridad, debiendo conectarlo como corresponde (borne 15, B o + al positivo), como también se vio en la figura 3.1.

El arrollamiento secundario se conecta por uno de sus extremos al primario, a través del borne negativo (1, D o -) y en otros casos yendo directamente a masa en la propia carcasa metálica de la bobina. El otro extremo se une al borne de alta tensión, terminado en una boquilla, donde se aloja el cable de encendido que lleva la alta tensión al distribuidor. Dicho cable entra a presión en la boquilla para evitar pérdidas de corriente.

El conjunto formado por ambos arrollamientos y el núcleo, se rodea con chapa magnética y masa de relleno, de manera que se mantengan perfectamente sujetos en el interior de la caja metálica o carcasa de la bobina. Generalmente están sumergidos en un baño de aceite de alta rigidez dieléctrica, que sirve de aislante y refrigerante. Las chapas magnéticas envolventes, reducen los campos magnéticos de dispersión y, por consiguiente, las pérdidas de energía al concentrar dichos campos.

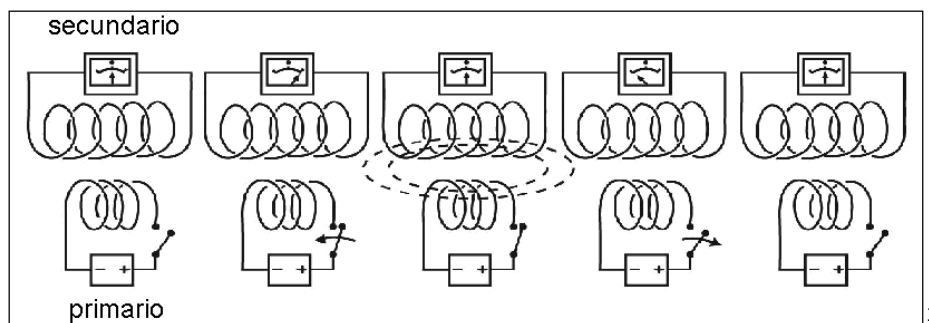
Aunque la tensión inducida en el secundario cambia constantemente de sentido, como veremos a continuación, durante el tiempo que está saltando la chispa se conserva la polaridad negativa con respecto a masa. El hecho de favorecer el salto de la chispa

desde un electrodo central negativo, significa una menor tensión de encendido necesaria, además de que los electrones son lanzados mejor desde un electrodo caliente (el central), que de uno frío (el de masa), comprendiéndose así la razón de esta disposición.

3.1.1.1 Circuitos primario y secundario

El sistema de encendido basa su funcionamiento en el principio de la inducción electromagnética, de la cual se trató en el capítulo anterior; mediante ésta, puede obtenerse tensión en una bobina, simplemente con hacer variar el campo magnético que la afecta, puesto que como una consecuencia del principio de conservación de la energía, así como una corriente crea un campo magnético, un campo magnético puede también crear una corriente eléctrica.

Si colocamos una bobina como muestra la figura 3.3, conectada a un generador, al cerrar el interruptor pasa corriente eléctrica por esa bobina y, como consecuencia, se crea un campo magnético, como ya se mencionó, eso sí, con sus polos correspondientes. El campo creado, es tanto mayor, cuanto más lo sea la corriente que atraviesa la bobina.



¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Figura 3.3 Pruebas de campo magnético en bobinas.

Si en las proximidades de este campo magnético, colocamos una segunda bobina, ésta se encontrará sometida a las líneas de fuerza que produce la anterior. Si en este punto se abre el interruptor, deja de pasar corriente eléctrica por la primera bobina (primaria), con lo cual, desaparece el campo magnético creado y la segunda bobina (secundaria) dejará de estar atravesada por tales líneas de fuerza.

Debido a que la bobina secundaria es atravesada por líneas de fuerza en un momento y posteriormente ya no, es decir, sufre una variación de flujo que la atraviesa, nace en ella una fuerza electromotriz (f.e.m.), llamada también fuerza de inducción; dicha fuerza empuja los electrones de sus órbitas, provocando una corriente eléctrica, si es que los electrones tienen un camino por el cual circular. En la figura, el medidor de corriente (galvanómetro) detecta un flujo a través de la bobina secundaria.

Manteniendo el interruptor abierto, la bobina primaria no es recorrida por la corriente y, en consecuencia, no hay campo magnético. La bobina secundaria en este caso no está cortada por ninguna línea de fuerza. Al cerrar el interruptor, circula corriente por la bobina primaria, produciendo un campo magnético, cuyas líneas de fuerza atraviesan las espiras de la segunda bobina. El galvanómetro en ese momento acusará paso de corriente, como ya vimos en la situación opuesta, desviándose la aguja, porque se ha inducido una fuerza electromotriz provocada por una variación de flujo en la bobina secundaria, que antes no era atravesada por líneas de fuerza y ahora sí.

De lo explicado hasta ahora se deduce, que siempre que haya una variación de flujo que corte las espiras de una bobina, se induce en ésta una fuerza electromotriz; tal

voltaje será tanto mayor, cuanto más fuerte y más rápida sea la variación de flujo. Si no hay variación de flujo que atraviese la bobina, en ésta no se inducirá f.e.m.

EL sentido de la f.e.m. inducida depende del de la variación de flujo, es decir, si éste varía de cero a un máximo, tiene un sentido y, si varía de máximo a cero, tiene el opuesto. Cuando se cierre el interruptor, la f.e.m. inducida tendrá un sentido, determinado por la variación de flujo de cero a un máximo. Sin embargo, cuando se abra el interruptor, la f.e.m. inducida tendrá el sentido contrario, por ser opuesta ahora la variación de flujo (de máximo a cero).

La ley de Lenz aplicada a estos circuitos dice: *El sentido de la f.e.m. inducida en el secundario es tal, que tiende a hacer circular por éste una corriente, de sentido opuesto a las variaciones de flujo producidas por el primario.* Así, cuando el flujo del primario esta aumentando, como muestra la figura 3.4, el producido por la corriente inducida en el secundario se opone a este aumento, por tanto, es de sentido contrario.

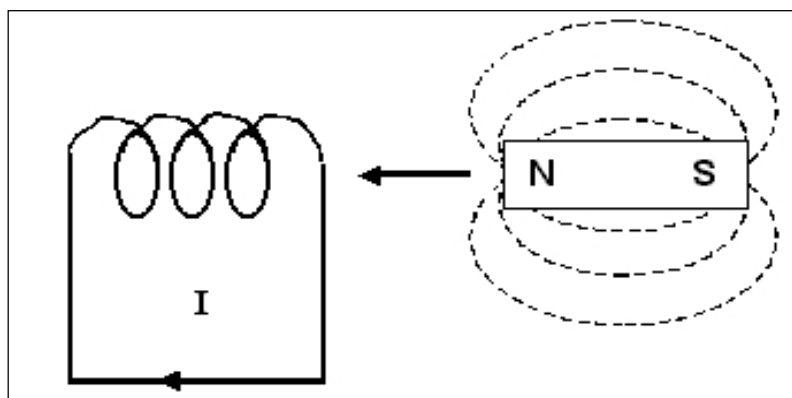


Figura 3.4 Aumento de las líneas de fuerza en la bobina primaria.

Cuando el flujo del primario está disminuyendo, el producido por la corriente inducida se opone a esta disminución, como se muestra en la figura 3.5, desapareciendo gradualmente a medida que cesan las líneas de fuerza producidas por el primario.

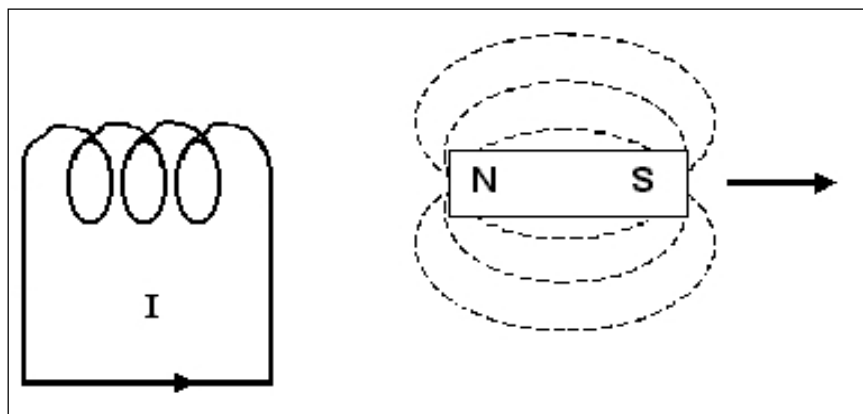


Figura 3.5 Disminución de las líneas de fuerza de la bobina primaria.

Si no se cumpliera la ley de Lenz, el flujo del secundario ayudaría al del primario cuando éste está aumentando; éste aumento de flujo produciría más corriente, la cual a su vez produciría un nuevo aumento en el flujo del primario y esto incrementaría nuevamente la corriente inducida. Este proceso seguiría indefinidamente, produciendo una corriente infinita, lo cual es imposible.

La ley de Lenz, cabe recalcar, habla solamente de la forma como se comporta la bobina, pero no dice nada acerca de la magnitud de la corriente o de la fuerza electromotriz inducida. La ley de Faraday, por otro lado, dice que: *Toda variación de flujo en un circuito eléctrico cerrado origina una corriente*, llamada corriente inducida. La corriente aparece solo cuando hay variación de flujo, en lo cual coincide con Lenz. Si el circuito no está cerrado, solamente aparece f.e.m. inducida.

La f.e.m. inducida es:

$$E = \frac{N \times \Phi}{t \times 10^8}$$

siendo N el número de espiras, Φ la variación de flujo que la atraviesa y t el tiempo que dura la variación del flujo. 10^8 es una constante para que la f.e.m. venga expresada en voltios.

La f.e.m. inducida es mayor cuando la bobina tiene núcleo puesto que Φ aumenta.

Ejemplo: Una bobina primaria produce un flujo de 200000 Mx que atraviesa las 20000 espiras de una bobina secundaria. Suponiendo que se hace desaparecer el flujo en 2 segundos, calcular la f.e.m. inducida en el secundario.

Como el flujo varía de 200000 Mx a 0 Mx, la variación de flujo es de 200000 Mx.

Entonces:

$$E = \frac{N \times \Phi}{t \times 10^8} = \frac{20000 \times 200000}{2 \times 10^8} = \frac{4}{2} = 2 \text{ V}$$

3.1.2 Distribuidor

Como se puede observar en la figura 3.6, el conjunto del distribuidor va acoplado al motor, del cual recibe movimiento. En este conjunto distinguiremos, como complemento al tema anterior, dos partes principales: *el circuito de baja tensión, que incluye el ruptor (platinos) y el condensador, y el circuito de alta tensión constituido por el distribuidor propiamente dicho.*

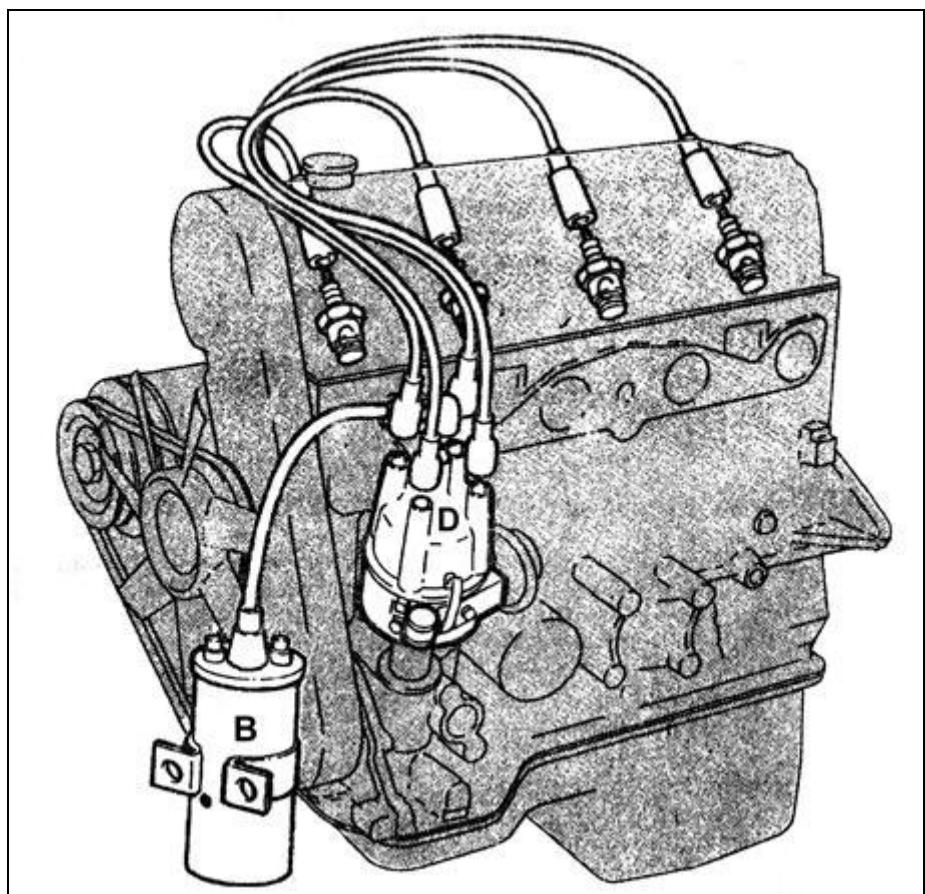


Figura 3.6 Disposición de bobina y distribuidor en el motor.

El primer circuito realiza los cortes de corriente en el primario de la bobina, para obtener la alta tensión en el secundario, mientras el segundo distribuye los impulsos de alta tensión a las bujías, tal como se vio en la figura 3.1. Al circuito de baja tensión se le llama también circuito primario, y al de alta, secundario, como se explicó para la bobina.

En la figura 3.7 se muestra el despiece de un conjunto distribuidor, en el que puede verse que está formado por una carcasa o cuerpo 6, llamado también cabeza de delco, en la que se aloja el eje 15, guiado en cojinetes de bronce. Por su extremo inferior

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

recibe al piñón de engrane 17, fijado al eje mediante un pasador 16. Este piñón engrana en el motor con otro que forma parte del árbol de levas, del cual recibe movimiento en transmisión directa. Como el árbol de levas gira a la mitad de revoluciones que el motor, el eje 15 también lo hace a este régimen. De esta forma, por cada dos vueltas completas del cigüeñal se produce una vuelta del eje del distribuidor, *entregándose la chispa de encendido a la mitad de cilindros que alcanzaron el final del ciclo de compresión en la primera vuelta del cigüeñal (media vuelta del distribuidor), siendo en nuestro caso el cilindro 1 primero y el cilindro 3 después, y posteriormente a la otra mitad de cilindros que alcanzan este punto en la segunda vuelta del cigüeñal (media vuelta del distribuidor), que serían el cilindro 4 y finalmente el cilindro 2, completando así, de acuerdo al orden de encendido, todos los pistones los cuatro recorridos (dos vueltas del cigüeñal) hasta llegar cada uno, como ya se dijo, al PMS para empezar el ciclo de trabajo como consecuencia de la chispa que produce la ignición de la mezcla (expansión).*

En el extremo superior del eje se dispone una plataforma, sobre la que se montan los contrapesos 14 del sistema de avance centrífugo al encendido y la leva 12 con su eje, embutida en el extremo del eje 15. Los muelles 13 realizan la unión entre el eje 15 y la leva 12.

El rotor o dedo distribuidor (conejo) 9 se acopla en el extremo superior del eje de la leva, encajando en él en una única posición por medio de una escotadura o ceja de acople, como ya se mencionó.

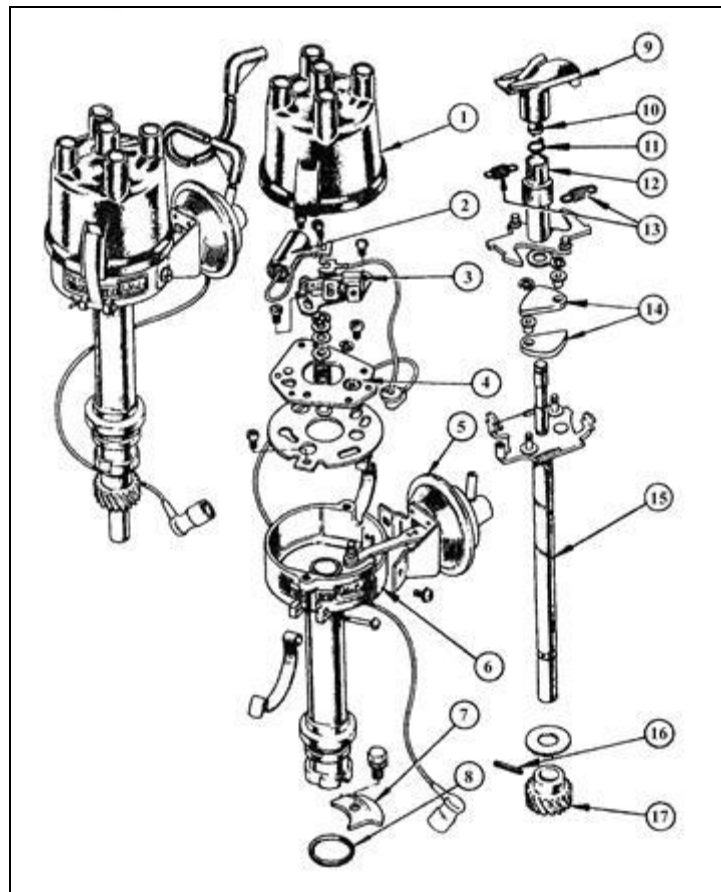


Figura 3.7 Despiece de un conjunto distribuidor.

Alojado este conjunto en la carcasa 6, ésta va cerrada con las placas 4, de las que la inferior, va fijada a la carcasa por tornillos, y la superior, montada sobre ella de manera que pueda girar un cierto ángulo. Por encima de estas placas y a través de su orificio central, sobresale la leva 12, quedando los contrapesos encerrados en el interior de la cabeza del delco.

A la placa 4 se une la cápsula 5 del sistema de avance al encendido por vacío y, sobre ella, se montan los contactos del ruptor 3 y el condensador 2; dichos contactos (también referidos como platinos porque están compuestos de este metal de alta

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

resistencia al desgaste) quedan situados a la altura de la leva 12, que es quien provoca su apertura o cierre.

El conjunto va cerrado por la tapa 1, que se sujeta a la carcasa por medio de las bridas. La alta tensión llega de la bobina a través del borne central de la tapa, hasta el dedo distribuidor, que la manda sucesivamente a cada uno de los bornes laterales y, por medio de los cables de encendido, a las bujías.

De los contactos del ruptor sale un cable que constituye el borne del circuito de baja tensión.

En cuanto a su estructura, todos los modelos de distribuidores son similares, pero en cuanto a la disposición de montaje, varían claramente en muchos aspectos.

3.1.2.1 Condensador

Sus misiones fundamentales son: *a) aumentar la rapidez en el corte de la corriente primaria y, b) evitar las chispas entre los contactos del ruptor.* Va por lo regular situado en el distribuidor o unido a un lado del mismo, dispuesto, como ya hemos dicho, en paralelo con los contactos del ruptor (circuito de baja tensión); entonces, el condensador actúa como un “amortiguador de choque” eléctrico en el circuito primario, como se indica en la figura 3.8, brindando un paso alterno para el flujo de corriente cuando los platinos empiezan a abrirse.

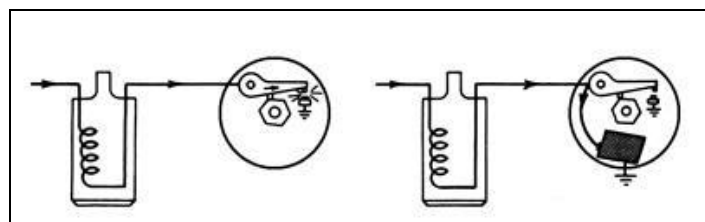
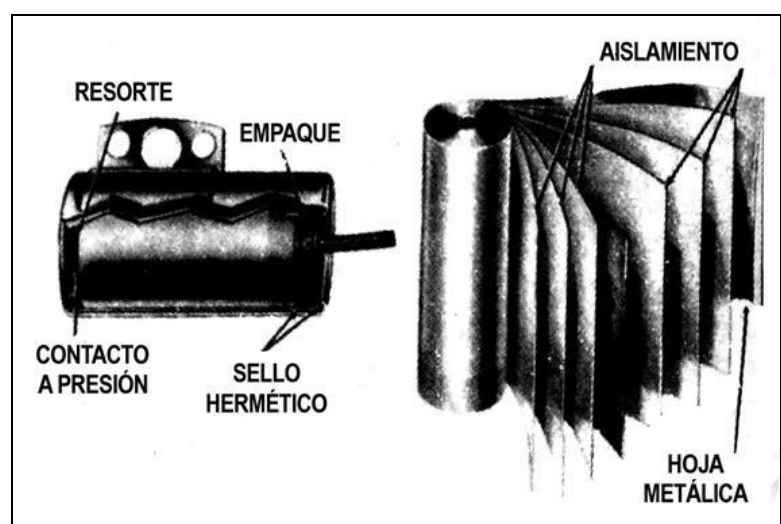


Figura 3.8 Acción del condensador.

Están formados por dos superficies conductoras, generalmente láminas de estaño o aluminio, aisladas entre sí por una materia aislante, como muestra la figura 3.9; formando un cilindro compacto, una de las láminas queda conectada a la caja metálica que envuelve el conjunto (borne de masa) y la otra lámina a un cable que sobresale al exterior y forma el borne positivo. De otra parte, el arco o chispeo entre los contactos del ruptor hace aumentar considerablemente la resistencia eléctrica entre ellos, provocándose una caída de tensión, con la consiguiente disminución de la corriente primaria, lo que supone un menor flujo magnético creado en el arrollamiento primario y, por tanto, menor potencia de encendido.



¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

² REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

Figura 3.9 Condensador típico en corte.

La mayor parte de la energía almacenada en el campo magnético del arrollamiento primario, está aplicada a la obtención de la chispa en la bujía y es transformada allí en calor necesario para inflamar la mezcla.

Mediante el empleo del condensador se consigue, además, que el flujo en el primario desaparezca muy rápidamente al cortar la corriente primaria, lo que supone una tensión inducida en el secundario mucho más alta.

La capacidad del condensador tiene gran influencia sobre el picado de los contactos del ruptor, de manera que si no es la adecuada, se acentúa el picado. Más capacidad de la debida, produce una protuberancia en el contacto negativo (yunque) y un hoyo en el positivo (martillo). Menor capacidad de la debida produce los efectos inversos.

Los condensadores de encendido empleados en los automóviles tienen una capacidad que oscila entre 0,2 y 0,3 μF .

3.1.2.2 Rotor

Debido a la sincronización que debe llevar el conjunto con el giro del motor, igual que con el ruptor, se montan ambos en una sola unidad de construcción. El cuerpo del distribuidor recibe por su parte superior una tapa de material aislante de alta calidad, en la que están labrados un borne central y tantos laterales como cilindros tenga el motor. Sobre el eje que constituye la leva del ruptor, se monta el rotor o dedo distribuidor, fabricado de un material aislante similar al de la tapa. En la parte superior del rotor se dispone una lámina metálica *B*, como se muestra en la figura 3.10, contra

la que está aplicado el carboncillo *E* por medio del muelle *F*, ambos alojados en la cara interna del borne central *C* de la tapa.

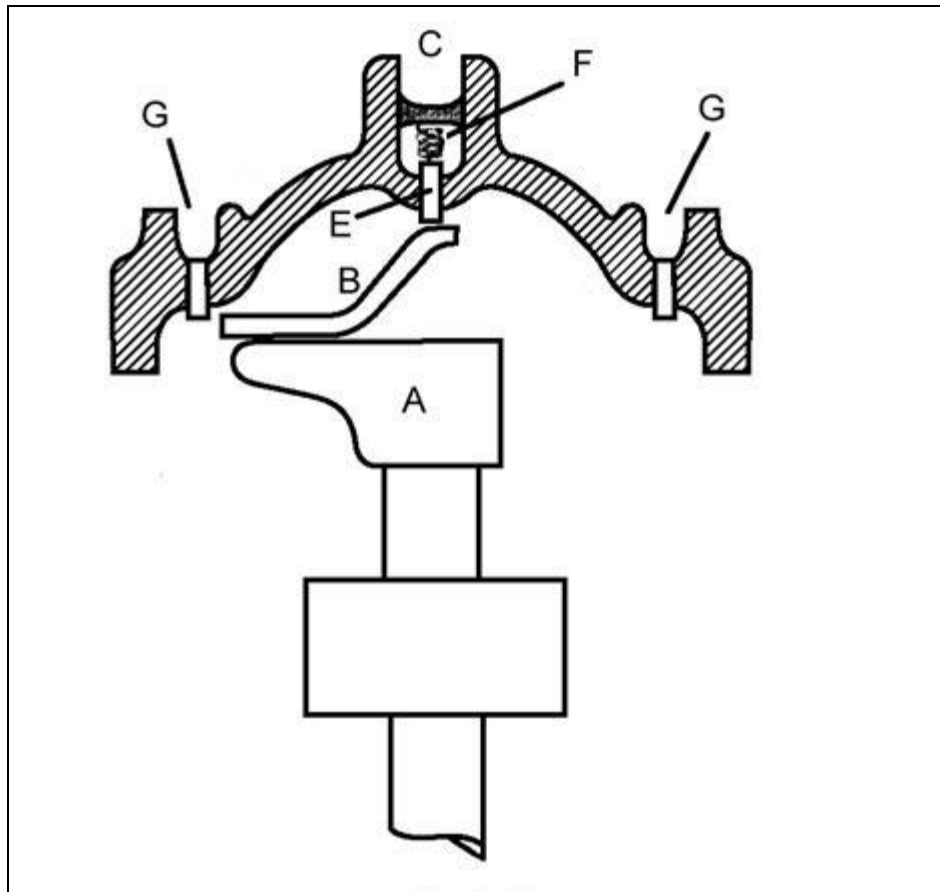


Figura 3.10 Disposición del rotor dentro de la tapa del distribuidor.

Cuando la leva abre los contactos del ruptor, llega al borne *C* un impulso de alta tensión, que pasa al dedo distribuidor a través del carboncillo *E* y, por medio de la lámina *B* (que en ese momento apunta a uno de los bornes laterales *G*), se transmite a uno de estos bornes, desde donde llega a la bujía correspondiente a través del cable de encendido.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Entre la punta de la lámina B y los contactos laterales, queda un espacio comprendido entre 0,25 y 0,50 mm, que evita el roce y desgaste entre ambos. Este espacio de disrruptura, supone que haya un salto de chispa y una pérdida de energía, aunque de otra parte facilita el salto posterior de la chispa en la bujía.

Entonces, el rotor del distribuidor, en su giro, va repartiendo los impulsos de alta tensión a las diferentes bujías, las cuales se conectan en el sentido de giro del motor, a los bornes de la tapa, en un determinado orden, llamado orden de encendido, como ya se resaltó, en el que se producirán las chispas para los diferentes cilindros.

3.1.2.3 Platinos

Son un par de contactos, a modo de interruptor, también ubicados en el distribuidor. Por medio de una leva giratoria, la cual tendrá igual número de salientes como cilindros tenga el motor, se unen y a continuación se separan en la forma que se observa en la figura 3.11. El cierre y apertura de estos platinos, conectan y desconectan el circuito primario, con lo que alternativamente se crea y hace desaparecer el campo magnético en la bobina. Este interruptor automático, que abre y cierra el circuito primario de encendido al compás del giro del motor, dispone de dos piezas para esta función: una fija llamada yunque, que se sujeta a una base en el distribuidor, y otra móvil llamada martillo, que puede bascular sobre su punto de giro y está aislada eléctricamente de masa.

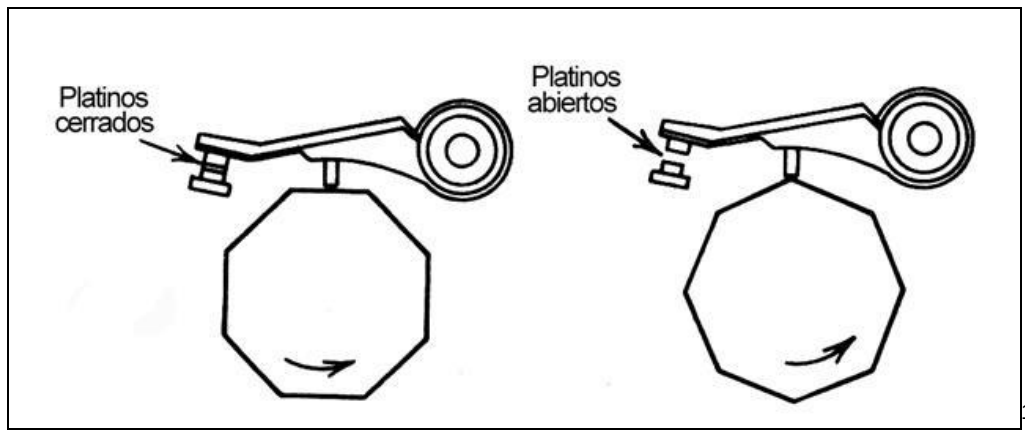


Figura 3.11 Apertura y cierre de los platinos por efecto de la leva.

La leva junta o separa los contactos del ruptor, para lo cual, roza con un talón de fibra situado en el martillo, al que empuja, separando los platinos cuando se presenta una saliente. El martillo, en su posición normal de reposo, tiende a apoyarse contra el yunque, por efecto de un muelle laminar de retorno que mantiene las dos superficies unidas, a medida que la saliente sobre la superficie de la leva va disminuyendo con el giro de la misma.

Cuando se presenta una cara plana al talón del martillo, los contactos del ruptor permanecen cerrados y la corriente primaria pasa a través de ellos a masa, cerrando el circuito con la masa de la batería. Dicha corriente llega hasta el martillo desde el borne de entrada al distribuidor, al cual se conecta la salida del primario de la bobina.

La figura 3.12 muestra la implantación del ruptor en la cabeza del distribuidor. A la placa porta contactos 3 se fija el yunque 4 por medio del tornillo 7, mientras que el martillo 6 se acopla a un eje en el extremo opuesto al contacto 5, que se mantiene asentado contra el yunque por la acción del muelle laminar 9. Cuando la leva 2

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

presenta su saliente al talón 8 del martillo, se produce la separación de los contactos 4 y 5 que interrumpen la corriente primaria. En el caso específico de esta figura, la leva tiene una sola saliente, lo que corresponde a un motor monocilíndrico.

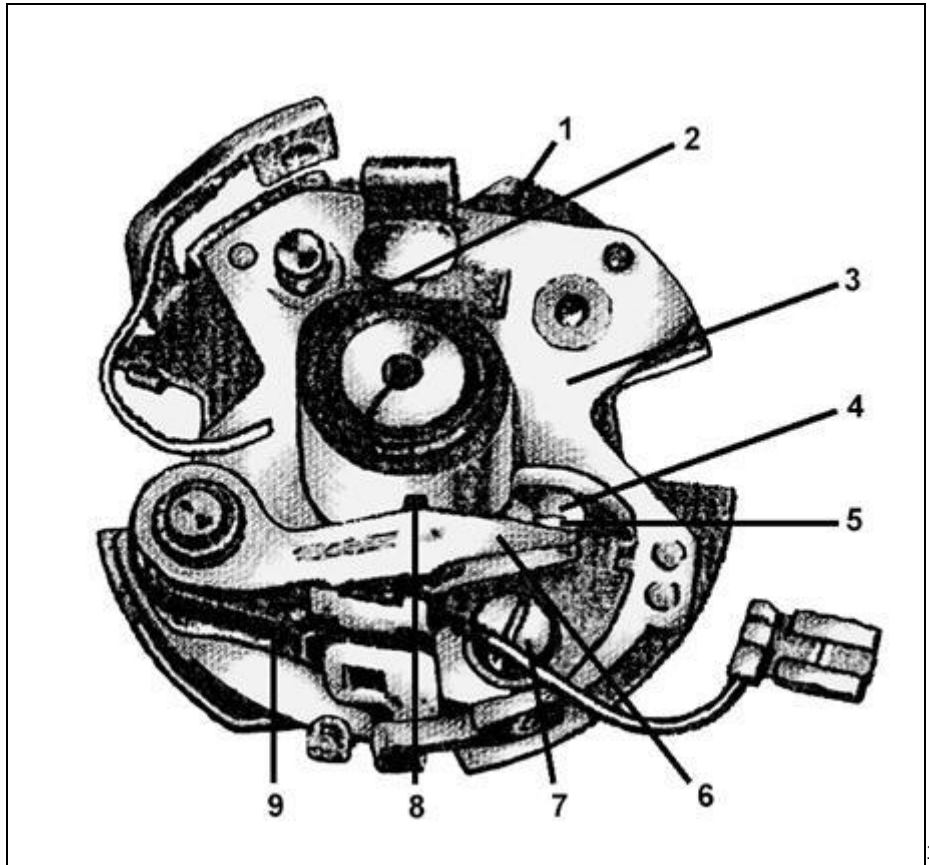


Figura 3.12 Esquema de la cabeza del distribuidor.

La separación que deben tomar los contactos cuando el martillo es levantado por la leva, es una magnitud de valor específico y se regula por medio del tornillo 7 de fijación del yunque, sobre el que se actúa para acercarlo o alejarlo del martillo cuando éste es separado al máximo por la leva.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Se llama ángulo Dwell, a la fracción de tiempo que los contactos están cerrados con respecto al total de un ciclo de encendido completo. El ángulo Dwell está determinado por el fabricante para cada modelo en consonancia con las características del motor.


$$\frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$

157

Si el ángulo de leva es de 55°, el Dwell será:

$$\frac{55}{90} = 0,61 = 61\%$$

Cuando mayor sea el ángulo de leva, menor resulta el ángulo de chispa, y viceversa.

La separación de los contactos del ruptor influye directamente en la magnitud del ángulo de leva y, así, cuando la separación es muy pequeña, resulta grande el ángulo de leva (figura 3.14 detalle A), mientras que si la separación es grande, el ángulo de leva resulta pequeño (figura 3.14 detalle B).

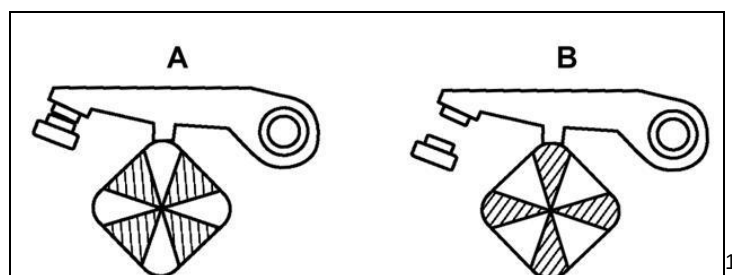


Figura 3.14 Tamaños del ángulo de leva.

Una separación grande entre contactos (ángulo de leva pequeño), significa que el tiempo que están cerrados los contactos es escaso y, por ello, en regímenes de giro del motor elevados, el tiempo que está pasando corriente por el primario de la bobina se reduce en exceso, no pudiéndose llegar a la saturación del campo magnético, lo cual ocasiona una disminución en la tensión inducida en el secundario. La corriente primaria en este caso se corta antes de que haya alcanzado su valor máximo.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Una separación pequeña entre contactos (ángulo de leva grande), favorece el comportamiento de encendido en la gama de altas revoluciones; de llegar a ser la separación demasiado pequeña, el tiempo que están abiertos los contactos disminuye tanto (sobretudo en altos regímenes), que no hay tiempo material para que se produzcan las cargas y descargas del condensador, en perjuicio de la chispa de la bujía. De otra parte, se intensifica el desgaste de los contactos debido al mayor chispeo entre ellos. Por el contrario, en los regímenes bajos pueden llegar a producirse fallos en el motor.

La separación entre contactos correcta (entre 0,30 y 0,40 mm), es una solución de compromiso, que ha de aceptarse para equilibrar recíprocamente las ventajas e inconvenientes anteriormente enunciados.

Aunque el ángulo de leva sea invariable con respecto a la velocidad de rotación del motor, el tiempo en que los contactos permanecen cerrados, se acorta considerablemente en los altos regímenes, con lo cual, disminuye la cantidad de energía almacenada en el campo magnético de la bobina, pues no llega a alcanzarse la corriente de reposo, como ya hemos dicho.

Finalmente, es necesario resaltar que el tiempo de cierre de los contactos del ruptor, también se ve disminuido en gran medida cuando aumenta el número de cilindros del motor, puesto que hay más cierres y aperturas por cada vuelta. En un motor de cuatro cilindros, el ángulo de cierre de los contactos es aproximadamente de 55° , en uno de seis cilindros, 40° y, en uno de ocho cilindros 34° . Así pues, un régimen elevado en motores de seis y ocho cilindros acorta el tiempo de cierre hasta tal punto, que la energía de encendido y alta tensión decaen considerablemente, no quedando

asegurado ya un régimen de encendido libre de fallos. Por esta causa se utilizan los sistemas de doble ruptor, o el encendido electrónico, que presenta indudables ventajas sobre el encendido convencional, como más adelante se verá.

3.1.3 Cables de bujías

Dado que el circuito secundario puede manejar más de 30000 voltios, se necesita usar cables de alta tensión; dicha interconexión eléctrica entre la bobina, tapa del distribuidor y bujías, demanda de conductores de alta resistencia, formados por lo general de un hilo de tela de rayón impregnada en carbón, el cual está rodeado por un aislante de plástico de un grosor considerable; en casos especiales se utiliza una composición mucho más compleja, la cual incluye una gran variedad de materiales que mejoran el flujo de la corriente y favorecen al rendimiento del motor, como puede verse en la figura 3.15. La resistente constitución de estos cables, llamados también cables de bujía, es la adecuada para suprimir las corrientes parásitas que afectan los equipos de radio y demás componentes electrónicos instalados en el vehículo, debido a que ésta chispa en la bujía, crea una buena cantidad de ondas parásitas o interferencia de radiofrecuencia (RFI), así como también una interferencia electromagnética (EMI).

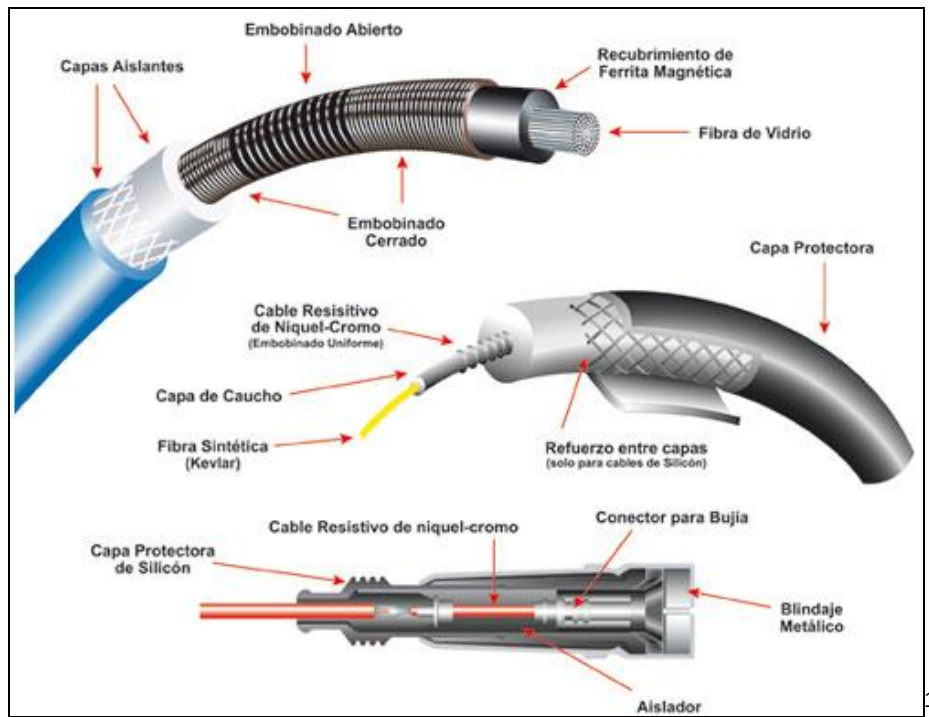


Figura 3.15 Cable de alto rendimiento para competencia.

Todo esto puede presentarse, como ya se dijo, en estática cuando funciona el radio u otro dispositivo electrónico y, mucho más serio, desestabiliza las igniciones electrónicas y sistemas de manejo para el motor, lo que resulta en un débil arranque, fallas de funcionamiento y un bajo desempeño del vehículo en general.

Los cables instalados en fábrica, tienen un conductor no metálico; algunos cables de reemplazo para la conducción del alto voltaje cuentan con un conductor metálico. La construcción de ambos tipos de cables aparece en la figura 3.16. Para lograr buenas conexiones entre los componentes del circuito de alta tensión, se utilizan terminales especiales en las puntas de los cables, lo que minimiza las pérdidas del alto voltaje que circula a través del sistema.

¹ http://www.ngkntk.com.mx/userfiles/image/cables_.jpg

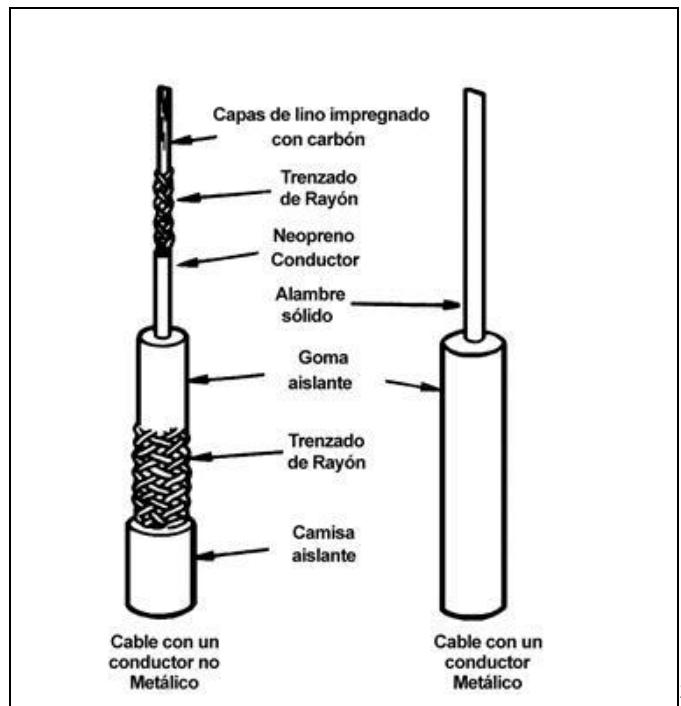


Figura 3.16 Construcción de dos tipos de cable de alta tensión.

Estos cables deberán manejarse con extremo cuidado, no quitándolos de las bujías salvo con un movimiento y tirón de los capuchones, como se muestra en la figura 3.17.

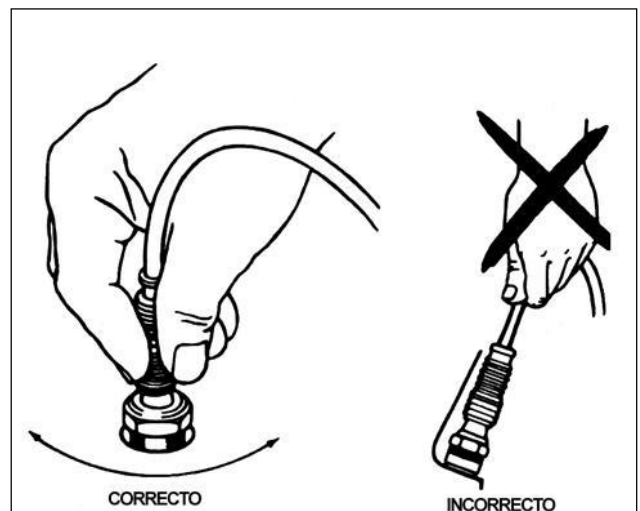


Figura 3.17 Remoción correcta del cable de alta tensión.

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

² REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

Deberán ser capaces además, de manejar el alto voltaje que en ocasiones supera, como ya señalamos, los 30000 V, mientras se hallan sometidos a distintos factores que afectarán su funcionamiento; entre dichos inconvenientes están por ejemplo, la vibración casi continua, que sumada a la tensión de trabajo pueden ocasionar que las partículas del elemento conductor se separen ligeramente, aumentando así la resistencia del cable, lo cual demandará un mayor voltaje por parte de la bujía; si el voltaje requerido excede el voltaje disponible en la bobina, la bujía fallará. Adicionalmente, el deterioro de estos cables se produce por su constante exposición a altas temperaturas, así como a fluidos de trabajo como combustible, aceite, agua, entre otros, los cuales pueden causar porosidad en el aislamiento y así, permitir que el voltaje pase a tierra dando lugar, también, a un fallo en la bujía.

3.1.4 Bujías

Dada su función en el motor de combustión, es imprescindible el buen funcionamiento de las bujías para conseguir el mejor rendimiento del motor, cualesquiera que sean las condiciones de trabajo del mismo. Generalmente son las bujías, los elementos del motor que requieren más servicio de mantenimiento y, por ende, de cambio; esto es comprensible si se tiene en cuenta las condiciones en las que operan.

El incremento de la potencia desarrollada (por litro de cilindrada) en los motores de este tipo en los últimos años, ha sido logrado gracias a dos factores fundamentales: el aumento de la compresión y la elevación del régimen de giro (RPM). El primero de ellos da lugar a una alta presión y elevada temperatura en la cámara de combustión, en la que se aloja la bujía que, por tanto, está sometida a tales condiciones que dificultan su buen funcionamiento. El segundo factor agrava los problemas planteados

por el primero, pues al aumento del número de chispas proporcionadas por la bujía, se une un menor tiempo para evacuar la alta temperatura que en ella se alcanza.

Cuando un auto promedio ha viajado 10000 millas (16000 Km.), cada bujía del motor ha disparado entre 15 y 20 millones de veces. Cada vez que una bujía dispara la chispa, salta a través del entrehierro una alta tensión. Durante la combustión de la mezcla aire / combustible la bujía esta expuesta a temperaturas superiores a los 5000°F (2760°C) y a presiones que pueden exceder las 700lb/pulg² (4226kPa).

De aquí se deduce la gran importancia que tienen las bujías en el buen rendimiento de un motor, en el que la chispa debe saltar cualquiera sea su carga y régimen, haciéndolo en todo momento con la intensidad adecuada para que tenga lugar la inflamación correcta de la mezcla. A este fin, la situación de la bujía en la cámara combustión debe ser la más adecuada.

En la figura 3.18 se muestra una bujía seccionada, en la que puede verse que esta constituida por un electrodo central 8, de aleación especial resistente al desgaste por quemadura (níquel, silicio, cromo, platino e iridio principalmente), que sobresale por la parte inferior de la bujía, mientras por la superior se une a un perno de conexión 2, por medio de una masa colada 5, eléctricamente conductora. El perno de conexión termina en el borne 15, donde se conecta el cable de alta tensión.

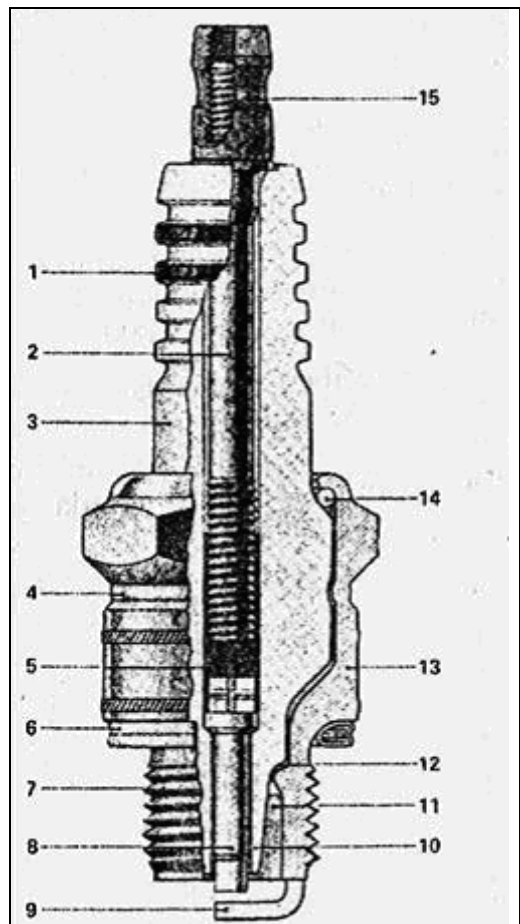


Figura 3.18 Partes de una bujía.

Rodeando tanto al perno de conexión como al borne central, se dispone el aislador 3, de cerámica formada por óxidos de aluminio y sustancias vidriosas, el cual, es a su vez rodeado por el cuerpo metálico 13 de la bujía, fabricado de acero especial al níquel. La unión entre ambos se realiza por medio de las juntas de estanqueidad 12 y 14, que evitan las fugas de la compresión a través de la bujía.

El aislador 3 lleva labradas en su parte superior unas nervaduras 1, que hacen de barrera a las corrientes de fuga, evitando que la alta tensión del encendido siga otro camino que no sea el del espacio entre los electrodos (es un cuerpo de cerámica

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

fabricado a base de óxidos de aluminio con aditivos de sustancias vítreas). En su parte inferior 10, llamada pie del aislador, rodea y protege al electrodo central en una cierta longitud y espesor, que constituyen las características de la bujía (grado térmico). Entre el pie del aislador y el cuerpo metálico, se forma un espacio 11, llamado espacio respiratorio.

La parte superior del cuerpo metálico 13, se dispone en forma de tuerca hexagonal que permite el montaje y desmontaje de la bujía. En la parte inferior, llamada cuello, se labra la rosca 7 para la fijación a la cámara de combustión. Del cuerpo metálico sobresale el electrodo de masa 9, que va soldado a él. Era norma generalizada que el diámetro de la rosca de la bujía sea 14mm, aunque actualmente los diámetros más utilizados son 16 y 21 mm (también se empleaban bujías de 12 y 18 mm). En cuanto a la longitud de la rosca, existen bujías de 10mm (cuello corto), 12 mm (cuello normal) y 19 mm (cuello largo), siendo la del cuello normal la comúnmente utilizada, aunque en las actuales culatas de aluminio suele emplearse también la del cuello largo, que brinda una mayor sujeción.

Para conseguir una unión estanca en el montaje de la bujía en la cámara de combustión, se dispone el anillo 6 o junta de estanqueidad.

Una cualidad esencial del aislador de la bujía, es su alta rigidez eléctrica frente a tensiones de mas de 20.000 v, la cual se conserva aún con las altas temperaturas que se alcanza en el., proporcionando una buena conductibilidad térmica, para conseguir que la temperatura de la punta de aislador este comprendida entre 750° y 850° C, que es la más conveniente para el buen funcionamiento de la bujía.

La conductibilidad térmica del aislador, el grado térmico y el espacio respiratorio de la bujía, guardan una relación directa entre sí, como posteriormente se vera. Todo ello determina lo que se llama grado térmico de la bujía.

Se entiende por resistencia térmica, la resistencia a cambios bruscos de temperatura, a los cuales esta sometida la bujía durante su funcionamiento. En el momento de la explosión se alcanza temperaturas en el cilindro cercanas a los 200° C. La cantidad de calor que la bujía recibe durante la combustión, tiene que ser igual a la entregada al bloque motor. En la fig. 3.19 se ha presentado el recorrido del calor, y puede verse que la mayor parte del mismo es evacuado a través de cuerpo metálico de la bujía, que lo transmite a la culata del motor, sobre la cual va montada.

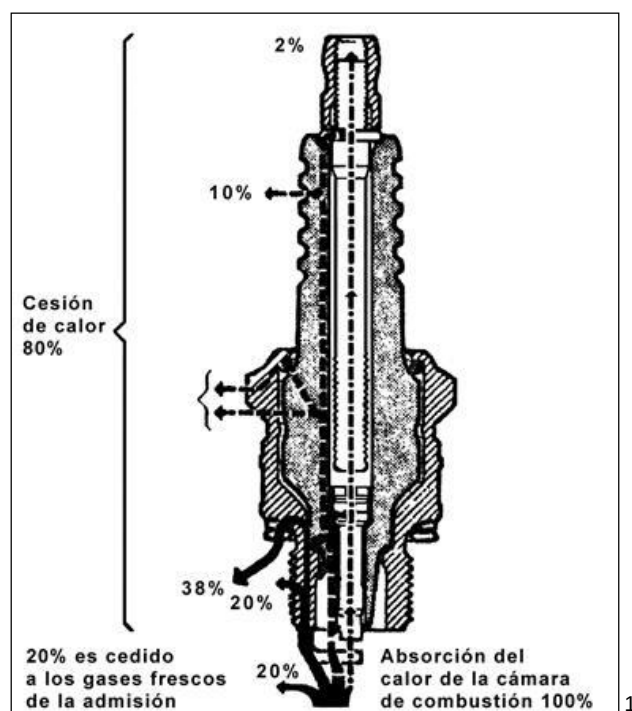


Figura 3.19 Recorrido de calor a través de la bujía.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

El electrodo central y el de masa, constituyen juntos la distancia disruptiva en la cámara de combustión. En ella están expuestos, al igual que la punta del aislador, a las influencias químicas y térmicas de la combustión, durante la cual, se queman junto con la gasolina, los aditivos que se añaden a esta, como el tetraetilo de plomo (para aumentar el efecto antidetonante). Materiales o aleaciones adecuadas a base de níquel protegen los electrodos contra corrosión.

El límite de temperatura que pueden alcanzar las zonas bajas de la bujía (electrodos puntas de aislador), determina la duración de los electrodos, que sufren un desgaste debido a la erosión producida por la chispa, tanto mayor, cuanto más alta sea la temperatura alcanzada por ellos. Este límite se puede elevar mediante la adición de manganeso o silicio en la fabricación de los electrodos.

La separación entre los electrodos debería ser lo más pequeña posible, siempre y cuando no sea inferior a la distancia de encendido especificada por el fabricante para cada tipo de motor (oscilando generalmente entre 0,6 y 0,75 mm); ésta separación va aumentando durante la vida de la bujía, debido al desgaste de los electrodos producido por el salto de chispa. De este modo aumenta también la tensión de encendido demandada por la bujía hasta que, como ya se dijo, llega a ser mayor que la disponible en la bobina y se producen los consiguientes fallos encendido, especialmente en la gama de altas revoluciones.

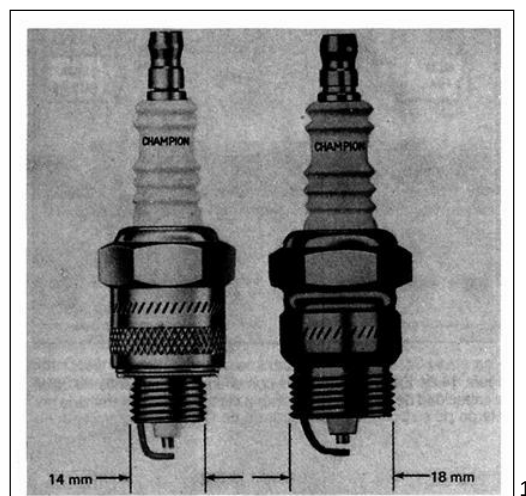
3.1.4.1 Clases

Aún cuando la mayoría de las bujías parecen similares, son muchas las diferencias en su diseño; algunas de estas diferencias no son aparentes, pudiendo parecer

adecuadas para un motor determinado, cuando la verdad es que su utilización puede dar lugar a un mal trabajo del motor e incluso a serios daños en el mismo. Dado que los modelos de motores varían grandemente en lo que se refiere a compresión, régimen de giro, sistema de refrigeración, carburación, combustible empleado, etc., es necesario prever la utilización de un tipo determinado de bujía para cada modelo. A continuación detallaremos ciertas características que ubican a las bujías dentro de una amplia gama de selección, de acuerdo a factores, tanto de diseño como de rendimiento, que van a potenciar la capacidad de las mismas en conjunto con el motor donde serán dispuestas.

3.1.4.1.1 Tamaño de la rosca

Conocido también como diámetro roscado, es la diferencia de diseño más evidente. Como ejemplo tenemos las dos medidas más comunes utilizadas anteriormente, 14 y 18 mm, las cuales se ven representadas en la figura 3.20. En la actualidad los dos tamaños más utilizados son de 16 y 21mm.



¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

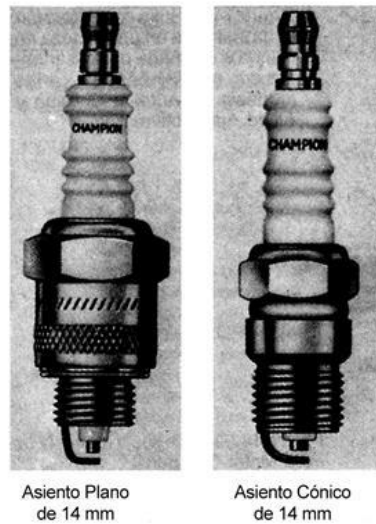
Figura 3.20 Diferencias en diámetros de roscas.

3.1.4.1.2 Tipos de asiento

Al momento de instalar una bujía en la culata del motor, se debe contar con un sellado perfecto contra las presiones de compresión y de combustión. Este sello debe permitir también que fluya el calor de la bujía al cabezote (cabeza de cilindros o culata del motor). Se cuenta con un sello apretado y conductor del calor entre el asiento maquinado del cabezote.

En algunos motores, se utilizan juntas de un metal suave entre los asientos; en otros motores no se requieren juntas en absoluto. En la figura 3.21 aparecen dos diseños de bujía de uso común. En las bujías que utilizan juntas, el asiento de la bujía es plano; la junta queda comprimida entre el asiento de la bujía y un asiento plano correspondiente situado en el cabezote.

En las bujías que no utilizan juntas, el asiento de la bujía es cónico; una bujía con asiento cónico se diseña para entrar como cuña en una conificación análoga formada en el cabezote. Debido a que los asientos de las distintas cabezas de cilindros no son iguales, la selección incorrecta de una bujía, con asientos que no correspondan, dará lugar a fugas por la rosca de la misma, perjudicando tanto la compresión en la cámara como el flujo de calor.

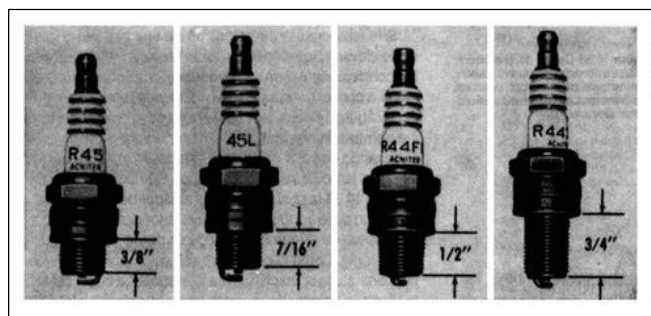


1

Figura 3.21 Diseños de asientos (plano y cónico).

3.1.4.1.3 Extensión de la rosca

Referente a la longitud de la parte roscada, es la distancia entre el asiento y el extremo de la rosca. La figura 3.22 muestra algunos ejemplos de uso común. Si la extensión de la bujía es demasiado corta para un determinado motor, los electrodos no quedarán situados en forma correcta dentro de la cámara de combustión; ésta situación aparece en la figura 3.23.



2

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

² REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

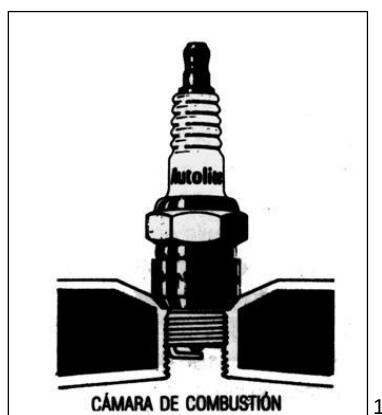
Figura 3.22 Distintas extensiones de roscas.

Por otra parte, la parte del roscado en el cabezote que quede expuesta, se llenará de carbón y demás depósitos provenientes de la combustión. Tales sedimentos harán difícil instalar bujías correctas posteriormente. Si la extensión de la bujía es excesiva, como se observa en la figura 3.24, la bujía entrará demasiado en la cámara de combustión, lo que ocasionará problemas de varias clases:

a) La parte de rosca en la bujía que sobresale del cabezote se llenará, como en el caso anterior, de depósitos resultantes de la combustión, dificultando la remoción de dicha bujía.

b) Los hilos expuestos de la rosca resplandecerán al calentarse, haciendo que la mezcla aire/combustible arda antes de que salte la chispa en el entrehierro de la bujía; este encendido prematuro se denomina preencendido y puede causar daño tanto a las bujías como al motor.

c) La punta de la bujía puede entrar en contacto con las válvulas o con el pistón cuando el motor empieza a girar; este contacto puede originar graves daños al motor.



¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

Figura 3.23 Bujía con extensión corta en cilindro con extensión larga.

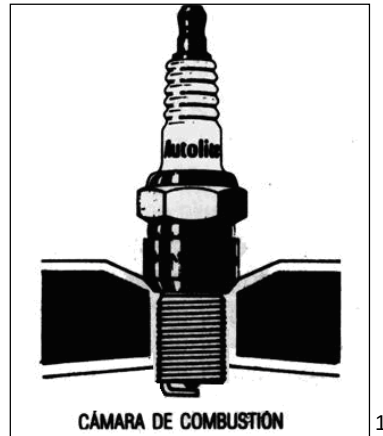


Figura 3.24 Bujía con extensión larga en cilindro con extensión corta.

3.1.4.1.4 Grado térmico (rango de calor)

Para trabajar en condiciones óptimas, la temperatura del pie del aislador de una bujía, no debe sobrepasar los 850°C para velocidades elevadas y continuas, ni ser inferior a 500°C para condiciones de marcha lenta.

El término “grado térmico”, se refiere a la clasificación en tipos que se hace de la bujía, según su capacidad de transferencia de calor desde el lugar de encendido en el pie del aislador, hasta el sistema de refrigeración del motor.

La bujía de tipo *caliente* (figura 3.25), tiene el pie del aislador más largo y evacua más lentamente el calor, por lo cual se usa preferentemente en motores de baja relación de compresión.

¹ REMLING, John. *Electricidad Automotriz*, primera edición, México D.F., Limusa - Noriega Editores, 1994.

La bujía de tipo *frío* (figura 3.26) tiene un pie del aislador más corto y transmite rápidamente el calor al sistema de refrigeración del motor, por cuya razón se utiliza en motores de elevada relación de compresión.

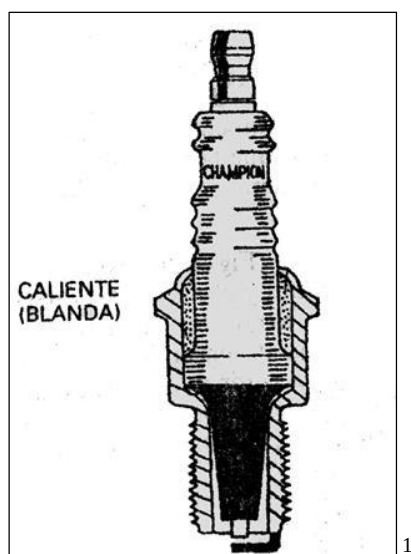


Figura 3.25 Bujía de tipo caliente.

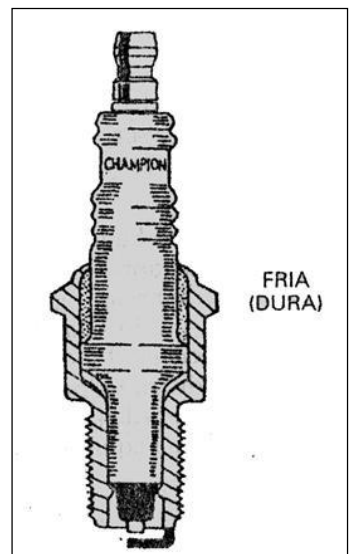


Figura 3.26 Bujía de tipo frío.

Una misma bujía se calentaría en exceso en un motor, mientras que en otro tendría una temperatura de trabajo insuficiente. En el primer caso, la mezcla se inflamaría al entrar en contacto con las partes candentes de la bujía y, en el segundo, los residuos de la combustión ensuciarían pronto la punta del aislador, hasta el extremo de producirse derivaciones de la corriente de alta tensión, por lo cual disminuiría la eficiencia de la chispa, con los consiguientes fallos del motor.

Dentro de la división de las bujías en las dos categorías antes mencionadas, hay unas que son más frías o más calientes que otras, lo que constituye la escala de valores correspondientes al grado térmico. La indicación de éste viene dada por números y

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

letras grabadas en el cuerpo metálico o en el aislador de la bujía. Cada fabricante utiliza su propia escala y en el mercado existen tablas de equivalencias entre las distintas marcas, así como de los modelos de vehículos a las que corresponden.

El grado térmico de una bujía viene determinado por los siguientes factores:

a) Conductibilidad térmica del aislador y de los electrodos, especialmente el central.

b) Tamaño de la superficie del aislador expuesta a los gases de la combustión.

c) Tamaño y forma del espacio de respiración.

Cuando una bujía funciona a la temperatura adecuada (entre 750° y 850° C), las partículas de aceite y residuos de la combustión que se depositan en los electrodos, se queman de inmediato (auto limpieza de la bujía), manteniéndose limpios y en perfecto estado. La temperatura en dichos sedimentos no es suficiente para provocar el autoencendido de la mezcla.

Dadas las condiciones extremadamente contrapuestas del funcionamiento del motor en circulación urbana (bajos regímenes y muchas paradas), o en autopistas (altos regímenes mantenidos durante largo tiempo), fue necesaria la ampliación de la gama del grado térmico para conseguir una bujía que funcionase correctamente en ambas condiciones. Se llegó así a las bujías multigrado, que abarcan varios grados térmicos, lo cual se consiguió mediante una mayor conductibilidad térmica del aislador, un pie del aislador de paredes delgadas y una favorable elección del lugar del asiento de la bujía en el cabezote, para permitir el mejor frente de llama (superficie ideal que separa

la parte de la mezcla ya combustionada de la que todavía no se ha quemado) dentro de la cámara de combustión.

3.2 MODIFICACION DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CONTROLADO POR UN MODULO DE ENCENDIDO

El desarrollo alcanzado en la fabricación de componentes electrónicos, supuso un paso definitivo en la solución de muchos de los problemas de encendido referidos anteriormente, tales como la falta de tensión suministrada a la bujía en regímenes de rotación del motor elevados, en los cuales, los platinos se abren y cierran con tal rapidez, que ni siquiera llega a alcanzarse el valor máximo de la corriente primaria que se lograría con unas maniobras más pausadas. La consecuencia inmediata es la aparición de fallos en el encendido, debidos a una acentuada disminución de la tensión secundaria, dado que la bobina no puede acumular suficiente energía en el cortísimo tiempo que permanecen cerrados los contactos del ruptor en dichos altos regímenes, traduciéndose todo esto en una chispa demasiado débil para la correcta combustión de la mezcla en el cilindro. Dicho esto, podemos entender que los sistemas de encendido con ayuda electrónica presentan ventajas indudables frente a los convencionales. Los platinos utilizados en la actualidad, pese a la innovación y alta calidad de sus materiales, solamente permiten corrientes de hasta 5 A sin que se acorte su vida útil de manera considerable, mientras los transistores son capaces de conmutar hasta 15 A sin problemas de duración, lo que supone un mayor rendimiento así como una vida más larga de los sistemas de encendido con ayuda electrónica.

La utilización del transistor (descrito en el primer capítulo, figura 1.9), como interruptor, permite el gobierno de corrientes mucho más intensas que las admitidas por el ruptor,

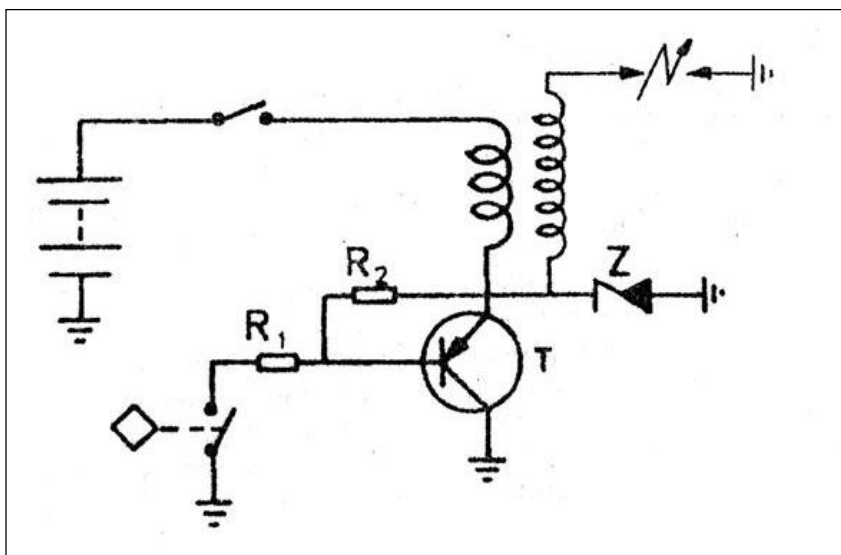
pudiendo disponerse bobinas para corrientes primarias de más de 10 A, como dijimos anteriormente.

3.2.1 Principio de funcionamiento de un modulo de encendido

En la fig.3.27 puede verse la disposición de un sistema de encendido por bobina con ayuda electrónica. El transistor T está dispuesto de manera que su corriente de base es conmutada por el ruptor, mientras la corriente del primario de bobina se establece a través del circuito emisor-colector del transistor. De esta forma, la corriente primaria puede ser incrementada en la magnitud que mas interese, sin aumentar la que cortan los platinos, que dedicados a la conmutación de la corriente de control del transistor, manejan corrientes prácticamente despreciables, en comparación con las gobernadas en los circuitos de encendido convencionales. Todo ello se consigue mediante el acoplamiento de la resistencia R_1 , apropiada a la corriente de base que se desea.

Cuando los contactos del ruptor están cerrados, se establece la corriente de base en el transistor, a través de la resistencia R_1 . En estas condiciones, el transistor conduce y la corriente primaria se establece a través del circuito emisor-colector.

La resistencia R_1 , ajusta la corriente de base al valor más conveniente (aproximadamente 1A), de forma que sea suficiente para producir un efecto de auto limpieza en los contactos del ruptor, a los que solamente esta aplicada la tensión de la batería, y no ya la de autoinducción del arrollamiento primario, como ocurre en un encendido convencional.



1

Figura 3.27 Sistema de encendido por bobina con ayuda electrónica.

Cuando el transistor conduce, fluye a través la corriente primaria (del orden de 10 a 15 A), formándose el campo magnético correspondiente en la bobina.

En el momento en que la leva presenta una saliente a los contactos del ruptor, comienza la apertura de los mismos, interrumpiéndose la corriente de base en el transistor, que cambia su estado de conducción por el bloque y, en consecuencia, se interrumpe bruscamente la corriente en el primario de la bobina, induciéndose la alta tensión en el secundario.

La autoinducción que aparece en el primario cuando se interrumpe la corriente, queda aplicada al emisor del transistor, pudiendo dañarlo e inutilizarlo, dada la sensibilidad del mismo a las sobre tensiones. Por este motivo, se dispone el diodo Z conectado en paralelo con el emisor, que conduce cuando se supera un determinado valor clave de tensión, protegiendo al transistor de las sobre tensiones debidas a la autoinducción.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

La resistencia R_2 , proporciona a la base, en el momento del corte de corriente, una tensión positiva con respecto al colector, consiguiéndose con ello que el transistor conecte más rápidamente.

3.2.1.1 Efecto hall

En este sistema de encendido, el generador de impulsos basa su funcionamiento en el llamado «Efecto Hall » (fig. 3.28).

Entre dos superficies de contacto A_1 y A_2 , se dispone una capa de semiconductor H (capa Hall), que es atravesada por una corriente I_v . Al exponer la capa a la acción de un campo magnético B, perpendicular a la línea de unión de las superficies de contacto A_1 y A_2 , se origina una tensión U_h entre las superficies de contacto, llamada tensión de Hall. Manteniendo constante la intensidad de la corriente I_v , la tensión U_h depende solamente del campo magnético B, cuyas variaciones periódicas en el ritmo de encendido pueden lograrse con facilidad, consiguiendo con ello una variación en la tensión de Hall en el ritmo de encendido, que será empleada en el gobierno del transistor de conmutación, con el que se logran los cortes de la corriente primaria en la bobina de encendido. Tanto las superficies conductoras A_1 y A_2 , como la capa de semiconductor H permanecen fijas, sin someterse a movimiento alguno. El campo magnético B es creado por unos imanes permanentes, situados por encima y debajo de la capa de semiconductor. Puede cortarse este campo magnético mediante una pantalla apropiada, de manera que en algunos momentos, la capa de semiconductor no esté sometida a él.

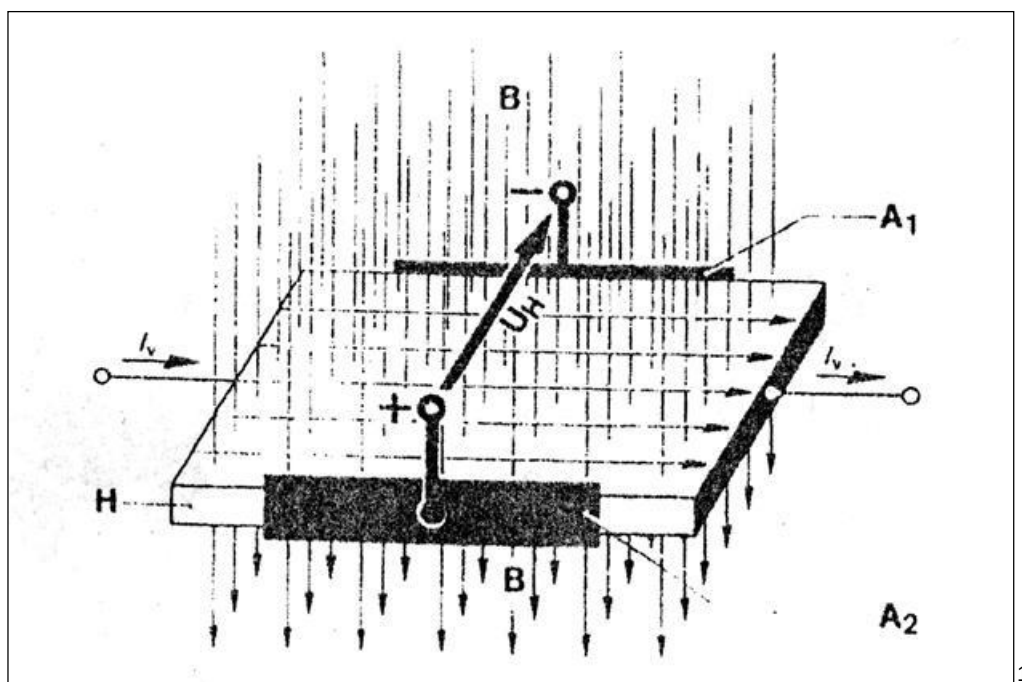


Figura 3.28 Generador de impulsos tipo Hall.

La corriente I_v se mantiene constante por medio de una fuente de alimentación que se conecta a ambos laterales de la capa semiconductora H.

Esquemáticamente, el generador Hall empleado en los sistemas de encendido electrónico, se compone básicamente de una barra magnética (parte fija) y un tambor obturador (parte rotatoria). La barrera magnética esta formada por un imán permanente con piezas conductoras 2 (fig. 3.29) y un circuito integrado 3 de semiconductor Hall, que es un interruptor electrónico, que entre otros componentes incorpora la capa Hall.

Cuando una de las pantallas 1 del tambor obturador se sitúa en el entrehierro 4 de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase al circuito integrado 3.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

La capa de Hall queda prácticamente sin campo, con lo que se anula la tensión entre los bornes del generador, diciéndose entonces que el circuito integrado Hall desconecta, cuando la pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético atraviese de nuevo la capa Hall y la tensión en bornes del generador es activa, conectando el circuito integrado. En este momento tiene lugar el encendido.

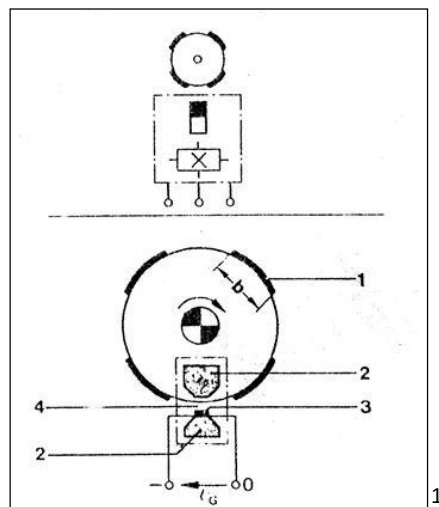


Figura 3.29 Esquema de un generador (Efecto Hall).

La anchura b de las pantallas 1 del tambor obturador, determina la magnitud del ángulo de cierre, es decir, fija el tiempo que está pasando corriente por el primario de la bobina, con la consiguiente formación del campo magnético, que posteriormente se hará desaparecer bruscamente para conseguir la alta tensión en el secundario.

Como esta anchura es idéntica para cada una de las pantallas e inalterable, el ángulo de cierre resulta invariable y de igual magnitud para cada uno de los cilindros del motor.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

En la Fig. 3.30 puede verse la disposición práctica de este tipo de generador. La barrera magnética 2 está montada sobre la placa portadora 8, que puede girar un cierto ángulo movida por el sistema de mando de la capsula de depresión, al igual que ocurre con el contacto fijo en los encendidos convencionales de ruptor.

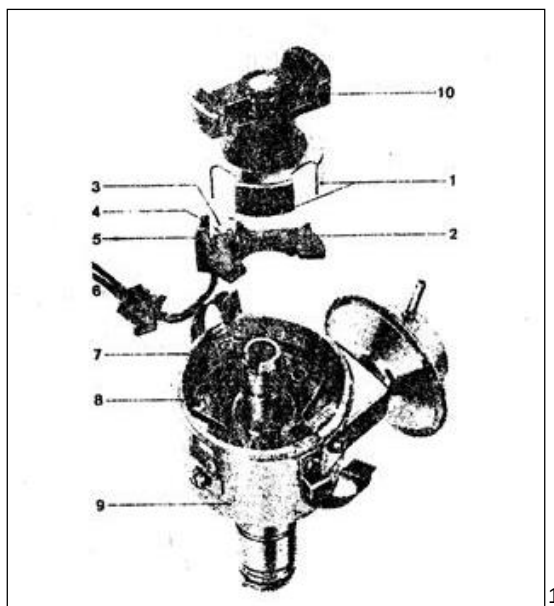


Figura 3.30 Disposición del generador Hall en el distribuidor.

El circuito integrado Hall 5, se monta sobre una de las piezas conductoras 3, protegiéndolo contra la humedad y el polvo con un recubrimiento de plástico. El tambor obturador y el rotor 19 forman un solo conjunto, donde el número de pantallas 1 es igual el de cilindros del motor. Las pantallas se desplazan en el entrehierro 4 y su anchura determina el Angulo de cierre de este sistema. El conjunto de tambor y rotor 10, reciben movimiento del eje de mando 7, de igual forma que el rotor de un sistema de encendido convencional mediante tactos.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

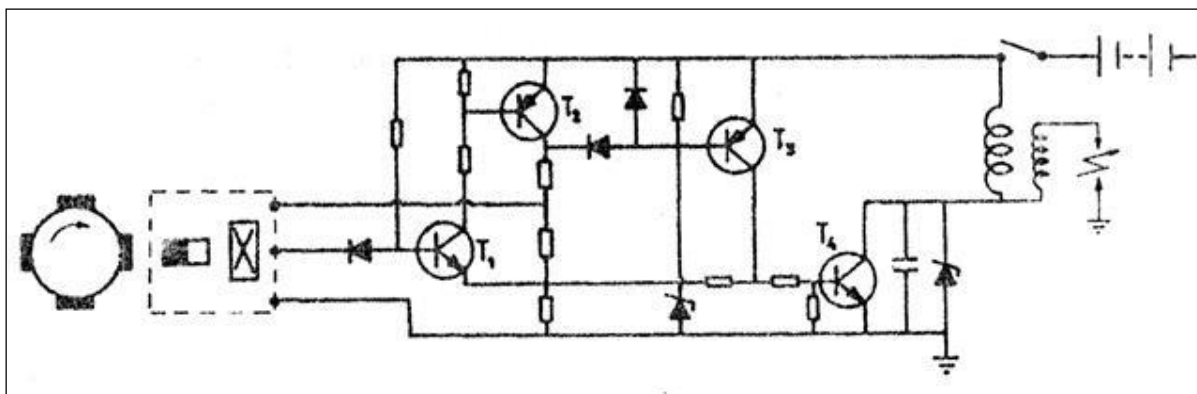
Dada la disposición y el ancho de las pantallas 1, el ángulo de cierre de este sistema permanece invariable durante toda la vida útil del mismo y, en consecuencia, queda suprimido el ajuste del ángulo de cierre, correspondiente al ángulo de leva en los encendidos convencionales.

El módulo electrónico de este sistema de encendido, es similar al de los sistemas de encendido con ayuda electrónica. Se distinguen tres etapas funcionales: la salida Darlington como ruptor del circuito, la de preamplificación de impulsos y la de protección contra sobre tensiones. La modulación de los impulsos y la amplificación de los mismos las realiza el circuito integrado dispuesto en el generador Hall. Cuando está conectado, las etapas de excitación y salida del Darlington se encuentran bloqueadas y la corriente primaria en la bobina de encendido interrumpida. Al pasar una pantalla del tambor por la barrera magnética, el circuito integrado Hall desconecta su corriente de señal, pues en este caso el Darlington conecta la corriente primaria de bobina. El encendido tiene lugar tan pronto como el circuito integrado Hall conecta de nuevo la corriente de señal, pues en este caso el Darlington interrumpe la corriente primaria.

El generador Hall se conecta al módulo electrónico por medio de los hilos conductores 6, que permiten alimentar de corriente al circuito integrado Hall y transmitir las señales de mando al modulo electrónico.

En la Fig. 3.31 se ha representado de manera simplificada un esquema del circuito de encendido para generador Hall. Cuando una de las pantallas del generador H sale del entrehierro, se produce un impulso de tensión de control que alcanza la base del transistor T_1 haciéndole conducir, lo que determina que T_2 conduzca también, mientras

T₃ y T₄ quedan bloqueados. Al no conducir T₄ se interrumpe de inmediato la corriente primaria de la bobina, obteniéndose la alta tensión en el secundario y la consiguiente chispa en la correspondiente bujía.



1

Figura 3.31 Esquema de circuito de encendido para generador Hall.

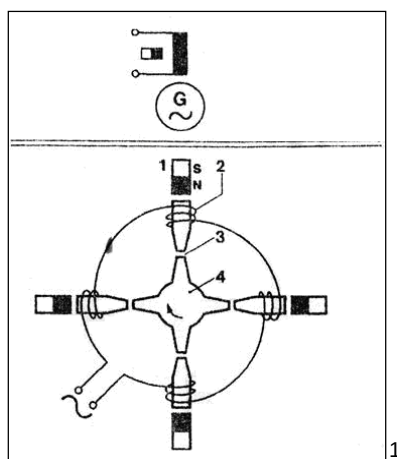
Cuando una de las pantallas entra en el entrehierro, no se aplica impulso alguno a la base de T₁, por lo que este no conduce, provocando a su vez el bloqueo de T₂, cuya base esta conectada al emisor T₁. Consiguientemente, queda polarizada la base de T₄, que conduce también, permitiendo que se establezca la corriente primaria en la bobina de encendido, que será cortada en el instante en que la pantalla abandone el espacio del entrehierro.

3.2.1.2 Efecto inductivo

Este sistema de encendido dispone de los mismos elementos (batería, bobina, distribuidor, bujías) que los empleados de un encendido convencional, e igualmente, para la variación del punto de encendido utiliza los mismos dispositivos de avance

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

En la fig.3.32 se muestra el esquema funcional del generador de impulsos. Los imanes permanentes 1 y el arrollamiento de inducción 2 con su núcleo, forman el estator, que supone una unidad fija de construcción. En el interior de esta unidad gira la rueda 4, llamada rotor, que forma parte del eje de mando del distribuidor, ocupando en él la posición de la leva en los distribuidores convencionales. Tanto el estator como el rotor, son de acero dulce magnético y tienen tantas prolongaciones en forma de dientes, como cilindros de motor.



El principio de funcionamiento es el siguiente: el giro del rotor provoca una variación periódica del entrehierro 3, entre los dientes del rotor y el estator y, en consecuencia,

185

una variación del flujo magnético. Como consecuencia de esta variación de flujo, se induce en el devanado una tensión alterna, cuyo transcurso en el tiempo se representa en la Fig.3.33 El valor de cresta $\pm U$ de esta tensión, en función de la velocidad de rotación, pudiendo variar desde 0,5 a 100 V.

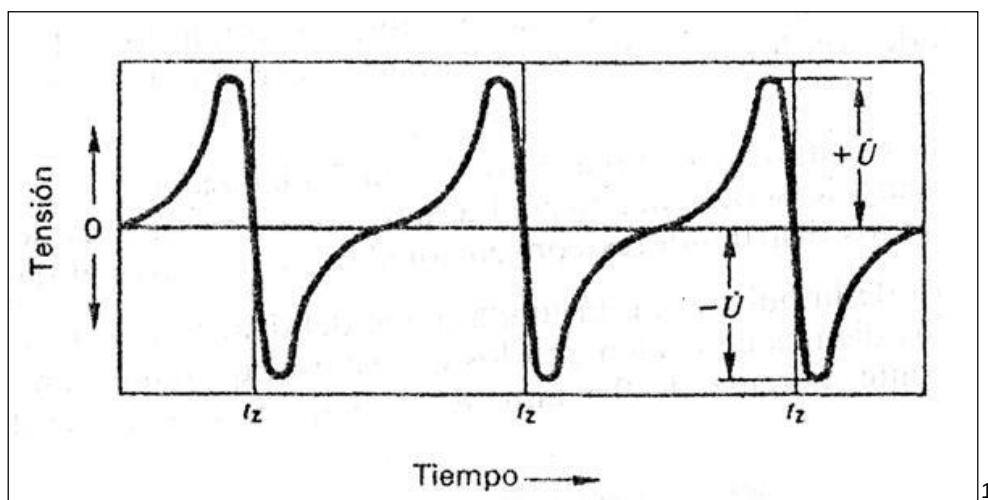


Figura 3.33 Diagrama Tensión/Tiempo (señal inductiva).

Cuando los dientes del rotor se aproximan a lo del estator, el flujo magnético se refuerza y la tensión inducida en el arrollamiento se eleva, primero lentamente antes de enfrentarse perfectamente los dientes, la tensión alcanza su valor positivo máximo. Cuando empiezan a alejarse, la tensión cambia bruscamente de sentido, ya que el flujo magnético se debilita. En este momento (t_3 en la fig.3.33) tiene lugar el encendido.

En cuanto a características constructivas se refiere, el generador de impulsos de inducción esta alojado en la cabeza de delco, precisamente en el lugar donde de ordinario se encuentra el ruptor. La fig. 3.34 muestra un distribuidor seccionado, donde puede verse que el devanado de inducción 1 va arrollado en un núcleo 2, que tiene forma circular y recibe el nombre de disco polar. En la fig. 3.35 puede verse en detalle.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

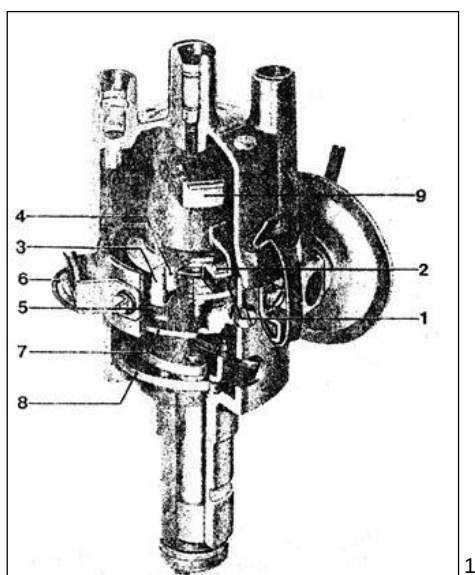


Figura 3.34 Distribuidor seccionado (Generador Inductivo).

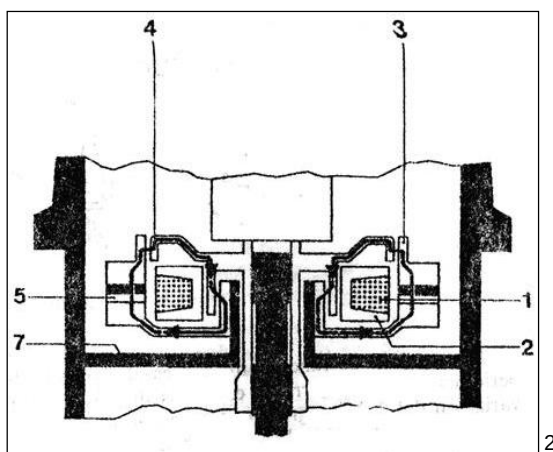


Figura 3.35 Esquema de un generador de impulsos (Inductivo).

En el disco polar se forman los dientes 3 del estator, que están doblados en ángulo recto hacia arriba, coincidiendo con los del rotor 4. En la parte inferior del disco polar está situado el imán permanente 5.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

² ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

El conjunto del estator se apoya en la placa portadora 7, fijada a la carcasa del distribuidor, y puede girar un cierto ángulo sobre ella, merced a la acción de la cápsula de depresión. Este giro, como en el caso de los distribuidores convencionales, es contrario al del rotor.

La rueda generadora de impulsos 4, está unida al eje del distribuidor mediante el sistema de avance centrífugo. Sus dientes coinciden con los del estator, quedando una distancia entre ambos cuando están frente a frente de 0,5 mm. Encima de esta rueda se dispone el dedo distribuidor 9.

La situación de estos componentes determina el camino a seguir por el flujo magnético que es el representado en la fig. 3.35.

Como puede verse, el flujo se establece en forma circular rodeando a la bobina plana del rotor, resultando cuatro anillos de flujo repartidos regularmente. La tensión se induce en la bobina debido a las variaciones del flujo (en los cuatro anillos formados), de la misma manera que si se hiciera pasar corriente por la bobina aparecería un campo magnético a su alrededor del sentido representado en la figura. El principio en que se basan ambos fenómenos es el mismo: si se hace pasar corriente por la bobina aparece el flujo, y se hace variar el flujo se induce la corriente.

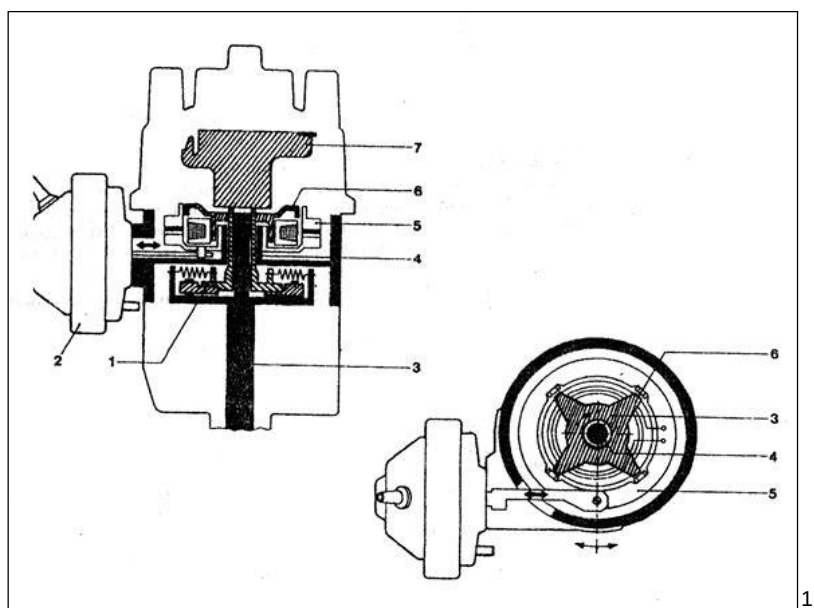


Figura 3.36 Disposición de la rueda generadora de impulsos.

La disposición de la rueda generadora de impulsos con respecto al sistema de avance centrífugo, puede verse en la fig. 3.36 los contrapesos 1, permiten adelantar al eje 4 (del que forma parte la rueda generadora 6) en el giro con respecto al eje del mando 3. De otra parte, la cápsula de avance por depresión 2, actúa sobre el conjunto del estator 5 para dar el avance de vacío.

Ambos sistemas de avance, pues, funcionan de manera similar a los de un distribuidor convencional, siendo idénticas las disposiciones del montaje de los contrapesos y cápsula de avance por vacío, así como la forma y características de estos mecanismos. Las verificaciones de ellos por tanto, se realizaran igual que en los encendidos convencionales. El generador de impulsos por inducción presenta dos ventajas esenciales: a) es muy poco sensible a las vibraciones o sacudidas y, b) la

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

irregularidad de los intervalos de encendido es solo de 0,3°, o sea, mucho menor que la de los sistemas de encendido convencionales.

CAPITULO IV

INSTALACIÓN Y REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y PANEL DE INSTRUMENTOS

4.1 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO SUZUKI FORSA

I

4.1.1 Cálculo de valores para la correcta instalación de los distintos circuitos del sistema

Para calcular los valores de los distintos consumidores debemos referirnos a la ley de ohm, cada consumidor requiere de un amperaje determinado para su correcto funcionamiento, según este valor se determina el grosor del cable, y el fusible que se debe colocar en dicho circuito para su protección. Estos valores ya han sido analizados por el fabricante del vehículo para los circuitos y consumidores estándar de éste, si nosotros aumentamos algún consumidor adicional en uno de los circuitos estándar debemos rehacer los cálculos hechos por el fabricante para este circuito, de lo contrario podríamos sobrecargarlo y lo primero en dañarse sería el fusible. Es por esto que todos los circuitos adicionales colocados al vehículo se los ha realizado independientes al cableado principal pero manteniendo la disposición de éstos en el vehículo.

Tabla 4.1 Comparaciones de mejora.

Elemento	Estándar	Modificación	Comparación mejora
bujía	NGK BKR6E	AUTOLITE 64	La bujía autolite 64 es de tipo más frío que la NGK instalada anteriormente, ya que por subir la relación de compresión del vehículo, necesitamos una evacuación más eficiente de la temperatura.
bobina	18000 voltios	28000 voltios	Se incrementó en un 55 % el voltaje suministrado por la bobina, para favorecer la chispa y aumentar la velocidad de inflamación de la mezcla.
cables de alta tensión	5500 ohmios	2750 ohmios	Con los nuevos cables tenemos una menor resistencia al flujo de corriente

			hacia la bujía, con lo cual se favorece la intensidad de chispa; se considera que el diámetro del filamento en los dos juegos de cables es el mismo (1,9 mm).
cables circuitos	cable flexible # 18	cable flexible # 14	Debido al incremento del consumo de carga en los distintos circuitos, se optó por un cable de mayor diámetro para reducir la posibilidad de un recalentamiento en el mismo.

Tabla 4.2 Consumo de carga.

Elemento	Consumo
tacómetro	0,8 Amperios
halógenos	15 Amperios
luces bajas + guías	11 Amperios
luces altas + guías	12 Amperios
luces direccionales	2 Amperios
luces de parqueo	4 Amperios
freno	3,5 Amperios
retro	1 Amperio
panel de instrumentos (luces)	1 Amperio
electroventilador	4,5 Amperios
arranque	90 Amperios
Bomba de combustible	5 Amperios
plumas (velocidad baja)	4 Amperios
plumas (velocidad alta)	7 Amperios
motor bota aguas	3 Amperios

4.1.1.1 Circuito de luces de carretera (altas, bajas)

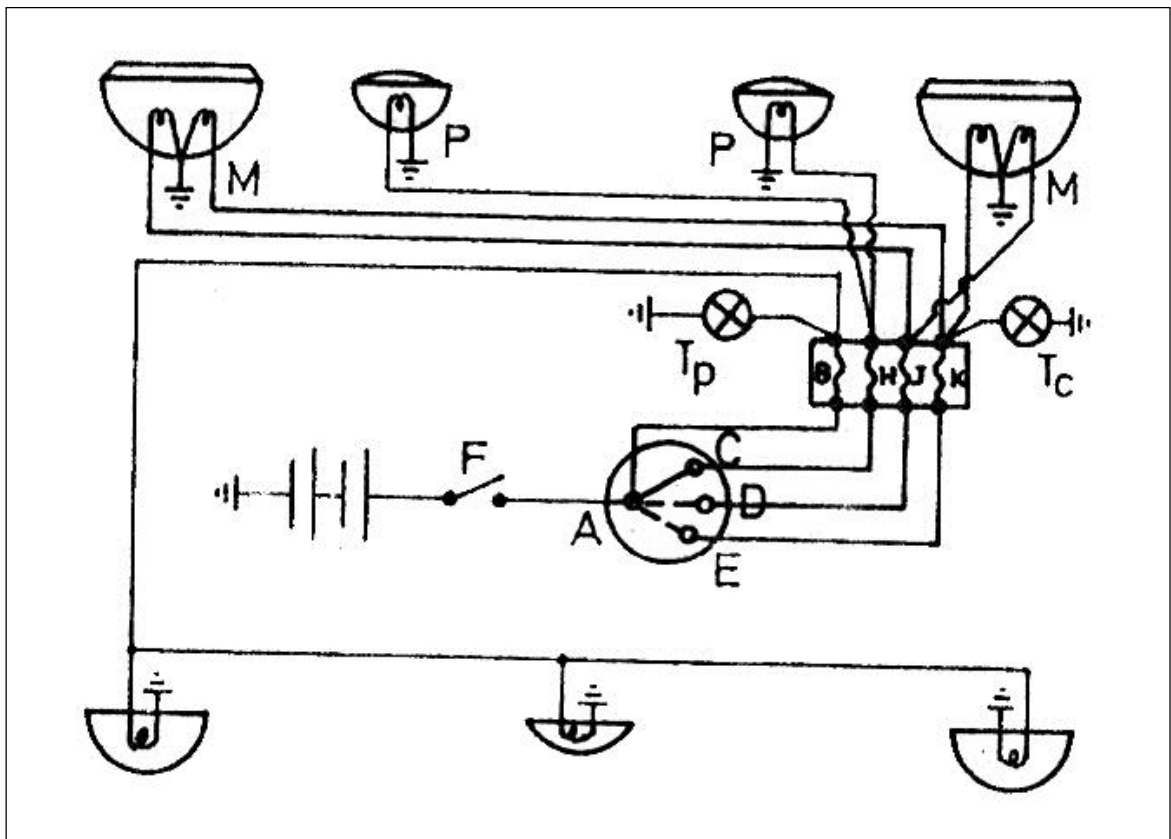


Figura 4.1 Circuito Luces de Carretera.

En la figura 4.1, podemos observar la instalación básica para el circuito de luces en el cual están representadas las luces de carretera, bajas y guías, con sus respectivos indicadores en el panel de instrumentos.

Las luces que se las conoce como bajas o de cruce se utilizan para una mejor visibilidad del conductor en la noche, estas están formadas por dos proyectores que iluminan una zona de aproximadamente de 40 m delante del vehículo, sin deslumbrar a conductores que circulen en sentido contrario, ni demás usuarios de la vía pública.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Estas luces están representadas con la letra M y producen su luz al encender uno de sus dos filamentos.

Las luces de carretera o altas, representadas con la misma letra M, tienen un mayor alcance y funcionan conjuntamente con las bajas para proporcionar un mejor alumbrado, es decir se encienden los dos filamentos a la vez, estas deben ser capaces de alumbrar aproximadamente 100 m de longitud delante del vehículo. Cuando se encienden las luces altas un indicador en el tablero de instrumentos nos lo indica, para tener precaución de no deslumbrar a los demás conductores.

En cualquiera de estos casos, adicionalmente a las luces ya mencionadas siempre que estas estén en funcionamiento, estarán encendidas las luces guías, las cuales constituyen dos luces delanteras blancas o amarillas y otras dos rojas en la parte posterior, visibles en la noche a una distancia mínima de 300 m (con tiempo claro), esas no deben deslumbrar ni molestar en forma alguna a los demás conductores, estas luces sirven para visualizar a un vehículo cuando nos estamos acercando a éste.

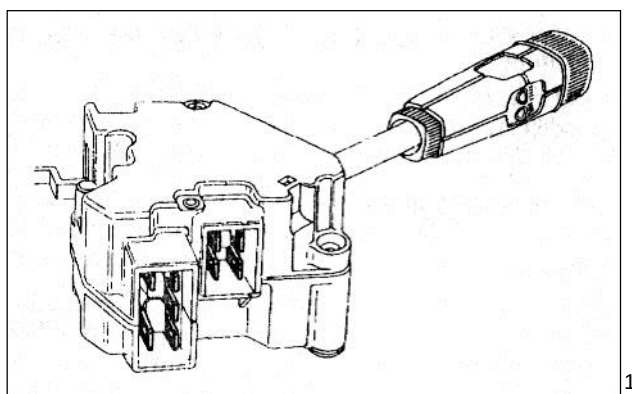


Figura 4.2 Mando luces.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

Estas luces son activadas por un conmutador, (fig 4.2) el cual nos permite el encendido de cada circuito de acuerdo a nuestra necesidad. La palanca del mando de luces posee el mango giratorio, el cual tiene cuatro posiciones. En la primera los tres circuitos están desconectados, es decir, sin funcionamiento. En la segunda funcionan solamente las luces guías y se enciende la iluminación del tablero en el habitáculo. En la tercera funcionan las luces guías, las del tablero y las bajas o de cruce. Y en la cuarta posición funcionan las luces en el tablero y los tres sistemas conjuntamente para proporcionar una visibilidad adecuada para el conductor del vehículo y los demás usuarios de la vía pública.

4.1.1.2 Circuito de luces direccionales

Las luces direccionales funcionan cuando el vehículo va a realizar un cambio de dirección o adelantamiento. Los primeros sistemas direccionales estaban provistos de un brazo en los laterales del vehículo, en los brazos había una luz y para indicar el cambio de dirección se levantaba este brazo. Posteriormente se utilizó las luces intermitentes ubicadas en la parte posterior y delantera del vehículo, este sistema es el que se utiliza hasta la actualidad.

Estas luces traseras y posteriores están cubiertas por un plástico transparente, que reglamentariamente debe ser de color ámbar, en la actualidad también se colocan luces intermitentes en los laterales del vehículo o incluso en los retrovisores. Estas luces indican a los demás usuarios de la vía pública, la intención de cambio de dirección, o la detención del vehículo, si están encendidas las luces de los dos lados a la vez, la activación de estas luces se lo realiza mediante un conmutador que está

comúnmente ubicado en la columna de la dirección junto al volante, para que su activación se realice fácilmente, y más que nada sin retirar las manos del volante.

La intermitencia se la realiza por medio de un ruptor, el cual es capaz de producir de 40 a 90 destellos por minuto éste funciona de manera electromagnética o termostática.

En la figura 4.3 podemos observar el circuito de luces de intermitencia que están comandadas por un conmutador para las luces de viraje; éste tiene 3 posiciones: en reposo, los contactos están abiertos por lo que las luces están apagadas; si se lo coloca hacia la derecha, activará las luces direccionales de la derecha y lo propio si se lo coloca hacia la izquierda.

Un interruptor que está colocado cerca al conmutador, es el que enciende las luces de emergencia o parqueo, es decir que enciende los dos lados a la vez.

En cualquiera de los tres casos tenemos en el tablero de control, luces que nos indican que alguno de estos sistemas está en funcionamiento.

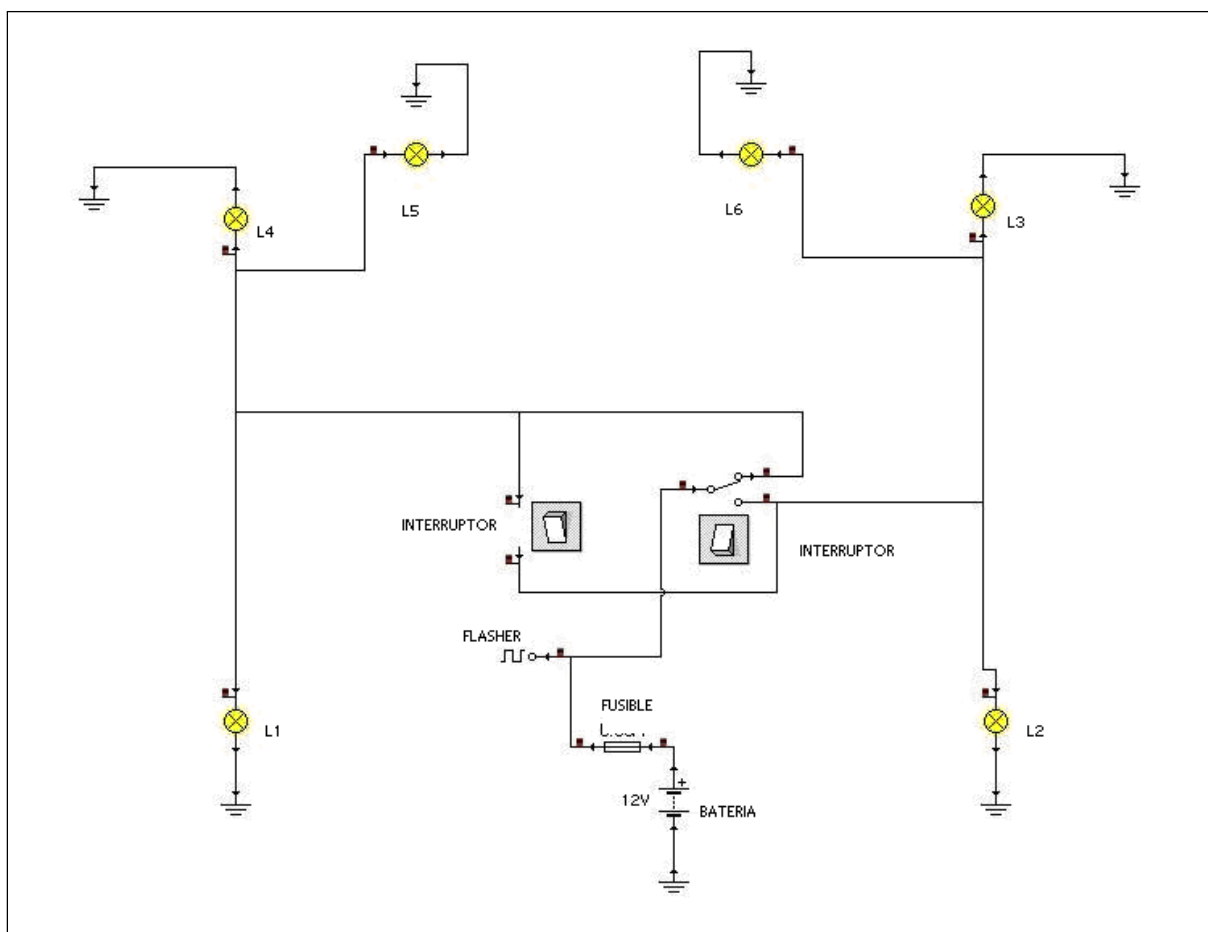


Figura 4.3 Circuito Luces Direccionales.

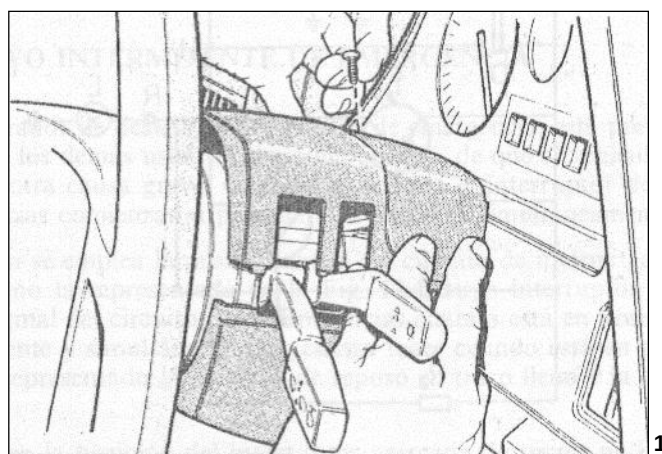


Figura 4.4 Mando luces direccionales.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

4.1.1.3 Circuito de luces de reversa

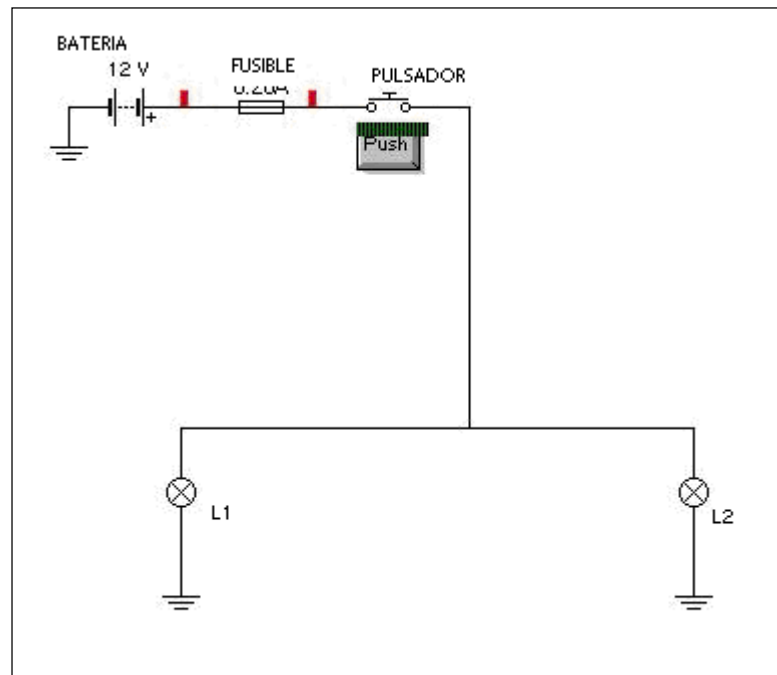


Figura 4.5 Circuito reversa.

Se disponen de dos luces blancas en la parte posterior del vehículo, que se encienden cuando se da marcha atrás a este. Estas luces están gobernadas por un interruptor mecánico que es accionado por la palanca de cambios cuando se selecciona la marcha atrás, también puede estar situado en la caja de cambios, en el piñón de marcha atrás.

4.1.1.4 Circuito de luces guías o de población

Este circuito se encuentra integrado con el circuito de luces de carretera pueden solo guías y en conjunto con altas o bajas ya que siempre que se enciendan o altas o bajas se encenderán también las guías (fig 4.1)

4.1.1.5 Circuito de luces del habitáculo

Las luces del habitáculo sirven para iluminar el interior del vehículo cuando el conductor o los ocupantes así lo requieran, comúnmente tiene dos focos, uno está situado en la puerta posterior y el otro entre los dos asientos delanteros. Están controlados por un conmutador el cual permite que las luces se enciendan y apaguen al apertura o cerrar las puertas, pueden estar siempre apagadas o también se pueden encender en cualquier momento mediante el mismo conmutador. En la figura 4.6 podemos observar que hay un conmutador para cada luz, aunque no siempre es así, ya que un solo conmutador puede gobernar el encendido de las dos luces o también pueden existir más de dos luces en el interior del vehículo.

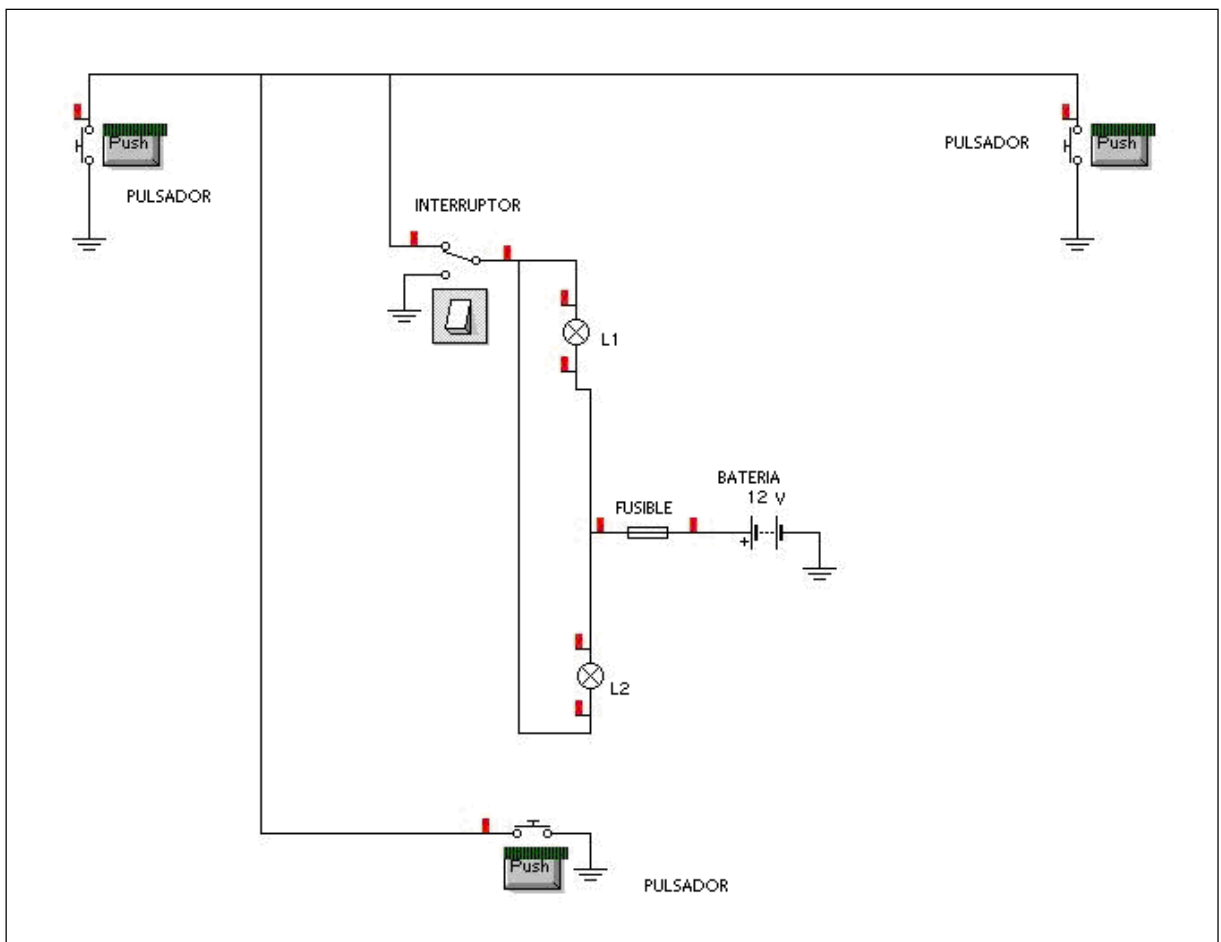


Figura 4.6 Circuito Luces Habitáculo.

4.1.1.6 Circuito de luces de freno

Reglamentariamente, deben existir dos luces rojas (una a cada lado) en la parte posterior del vehículo, que se encienden cuando el conductor acciona el pedal del freno, avisando con ello a los demás conductores que se va a detener el vehículo o disminuir su velocidad.

El encendido y apagado de esta luz se realiza por medio de un interruptor que es accionado por el pedal del freno, o está conectado al mismo sistema hidráulico del freno y es accionado por esa presión; muchas veces se encuentra en la misma bomba de freno. En fin sea cual fuere la posición del interruptor, su trabajo es el mismo, cierra el circuito para que las luces posteriores se enciendan en el momento en que se pisa el pedal del freno. Estas luces se encienden todo el tiempo que el vehículo esté encendido, no es necesario que esté en funcionamiento ningún otro circuito de luces, ya que esta advertencia de frenado debe ser visible de día y de noche para evitar accidentes.

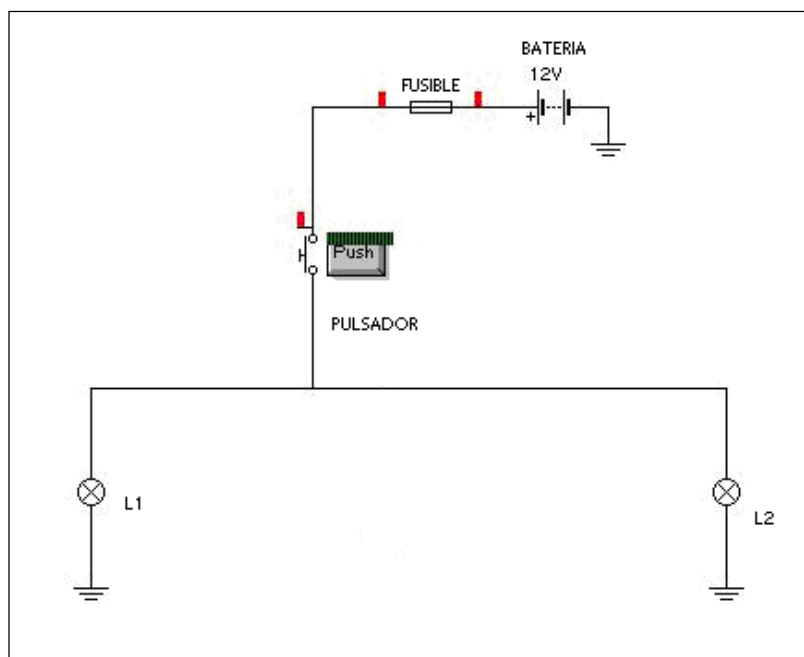


Figura 4.7 Circuito Luces Freno.

4.1.1.7 Circuito de pito o claxon

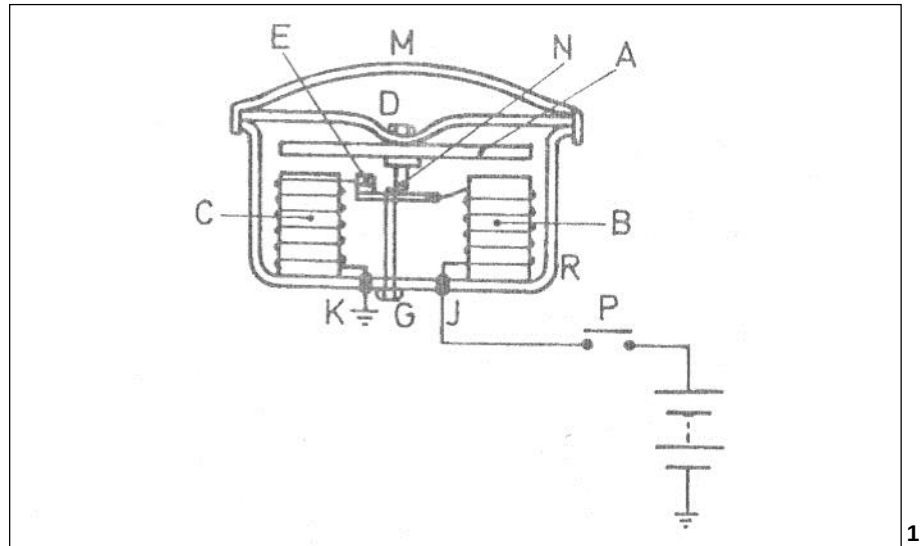


Figura 4.8 Circuito Pito.

Existe una normativa, la cual obliga a todo vehículo a llevar un dispositivo que produzca un sonido de aviso para casos de necesidad, lo que se logra por medio de la bocina eléctrica o claxon.

La bocina debe poder ser escuchada a una distancia de 100 m, pero no debe ser muy estridente ni agudo. Antiguamente cuando se daba marcha atrás con el vehículo se debía avisar con toques cortos y repetidos del pito.

Prácticamente, en toda bocina, el sonido se produce por una membrana de acero que hace resonar el aire por medio de las vibraciones de frecuencia producidas por esta membrana.

¹ ÁLONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*, quinta edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1996.

En la figura 4.8 se observa, que al accionar el pulsador P, la corriente llega a la bobina B, pasa hasta la bobina C, por el contacto E y cierra el circuito en masa K; al energizar las bobinas se produce un campo magnético el cual atrae a la placa A, que a su vez está unida a la membrana D que es elástica, a su vez el eje central de A, desconecta las bobinas por lo que A, vuelve a subir conjuntamente con la membrana ya que no existe campo magnético que lo atraiga, en este momento se vuelven a conectar las bobinas y se repite el proceso.

El movimiento repetitivo de la membrana de una a otra posición, crea una vibración, que provoca la formación de una onda sonora. Cuanto más rápido vibre la membrana el sonido provocado será más agudo.

4.1.1.8 Circuito de halógenos

Las luces existentes en el vehículo no proporcionan un alumbrado adecuado en situaciones extremas; es cuando debemos pensar en colocar luces adicionales para las cuales no existe un espacio destinado en el vehículo y debemos colocar bases o soportes para instalarlos, estos pueden ser antiniebla o de largo alcance.

La misión de los faros anti niebla, es producir una luz más cercana y baja que el de la luz de cruce o bajas. Se montan uno a cada lado del vehículo, comúnmente bajo el guardachoques. Este faro proporciona una luz amarilla baja y de corta distancia, que mejora la visibilidad en caso de niebla, ésta es complemento de las luces bajas y conjuntamente en niebla se consigue una buena intensidad de luz, a unos 10 m por delante del vehículo a mas de que se extiende hacia los lados.

Los faros de largo alcance, son un complemento de las luces altas, es decir, proporcionan una iluminación mas allá de los 100 m; mejoran en un gran porcentaje la visibilidad del conductor del vehículo que los lleva instalados, pero al encontrarse con un vehículo que viene en dirección contraria, destella al otro conductor, por lo que se debe usar solo en circunstancias necesarias y sobretodo deben apagarse, cuando se encuentra en la situación descrita anteriormente; estos faros no son muy aconsejables cuando hay neblina ya que son blancos y no mejoran la visibilidad en estas circunstancias.

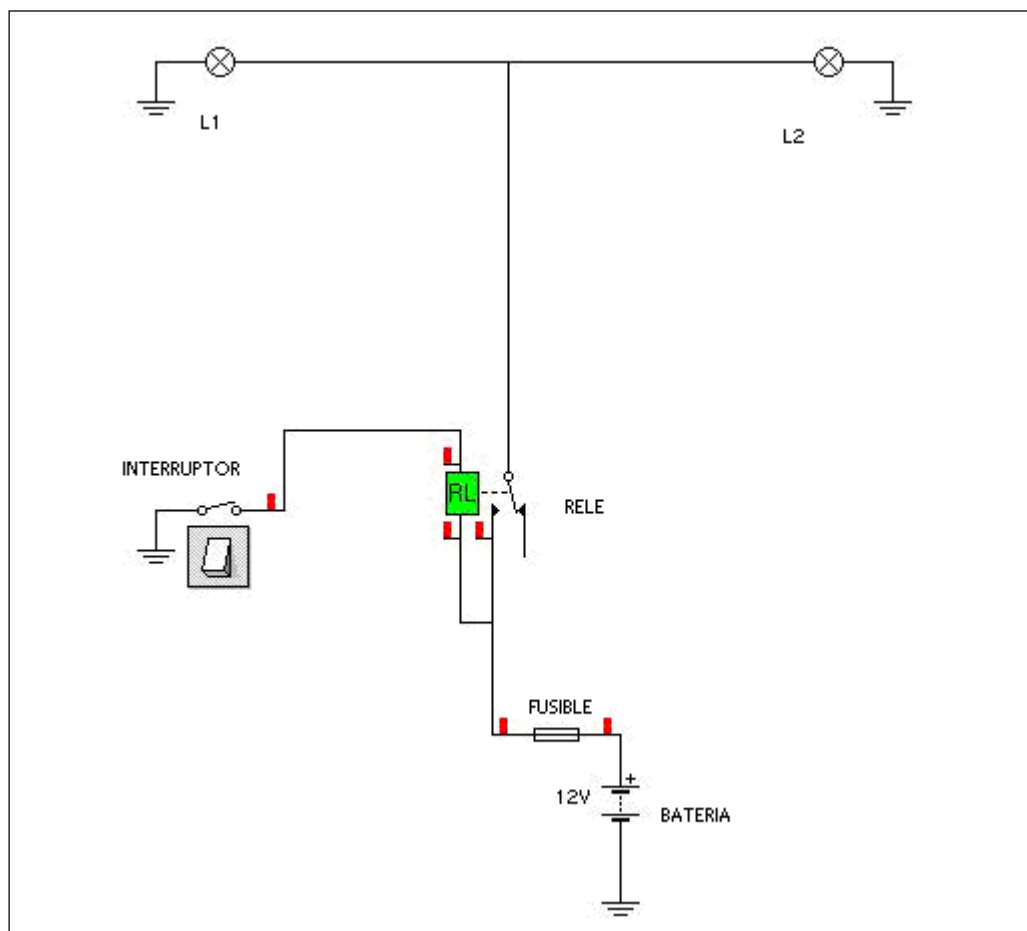
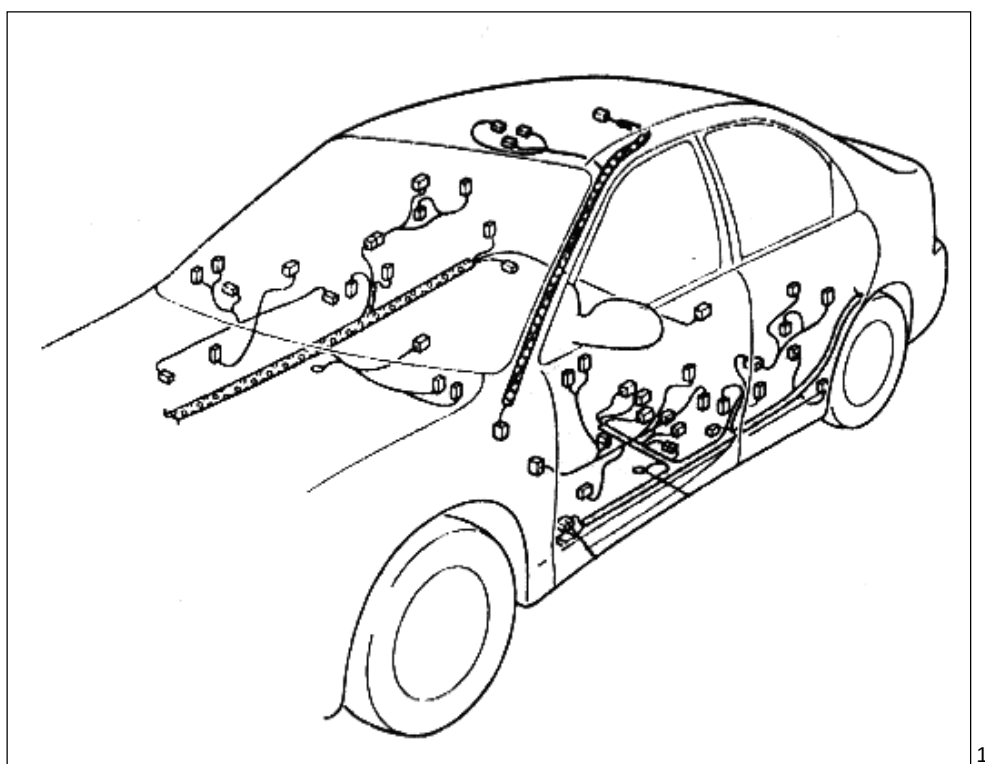


Figura 4.9 Circuito Halógenos.

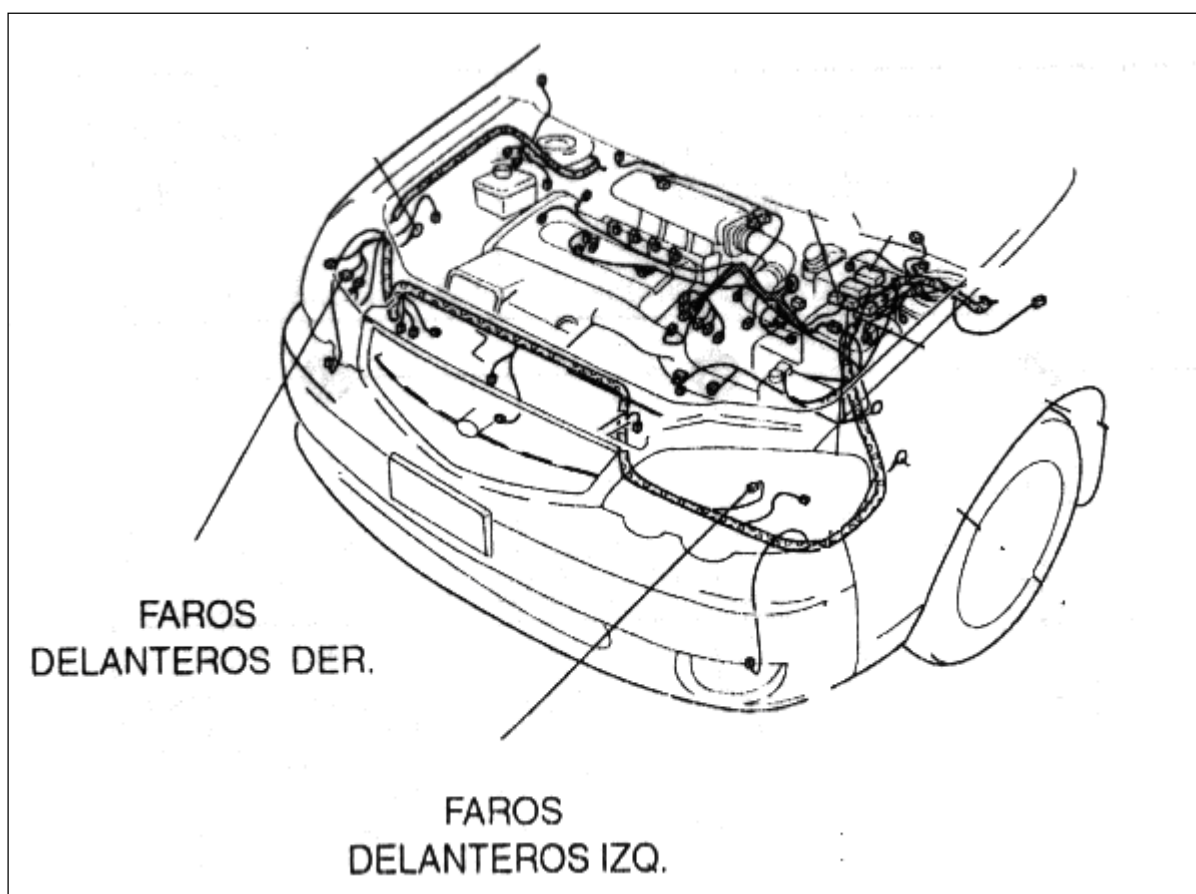
4.1.2 Disposición del cableado de acuerdo a valores de resistencia y voltaje de los consumidores

El cableado está dispuesto como es originalmente y los circuitos extras instalados, siguen esta misma línea, es decir están junto al cableado original; no es necesario disponerlo de otra manera ya, que esta en el sitio adecuado, lejos de alguna fuente de calor externa que pudiera deteriorarlo. La disposición de los cables en todo el vehículo, está dada en las figuras 4.10, 4.11 y 4.12, en las que se puede observar como están colocados en las diferentes secciones del vehículo; cabe destacar que existen cables adicionales en estas figuras, ya que se trata de un vehículo de 4 puertas, de la versión full equipo, en nuestro caso por ejemplo, en la figura 4.10 no corresponden los cables de la sección 12. Todos los cables hacia la parte posterior están colocados en el piso del lado derecho del vehículo.



¹ Kia Motors Corporation. *Diagrama de Conexiones 2003 SEPHIA II, SHUMA II, SPECTRA*, Corea, 2002.

Figura 4.10 Disposición del Cableado Habitáculo.



1

Figura 4.11 Disposición del Cableado Motor.

4.2 INSTALACIÓN DEL PANEL DE INSTRUMENTOS

Previamente a la instalación del panel de instrumentos original, se le realizaron cortes, de tal manera que pueda pasar por estos cortes el rol bar, a más de los cortes para incluir los indicadores como el tacómetro, manómetro y voltímetro.

¹ Kia Motors Corporation. *Diagrama de Conexiones 2003 SEPHIA II, SHUMA II, SPECTRA*, Corea, 2002.

También debemos tener en cuenta la disposición de los cables ya que pasan por la parte posterior del tablero de control. Una vez realizado lo antes mencionado se debe fijar bien al panel en la carrocería y rol bar para no tener contratiempos.

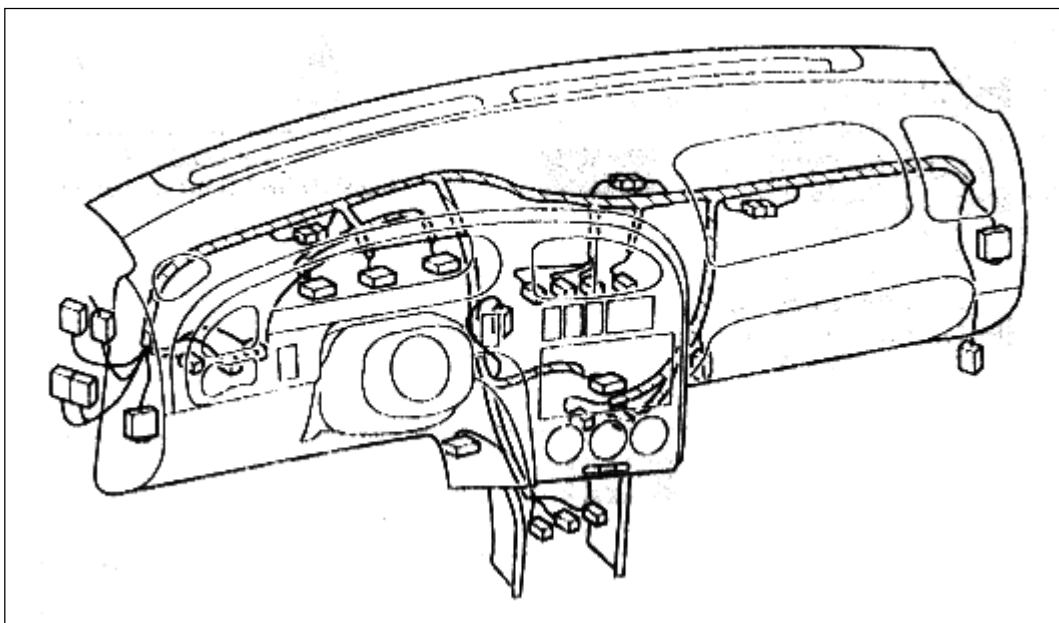


Figura 4.12 Panel de Instrumentos.

4.3 INSTALACIÓN DE LOS INDICADORES ADICIONALES DE CONTROL

4.3.1 Tacómetro

¹ Kia Motors Corporation. *Diagrama de Conexiones 2003 SEPHIA II, SHUMA II, SPECTRA*, Corea, 2002.

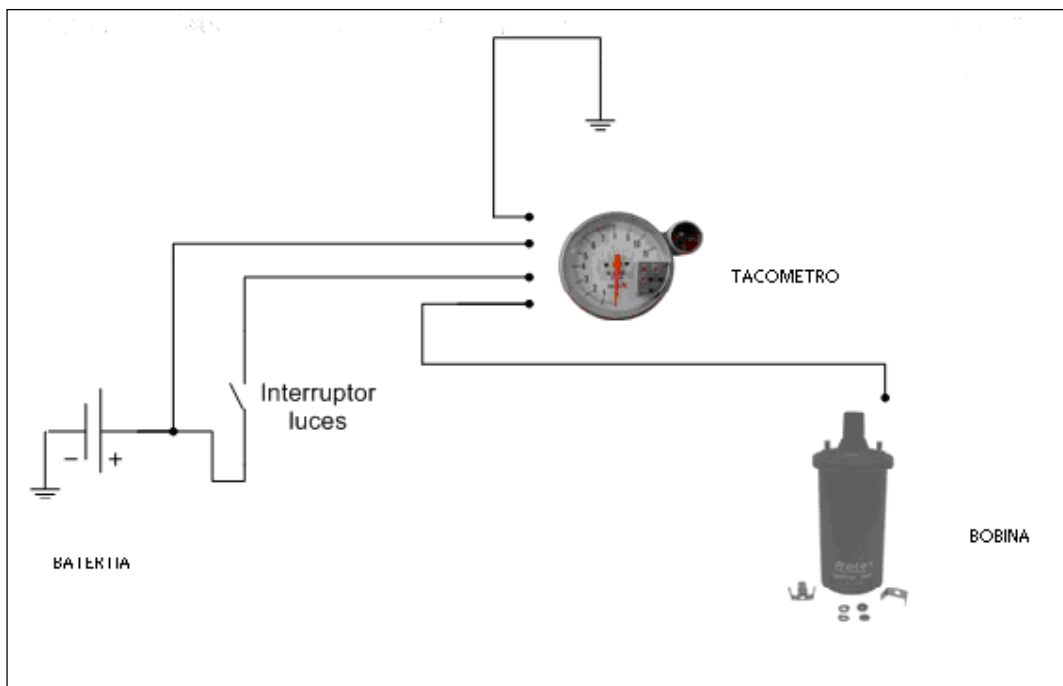


Figura 4.13 Circuito Tacómetro.

4.3.2 Medidor de presión de aceite

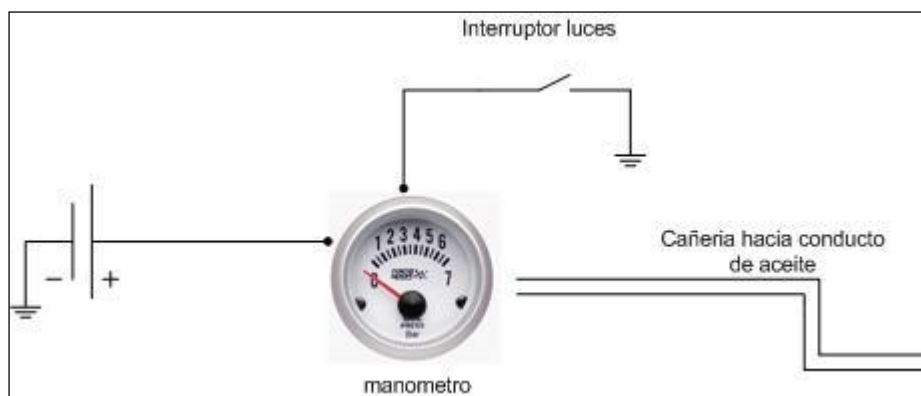


Figura 4.14 Circuito Manómetro Aceite.

4.3.3 Amperímetro

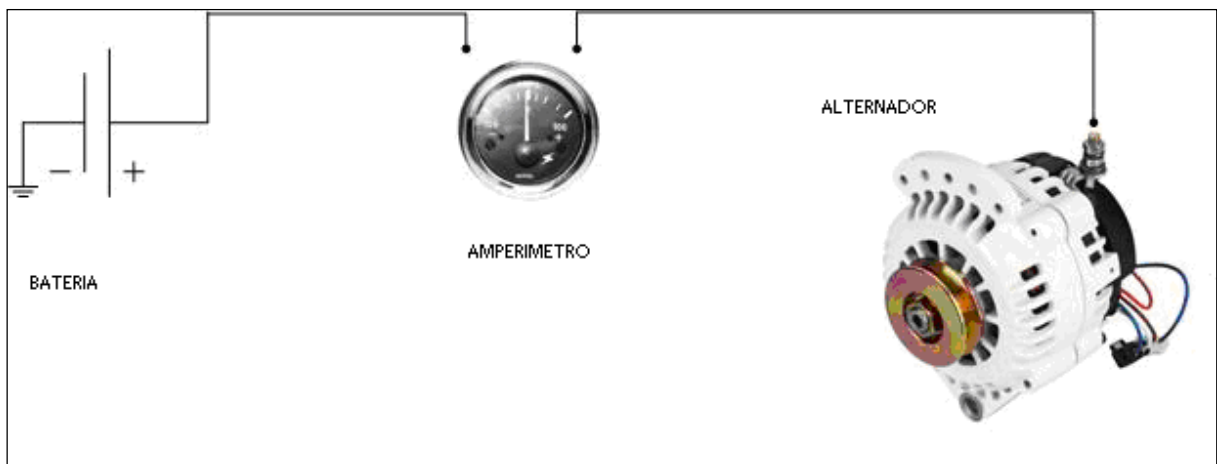


Figura 4.14 Circuito Amperímetro.

4.4 INSTALACIÓN DE LA CAJA PRINCIPAL DE FUSIBLES PARA CONTROL DE TODOS LOS SISTEMAS

Cada sistema requiere de un dispositivo de seguridad, para abrir el circuito en caso de que se suscite algún desperfecto y ocurra un cortocircuito, este dispositivo es el fusible y cada sistema o grupo de sistemas, poseen esta protección la cual impide que se ocurran probables incendios, por un cortocircuito no controlado o simplemente, se dañe algún consumidor. Es por esta razón, que para realizar un reacondicionamiento y mejora del sistema eléctrico, es necesario tomar en cuenta el amperaje necesario de cada sistema, para colocar el fusible adecuado que permita que el sistema trabaje con su flujo de corriente normal; si existiese algún desperfecto el fusible interrumpirá el paso de corriente.

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA

5.1 INTRODUCCION

Con el análisis financiero se pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, mostrando un detalle general del presupuesto inicial y de los diferentes desembolsos que este requiere. Para lo cual se detallará el costo total de la mano de obra y de repuestos, incluyendo adquisición de materiales y equipos, para así obtener cual fue el egreso final.

Se debe tomar en cuenta que para la modificación total del automóvil fue necesario que el grupo que conforma el proyecto de tesis tenga como respaldo un fondo común con la aportación equitativa de una cantidad de dinero y que finalmente se tenía que destinar las cantidades proporcionalmente a la complicación de la misma, sin exceder este monto para que los demás sistemas no se vean afectados.

Inicialmente se aportó *800 dólares americanos* (\$800,00) por cada integrante sin tomar en cuenta los gastos administrativos por derecho de tesis, que superan en valor el monto inicial que se tenía provisto aportar en el plan de tesis aprobado.

Es decir que inicialmente se contaba con un presupuesto inicial por cada dos personas (grupo de tesis por sistema) de \$1.600 dólares americanos.

Para la adquisición del vehículo Suzuki Forza I, que tuvo un costo de venta de cuatro mil, ochocientos dólares americanos (\$4.800,00), se destino un valor por cada persona de cuatrocientos ochenta dólares americanos (\$480,00) entre los 10 integrantes del proyecto de tesis. Es decir que para poder calcular el presupuesto para la modificación del sistema eléctrico se debe tomar en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Presupuesto (Ingresos)

INGRESOS POR CADA 2 MIEMBROS DEL GRUPO DE TESIS(SISTEMA)	\$ 1.600,00
EGRESO POR COMPRA DEL VEHÍCULO (2 INTEGRANTES)	\$ 960,00
SALDO PARA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO	\$ 640,00

5.1.1 Análisis de los costos para Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA I

El análisis que se presenta a continuación detalla los diferentes costos generados tanto por repuestos, como en mano de obra de la modificación

5.1.1.1 Análisis del costo de los repuestos

Tabla 5.2 Costo de repuestos

REPUESTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tornillo 2 1/2	3	\$ 0,07	\$ 0,21
tornillo 3*10	3	\$ 0,12	\$ 0,36
cable 14	20	\$ 0,26	\$ 5,20
terminal hembra	40	\$ 0,04	\$ 1,76
pelador de cables 8"	1	\$ 6,70	\$ 6,70
Relés	6	\$ 2,60	\$ 15,60
Potenciómetro	1	\$ 0,50	\$ 0,50
medidor trió amp/oil/agua	1	\$ 19,87	\$ 19,87
Flasher	1	\$ 3,27	\$ 3,27
Tacómetro	1	\$ 72,82	\$ 72,82
Flasher	1	\$ 3,13	\$ 3,13
foco hella	2	\$ 0,75	\$ 1,50
limpia contactos	1	\$ 7,58	\$ 7,58

cables de bujía juego	1	\$ 8,93	\$ 8,93
juego manómetros	1	\$ 13,10	\$ 13,10
Tacómetro	1	\$ 40,18	\$ 40,18
tapa distribuidor	1	\$ 4,46	\$ 4,46
bobina de encendido marelli	1	\$ 29,00	\$ 29,00
limpia contacto	2	\$ 4,80	\$ 9,60
Taype negro	4	\$ 0,60	\$ 2,40
Taype rojo	4	\$ 0,50	\$ 2,00
tornillo 1/8	8	\$ 0,02	\$ 0,14
tornillo 3/8	8	\$ 0,02	\$ 0,14
bisagra acero	1	\$ 0,28	\$ 0,28
cable 14	15	\$ 0,26	\$ 3,88
tubo anillado flex	15	\$ 0,20	\$ 2,95
terminal hembra	20	\$ 0,04	\$ 0,89
cable 14	40	\$ 0,26	\$ 10,36
botonera switch	1	\$ 3,05	\$ 3,05
Taype	3	\$ 1,08	\$ 3,24
switch rojo	4	\$ 1,50	\$ 6,00
switch plomo	1	\$ 1,50	\$ 1,50
focos 1 cont.	6	\$ 0,70	\$ 4,20
focos 2 cont.	6	\$ 0,90	\$ 5,40
foco uña	6	\$ 0,25	\$ 1,50
halógenos juego	1	\$ 80,00	\$ 80,00
bobina botella	1	\$ 22,50	\$ 22,50

Amperímetro	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Fusibles	25	\$ 0,20	\$ 5,00
porta fusibles	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Pulsador	1	\$ 0,25	\$ 0,25
SUBTOTAL			\$ 408,46
12% IVA			\$ 49,01
TOTAL			\$ 457,47

5.1.1.2 Análisis del costo de la mano de obra

Tabla 5.3 Costo de Mano de Obra

MANO DE OBRA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Limpieza y cambio de carbones alternador y cambio rodamientos	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Limpieza y cambio de carbones motor de arranque	1	\$ 15,00	\$ 15,00
SUBTOTAL			\$ 45,00
IVA			\$ 5,40

TOTAL	\$ 50,40
--------------	-----------------

Con el análisis presentado anteriormente, se puede determinar que para la Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA I tuvimos el siguiente costo directo:

Tabla 5.4 Costos Directos

COSTO MANO DE OBRA	\$ 50,40
COSTO REPUESTOS	\$ 457,47
COSTOS DIRECTOS	\$ 507,87

Finalmente para poder determinar cuál es el saldo actual que obtiene hasta el momento, tenemos el siguiente cálculo:

Tabla 5.5 Saldo Final

Presupuesto para modificación eléctrica	\$ 640,00
Costos Directos	\$ 507,87
Gastos Administrativos	\$ 60,00
Imprevistos	\$ 50,00
Financieros	\$ 0,00
Saldo Final	\$ 22,13

5.1.2 Análisis de la inversión

5.1.2.1 Inversión para la Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA I

A continuación se presenta una tabla donde se resume análisis financiero del proyecto:

Tabla 5.6 Análisis de la inversión I

PRESUPUESTO	
INGRESOS	\$ 1.600,00
EGRESOS	\$ 1.577,87
SALDO	\$ 22,13

Tabla 5.7 Análisis de la inversión II

INGENIERIA Y ADMINISTRACION	
PERSONAL	\$ 0,00
MISCELANEOS	\$ 0,00
COSTOS DIRECTOS	\$ 1.467,87
HONORARIOS A PROFESIONALES	\$ 0,00
REMUNERACIONES A NO PROFESIONALES	\$ 0,00
REMUNERACIONES A ESTUDIANTES	\$ 0,00

Tabla 5.8 Análisis de la inversión III

OTROS COSTOS	
DIRECTOS	\$ 60,00
IMPREVISTOS	\$ 50,00
FINANCIEROS	\$ 0,00

La Reinstalación y Mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA tuvo un saldo de veinte y dos dólares con trece centavos americanos (\$22.,13), que fueron aportados al fondo común del proyecto.

La inversión económica dio como resultado la reinstalación y mejoramiento del sistema eléctrico de un vehículo SUZUKI FORSA I, proporcionando mayores indicadores sobre el estado del vehículo, una mejor iluminación y control de los sistemas.

CAPITULO VI

6.1 CONCLUSIONES

Dentro de las modificaciones realizadas al vehículo SUZUKI FORZA I en el aspecto eléctrico, así como demás sistemas, están muchas que favorecen de manera directa la conducción en cualquier tipo de superficie; si bien el enfoque ha sido hacia la modalidad de competencia tipo Rally, las prestaciones entregadas brindan seguridad y un mayor control de manera general.

La inclusión de un tacómetro, para calcular de manera exacta las revoluciones por minuto del vehículo durante una carrera, permite minimizar las caídas de potencia ya que se exige de manera segura cada marcha para favorecer la velocidad final en cada cambio; añadido a este sensor de RPM, se han dispuesto indicadores referenciales de control, tales como el de carga del alternador, para estar al tanto de la intensidad de corriente (amperaje) del sistema en todo momento y así descartar o atribuir rápidamente la falla del vehículo a pérdidas de tensión. Otro indicador que determina el buen funcionamiento, así como la buena lubricación, refrigeración y limpieza del motor, es el medidor de presión de aceite, el cual da la pauta de que el sello (hermeticidad), así como la película entre todas las piezas sujetas a fricción dentro de la máquina, están dentro de los valores normales de trabajo.

Fue necesaria la modificación de la bomba de combustible, dispuesta originalmente con un funcionamiento mecánico, para aumentar el suministro de caudal por medio de un motor eléctrico, el cual genera una presión de alrededor de 8 libras por pulgada cuadrada, incrementando así la velocidad de transferencia del combustible desde el tanque de reserva hasta el carburador; adicional a esto, el control de flujo de combustible a través de un propulsor eléctrico permite, por medio de un interruptor, cortar inmediatamente el paso del mismo para evitar que se riegue e inflame en caso de accidente.

Debido a que el vehículo adquirido no contaba con algunos de los sistemas con los viene de fábrica, puntualmente el de suministro de agua para las plumas, se tuvo que adaptar uno completamente diferente; la instalación se hizo desde la reubicación del tanque de depósito (en la parte posterior), hasta el anclaje de los chisperos en el frente, con la inclusión del motor eléctrico y las mangueras de conexión.

Un accionamiento directo del ventilador, en el sistema de refrigeración, fue necesario debido a las altas exigencias a las que va a estar sujeto el vehículo; controlado manualmente desde la consola central por medio de un interruptor, se puede encender en cualquier momento donde se prevea un recalentamiento excesivo, sin necesidad de esperar a que el motor llegue a una temperatura límite de trabajo donde, normalmente, se activaría dicho ventilador por efecto de un sensor.

En el caso del indicador de cantidad de combustible, se nos informó, al momento de adquirir el vehículo, que estaba dañado desde hace mucho y que necesitaba ser reemplazado todo el sistema; antes de hacer el gasto del flotador (en el tanque) y del medidor (en el panel), verificamos la continuidad para ver si el circuito estaba abierto en algún punto y concluimos que no había ningún problema; posteriormente decidimos desmontar el tanque para revisar el estado de la resistencia variable (potenciómetro) en el flotador, pudiendo observar que el único problema radicaba en que se había formado una capa de suciedad entre la resistencia y la aguja del flotador, por lo que no se generaba ningún valor de voltaje. Una vez hecha la limpieza de esta superficie, obtuvimos la señal inmediatamente, con lo cual comprobamos que si había una variación de voltaje y, por ende, subía la aguja del medidor en el panel de instrumentos.

Para mejorar la visión de campo de los tripulantes durante la noche, se añadieron dos alógenos frontales de gran capacidad; en concordancia con las luces, se integraron todos los circuitos de iluminación del habitáculo en un solo interruptor, ubicado en la consola central, también diseñada para facilitar el control de los distintos sistemas (electro ventilador, luces de carretera, habitáculo, alógenos)

Si bien, la estructuración de los distintos circuitos eléctricos del vehículo requieren de conocimientos previos, obtenidos tanto en la práctica como en la teoría suministradas por la UIDE, así como en distintos talleres de servicio, fue un aprendizaje consolidado en la marcha, debido a que muchos problemas se suscitaron por cuestiones de mal montaje o mal estado de los componentes que tomamos como punto de partida, llevándonos a mejorar tanto el diagnóstico y análisis de fallas, como el entendimiento de cómo se comporta la corriente eléctrica en múltiples condiciones.

6.2 RECOMENDACIONES

Entre algunas de las posibles mejoras del proyecto a futuro está, para las nuevas generaciones que egresen de la UIDE, el poder implementar más sistemas de monitoreo al vehículo, ya sea para sensor la presión de combustible por ejemplo, o simplemente saber la presión de aire en los neumáticos; un sensor de temperatura dentro del habitáculo también podría ser viable, debido a que la velocidad a la que se produce un incendio no se puede contrarrestar con la velocidad de reacción de las personas, mucho menos en situaciones de estrés y tensión extremas, por lo cual un sistema de extinción de llamas controlado por dicho sensor sería vital para prevenir daños mayores a la integridad del vehículo y sus ocupantes.

Siendo la seguridad el enfoque principal para cualquier modificación hecha durante este proyecto, se sugiere que además del interruptor de corte de corriente dispuesto en la bobina de encendido, se incorpore un interruptor inercial, conectado directamente a la salida del borne negativo de la batería, con la finalidad de evitar cortocircuitos o simplemente el flujo de corriente, en caso de un accidente a alta

velocidad, puesto que la función de este interruptor es abrir el circuito, cuando el vehículo recibe un impacto que supera una fuerza específica, la cual se puede regular de acuerdo a las condiciones del terreno, tipo de competencia, así como muchos otros factores que determinan la agresividad de la conducción para cada caso.

Por cuestiones de presupuesto, no se considero uno de los cambios más representativos para el vehículo SUZUKI FORZA I; la remoción del sistema de admisión de combustible por carburador, para implementar un sistema de inyección electrónica, lo cual anularía de manera total el problema de dosificación incorrecta de mezcla aire / combustible en los distintos regímenes de trabajo del motor. Como adición al trabajo realizado, para proyectos de tesis posteriores, este cambio sería de mucha consideración, puesto que la inversión se traduciría inmediatamente en expectativas y resultados mucho más altos que los conseguidos actualmente.

Periódicamente, se recomienda a las autoridades pertinentes y encargados del proyecto, revisar y dar mantenimiento a todos los elementos degradables, incluidos aceites y demás fluidos de trabajo, filtros, bujías, forros de freno y embrague, así como también fusibles, focos, relés, cables de baja y alta tensión, entre otros; se pretende que el vehículo SUZUKI FORZA I este activamente en funcionamiento, por lo que está en manos de todos los elementos de la facultad de Ingeniería Automotriz, el dar buen uso a dicho proyecto, procurando siempre que todos los sistemas estén a punto, tanto en competencia como cuando permanezca parado.

INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
ELECTRICIDAD	12
1.1 INTRODUCCIÓN	12
1.2 ENERGÍA ELÉCTRICA	13
1.2.1 CORRIENTE CONTINUA.....	14
1.2.2 CORRIENTE ALTERNA	16
1.3 LEY DE OHM	17
1.3.1 TENSIÓN DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	18
1.3.2 INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.....	21
1.3.3 RESISTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	23
1.4 CIRCUITOS	25
1.4.1 EN SERIE	29
1.4.2 EN PARALELO.....	33
1.4.3 MIXTOS.....	38
1.5 LEYES DE KIRCHHOFF	39
1.5.1 LEY DE NUDOS O LEY DE CORRIENTES	39
1.5.2 LEY DE MALLAS O LEY DE TENSIONES.....	41
1.6 EL MULTIMETRO Y SUS APLICACIONES	43
1.6.1 PARTES DEL MULTÍMETRO.....	45
1.6.1.1 FUENTE DE ENERGÍA INTERNA.....	45
1.6.1.2 SELECTOR DE ESCALAS Y MAGNITUDES DE MEDICIÓN	45
1.6.1.3 LA PANTALLA DE MEDICIÓN.....	46
1.6.1.4 EL CIRCUITO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO	46
1.6.2 MEDICIONES BÁSICAS UTILIZANDO MULTÍMETROS DIGITALES..	47
1.6.2.1 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 1000 VOLTIOS.....	47
1.6.2.2 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 200 VOLTIOS.....	48
1.6.2.3 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 20 VOLTIOS.....	49
1.6.2.4 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 2000 MILIVOLTIOS.	49
.....	49
1.6.2.5 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 200 MILIVOLTIOS.	50
.....	50
1.6.2.6 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 2000 KILO OHMIOS.	50
.....	50
1.6.2.7 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 200 KILO OHMIOS.	51
.....	51
1.6.2.8 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 20 KILO OHMIOS.	51
.....	51
1.6.2.9 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 2000 OHMIOS.	52
.....	52
1.6.2.10 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 200 OHMIOS.	52
.....	52
1.6.2.11 MEDICIÓN DE DIODOS.	53
1.6.2.12 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 10 AMPERIOS.	54
1.6.2.13 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 2000 MILIAMPERIOS.	54
.....	54
1.6.2.14 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 200 MILIAMPERIOS.	55
.....	55
1.6.2.15 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 20 MILIAMPERIOS.	55

1.6.2.16 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 2000 MICROAMPERIOS.	56
1.6.2.18 MEDICIÓN DE VOLTAJE ALTERNO EN LA ESCALA DE 200 VOLTIOS AC.	57
1.6.2.19 MEDICIÓN DE VOLTAJE ALTERNO EN LA ESCALA DE 750 VOLTIOS AC.	57
1.6.3 PRUEBAS EN EL AUTOMÓVIL UTILIZANDO EL MULTÍMETRO.....	58
1.6.3.1 MEDICIÓN DE LA GENERACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA EN UN GENERADOR DE PULSOS DEL DISTRIBUIDOR (PICK UP).	58
1.6.3.2 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO PRIMARIO DE LA BOBINA DE ENCENDIDO.....	59
1.6.3.3 MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DE LA BOBINA DE ENCENDIDO.....	60
1.6.3.4 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LOS CONTACTOS DEL RUPTOR O PLATINOS DE ENCENDIDO.....	62
1.6.3.5 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA VARIABLE DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.	63
1.6.3.6 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA VARIABLE DEL MEDIDOR DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE EN EL TANQUE.....	65
1.6.3.7 MEDICIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LAS BOBINAS DE LA CORONILLA DE UN ALTERNADOR.....	67
1.6.3.8 MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO DE LAS BOBINAS DE LA CORONILLA CON RESPECTO AL NÚCLEO DE HIERRO.....	69
1.6.3.9 COMPROBACIÓN DE LA BOBINA DEL ROTOR DEL ALTERNADOR.....	70
1.6.3.10 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LOS DIODOS DE PODER DEL ALTERNADOR.....	72
1.6.3.11 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LOS DIODOS DE EXCITACIÓN DEL ALTERNADOR.....	74
1.6.3.12 MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE LA BATERÍA DEL VEHÍCULO.	75
1.6.3.13 MEDICIÓN DEL ESTADO DE UNA BATERÍA DESPUÉS DEL PROCESO DE CARGA EN EL VEHÍCULO.....	77
1.6.3.14 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA DEL RELÉ.	79
1.6.3.15 MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE A LA BASE DE UN RELÉ (CONECTOR).	80
1.6.3.16 MEDICIÓN DEL ESTADO DE UN FUSIBLE EN UN CIRCUITO.	82
1.6.3.17 COMPROBACIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN EN LOS FUSIBLES DE UNA CAJA DE FUSIBLES EN VEHÍCULO.....	83
1.6.3.18 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA DE UN SOLENOIDE O AUTOMÁTICO DE ARRANQUE.	85
1.6.3.19 MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO DEL CONTACTO PRINCIPAL DEL SOLENOIDE DE ARRANQUE.....	86
1.6.3.20 MEDICIÓN DE LA BOBINA DE UNA BOCINA O PITO DEL VEHÍCULO.....	87
1.6.3.21 MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL MOTOR DE PLUMAS DE UN VEHÍCULO.....	89
1.6.3.22 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ROTOR EN UN MOTOR DE AGUA Y LIMPIAPARABRISAS (PLUMAS).	90
1.6.3.23 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA DE UN PARLANTE.	92
1.6.3.24 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA “NIQUELINA” O RESISTENCIA DEL FARO PRINCIPAL DEL VEHÍCULO.	93

1.6.3.25 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LAS “NIQUELINAS” DE UN FOCO HALÓGENO DEL FARO PRINCIPAL DEL VEHÍCULO.....	94
1.6.3.26 MEDICIÓN DEL BUEN CONTACTO ELÉCTRICO DE UN INTERRUPTOR DE LA LUZ DE FRENO DE UN VEHÍCULO.	95
1.6.3.27 MEDICIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE PARA UN FOCO DE LUCES DIRECCIONALES DE UN VEHÍCULO.	97
1.6.3.29 COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA O CONTINUIDAD DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN DE LAS BUJÍAS O DE LA BOBINA DE ENCENDIDO.	100
CAPITULO II	103
ELECTROMAGNETISMO	103
2.1 INTRODUCCIÓN	103
2.2 SISTEMA DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO.....	104
2.2.1 ALTERNADOR	104
2.2.1.1 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO	105
2.2.1.2 INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.....	113
2.2.2 BATERÍA	115
2.2.2.1 ACUMULADOR DE PLOMO (BATERÍA).-	118
2.2.2.2 DIFERENCIA DE POTENCIAL	120
2.2.2.3 ENERGÍA QUÍMICA.....	121
2.3 SISTEMA DE ARRANQUE	124
2.3.1 MOTOR DE ARRANQUE	125
2.3.1.1 FUNCIONAMIENTO	126
2.3.1.2 COMPONENTES.....	130
2.3.1.3 POTENCIA ELÉCTRICA.....	131
2.4 SISTEMA DE MOTOR DE PLUMAS Y BOTA AGUAS (INSTALACIÓN)...	132
CAPITULO III	136
SISTEMA DE ENCENDIDO.....	136
3.1 DISPOSICION BASICA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO	136
3.1.1 BOBINA	139
3.1.1.1 CIRCUITOS PRIMARIO Y SECUNDARIO.....	142
3.1.2 DISTRIBUIDOR.....	146
3.1.2.1 CONDENSADOR.....	150
3.1.2.2 ROTOR	152
3.1.2.3 PLATINOS	154
3.1.3 CABLES DE BUJÍAS	160
3.1.4 BUJÍAS	163
3.1.4.1 CLASES	168
3.1.4.1.1 TAMAÑO DE LA ROSCA	169
3.1.4.1.2 TIPOS DE ASIENTO	170
3.1.4.1.3 EXTENSIÓN DE LA ROSCA.....	171
3.1.4.1.4 GRADO TÉRMICO (RANGO DE CALOR)	173
3.2 MODIFICACION DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CONTROLADO POR UN MODULO DE ENCENDIDO	176
3.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MODULO DE ENCENDIDO	177
3.2.1.1 EFECTO HALL.....	179
3.2.1.2 EFECTO INDUCTIVO.....	184

CAPITULO IV	190
INSTALACIÓN Y REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y PANEL DE INSTRUMENTOS	190
4.1 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO SUZUKI FORSA I	190
4.1.1 CÁLCULO DE VALORES PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS DEL SISTEMA	191
4.1.1.1 CIRCUITO DE LUCES DE CARRETERA (ALTAS, BAJAS)	192
4.1.1.2 CIRCUITO DE LUCES DIRECCIONALES	195
4.1.1.3 CIRCUITO DE LUCES DE REVERSA	198
4.1.1.4 CIRCUITO DE LUCES GUÍAS O DE POBLACIÓN	198
4.1.1.5 CIRCUITO DE LUCES DEL HABITÁCULO	199
4.1.1.6 CIRCUITO DE LUCES DE FRENO	200
4.1.1.7 CIRCUITO DE PITO O CLAXON	201
4.1.1.8 CIRCUITO DE HALÓGENOS	202
4.1.2 DISPOSICIÓN DEL CABLEADO DE ACUERDO A VALORES DE RESISTENCIA Y VOLTAJE DE LOS CONSUMIDORES	204
4.2 INSTALACIÓN DEL PANEL DE INSTRUMENTOS	205
4.3 INSTALACIÓN DE LOS INDICADORES ADICIONALES DE CONTROL ..	206
4.3.1 TACÓMETRO	206
4.3.2 MEDIDOR DE PRESIÓN DE ACEITE	207
4.3.3 AMPERÍMETRO	207
4.4 INSTALACIÓN DE LA CAJA PRINCIPAL DE FUSIBLES PARA CONTROL DE TODOS LOS SISTEMAS	208
CAPITULO V	209
EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA	209
5.1 INTRODUCCION	209
5.1.1 ANÁLISIS DE LOS COSTOS PARA REINSTALACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORSA I	211
5.1.1.1 ANÁLISIS DEL COSTO DE LOS REPUESTOS	211
5.1.1.2 ANÁLISIS DEL COSTO DE LA MANO DE OBRA	213
5.1.2 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN	215
5.1.2.1 INVERSIÓN PARA LA REINSTALACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORSA I	215
CAPITULO VI	217
6.1 CONCLUSIONES	217
6.2 RECOMENDACIONES	220

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 CIRCUITO ELÉCTRICO SIMPLE.....	14
FIGURA 1.2 DIAGRAMA V-T (TENSIÓN-TIEMPO), DC 1 VOLTIO.....	15
FIGURA 1.3 DIAGRAMA V-T (TENSIÓN-TIEMPO), AC 1 VOLTIO.....	16
FIGURA 1.4 DEPÓSITOS DE AGUA CON DESNIVEL.	19
FIGURA 1.5 CIRCUITO ELÉCTRICO CON DDP.....	20
FIGURA 1.6 DISOLUCIÓN DE NITRATO DE PLATA.....	22
FIGURA 1.7 CIRCUITO CONECTADO A MASA.	27
FIGURA 1.8 CONEXIÓN EN CORTOCIRCUITO.....	27
FIGURA 1.9 TRANSISTOR NPN	28
FIGURA 1.10 CIRCUITO CONECTADO EN SERIE.	30
FIGURA 1.11 DOS FOCOS DISPUESTOS EN SERIE.....	30
FIGURA 1.12 CIRCUITO COMPUESTO EN SERIE.....	33
FIGURA 1.13 CIRCUITO EN PARALELO.....	34
FIGURA 1.14 DOS FOCOS DISPUESTOS EN PARALELO.....	34
FIGURA 1.15 CIRCUITO COMPUESTO EN PARALELO.....	35
FIGURA 1.16 CIRCUITO CON 3 FUENTES EN PARALELO.	38
FIGURA 1.17 CIRCUITO CON DOS NUDOS (PARALELO).....	40
FIGURA 1.18 CIRCUITO CON 3 CAÍDAS DE TENSIÓN (SERIE).	42
FIGURA 1.19 ESQUEMAS CLÁSICOS DE UN MULTÍMETRO DIGITAL.....	44
FIGURA 1.20 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN ESCALA DE 1000 VOLTIOS.....	48
FIGURA 1.21 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 200 VOLTIOS.	48
FIGURA 1.22 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 20 VOLTIOS.	49
FIGURA 1.23 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN ESCALA DE 2000 MILIVOLTIOS.....	50
FIGURA 1.24 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 200 MILIVOLTIOS. ...	50
FIGURA 1.25 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 2000 KILO OHMIOS.....	51
FIGURA 1.26 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 200 KILO OHMIOS.....	51

FIGURA 1.27 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 20 KILO OHMIOS.	52
FIGURA 1.28 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN ESCALA DE 2000 OHMIOS.....	52
FIGURA 1. 29 MEDICIÓN DE RESISTENCIA EN LA ESCALA DE 200 OHMIOS ...	53
FIGURA 1.30 MEDICIÓN DE DIODOS.....	53
FIGURA 1.31 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 10 AMPERIOS.....	54
FIGURA 1.32 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 2000 MILIAMPERIOS.	54
FIGURA 1.33 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 200 MILIAMPERIOS.	55
FIGURA 1.34 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 20 MILIAMPERIOS.	56
FIGURA 1.35 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 2000 MICROAMPERIOS.	56
FIGURA 1.36 MEDICIÓN DE AMPERAJE EN LA ESCALA DE 200 MICROAMPERIOS.	56
FIGURA 1.37 MEDICIÓN DE VOLTAJE ALTERNO EN LA ESCALA DE 200 VOLTIOS AC.....	57
FIGURA 1.38 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN LA ESCALA DE 750 VOLTIOS AC.	58
FIGURA 1.39 MEDICIÓN DE GENERACIÓN DE AC EN UN SENSOR DE REVOLUCIONES.....	59
FIGURA 1.40 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DEL CIRCUITO PRIMARIO (BOBINA).	60
FIGURA 1.41 MEDICIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DE UNA BOBINA. ...	61
FIGURA 1.42 MEDICIÓN DE LOS CONTACTOS DE LOS PLATILLOS DE ENCENDIDO.....	62
FIGURA 1.43 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DEL SENSOR DE TEMPERATURA (REFRIGERANTE).....	64
FIGURA 1.44 MEDICIÓN DE RESISTENCIA VARIABLE (FLOTADOR DE COMBUSTIBLE).	67
FIGURA 1.45 MEDICIÓN DE CONTINUIDAD DE BOBINAS DE LA CORONILLA DEL ALTERNADOR.....	69
FIGURA 1.46 MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO DE BOBINAS DE LA CORONILLA DEL ALTERNADOR.....	70

FIGURA 1.47 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE LA BOBINA DEL ROTOR DEL ALTERNADOR.....	72
FIGURA 1.48 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LOS DIODOS DEL ALTERNADOR DEL VEHICULO.....	73
FIGURA 1.49 MEDICIÓN DE LA CARGA DEL ALTERNADOR.....	75
FIGURA 1.50 MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE LA BATERÍA.	76
FIGURA 1.51 MEDICIÓN DEL ESTADO DE UNA BATERÍA DESPUÉS DEL PROCESO DE CARGA.....	77
FIGURA 1.52 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA DEL RELÉ.....	80
FIGURA 1.53 MEDICIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN A LA BASE DE UN RELÉ.	81
FIGURA 1.54 MEDICIÓN DEL ESTADO DE UN FUSIBLE EN UN CIRCUITO.....	82
FIGURA 1.55 COMPROBACIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN EN LA CAJA DE FUSIBLES.....	83
FIGURA 1.56 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE LA BOBINA DEL AUTOMÁTICO DE ARRANQUE.	85
FIGURA 1.57 MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO DEL CONTACTO DEL AUTOMÁTICO DE ARRANQUE.	87
FIGURA 1.58 MEDICIÓN DE LA BOBINA DE UNA BOCINA DE UN VEHICULO....	88
FIGURA 1.59 MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN DEL MOTOR DE PLUMAS.....	90
FIGURA 1.60 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DEL ROTOR DE UN MOTOR BOTA AGUAS.....	91
FIGURA 1.61 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA DE UN PARLANTE.	92
FIGURA 1.62 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA NIQUELINA DEL FARO PRINCIPAL.	94
FIGURA 1.63 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LAS NIQUELINAS DE UN HALÓGENO.	95
FIGURA 1.64 MEDICIÓN DEL BUEN CONTACTO DE UN INTERRUPTOR DE LUZ DE FRENO.....	96
FIGURA 1.65 MEDICIÓN DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE DE UN FOCO DIRECCIONAL.....	98
FIGURA 1.66 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE UN GENERADOR DE PULSOS (DISTRIBUIDOR).	100

FIGURA 1.67 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DEL CABLE DE ALTA TENSIÓN (PLATINOS).	101
FIGURA 2.1 EXPERIMENTO DE FARADAY.	104
FIGURA 2.2 COMPARACIÓN DE UN DINAMO Y UN ALTERNADOR.	105
FIGURA 2.3 COMPONENTES DEL ALTERNADOR	106
FIG. 2.4 F.E.M. POSITIVA	107
FIG. 2.5 F.E.M. NEGATIVA	107
FIGURA 2.6 VOLTAJE MONOFÁSICO DEL ALTERNADOR	108
FIGURA 2.7 DISPOSICIÓN DEL DEVANADO (ALTERNADOR TRIFÁSICO).	109
FIGURA 2.8 VOLTAJE TRIFÁSICO DEL ALTERNADOR	110
FIGURA 2.9 CONEXIÓN EN ESTRELLA Y TRIÁNGULO	110
FIGURA 2.10 TRABAJO DEL PUENTE RECTIFICADOR	111
FIGURA 2.11 BOBINA A 120°	112
FIGURA 2.12 BOBINA A 150°	113
FIGURA 2.13 FORMAS DE INDUCCIÓN DE F.E.M.	115
FIGURA 2.14 EJEMPLO COMPARATIVO DE UNA BATERÍA.	116
FIGURA 2.15 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ACUMULADORES.	119
FIGURA 2.16 DISPOSICIÓN DE LAS CELDAS.	119
FIGURA 2.17 DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS.	120
FIGURA 2.18 ELECTRÓLISIS DEL AGUA.	123
FIGURA 2.19 CAMPO MAGNÉTICO DE DOS IMANES.	126
FIGURA 2.20 GENERACIÓN DE FUERZAS.	127
FIGURA 2.21 LEY DE LA MANO IZQUIERDA.	128
FIGURA 2.22 ESPIRA DENTRO DEL CAMPO MAGNÉTICO.	129
FIGURA 2.23 DISPOSICIÓN DE ESPIRAS.	129
FIGURA 2.24 PARTES DE MOTOR DE ARRANQUE	131
FIGURA 2.25 MECANISMO LIMPIA PARABRISAS.	134
FIGURA 2.26 MECANISMO DESMULTIPLICADOR.	134
FIGURA 2.27 RUEDA DENTADA (PLUMAS).	135

FIGURA 3.1 ESQUEMA DE UN SISTEMA ENCENDIDO CONVENCIONAL.	138
FIGURA 3.2 BOBINA DE ENCENDIDA TÍPICA.....	140
FIGURA 3.3 PRUEBAS DE CAMPO MAGNÉTICO EN BOBINAS.	143
FIGURA 3.4 AUMENTO DE LAS LÍNEAS DE FUERZA EN LA BOBINA PRIMARIA.	144
FIGURA 3.5 DISMINUCIÓN DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DE LA BOBINA PRIMARIA.	145
FIGURA 3.6 DISPOSICIÓN DE BOBINA Y DISTRIBUIDOR EN EL MOTOR.	147
FIGURA 3.7 DESPIECE DE UN CONJUNTO DISTRIBUIDOR.	149
FIGURA 3.8 ACCIÓN DEL CONDENSADOR.....	151
FIGURA 3.9 CONDENSADOR TÍPICO EN CORTE.	152
FIGURA 3.10 DISPOSICIÓN DEL ROTOR DENTRO DE LA TAPA DEL DISTRIBUIDOR.....	153
FIGURA 3.11 APERTURA Y CIERRE DE LOS PLATINOS POR EFECTO DE LA LEVA.	155
FIGURA 3.12 ESQUEMA DE LA CABEZA DEL DISTRIBUIDOR.....	156
FIGURA 3.13 ÁNGULOS DE ENCENDIDO EN LA LEVA (DWELL Y CHISPA).	157
FIGURA 3.14 TAMAÑOS DEL ÁNGULO DE LEVA.	158
FIGURA 3.15 CABLE DE ALTO RENDIMIENTO PARA COMPETENCIA.....	161
FIGURA 3.16 CONSTRUCCIÓN DE DOS TIPOS DE CABLE DE ALTA TENSIÓN.	162
FIGURA 3.17 REMOCIÓN CORRECTA DEL CABLE DE ALTA TENSIÓN.....	162
FIGURA 3.18 PARTES DE UNA BUJÍA.....	165
FIGURA 3.19 RECORRIDO DE CALOR A TRAVÉS DE LA BUJÍA.....	167
FIGURA 3.20 DIFERENCIAS EN DIÁMETROS DE ROSCAS.....	170
FIGURA 3.21 DISEÑOS DE ASIENTOS (PLANO Y CÓNICO).....	171
FIGURA 3.22 DISTINTAS EXTENSIONES DE ROSCAS.....	172
FIGURA 3.23 BUJÍA CON EXTENSIÓN CORTA EN CILINDRO CON EXTENSIÓN LARGA.	173
FIGURA 3.24 BUJÍA CON EXTENSIÓN LARGA EN CILINDRO CON EXTENSIÓN CORTA.....	173

FIGURA 3.25 BUJÍA DE TIPO CALIENTE. FRÍO.....	FIGURA 3.26 BUJÍA DE TIPO FRÍO.....	174
FIGURA 3.27 SISTEMA DE ENCENDIDO POR BOBINA CON AYUDA ELECTRÓNICA.....		178
FIGURA 3.28 GENERADOR DE IMPULSOS TIPO HALL.....		180
FIGURA 3.29 ESQUEMA DE UN GENERADOR (EFECTO HALL).....		181
FIGURA 3.30 DISPOSICIÓN DEL GENERADOR HALL EN EL DISTRIBUIDOR...		182
FIGURA 3.31 ESQUEMA DE CIRCUITO DE ENCENDIDO PARA GENERADOR HALL.....		184
FIGURA 3.32 ESQUEMA FUNCIONAL DEL GENERADOR DE IMPULSOS (INDUCTIVO).....		185
FIGURA 3.33 DIAGRAMA TENSIÓN/TIEMPO (SEÑAL INDUCTIVA).....		186
FIGURA 3.34 DISTRIBUIDOR SECCIONADO (GENERADOR INDUCTIVO).....		187
FIGURA 3.35 ESQUEMA DE UN GENERADOR DE IMPULSOS (INDUCTIVO).....		187
FIGURA 3.36 DISPOSICIÓN DE LA RUEDA GENERADORA DE IMPULSOS.....		189
FIGURA 4.1 CIRCUITO LUCES DE CARRETERA.....		193
FIGURA 4.2 MANDO LUCES.....		194
FIGURA 4.3 CIRCUITO LUCES DIRECCIONALES.....		197
FIGURA 4.4 MANDO LUCES DIRECCIONALES.....		197
FIGURA 4.5 CIRCUITO REVERSA.....		198
FIGURA 4.6 CIRCUITO LUCES HABITÁCULO.....		199
FIGURA 4.7 CIRCUITO LUCES FRENO.....		201
FIGURA 4.8 CIRCUITO PITO.....		201
FIGURA 4.9 CIRCUITO HALÓGENOS.....		203
FIGURA 4.10 DISPOSICIÓN DEL CABLEADO HABITÁCULO.....		205
FIGURA 4.11 DISPOSICIÓN DEL CABLEADO MOTOR.....		205
FIGURA 4.12 PANEL DE INSTRUMENTOS.....		206
FIGURA 4.13 CIRCUITO TACÓMETRO.....		207
FIGURA 4.14 CIRCUITO MANÓMETRO ACEITE.....		207
FIGURA 4.14 CIRCUITO AMPERÍMETRO.....		208

INDICE DE TABLAS

TABLA 4.1 COMPARACIONES DE MEJORA.	191
TABLA 4.2 CONSUMO DE CARGA.....	192
TABLA 5.1 PRESUPUESTO (INGRESOS).....	210
TABLA 5.2 COSTO DE REPUESTOS	211
TABLA 5.3 COSTO DE MANO DE OBRA.....	213
TABLA 5.4 COSTOS DIRECTOS	214
TABLA 5.5 SALDO FINAL.....	214
TABLA 5.6 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN I.....	215
TABLA 5.7 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN II.....	215
TABLA 5.8 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN III	216