

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
SEDE LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO DE
EJECUCIÓN EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE
PRUEBAS PARA MOTORES DE ARRANQUE”**

**JULIO GABRIEL CANTUÑA FLORES
MARCO GEOVANNY CERÓN DORADO**

LATACUNGA – ECUADOR

ABRIL - 2006

DEDICATORIA

Dedico este proyecto fruto del esfuerzo y dedicación:

*Con amor y gratitud a mi Padre Ing. Gabriel Cantuña Palma
por su sacrificio y apoyo incondicional*

*A mi inolvidable Madre Susana Flores Perugachi, que en paz
descansa en su tumba quien dejó en mí los más nobles consejos.*

*A Karla, Grace, Pamela e Israel por su apoyo moral y
económico*

*A mis abuelitos y tíos por apoyarme en la consecución de mi
carrera*

Julio Gabriel Cantuña Flores

AGRADECIMIENTO

A Dios por ofrecerme la oportunidad de cumplir con unos de mis objetivos y acompañarme en cada momento de mi vida

A mi padre que con sus sabios consejos supieron guiarme para poder alcanzar esta meta tan anhelada

A mis hermanos por su apoyo en mis momentos de fracasos y aciertos

A mis abuelitos por su ejemplo y abnegación

A toda mi familia por su respaldo incondicional

A la Escuela Politécnica del Ejército por la formación brindada

Y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron con la realización de este proyecto

Julio Gabriel Cantuña Flores

AGRADECIMIENTO

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir otros mundos mentales posibles.

A mis padres, Marcelo Atencio y Carmen Dorado por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.

A mis hermanos por hacer que mi vida sea llena de alegría y felicidad.

A mis tíos Loyda y Edwin y a los sabios consejos de mis Abuelitos Luis Dorado y Judith Bolaños, quienes han guiado desde muy pequeño mi formación personal.

A mi novia Viviana Rojas, quien durante bastante tiempo tuvo la paciencia suficiente para apoyarme profundamente, para darme su cariño y su amor. Gracias por hacer de esos momentos un verdadero vivir.

A todas las directivos y maestros de la ESPE-L, por su apoyo y quienes me supieron guiar por el camino del saber.

Sin ánimo de olvidar a nadie en particular y a todas aquellas personas que de una u otra manera han compartido mi vida durante el transcurso de estos últimos años mis más sinceros agradecimientos a su comprensión, estímulo y ayuda, ya que todos son parte de mi vida.

Marco Geovanny Cerón Dorado

DEDICATORIA

Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a mis padres Marcelo y Carmen quienes me enseñaron a nadar contra la corriente.

A mi hermano por vivir y traer nuevas energías al hogar.

A mi hermana por todos los juegos, conversaciones y momentos vividos.

A todos mis amigos que me han entregado su amor y apoyo siempre.

A todas las personas que han creído en mí.

Marco Geovanny Cerón Dorado

ÍNDICE

CAPITULO I

FUNDAMENTOS DEL SISTEMA DE ARRANQUE

1.1.	FINALIDAD DEL SISTEMA DE ARRANQUE.	1
1.2.	PRINCIPIOS DEL MOTOR DE ARRANQUE.	2
1.2.1.	REGLA DE LA MANO IZQUIERDA.	6
1.2.2.	REGLA DE LA MANO DERECHA.	7
1.3.	CONSTRUCCIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE.	7
1.3.1.	CARCASA.	8
1.3.2.	INDUCIDO.	10
1.3.2.1.	EJE.	10
1.3.2.2.	COLECTOR.	10
1.3.2.3.	TAMBOR.	11
1.3.3.	TAPA PORTAESCOBILLAS.	11
1.3.4.	PIÑÓN DE ENGRANE.	12
1.4.	DEVANADOS INDUCTORES O DE CAMPO.	13
1.5.	FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE.	14
1.5.1.	FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ	18
1.5.1.1.	INTENSIDAD	19
1.5.1.2.	INTENSIDAD MÁXIMA	20
1.5.1.3.	POTENCIA MÁXIMA	20
1.6.	TIPOS DE MOTORES DE ARRANQUE	21
1.6.1.	MOTOR DE ARRANQUE CON ACOPLAMIENTO DE RUEDA LIBRE CON SOLENOIDE.	21
1.6.2.	MOTOR DE ARRANQUE CON ENGRANAJE REDUCTOR.	23
1.6.3.	MOTOR DE ARRANQUE DE IMANES PERMANENTES.	24
1.7.	MOTORES DE ARRANQUE PARA LOS MOTORES DIESEL.	25
1.8.	MANDOS DEL MOTOR DE ARRANQUE.	25
1.9.	INTERRUPTOR MAGNÉTICO.	26
1.9.1.	FUNCIONAMIENTO.	27

CAPÍTULO II

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARRANQUE

2.1. INTRODUCCIÓN	28
2.2.- MANTENIMIENTO PERIÓDICO	28
2.2.1. LUBRICACIÓN	29
2.2.2. INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE PUNTO MUERTO	30
2.3.- DIVERSIDAD DE PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	30
2.4.- INSTRUMENTOS PARA EL ENSAYO DE SISTEMAS DE ARRANQUE.	31
2.5.- ENSAYO DE TENSIÓN DE ARRANQUE	32
2.6.- ENSAYO DE CAÍDA DE TENSIÓN EN EL SISTEMA DE ARRANQUE.	33
2.7.- ENSAYO DE ABSORCIÓN DE CORRIENTE.	35
2.8.- ENSAYO DEL MOTOR DE ARRANQUE EN EL BANCO DE PRUEBAS	36
2.8.1. ENSAYO EN VACÍO.	37
2.8.2. COMPROBACIÓN DEL ACOPLAMIENTO DE RUEDA LIBRE.	38
2.9.- ENSAYOS ELÉCTRICOS.	38
2.10. VERIFICACIÓN DEL INDUCIDO MEDIANTE UN ZUMBADOR O PROBADOR DE INDUCIDOS.	39
2.11. DELGAS QUEMADAS Y DEVANADOS DESPRENDIDOS.	41

CAPITULO III

DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS DEL MOTOR DE ARRANQUE

3.1. INTRODUCCIÓN	42
3.1.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO	42
3.1.2. OBJETIVO GENERAL.	43
3.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
3.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES PARA EL BANCO DE PRUEBAS.	43
3.2.1. MOTOR DE ARRANQUE	43
3.2.2. VOLANTE CON CORONA DENTADA.	45
3.2.3. CONJUNTO FRENO DE DISCO.	45
3.2.4. MANÓMETRO.	46
3.2.5. PINZA AMPERIMÉTRICA.	47

3.2.6. LUZ PILOTO	49
3.2.7. BOMBA DE FRENO	49
3.2.8. RELÉ	50
3.3. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.	51
3.3.1. DIAGRAMA ELÉCTRICO.	51
3.3.2. DIAGRAMA EN FLUJO DESGLOSADO	52
3.3.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	53
3.3.4. EL GROWLER (ZUMBADOR)	54
3.3.5. INTERRUPTOR Y PULSADOR	55
3.3.6. COMPROBADORES DE CONTINUIDAD	56
3.3.7. SUMINISTRO DE ENERGÍA	56
3.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DEL BANCO DE PRUEBAS.	57
3.4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.	57
3.4.2. BANCADAS Y SOPORTES.	58
3.4.3. DISEÑO DE ACOUPLE	59
3.5. MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO	63
3.6. MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.	64
CAPITULO IV	
PRUEBAS EN EL BANCO	65
4.1. INTRODUCCIÓN	65
4.2. PRUEBAS EN VACÍO Y CON CARGA	65
4.2.1. PRUEBA DE MOTOR EN VACÍO.	65
4.2.2. PRUEBAS DEL MOTOR DE ARRANQUE BAJO CARGA.	67
4.2.3. DATOS APROXIMADOS DE CONTROL DE LOS MOTORES DE ARRANQUE.	68
4.3. DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE.	70
4.4. DETERMINACIÓN DE POTENCIA.	71
4.5. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE.	72
4.5.1. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN LOS TERMINALES DE LA BATERÍA.	72
4.5.2. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN EL TERMINAL 30	73

4.5.3. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN EL TERMINAL 50	74
4.5.4. PRUEBA DE EMPUJE	75
4.5.5. PRUEBA DE RETENCIÓN	76
4.5.6. PRUEBA DE RETORNO DEL PIÑÓN	77
4.5.7. COMPROBAR LA HOLGURA DEL PIÑÓN	77
4.6. DESMONTAJE.	78
4.7. DESARMADO DEL MOTOR DE ARRANQUE	79
4.7.1. REMOVER EL MARCO	79
4.7.2. REMOVER EL BENDIX (RUEDA LIBRE).	80
4.7.3. REMOVER LAS ESCOBILLAS Y EL PORTA ESCOBILLA.	81
4.8. INSPECCIÓN.	81
4.8.1. BOBINA DE INDUCIDO.	81
4.8.2. COLECTOR	82
4.8.3. BOBINA DE CAMPO.	84
4.8.4. INTERRUPTOR MAGNÉTICO.	85
4.8.5. RUEDA LIBRE (BENDIX).	87
4.8.6. ESCOBILLAS.	88
4.8.7. PORTA ESCOBILLAS	89
4.9. ARMADO.	89
4.9.1. INSTALAR EL EMBRAGUE DEL ARRANQUE DENTRO DEL INDUCIDO.	89
4.10.MANTENIMIENTO.	90
4.10.1. PRECAUCIONES QUE DEBEMOS TOMAR EN CUENTA.	91
CONCLUSIONES.	93
RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS:	96

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado tiene como objetivo construir un banco de pruebas para motores de arranque para determinar las condiciones de operación, el mismo que en una forma tanto técnica y científica permitirá el desarrollo de las diferentes pruebas y reparaciones del mismo.

El primer capítulo trata de los fundamentos del sistema de arranque con los cuales realiza su funcionamiento.

El segundo capítulo se refiere al mantenimiento del sistema de arranque, ensayos y procesos de medición para realizar los mismos.

El tercer capítulo desarrolla el proceso de selección, diseño y construcción del banco de pruebas del motor de arranque.

En el cuarto capítulo se detalla las pruebas y comprobaciones del motor de arranque mediante el uso de guías de laboratorio.

Finalmente presentamos nuestras conclusiones y recomendaciones para quienes utilicen el presente como fuente de consulta.

I. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA DE ARRANQUE

1.1. FINALIDAD DEL SISTEMA DE ARRANQUE.

Para poner en marcha un motor de combustión interna es preciso hacerlo girar, por lo menos, a unas 100 revoluciones por minuto (rpm.). A este proceso se le denomina arranque.

El sistema de arranque tiene por finalidad dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo, primer tiempo de expansión o fuerza que inicie su funcionamiento.

En el arranque, el sistema de alimentación de combustible suministra la mezcla de aire-combustible a los cilindros y el sistema de encendido hace saltar la chispa entre los electrodos de las bujías situadas en los cilindros. La combinación del giro del eje del motor (cigüeñal), el suministro de la mezcla y las chispas a los cilindros, permite el encendido de la mezcla, el arranque y el posterior funcionamiento del motor.

El motor de arranque consume gran cantidad de corriente al transformarla en energía mecánica, para dar movimiento al cigüeñal y vencer la enorme resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión.

Una batería completamente cargada puede quedar descargada en pocos minutos al ser accionada por mucho tiempo mediante el interruptor del sistema de arranque, se calcula que el motor de arranque tiene un consumo de 400 a 500 amperios de corriente.

El sistema de arranque está constituido por el motor de arranque, el interruptor, la batería y el correspondiente cableado (Figura 1.1). Cuando se acciona la llave de contacto, cerrando el circuito, se conecta el interruptor principal a la batería. Este interruptor cierra magnéticamente los contactos principales entre

la batería y el motor de arranque, provocando de este modo el giro de éste. En el eje del motor de arranque se halla situado un pequeño piñón que engrana con una gran rueda dentada acoplada en el volante del motor de combustión. El giro del piñón provoca que el volante gire, y éste a su vez hace girar el cigüeñal, por estar montado solidario con el volante, produciéndose la puesta en marcha del motor.

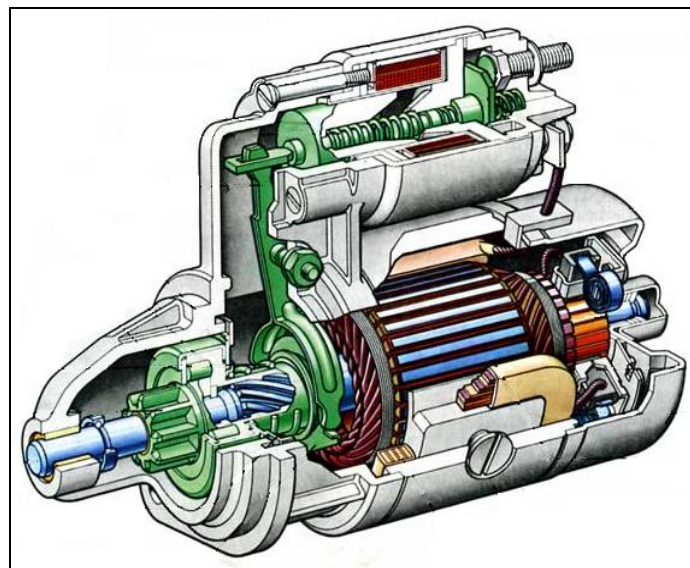


Figura 1.1 Motor de arranque

1.2. PRINCIPIOS DEL MOTOR DE ARRANQUE.

Un conductor recorrido por la corriente eléctrica y sumergida en un campo magnético está sometido a una fuerza que tiende a expulsarlo de él (Figura 1.2).

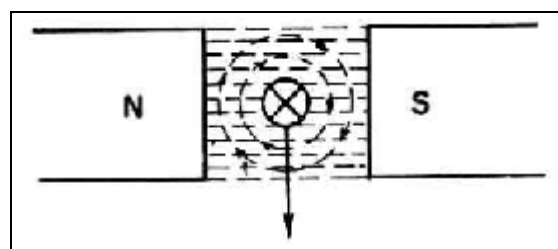


Figura 1.2 Fuerza de expulsión

Si el conductor puede moverse será desplazado como consecuencia de

esta fuerza (Figura 1.3). La energía eléctrica de la corriente se transforma de esta manera en energía mecánica.

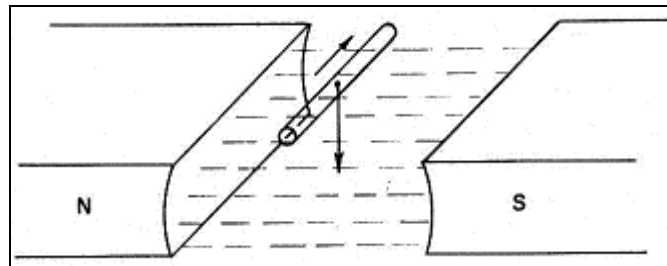


Figura 1.3 Transformación de corriente

El paso de corriente por un conductor crea alrededor de este un campo magnético.

En la figura 1.2 como la corriente va hacia dentro, las líneas de fuerza circulan en el sentido de las agujas del reloj alrededor del conductor (hacia la derecha).

Este campo magnético creado alrededor del conductor se suma al de los polos del imán por la parte superior del conductor, ya que las líneas de fuerza de los campos llevan la misma dirección. Pero en la parte inferior se restan, pues las líneas de fuerza del conductor se oponen a las del campo magnético creado por los polos Norte - Sur.

Como consecuencia el campo magnético creado por los imanes Norte - Sur se deforma, tendiendo en todo momento a volver a su posición primitiva.

Si cesa la corriente en el conductor, desaparece el campo magnético a su alrededor, creado por esa corriente, por lo cual ya no hay deformación. El campo magnético creado por los imanes Norte - Sur y el conductor no sufre empuje alguno.

Por el conductor de la figura 1.3, sometido a la acción del campo magnético formado por los imanes Norte - Sur, se hace pasar una corriente eléctrica en el sentido que marca la flecha, es decir de afuera hacia adentro. Según la regla de la mano izquierda sufrirá una fuerza que tiende a sacarla del campo magnético en el

sentido que marca la flecha. Esta fuerza será mayor, cuanto mayor sea el campo magnético creado por los imanes Norte - Sur, mas largo el conductor y más corriente pase por él.¹

Para que se produzca desplazamiento es necesario que el conductor esté perpendicular a las líneas de fuerza. Si se coloca dentro del campo magnético de manera que la corriente que lo recorre lleve el mismo sentido que las líneas de fuerza de este campo, no hay desplazamiento.

Si en lugar de un conductor recto se coloca uno en forma de espira, (Figura 1.4), dentro del campo magnético Norte - Sur y se hace pasar por esta espira una corriente eléctrica, como se indica, el lado (A) de la espira será empujado, según la regla de la mano izquierda, hacia abajo y el lado (B) hacia arriba. Las fuerzas que empujan a estos dos lados de la espira están pues dirigidos en distintos sentidos y forman un par de fuerzas que hacen girar la espira a la izquierda.

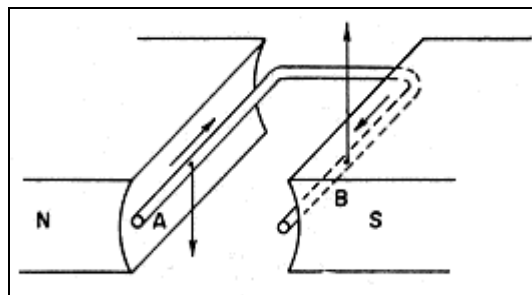


Figura 1.4 Desplazamiento de la corriente

Cuando la espira ha girado y se encuentra perpendicular a la posición anterior, las fuerzas que tienden a sacarla del campo magnético está en oposición y por lo tanto se contrarrestan, quedando la espira en posición de equilibrio.

El hilo que une los conductores (A) y (B) de la figura 1.4, por estar fuera del campo magnético Norte - Sur, no sufre empuje alguno.

La oposición a un campo magnético puede ocasionar un movimiento. El motor de arranque tiene un imán potente en cuyo campo magnético se sitúan una

¹ J. M. ALONSO PÉREZ, Electricidad Del Automóvil, Primera Edición, Paraninfo, España, Pagina #96

serie de conductores (Figura 1.5).

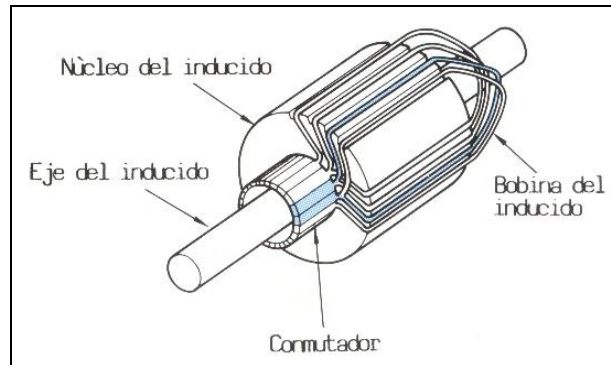


Figura 1.5 Partes principales de el inducido.

Los devanados inductores que se encuentran dentro de la carcasa o cuerpo cilíndrico producen un campo magnético cuando la corriente fluye por ellos. El inducido tiene una serie de conductores, dispuestos en forma de espiras, que van conectados a los segmentos del colector. Las escobillas van rozando sobre el colector pudiendo éste girar, con las espiras unidas a él, mientras la corriente de la batería circula por las espiras, originando campos magnéticos. Éstos se oponen al campo del imán (devanados de campo, o inductores, en el cuerpo cilíndrico). Como consecuencia se produce un fuerte empuje sobre los conductores. El inducido gira, y de este modo el motor del vehículo inicia su arranque.

1.2.1. REGLA DE LA MANO IZQUIERDA.

Consiste en colocar perpendicularmente entre sí los tres primeros dedos de la mano izquierda, de modo que el índice señale el sentido del campo, el medio indique el sentido de la corriente y, entonces, el pulgar señala el sentido del movimiento del conductor o de la desviación que experimentan las cargas.

En la figura 1.6 se representa la regla de la mano izquierda donde, la letra B representa el campo magnético, F representa la fuerza y V es la

velocidad de la carga

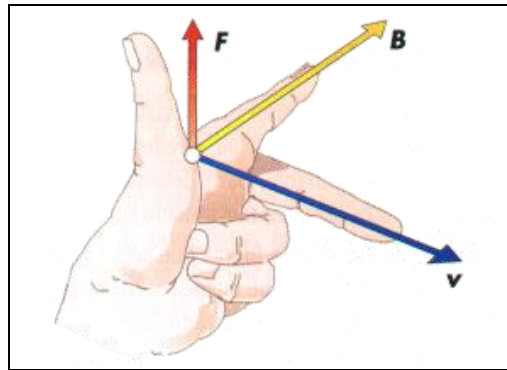


Figura 1.6 Regla de la mano izquierda

1.2.2. REGLA DE LA MANO DERECHA.

Consiste en extender la mano derecha, de modo que el pulgar quede perpendicular a los restantes dedos (en un solo plano). Entonces, si el pulgar indica el sentido de la corriente y los demás dedos indican, el sentido del campo, el sentido de la fuerza aplicada sobre el conductor o sobre las cargas será perpendicular a la palma de la mano, alejándose de esta.

En la figura 1.7 se representa la regla de la mano derecha donde, la letra B representa el campo magnético, F representa la fuerza y V es la velocidad de la carga. Esta fuerza es perpendicular tanto a B como a V.²

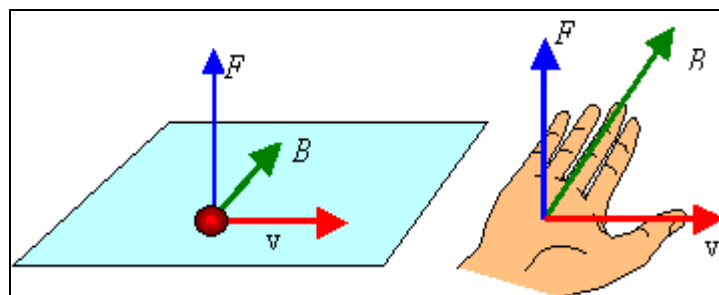


Figura 1.7 Regla de la mano derecha

² http://www.educarchile.cl/modulos/psu_preguntas/psu_preguntas_iframe_detalle.asp

1.3. CONSTRUCCIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE.

En el motor de arranque se distinguen las siguientes partes:

- 1 Carcasa,
- 2 Inducido o rotor,
- 3 Tapa portaescobillas,
- 4 Envoltura del béndix,
- 5 Engranaje
- 6 Cojinetes de apoyo.

1.3.1. CARCASA.

Es la envoltura metálica que rodea al inducido; tiene forma cilíndrica y en su interior van sujetas mediante tornillos unas piezas llamadas masas polares, que a su vez oprimen unas bobinas planas contra la carcasa.³

La carcasa es de hierro dulce, por ser un material muy magnético, y lo mismo ocurre con las masas polares que tiene esta forma para que puedan sujetar la bobina.

La bobina (Figura 1.8), es un arrollamiento de hilo de cobre alrededor de la masa polar. El conjunto de bobina y masa polar recibe el nombre de inductora o estator.

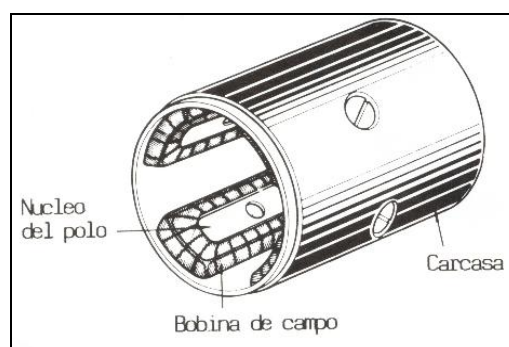


Figura 1.8 Inductora o estator

³ J. M. ALONSO PÉREZ, Electricidad Del Automóvil, Primera Edición, Paraninfo, España, Pagina #99

Las bobinas van rodeadas de cinta aislante, para que no haya contacto eléctrico entre ellas y la parte metálica de la carcasa (masa).

Cada inductora forma uno de los polos del imán, lo cual se consigue arrollándolas una en sentido contrario de la otra.

Al pasar una corriente eléctrica por las bobinas inductoras, estas crean un campo magnético que queda reforzado por el núcleo, en este caso la masa polar, cuyas líneas de fuerza salen de los polos norte y pasan a los polos sur por el exterior y de los polos sur regresan a los polos norte por el interior de la carcasa. En la figura 1.9, se representa un campo magnético perteneciente a las inductoras de un motor bipolar.

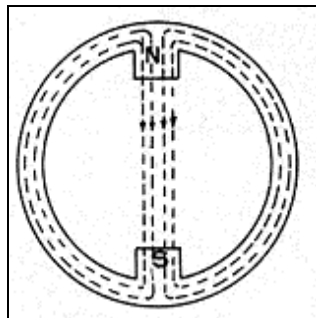


Figura 1.9 Bipolar

En la figura 1.10 se representa el campo magnético de un motor tetrapolar.

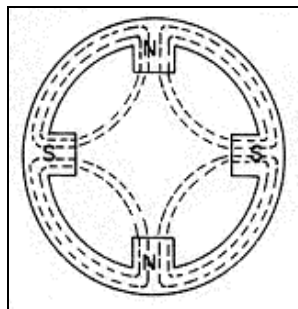


Figura 1.10 Tetrapolar

En la figura 1.11, pueden verse el campo magnético de un motor hexapolar.

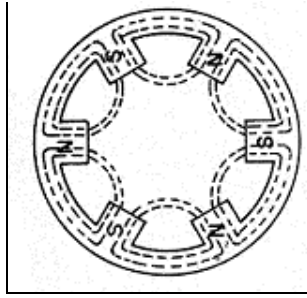


Figura 1.11 Exapolar

1.3.2. INDUCIDO.

En el inducido se pueden distinguir tres partes:

- 1 Eje
- 2 Colector
- 3 Tambor

1.3.2.1. EJE.

Atraviesa el inducido haciendo contacto eléctrico con él. Está formado por láminas prensadas unas con otras. No se hace macizo ya que por efectos de las corrientes parásitas se calentaría y además produciría vibraciones; para evitarlo se lámina impregnado cada una de las láminas con barniz y prensado después una contra otras. En los canales que forman estas láminas es donde van alojadas las bobinas que recorren todo el tambor.

1.3.2.2. COLECTOR.

Es un anillo de cobre troceado, formando delgas, las cuales van aisladas entre si por aislantes de mica. El colector va metido a presión en el eje aislado de él también por mica. A las delgas del colector se unen las bobinas del inducido (que pasan por las ranuras del tambor), en la forma que se indica en la figura 1.12, o sea en serie, uniendo el final de una bobina con el principio de la anterior. Luego en cada delga hay dos conexiones: la que es el principio de

una bobina y la que es el final de otra. Cada una de estas bobinas está formada por un conductor de ida y otro de vuelta, llamados conductores activos.

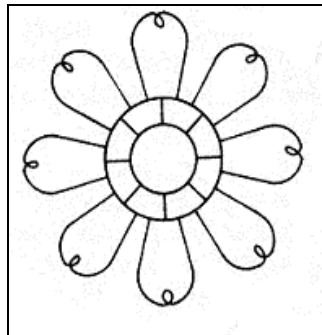


Figura 1.12 Colector

1.3.2.3. TAMBOR.

Está montado en el inducido haciendo contacto eléctrico con el, esta formado por laminas prensadas unas con otras que tienen la forma como se indica en la figura 1.13.

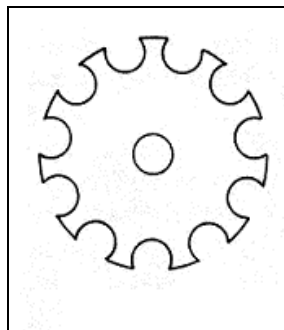


Figura 1.13 Tambor

1.3.3. TAPA PORTAESCIBILLAS.

Esta tapa contiene el cojinete donde se apoya el eje del inducido, y lleva además unos alojamientos donde se colocan las escobillas. Estos alojamientos pueden ser de dos o cuatro, según el tipo de motor. Si lleva cuatro, dos de ellos son positivos y están aislados de masa y otros son negativos y están en contacto con masa, es decir van unidos a la tapa portaescobillas.

Dentro de estos soportes van las escobillas, que son de cobre y se aplican contra el colector, rozando en él cuando gira el inducido. Para que este roce sea constante hay unos muelles en forma de espiral que mantienen las escobillas pegadas al colector.

1.3.4. PIÑÓN DE ENGRANE.

Este va montado en las estrías del inducido y lleva acoplado un mecanismo de rueda libre que permite al engranaje girar en vacío en un sentido, pero que en el opuesto forma cuerpo con las estrías y gira solidario con el eje, de forma que si éste lo hace en un sentido, el piñón también gira así, pero si lo hace en sentido contrario, el piñón se mantiene quieto (Figura 1.14).

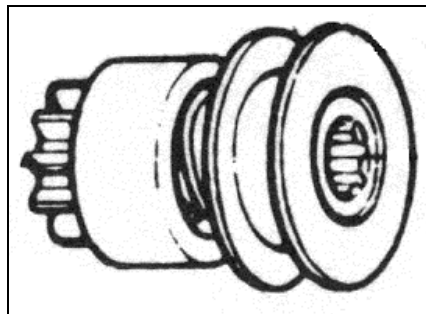


Figura 1.14 Piñón de engrane

El inducido está soportado en sus dos extremos por cojinetes de fricción. Las escobillas se mantienen aplicadas sobre el colector por la acción de unos muelles.

En un extremo del eje del inducido se encuentra el mecanismo de acoplamiento que engrana el inducido con el volante del motor. Un solenoide situado sobre el motor da lugar a que los dientes de arrastre engranen con los de la corona del volante en el momento oportuno, para iniciar el giro del motor.

1.4. DEVANADOS INDUCTORES O DE CAMPO.

Muchos motores de arranque tienen sólo dos devanados inductores. Estos

producen un campo magnético de fuerza suficiente para hacer girar muchos motores. El esquema del cableado de un motor con dos devanados se muestra en la figura 1.9. Algunos motores exigen un par más elevado para el arranque, por lo que los motores de arranque para estos motores tienen cuatro devanados inductores (Figura. 1.10). Obsérvese que estos motores de arranque tienen cuatro escobillas. Esto hace que la corriente que pasa por el inducido sea doble, para conseguir un par más potente. Para conseguir un par de arranque aún mayor en la disposición de cuatro devanados, muchos motores de arranque presentan los devanados de campo divididos en dos partes acopladas en paralelo. Esto aumenta la corriente de campo, mejorando el par de arranque.

En la figura 1.15 se presenta un motor de arranque serie-paralelo llamado también compound. El objeto del arrollamiento en paralelo (shunt) es evitar una velocidad excesiva del inducido cuando éste gira libremente, o sea, después que el motor del vehículo ha sido puesto en marcha pero antes de que el motor de arranque se haya desconectado de la batería.

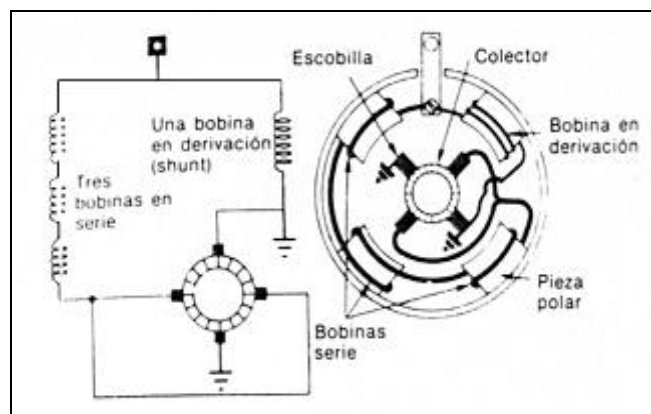


Figura 1.15 Representación de una conexión de un motor de arranque.

1.5. FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE.

En la figura 1.16, la corriente llega al motor por el borne *B* desde el positivo de la batería al accionar un pulsador. Desde este borne recorre las bobinas inductoras, arrolladas una en sentido contrario de la otra formando dos polos distintos, uno norte y otro sur. Estos electroimanes así formados crean un campo

magnético, cuyas líneas de fuerza circulan de norte a sur por el exterior, atravesando el tambor del inducido y por tanto las bobinas incluidas en él, y de sur a norte regresan por la carcasa.⁴

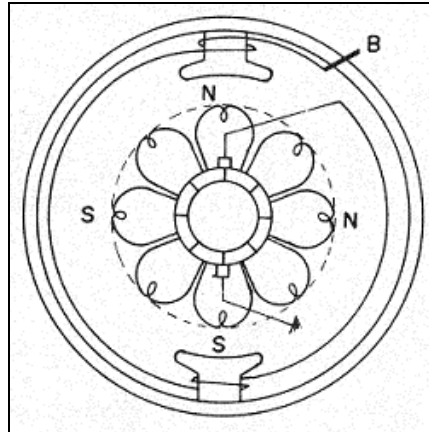


Figura 1.16 Creación del campo magnético.

Después de pasar la corriente por las inductoras, llega a la escobilla positiva y de ésta, a través de la delga que está pisando, una parte de la corriente, pasa a la bobina de la derecha, hasta la siguiente delga y de ahí, a través de la correspondiente bobina a la siguiente delga, y así sucesivamente, pasando por todas las bobinas de la parte derecha, hasta llegar a la delga donde está pisando la escobilla negativa, desde donde va a masa, cerrando circuito con el negativo de la batería, que se conecta a masa.

Otra parte de la corriente pasa desde la delga donde está pisando la escobilla positiva a la bobina de la izquierda de la figura y ella a la delga siguiente; desde aquí, a la siguiente bobina y así sucesivamente, pasando por todas las bobinas de la izquierda, hasta encontrar la escobilla negativa, desde donde junto con la corriente que llega de las bobinas de la derecha de la figura 1.16, va a masa para cerrar el circuito con el negativo de la batería.

El paso de la corriente por las bobinas de la derecha crea un campo magnético en ellas, que queda reforzado por el núcleo en este caso el tambor del inducido, creándose por lo tanto en este núcleo dos polos: uno sur en la parte

⁴ J. M. ALONSO PÉREZ, Electricidad Del Automóvil, Primera Edición, Paraninfo, España, Pagina #102

interna y otro norte en la externa, como se ve en la figura 1.16.

En las bobinas de la izquierda de la figura también se crea un campo magnético, pues por ellas también pasa la corriente; pero el sentido en que circula esta corriente es contrario al de las bobinas de la derecha y por tanto el campo magnético es opuesto al anterior; es decir, el norte estará en el centro del tambor y el sur en el exterior, como muestra la figura 1.16, por lo que se sumará su acción a la del campo creado por las bobinas de la derecha.

En estas condiciones, el polo norte del estator repele al norte formado en el rotor, al mismo tiempo que atrae al sur; mientras que el sur del estator repele al sur del rotor y atrae al norte. Como consecuencia, el rotor gira.

En el momento que haya girado un poco, la escobilla positiva pisa en otra delga (pues esta escobilla no se mueve) y por tanto la corriente pasa a otras bobinas, creando el campo magnético de la misma forma que antes, con lo cual los polos aparecen en el mismo sitio y el inducido vuelve a girar. Así seguirá haciéndolo mientras este pasando la corriente.

Como puede verse en el esquema de la figura 1.16, las inductoras van montadas en serie con el inducido y así ocurre en la mayor parte de los motores. Si el motor es tetrapolar, las inductoras pueden ir conectadas todas ellas en serie y en paralelo dos a dos, es decir, que desde la entrada pasa una parte de la corriente a un grupo de dos bobinas conectadas en serie entre sí y otra parte al otro grupo formado por las otras dos bobinas, también conectadas en serie entre sí.

Estos dos grupos están entre sí en paralelo, como puede apreciarse en la figura 1.17.

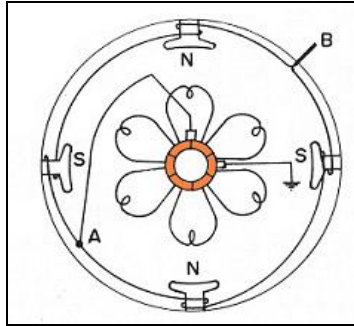


Figura 1.17 Circulación de la corriente entre estator e inducido.

En el punto *A* se juntaría las corrientes que pasan por los dos grupos de inductores y seguiría la corriente resultante hasta la escobilla positiva y, a través de las bobinas del tambor, en ambos sentidos, hasta la escobilla negativa, que como vemos está colocado a 90° , puesto que el motor es tetrapolar.

Podría llevar este motor cuatro escobillas y entonces habría dos positivas y dos negativas, llegando la corriente a las positivas y pasando a las negativas a través de las bobinas del tambor.

En este caso el punto *A* debería conectarse a las dos escobillas positivas que van colocadas una frente a la otra, es decir a 180° , o bien cada una de las salidas de las inductoras que llegan al punto *A* a cada una de las escobillas positivas.

En el caso de cuatro escobillas, se formarían en el tambor dos polos norte y dos polos sur. Si solamente hay dos escobillas, se forman en el tambor un polo norte y uno sur, aunque en el estator se formen en este caso cuatro polos.

Los campos magnéticos opuestos creados por los arrollamientos del inducido y de los inductores son la causa de la rotación del inducido. Cuando el motor de arranque queda conectado a la batería, y antes de que el inducido comience a girar, a través del citado motor de arranque fluye una corriente muy intensa, de varios cientos de amperios, que da lugar a un par de gran intensidad para que el piñón, en su rotación, produzca la puesta en marcha del motor del vehículo. Sin embargo, una vez que el motor arranca, desciende la intensidad de la corriente, debido a que con la rotación del inducido se origina una fuerza contraelectromotriz (contratensión) en los conductores del inducido.

Al desplazarse un conductor a través de un campo magnético se engendra una tensión en el conductor. Esta tensión, creada por la rotación del inducido del motor de arranque, está en oposición a la de la batería. Cuanto mayor sea la velocidad de rotación del inducido, mayor es esta fuerza contraelectromotriz. El paso de la corriente a través del motor de arranque es debido a la diferencia existente entre la tensión de la batería y la fuerza contraelectromotriz. Si la velocidad de rotación del inducido es relativamente baja, como ocurre cuando se arranca en tiempo frío, la fuerza contraelectromotriz será también baja y, por tanto, la diferencia de tensión será alta, lo que dará lugar al paso de una corriente de intensidad elevada. En cambio, si el inducido gira libremente, tal como ocurre después de haberse puesto en marcha el motor del vehículo, la fuerza contraelectromotriz es entonces muy elevada y, por tanto, la diferencia de tensión útil será baja y de poca intensidad la corriente que circula.

NOTA: La fuerza contraelectromotriz es a menudo expresada por las siglas **f.c.e.m.**

1.5.1. FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ

Cuando un motor de corriente continua es alimentado, el voltaje de alimentación se divide entre la caída que hay por la resistencia de los arrollados del motor y una tensión denominada fuerza electromotriz (FCEM). Ver el siguiente diagrama.⁵

⁵ www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

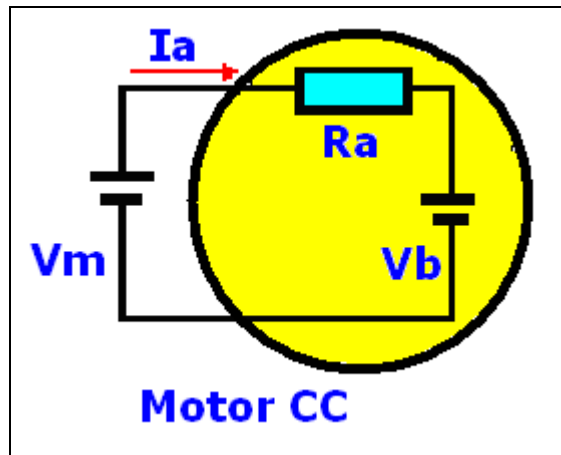


Figura 1.18 FCEM

- 1 V_m = tensión de entrada al motor (voltios)
- 2 R_a = resistencia del devanado de excitación (ohmios)
- 3 I_a = corriente de excitación (amperios / amperes)
- 4 V_b = FCEM debido al giro del motor (voltios)

Aplicando la ley de tensiones de Kirchoff:

$$V_m = V_b + I_a * R_a \quad \text{Ec. 1}$$

$$V_b = V_m - (I_a * R_a) \quad \text{Ec. 2}$$

Nota: Observar de la ultima ecuación que cuando sube el valor de I_a , disminuye el Valor de V_b .

La FCEM es proporcional a la velocidad del motor y a la intensidad del campo magnético. Si el motor tiene rotor con imán permanente esta constante es:

$$K = \frac{V_b}{N\omega} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

- 1 K = constante de FCEM del motor y se expresa en Voltios / rpm.
- 2 Nd = Velocidad de giro del motor en rpm.

El valor de la f.c.e.m. depende de las causas que lo crean, es decir, el flujo magnético inductor (Φ) y de la velocidad de giro (n), por lo que, para un motor dado, el valor de la f.c.e.m. generada en el vale:

$$E_c = K \theta n \quad \text{Ec. 4}$$

1.5.1.1. INTENSIDAD

La intensidad que absorbe el motor y que circula por el inducido, según la ley de ohm, es:

$$I_a = \frac{U - E_c}{R_i} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

U = tensión aplicada en bornes a un motor

R_i = Resistencia eléctrica de los conductores internos del motor

1.5.1.2. INTENSIDAD MÁXIMA

De la fórmula se deduce que mientras el motor a empezado a girar o lo hace muy lentamente, como la f.c.e.m. es nula o muy pequeña, la intensidad absorbida por el motor tendrá su valor máximo y será:

$$I_{max} = \frac{U}{R_i} \quad \text{Ec. 6}$$

1.5.1.3. POTENCIA MÁXIMA

Con lo que la potencia absorbida en el motor de arranque

será también máxima y valdrá:

$$P_{m\acute{a}x} = U * I_{m\acute{a}x} = \frac{U^2}{R_i}$$

Ec. 7

1.6. TIPOS DE MOTORES DE ARRANQUE

Existen diversos tipos de motores de arranque.

- 1 Motor de arranque tipo solenoide
- 2 De imán permanente
- 3 Motor de arranque con engranaje reductor

1.6.1. MOTOR DE ARRANQUE CON ACOPLAMIENTO DE RUEDA LIBRE CON SOLENOIDE.

Estos mecanismos o embragues de acoplamiento son utilizados en casi todos los automóviles que se fabrican hoy en día.

Este sistema proporciona un positivo engrane y desengrane del piñón de arranque con la corona del volante. Este acoplamiento hace uso, para conseguir el desplazamiento del piñón, de una palanca que lo hace deslizar a lo largo del eje del inducido. En la mayor parte de vehículos la palanca de desplazamiento es accionada por medio de un solenoide. El acoplamiento de rueda libre figura 1.19, permite que el piñón del motor de arranque gire a mayor velocidad que el inducido durante el breve período de tiempo que el piñón permanece engranado una vez puesto en marcha el motor. Con esto se protege el inducido de deterioros por la sobre velocidad.

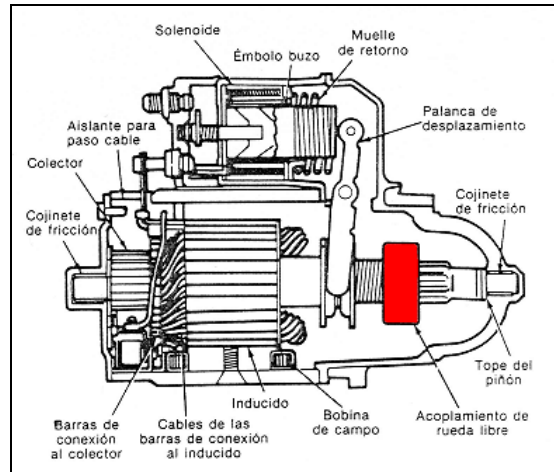


Figura. 1.19 Sección de un motor de arranque

Este sistema de transmisión (Figura 1.20) tiene un conjunto de casquillo y manguito estriado interiormente para acoplarse con las estrías del eje del inducido. Un conjunto de piñón y collar se halla ajustado holgadamente dentro del casquillo, estableciendo contacto con el collar con cuatro rodillos de acero templado alojados en muescas practicadas en dicho casquillo. Estas muescas son ligeramente cónicas hacia el interior, de forma que hay menos espacio en el extremo oculto por los rodillos que en el opuesto. Los mencionados rodillos están presionados por unos émbolos, que a su vez están comprimidos por pequeños resortes.

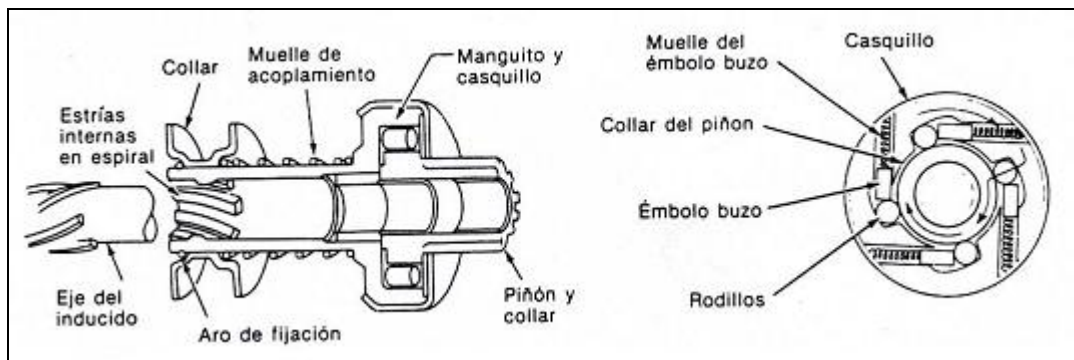


Figura. 1.20 Acoplamiento de rueda libre.

La palanca de desplazamiento, accionada ya sea de forma manual o mediante un solenoide, produce el desplazamiento del conjunto de acoplamiento a lo largo del eje del inducido, engranando el piñón con los dientes de la corona del volante. Si los dientes quedan enfrentados en

lugar de engranar, el muelle de acoplamiento comprime el piñón contra los dientes del volante, engranando así tan pronto como el inducido empieza a girar.

La palanca de desplazamiento, al completar su recorrido, cierra el interruptor del motor de arranque y el inducido empieza a girar, haciéndolo también el conjunto de casquillo y manguito en el sentido de las manecillas del reloj (Figura 1.20, derecha). Los rodillos giran entre el casquillo y el collar del piñón, separándose de sus émbolos y moviéndose hacia las partes más estrechas de las muescas en que están alojados, quedando fuertemente acuñados entre el collar del piñón y el casquillo. De este modo el piñón es obligado a girar con el inducido, produciéndose la puesta en marcha del motor.

Cuando el motor del vehículo empieza a funcionar, tiende a arrastrar el piñón y el inducido a mucha mayor velocidad. Como resultado, los rodillos son empujados de nuevo a sus émbolos, donde las muescas son mayores. Esto permite al piñón girar libremente sin arrastrar al inducido.

Con ello queda adecuadamente protegido el inducido durante el breve período de tiempo en que el conductor del vehículo mantiene el interruptor de encendido en la posición arranque, después de que el motor se haya puesto en marcha. Entonces, cuando el conductor suelta la llave a la posición de marcha, se abre el circuito de solenoide, soltándose la palanca de desplazamiento; así el muelle hace retroceder el piñón, desengranándolo. Al mismo tiempo, queda abierto el interruptor del motor de arranque.

1.6.2. MOTOR DE ARRANQUE CON ENGRANAJE REDUCTOR.

Este motor de arranque (Figura 1.21) utiliza un acoplamiento de rueda libre y accionamiento por solenoide, similar al motor en serie. La diferencia principal entre ambos motores es que éste posee un par de engranajes interiores.

Uno de estos engranajes, el pequeño, montado en el eje del inducido, engrana con otro mayor colocado en el eje del acoplamiento de rueda libre. Con ello se consigue una reducción aproximada de dos a uno. Es decir, el inducido debe dar dos vueltas para que el piñón de arranque dé una.

Con ello se incrementa el par en el piñón de arranque y, en consecuencia, es mayor el par de arranque aplicado al volante del motor.

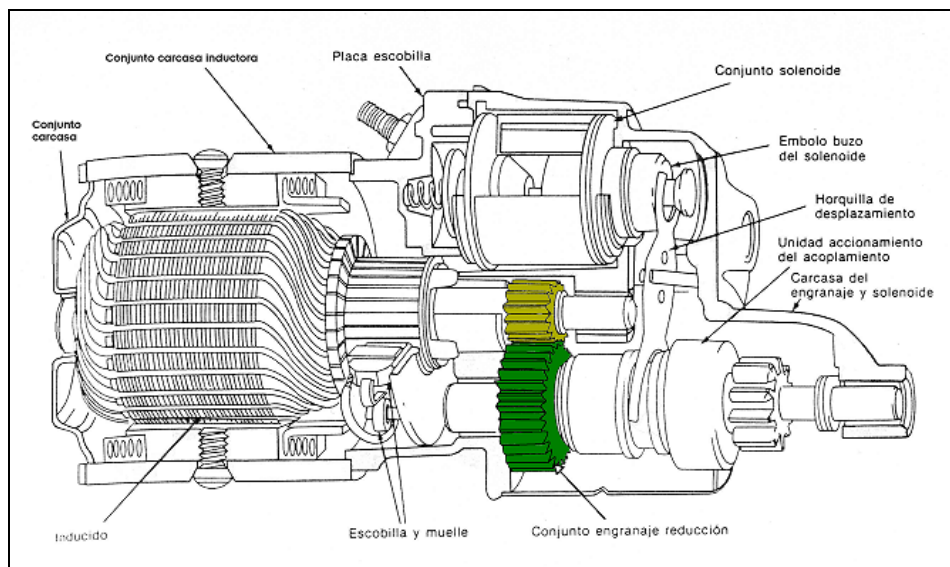


Figura. 1.21 Motor de arranque con engranaje de reducción y acoplamiento de rueda libre.

1.6.3. MOTOR DE ARRANQUE DE IMANES PERMANENTES.

Los campos del arrancador son imanes permanentes.

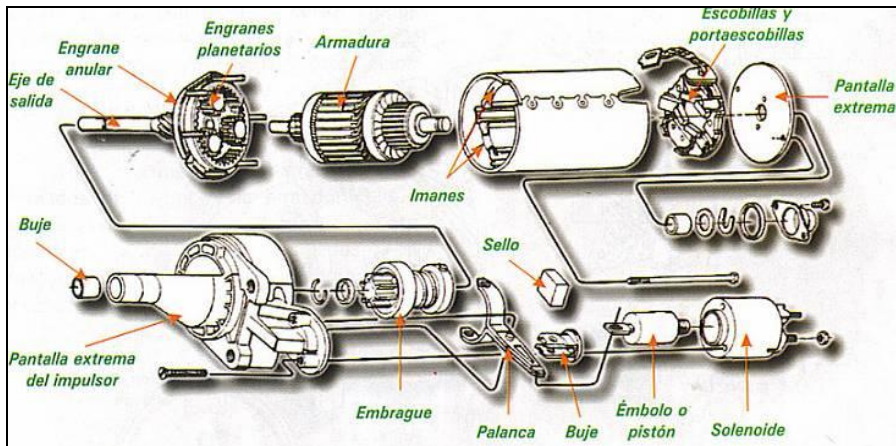


Figura 1.22 Motor de arranque de imanes permanentes

1.7. MOTORES DE ARRANQUE PARA LOS MOTORES DIESEL.

Los motores Diesel requieren un par de arranque mayor que los motores de gasolina. La razón es que los primeros poseen relaciones de compresión mucho mayor. Cuanto mayor es la relación de compresión más costoso resulta hacer girar el cigüeñal, precisándose, por tanto, motores de arranque más potentes y baterías mayores. Esto significa que en algunos automóviles deben instalarse dos baterías conectadas en serie, con lo cual se puede suministrar una corriente de arranque de valor doble.

Estos motores de arranque de mayor fuerza funcionan del mismo modo; la diferencia principal es que están dotados de conductores más gruesos para que permitan el paso de un mayor flujo de corriente, y que las piezas internas son de construcción más robusta para que puedan soportar el gran incremento del par de arranque que el motor desarrolla.

En aquellos casos en que todavía se precisan pares de arranque mayores, se instalan dos baterías de 12 voltios conectadas en serie para producir 24 voltios, en cuyo caso se utilizan motores de 24 voltios.



Figura. 1.23 Motor de arranque para motores diesel.

1.8. MANDOS DEL MOTOR DE ARRANQUE.

Los mandos de los motores de arranque han sufrido varios cambios, empezando por un simple interruptor accionado con el pie mediante un pedal, hasta dispositivos automáticos que cierran el circuito cuando se suelta el acelerador. El sistema que hoy se emplea en vehículos de viajeros y otros vehículos va provisto de contactos en el interruptor de encendido.

Cuando se hace girar la llave de puesta en marcha, venciendo la tensión del muelle de retroceso hasta rebasar la posición de encendido, los contactos del arranque se cierran, con lo que queda conectado a la batería el relé o solenoide del motor de arranque.

El relé o solenoide conecta así la batería directamente al motor de arranque. Tan pronto como el motor del vehículo se pone en marcha, el conductor suelta la llave y el muelle de retroceso la devuelve de su posición de arranque a la de encendido. El motor de arranque queda así desconectado de la batería y se para. El encendido queda, sin embargo, conectado a la batería, por lo que el motor del vehículo continúa funcionando.

1.9 INTERRUPTOR MAGNÉTICO.

El relé de puesta en marcha es un interruptor magnético para cuyo funcionamiento se utiliza el principio, cuando una corriente circula por un arrollamiento crea un campo magnético. Este arrollamiento se halla devanado alrededor de un núcleo hueco, en cuyo interior se aloja un émbolo hecho de hierro

ocupando parte de su longitud.

Cuando circula la corriente por el arrollamiento, es decir, cuando es excitado, el campo magnético que se genera empuja al émbolo más hacia el interior del núcleo (Figura 1.24). Dicho émbolo está unido por su extremo a un disco llamado de contacto, el cual, al desplazarse el primero, queda comprimido sobre dos contactos dispuestos al efecto, cerrándose de esta forma el circuito entre la batería y el motor de arranque.

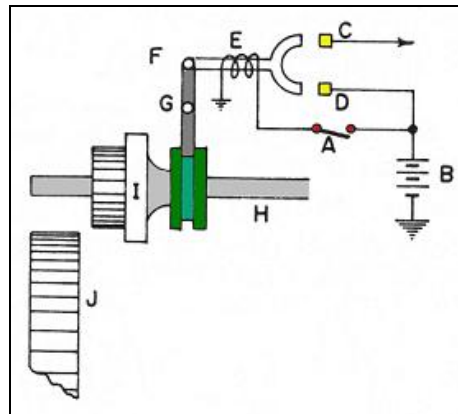


Figura. 1.24 Accionamiento por relé.

1.9.1. FUNCIONAMIENTO.

En la figura 1.20, al accionar el pulsador *A*, la corriente procedente de la batería *B* pasa a la bobina del relé *E*, que crea el campo magnético que produce la inducción en el núcleo móvil, desplazándolo hacia la derecha y cerrando los contactos *D* y *C*, con lo que la corriente puede pasar desde la batería por dichos contactos al interior del motor de arranque, que se pone a girar; al mismo tiempo que el núcleo del relé se mueve a la derecha cerrando los contactos, tira de la palanca *F*, que bascula en *G*, haciendo que el piñón *I* se desplace hacia la izquierda, engranando con la corona del volante del motor y transmitiéndole el giro del inducido del motor de arranque.⁶

Cuando se suelta el pulsador se interrumpe la corriente del relé, con la cual la palanca *F* vuelve a su posición primitiva tirando hacia la derecha

⁶ J. M. ALONSO PÉREZ, Electricidad Del Automóvil, Primera Edición, Paraninfo, España, Pagina #96

del piñón *I*, que se desengrana de la corona del volante del motor y al mismo tiempo separa los contactos *C* y *D*, con la cual queda interrumpido el paso de corriente desde la batería al motor de arranque.

II. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARRANQUE

2.1. INTRODUCCIÓN

En ocasiones, la rutina no se aleja del rigor técnico. Por eso, es necesario volver, de vez en cuando, al concepto teórico; fuente segura de conocimientos básicos para la manipulación de los equipos, cuyo mejor aprovechamiento debemos garantizar.

Es una obligación controlar que el sistema de alimentación y eléctrico sea adecuado tanto para el arranque del motor, como para su marcha normal. Frente a una eventual falla la búsqueda de sus causas tanto para el éxito de la reparación y mantenimiento del mismo como para prevenir su eventual repetición, se deben analizar con amplitud todos los aspectos citados, quizás remontándose hasta condiciones supuestas en este proyecto.

2.2.- MANTENIMIENTO PERIÓDICO

La mayoría de motores de arranque no requieren especial cuidado entre los períodos de revisión del motor del vehículo y de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Es decir tienen suficiente lubricación, así como escobillas de adecuadas dimensiones, para no precisar atención alguna hasta que deba ser revisado el motor del vehículo. Sin embargo algunos motores de arranque, especialmente los mas grandes utilizados para servicios mas pesados necesitan lubricaciones mas periódicas. Los circuitos de conexión y montaje, así como el estado general del motor de arranque, deben ser comprobados periódicamente en todos los tipos para así determinar ciertos problemas que pueden ocurrir en el sistema de arranque.

Coincidiendo con los intervalos regulares de revisión del motor del vehículo, o bien cuando verificamos o del capó alguna avería, es buena norma revisar el motor de arranque y circuitos. Muchos motores de arranque no precisan lubricación en el tiempo comprendido entre las revisiones que se

realizan en el motor del vehículo. En los de este tipo sólo debe comprobarse el apretado de sus pernos de montaje, las conexiones eléctricas y el estado general, que nos viene indicado por su funcionamiento y por el fabricante

2.2.1. LUBRICACIÓN

La mayoría de motores de arranque no requieren lubricación hasta que se realiza la revisión general del vehículo. Cuando un motor de arranque ha sido desmontado, si existen mechas o depósitos de aceite deberán saturarse, o llenarse, con un aceite lubricante de motor 10W; los casquillos deben ser revestidos con una grasa ligera; los acoplamientos de rueda libre del tipo de rodillos no exigen lubricación, puesto que por el fabricante ya se llenan de lubricante. No deben lavarse ni limpiarse en un tanque de desengrase, ya que ello podría dar lugar a un arrastre de lubricante y ser causa de avería en el acoplamiento.⁷

Una vez desmontados parcialmente, los acoplamientos del tipo del fiador deben lubricarse con aceite 5W-20 según se indica en la figura 2.1, no debiendo utilizarse un aceite de grado superior.

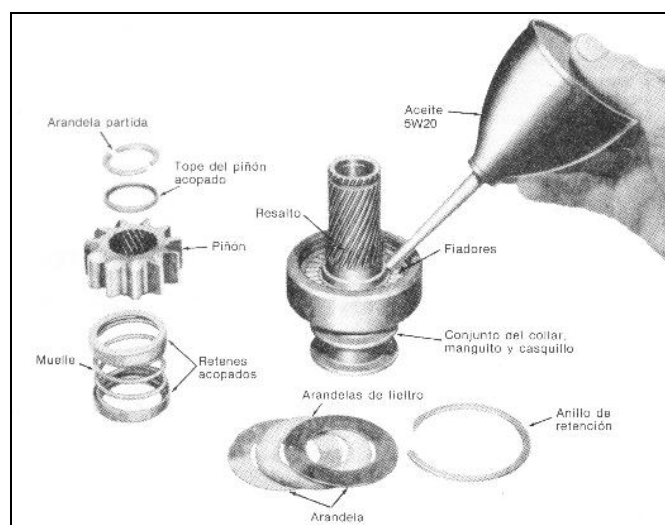


Figura 2.1 Lubricación de los acoplamientos

⁷ CROUSE, WILLIAM H, Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Sexta Edición, Alfa Omega Marcombo, México, Pagina # 103

2.2.2. INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE PUNTO MUERTO.

Este tipo de interruptor se emplea en vehículos que poseen el cambio de velocidades en forma automática que no llevan interruptor de encendido en la columna de la dirección. Si el interruptor no está ajustado correctamente, no se cerrará cuando en el cambio automático de la palanca selectora se encuentre en la posición de punto muerto o aparcamiento, por tanto, no será posible el arranque. Se obtendrá un ajuste correcto desplazando su posición sobre la columna de dirección.

2.3.- DIVERSIDAD DE PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Los ensayos típicos que se describirán a continuación son:

El ensayo de tensión

El ensayo de caída de tensión

El ensayo de absorción de corriente

2.4.- INSTRUMENTOS PARA EL ENSAYO DE SISTEMAS DE ARRANQUE.

Para realizar el ensayo de los sistemas de arranque son precisos los siguientes instrumentos: un amperímetro, un voltímetro y una resistencia variable o reóstato. Normalmente estos tres elementos se presentan de modo combinado formando una sola unidad llamada multímetro como la que se muestra en la figura 2.2



Figura 2.2 Multímetro

El voltímetro permite medir la tensión entre dos puntos uno positivo y otro negativo de un circuito o un dispositivo eléctrico. El amperímetro mide la intensidad de la corriente que circula por el circuito. La resistencia variable, o reóstato, puede ser ajustada desde valores de resistencia bajos a altos. La misión de este elemento en el ensayo de sistemas de arranque es la de intercalar una resistencia baja en el circuito, a través de la batería, con el fin de conseguir una absorción elevada de corriente. En ciertos ensayos de sistemas de arranque la resistencia variable se utiliza de forma similar.

NOTA: Cuando se utilice el amperímetro hay que asegurarse que la escala de lectura sea la adecuada (de 0 a 400 ó de 0 a 600) al realizarse el ensayo de la batería a alta descarga para evitar tener lecturas erróneas al realizar la medición.

2.5.- ENSAYO DE TENSIÓN DE ARRANQUE

Se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente. El conjunto que se pone en marcha es inercial y dispositivo, incluyendo en este último concepto a las cargas útiles, pues consumen energía.

El motor de arranque, arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal de batería.

Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se produzca una caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal.

Siempre que sea posible conviene arrancar los motores de arranque a plena tensión por la gran fuerza de arranque que se obtiene, pero si se tuvieran muchos motores de media y gran potencia que paran y arrancan en forma intermitente, se tendrá un gran problema de perturbaciones en la corriente eléctrica.

En este ensayo podemos realizar una verificación del rendimiento global del sistema de arranque. En primer lugar, hay que asegurarse que la batería se encuentre cargada y en perfectas condiciones. El motor del vehículo debe estar a la temperatura de régimen de funcionamiento entre 70°X a 90°X. Con el sistema de encendido desactivado y un voltímetro conectado como se ilustra en la figura 2.5 realice lo siguiente: gire la llave de puesta en marcha hasta la posición ARRANQUE y tome con rapidez la lectura del voltímetro. No prolongar la operación de arranque más de unos pocos segundos (3 a 5 segundos).



Figura 2.3 Ensayo de tensión de arranque

Si el motor de arranque gira a la velocidad normal de puesta en marcha y la lectura del voltímetro es de 9 voltios (a 27 °C) o más, el sistema está en buenas condiciones.

Si la velocidad de arranque es inferior a la normal (con la batería cargada) y la lectura del voltímetro es de más de 9 voltios, el defecto está en el motor de arranque o su circuito.

Si la velocidad de arranque es inferior a la normal y también la tensión (inferior a los 9 voltios), la anomalía puede residir en el motor de arranque. También es posible que se halle en el propio motor del vehículo. Es decir el motor puede tener fugas de aceite o un aceite inapropiado, lo que ocasiona un excesivo rozamiento interno o bien que este trabado por existir piezas deterioradas o desgastadas.

2.6.- ENSAYO DE CAÍDA DE TENSIÓN EN EL SISTEMA DE ARRANQUE.

Con el fin de hacer lo más eficiente posible el uso del hierro y el cobre en el circuito el embobinado se distribuye en pequeñas hendiduras hechas en el hierro laminado del arranque. El arranque se construye con el empaquetamiento de aros (laminados) digamos que son paquetes de hoja de metal eléctrico. Cada hoja metálica se aísla de la vecina con una fina capa de barniz. Esto hace que el arranque haga girar al embobinado. Si utilizáramos un arranque formado por un solo bloque metálico se produciría un pequeño giro y las corrientes de remolino producidas serían de gran importancia. El hecho de barnizar las láminas en el arranque rompe el paso de la corriente entre las hojas metálicas y previene estos sucesos.

Sin embargo en lo que concierne al rotor existe un único embobinado, uno por cada fase, cada bobina del arranque genera un campo transverso al rotor. El rotor tiene la forma de un cilindro metálico con una disposición simétrica del cable conductor enrollado (normalmente se le llama jaula de ardillas por su forma), y el campo magnético generado por el arranque induce corrientes en el embobinado del rotor. La interacción entre el campo magnético generado por estas corrientes y el campo magnético que rota produce un momento en el eje de salida

Este ensayo mide la caída de tensión del circuito de arranque entre la

batería y el motor de arranque. Para realizar este ensayo es preciso un voltímetro que mida tensiones de 0 a 2 voltios. Con el sistema de encendido desactivado realice lo siguiente: gire el motor del vehículo por medio del motor de arranque, luego proceda a la lectura de la caída de tensión entre el terminal aislado de la batería y el borne del motor de arranque.

Una tensión de más de 0.5 voltios indica (en la mayor parte de los vehículos) la existencia de una mala conexión, un cable defectuoso o una resistencia excesiva en los contactos del interruptor magnético o solenoide. La presencia de una resistencia excesiva puede ser localizada verificando la tensión de cada uno de los ramales del modo que indica la figura 2.4

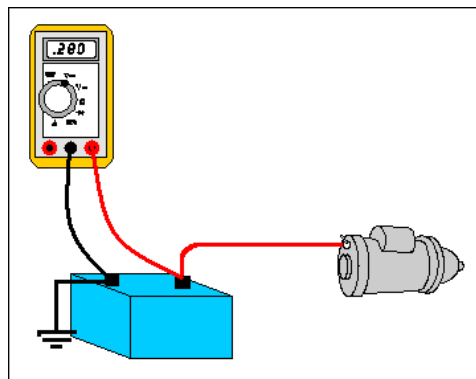


Figura 2.4 Ensayo de la caída de tensión en el sistema de arranque

Si se presenta una caída de tensión excesiva, deberá corregirse ya sea limpiando y apretando las conexiones o sustituyendo el cable defectuoso. Si la caída de tensión excesiva se presenta en el interruptor magnético o solenoide, los contactos internos estarán quemados, lo que hará necesaria la sustitución de la unidad por una nueva.

2.7.- ENSAYO DE ABSORCIÓN DE CORRIENTE.

Este ensayo mide la cantidad de corriente (intensidad) que absorbe el motor de arranque durante la puesta en marcha del motor del vehículo como se indica en la figura 2.5. La batería, para realizar este ensayo debe estar cargada y

en buenas condiciones, y el motor del vehículo a la temperatura de régimen.⁸

Asegúrese que el reóstato esté totalmente desconectado. Hacer girar el motor con el sistema de encendido desactivado y anotar la lectura del voltaje.

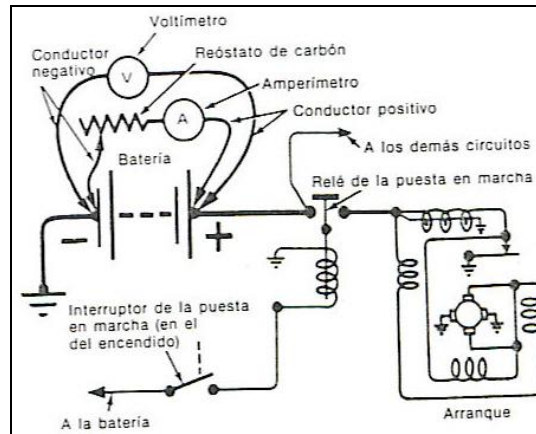


Figura 2.5 Ensayo de absorción de corriente

Parar el giro del motor del vehículo y reducir la resistencia del reóstato hasta que la tensión decaiga al mismo valor que cuando giraba el motor.

Rápidamente procédase a la lectura de la corriente absorbida (lectura del amperímetro). Colocar a continuación el reóstato a la posición de cierre y desconectar los terminales. Si la lectura es excesiva (véanse las especificaciones del fabricante) es posible que la anomalía se halle en el motor de arranque o en el propio motor del vehículo.

2.8.- ENSAYO DEL MOTOR DE ARRANQUE EN EL BANCO DE PRUEBAS.

Con el motor de arranque separado del vehículo pueden realizarse dos ensayos: el denominado ensayo en vacío y el ensayo con rotor trabado. Algunos fabricantes de vehículos han dejado de incluir este último en sus manuales de servicio, el cual no debe ser realizado a menos que el manual de servicio lo recomiende específicamente. Estos dos ensayos son mas generalmente

⁸ CROUSE, WILLIAM H, Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Sexta Edición, Alfa Omega' Marcombo, México, Pagina # 107

utilizados por los reconstructores de motores de arranque.

2.8.1. ENSAYO EN VACÍO.

Ajuste la resistencia variable convenientemente para lograr la tensión específica. Anotar luego la intensidad absorbida y la velocidad del inducido en rpm (Figura 2.6)

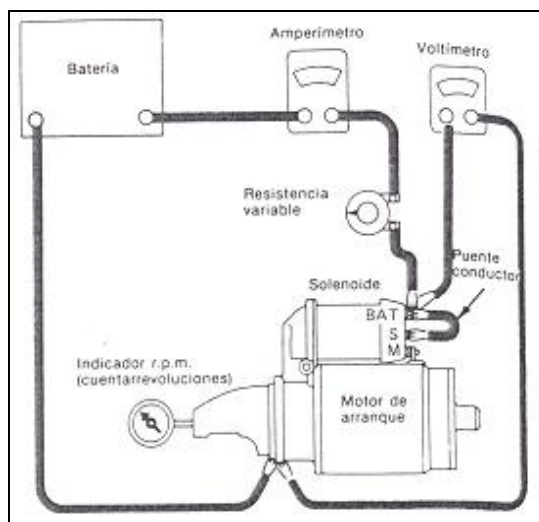


Figura 2.6 Ensayo en vacío

Este ensayo permite determinar simultáneamente la resistencia del motor de arranque. Con el reóstato ajustando convenientemente para que la tensión aplicada sea la especificada, se mide la corriente, calculándose luego la resistencia por la ley de Ohm.

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán Georg Ohm. Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula $I = V/R$, siendo I la

intensidad de corriente en amperios, V la fuerza electromotriz en voltios y R la resistencia en ohmios.

2.8.2. COMPROBACIÓN DEL ACOPLAMIENTO DE RUEDA LIBRE.

El piñón de un acoplamiento de rueda libre en buenas condiciones debe girar loco en el sentido del movimiento libre y no deslizar en el sentido opuesto, incluso bajo un par de giro de 3,455 a 6,910 kg-m. Para someter el acoplamiento a una prueba de par, se monta sobre un inducido viejo que se fijará en un tornillo de banco. Aplicar entonces el par al piñón con una llave de par calibrado.

Si el piñón gira dificultosamente en el sentido del movimiento, ello indica que los rodillos están agrietados o desgastados y que debe ser sustituido el acoplamiento. Si el piñón desliza en el sentido del arranque o si sus dientes son rugosos o están rotos, habrá que desechar también el acoplamiento. No intentar reparar, ni tampoco lubricar de nuevo un acoplamiento.

2.9.- ENSAYOS ELÉCTRICOS.

El inducido debe someterse a pruebas para determinar si existen derivaciones a masa, cortocircuitos o discontinuidades. La prueba de las derivaciones a masa se realiza mediante un juego de puntas de prueba y una lámpara alimentada con baja tensión. Con una de las puntas se toca el núcleo, y con la otra el colector como se indica en la figura 2.7.⁹

⁹ CROUSE, WILLIAM H, Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Sexta Edición, Alfa Omega' Marcombo, México, Pagina # 120

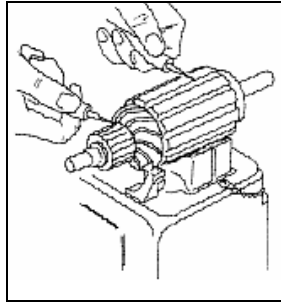


Figura 2.7 Derivaciones a masa

Evite tocar la superficie del eje correspondiente al cojinete o la de asiento de la escobilla sobre el colector, puesto que cualquier arco que se produjera podría ser causa de quemaduras y rugosidades en el metal. Si la lámpara se enciende, el inducido estará derivado a masa y deberá ser sustituido.

La prueba de cortocircuito, puede hacerse con la ayuda de un zumbador o probador de inducidos, según se explicará mas adelante.

La interrupción o discontinuidad en los circuitos del inducido de un motor de arranque se encuentra generalmente en las delgas, cuando éstas van soldadas a las bobinas. Una mala conexión o una interrupción de circuito son causa de recalentamiento, con la consiguiente destrucción de las delgas. Los períodos de arranque excesivamente prolongados sobrecalientan el motor, siendo ello causa de fusión de la soldadura; la cual sale despedida sobre el tapa escobillas. Los inducidos de algunos motores de arranque tienen los conductores de sus bobinas soldados con latón a las delgas del colector, en lugar de soldados con estaño, lo que evita los perjuicios debidos a las interrupciones en las conexiones.

2.10. VERIFICACIÓN DEL INDUCIDO MEDIANTE UN ZUMBADOR O PROBADOR DE INDUCIDOS.

El zumbador es un electroimán que funciona con corriente alterna. Si la corriente es de 60 Hz, su sentido se invertirá 120 veces por segundo. Es decir, el campo magnético en el electroimán invertirá su sentido 120 veces por segundo. Si se coloca un inducido en el zumbador, tal como se indica en la figura 2.8, el

magnetismo variable ejercerá una fuerza magnética también variable en el inducido, con el consiguiente ruido característico del zumbador.

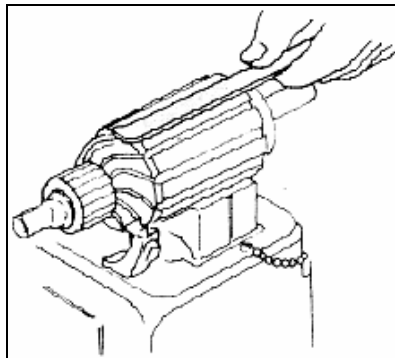


Figura 2.8 Inducido en el zumbador

Para verificar la posible existencia de cortocircuitos en el inducido, se debe sostener una hoja de sierra encima de cada ranura del inducido, mientras éste se gira lentamente. Si algún arrollamiento está en cortocircuito, la hoja será alternativamente atraída y repelida al hallarse sobre la ranura en el que se encuentre alojado el arrollamiento defectuoso.

Ello es debido a que la bobina en el que se halla la anomalía forma un circuito cerrado que permite el paso de la corriente (inducida por el campo magnético variable).

El paso de la corriente por el arrollamiento en cortocircuito, de igual frecuencia que la del campo magnético principal, crea un campo magnético propio, el cual actúa sobre la hoja de sierra en forma análoga a como lo haría sobre un zumbador, haciéndola vibrar contra el núcleo cuando se lo sostiene encima de la ranura que contiene el devanado en cortocircuito (Figura 2.9).

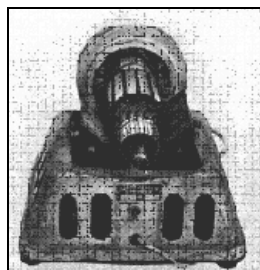


Figura 2.9 Zumbador

2.11. DELGAS QUEMADAS Y DEVANADOS DESPRENDIDOS.

Las delgas quemadas indican usualmente interrupción en una bobina del inducido. La discontinuidad se encuentra normalmente sólo en el tipo de inducido que tiene sus conductores soldados con estaño a las prolongaciones (o colas) de las delgas.

El circuito abierto está usualmente en la conexión soldada y está causado por recalentamiento debido a períodos de arranque excesivamente prolongados, que provocan suficiente calor para fundir la soldadura en la conexión. La soldadura es despedida por la fuerza centrífuga, lo que resulta en conexiones pobres. Esto, a su vez, es causa de que se produzca un arco todas las veces que la delga pasa por debajo de las escobillas, y de que en un corto plazo, al quemarse la delga, quede inservible el motor de arranque.

Si las delgas no están demasiado quemadas, pueden soldarse de nuevo los conductores a las barras de prolongación (emplear resina como fundente, ¡nunca ácido). El colector puede entonces ser torneado.

NOTA: Algunos inducidos de motores de arranque actuales poseen las conexiones soldadas con latón al colector, en cuyos casos no puede procederse a la reparación por estaño. Sin embargo, pueden soportar temperaturas mucho mayores. Raramente se presentarán interrupciones del circuito en las bobinas de este tipo de inducidos.

III. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS DEL MOTOR DE ARRANQUE

3.1. INTRODUCCIÓN

Como todas las grandes máquinas eléctricas del automóvil también el motor de arranque puede ser verificado desde un banco de pruebas para efectuar en él, mediciones muy precisas tanto eléctricas como mecánicas.

Todos los motores de nueva construcción son sometidos a una larga serie de mediciones alternadas con severas pruebas de durabilidad y de carga, que se repiten hasta que tras una precisa puesta a punto, se alcanzan los resultados previstos en el proyecto.

En este capítulo presentamos un banco de pruebas muy sencillo y de gran utilidad para llevar a cabo trabajos de este tipo, provisto de todos los utillajes necesarios para la prueba de motores de arranque.

Las pruebas principales son las que sirven para obtener los valores relativos del motor de arranque, verificación del motor en vacío y con carga, determinación de la corriente, determinación de la potencia desarrollada, el torque, y los diferentes rendimientos.

3.1.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.

El desarrollo de la tecnología permite crear comprobadores de componentes vehiculares, los cuales le brindan al personal de servicio de mantenimiento una forma técnica y apropiada de realizar las comprobaciones.

Con el motor de arranque separado del vehículo pueden realizarse dos ensayos: el denominado en: en vacío y el ensayo con carga. Estos dos ensayos son mas generalrn utilizados por los reconstructores de motores de arranque. Los cuales se pretenden satisfacer mediante el diseño y construcción de un comprobador de motores de arranque.

3.1.2. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar y construir un banco de pruebas del motor de arranque para comprobar el funcionamiento en vacío y bajo carga.

3.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los tipos y sistemas de arranque existentes en el mercado.
- Realizar pruebas de comprobación de motores de arranque en vacío y con carga.
- Seleccionar los elementos eléctricos y mecánicos necesarios para la construcción del banco de pruebas, los mismos que sean de fácil adquisición en el mercado.
- Construir los acoples necesarios para el montaje de motores de arranque de vehículos.

3.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES PARA EL BANCO DE PRUEBAS.

3.2.1. MOTOR DE ARRANQUE

Existen diferentes tipos de arranque que pueden ser utilizados en el diseño de este banco de pruebas, pero por la gran cantidad de vehículos Toyota que existen en el mercado, y la fácil adquisición del mismo, se concluyo la utilización de un motor de arranque de la marca Toyota Stout.

Para este banco de pruebas se ha seleccionado un motor de arranque TOYOTA Stout 28100 – 23010 que tiene las siguientes características.

1 Poder Máximo:	1.04 Kw
2 Torque Máximo:	10 Nm
3 Amperaje Máximo:	400 Amp.
4 Resistencia:	7.00 mohm.
5 Voltaje de operación:	12 V



Figura 3.1. Motor de arranque TOYOTA Stout 28100 – 23010

En este banco de pruebas también se puede realizar pruebas a los motores de arranque de las marcas Honda y Mazda por tener el mismo número de dientes del piñón de engrane, siendo este muy importante para que se pueda engranar con la corona, de lo contrario no se podría efectuar el engrane y se produciría daños del mismo.

3.2.2. VOLANTE CON CORONA DENTADA.

El cigüeñal lleva acoplado en un extremo un disco de gran peso que esta fijado en el mediante tornillos fuera del cárter, su función es regular el funcionamiento del motor (vencer los puntos muertos y la compresión de gases), en su parte exterior lleva una corona dentada que sirve para que engrane el piñón del motor de arranque.

Para este banco de pruebas, es necesario utilizar un volante de inercia de la misma marca Toyota con el fin de que el engrane sea el correcto, ya que de lo contrario no se produciría el mismo. Este volante de inercia tiene una corona dentada de 122 dientes rectos, un diámetro de 280mm, y un espesor de 25mm.



Figura 3.2. Volante de inercia Toyota Stout

También podría ser usado un volante de inercia de las marcas Mazda y Honda, solo difieren en el número de dientes y el diámetro.

3.2.3. CONJUNTO FRENO DE DISCO.

Se componen de un disco montado sobre el cubo de la rueda, y una mordaza colocada en la parte externa con pastillas de fricción en su interior, de forma que, al aplicar los frenos, las pastillas presionan ambas caras del disco a causa de la presión ejercida por una serie de pistones deslizantes situados en el interior de la mordaza. La mordaza puede ser fija y con dos pistones, uno por cada cara del disco.

En el mercado existe una gran variedad de discos de freno que podrían ser usados para producir carga.

Para este banco de pruebas se previó necesario para producir la carga al volante la utilización de un disco de freno de la marca FIAT UNO por ser un disco de grandes proporciones con gran capacidad de frenado y de muy fácil adquisición.



Figura 3.3. Freno de disco Fiat Uno

3.2.4. MANÓMETRO.

Instrumento de medida que indica la presión de un gas o un líquido encerrado en un circuito o en un sistema. Las unidades de medida empleadas normalmente son bar o kg/cm² y psi. En el automóvil se suelen utilizar para medir la presión de los neumáticos, del aceite o, en el caso de los motores turboalimentados, la presión de sobrealimentación en la admisión.

Para poder medir la presión de frenado es necesario colocar un manómetro de 400 psi ya que mediante las debidas pruebas en el motor de arranque se podría llegar hasta una presión de 70 psi en los motores de arranque gasolina y en el caso de los motores diesel se podría llegar a obtener presiones de hasta 200 psi debido a que la relación de compresión es muy alta.



Figura 3.4. Manómetro.

3.2.5. PINZA AMPERIMÉTRICA.

Es un instrumento que mide la intensidad de corriente en amperios, determinando la carga utilizada en un momento dado.

Se ha seleccionado una pinza amperimétrica SEDCO MS2000G debido a que presta varias utilidades de medición y de fácil manejo.

Es una pinza manual que permite obtener mediciones de voltajes alternos y continuos, corrientes continuas, resistencia, frecuencia, temperatura (°C & °F) y pruebas de continuidad con diferentes cargas de operación.

Tabla III.1 Rangos de Voltaje DC

Rango	Resolución	Apreciación
2 V	1 mV	±0.5% of rdg ± 1 digits
20 V	10 mV	
200V	0.1 V	
1000V	1 V	±1.0% rdg ± 2 digits

Tabla III.2 Rangos de Corriente AC

Rango	Resolución	Apreciación
200 A	0.1 A	±2.0% rdg ±5 digits
2000 A	1 A	< 600A ±2% rdg ±5 digits 600A – 1000 ±3.0% rdg ± 5 digits > 1000A ±3.0% rdg ±15 digits

Tabla III.3 Rangos de Frecuencia

Rango	Resolución	Apreciación
2 KHz	1 Hz	±2.0% rdg ± 5 digits
20 KHz	10 Hz	±1.5% rdg ± 5 digits



Figura 3.5. Pinza amperimétrica

3.2.6. LUZ PILOTO

Es un indicador que permite controlar el funcionamiento correcto del motor de arranque al momento de pulsar el interruptor, indicándonos que la corriente circula adecuadamente por el circuito eléctrico.

La luz verde nos indica la circulación de corriente en el momento de pulsar el interruptor, también indicándonos el estado de carga de la batería.



Figura 3.6. Luz piloto (arranque)

Mientras que la luz roja nos indica la carga que aplicamos al volante de inercia.



Figura 3.7. Luz piloto (carga)

3.2.7. BOMBA DE FRENO

La función de la bomba de freno, es la de convertir o transformar la fuerza mecánica de la presión ejercida por el operador del banco de pruebas sobre el pedal de freno, en presión hidráulica.

Esta presión hidráulica transmitida a través de la cañería y línea del sistema, crea la presión necesaria, para activar el sistema de freno obteniendo la disminución de la velocidad o el detenimiento del volante de inercia.

La bomba puede cumplir con la función siempre y cuando el sistema "no contenga aire".



Figura 3.8. Bomba de freno de un recipiente

3.2.8. RELÉ

Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que queremos controlar.

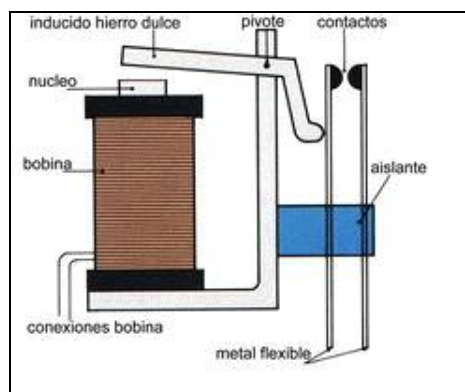


Figura 3.9. Relé Magnético.

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

3.3.1. DIAGRAMA ELÉCTRICO.

Este diagrama proporciona información sobre los puntos de conexión dando la denominación de los bornes del sistema de arranque y la posición de las líneas. Los elementos o unidades eléctricas como el motor de arranque o el solenoide se insinúan marcándolas en líneas de trazo y puntos. Los puntos de conexión se dibujan hacia adentro. Por lo general se prescinde de dibujar los circuitos internos de las unidades, en este caso los antes mencionados. Pero a menudo se hace la excepción con relés e interruptores.

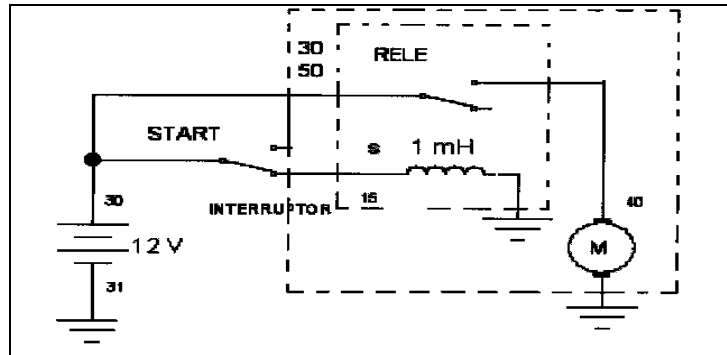


Figura 3.10 Diagrama de conexión del arranque
3.3.2. DIAGRAMA EN FLUJO DESGLOSADO

Es este tipo de diagrama se desglosa el circuito de arranque según los flujos de corriente. Los flujos (líneas) deben trazarse en lo posible en forma recta y sin cruces. Se dibujan también los detalles, el flujo supuesto de (+) hacia (-) se representa con un cierto alineamiento de las unidades o elementos. Por ello a menudo se hace difícil representar en automotores las relaciones mecánicas y la ubicación de numerosas partes.

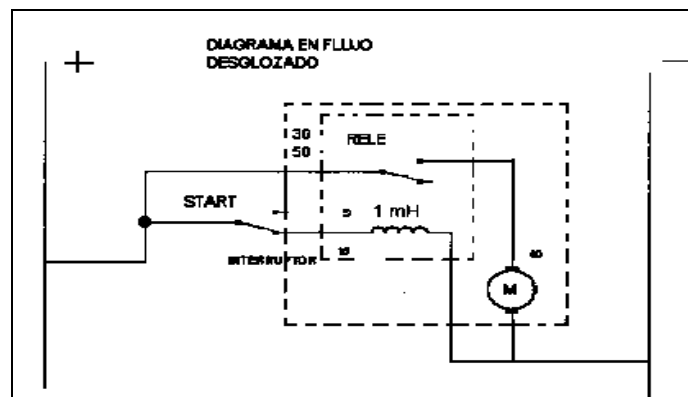


Figura 3.11 Diagrama de flujo desglosado arranque.

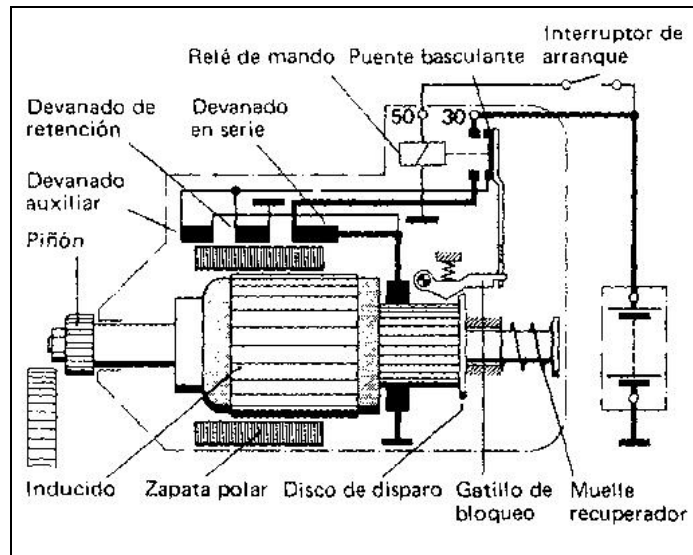


Figura 3.12 Diagrama conexión desglosado del sistema de arranque

3.3.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Las mediciones eléctricas se requieren cuando se instala, opera o repara equipo eléctrico. El multímetro es el medidor más comúnmente usado. Es capaz de medir dos o más cantidades eléctricas. Su construcción puede ser de dos tipos: Analógicos y Digitales.

Un voltímetro es un instrumento que mide voltaje, resistencia y corriente. Tiene un switch selector que se ajusta en CA. cuando se miden voltajes alternos y se posiciona el selector en CD. (CC.) cuando se miden voltajes en corriente directa.

Los multímetros, generalmente, son instrumentos de tipo portátil que se pueden usar para medir en CA. o en CD. Puede medir voltaje (E), corriente (A) y resistencia (Ω).

Para utilizar el multímetro se aplica el siguiente procedimiento:

Se determina la función requerida (voltaje, corriente, resistencia)

Se colocan el rango y/o el switch de función a la cantidad eléctrica y función requerida.

Se ajusta la medición para el máximo valor esperado (se selecciona el rango más alto para lecturas desconocidas).

Se conectar el medidor al circuito, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (asegurarse que la polaridad sea la correcta cuando se mida voltaje o corriente en C.A.).

Leer el valor en el medidor.

Desconectar el medidor del circuito.



Figura 3.13 Multímetro con pinza amperimétrica

3.3.4. EL GROWLER (ZUMBADOR)

En los talleres electromecánicos de reparación de motores eléctricos, el Zumbador (Growler) es un dispositivo muy empleado para la detección de cortos circuitos, contactos a tierra, circuitos abiertos o interrupciones, etc.

En los motores eléctricos, el nombre de Zumbador (Growler en inglés) viene del zumbido característico que emite cuando opera. El fundamento de este dispositivo es el mismo que el de un transformador, es decir, la bobina del zumbador es el primario, por lo que se alimenta de la red (contacto o toma de corriente), y en el rotor o inducido montado sobre el zumbador, se induce un voltaje alterno (Figura 3.12).

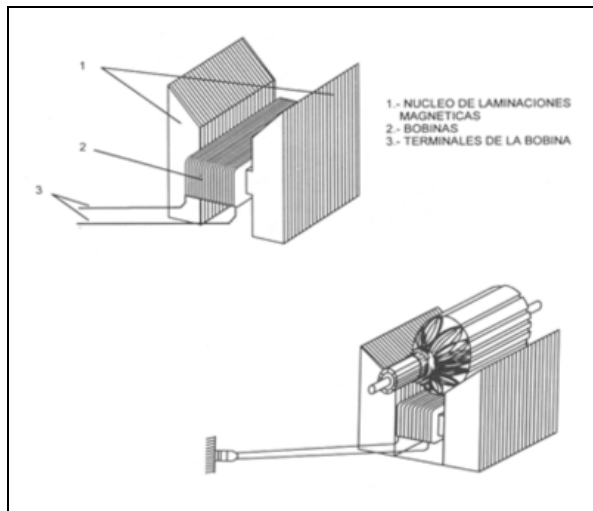


Figura 3.14. Growler

El Zumbador es esencialmente un electroimán con núcleo de laminaciones magnéticas en forma de H. Las terminales de la bobina del electroimán se conectan a 127 V, a través de una clavija a una toma de corriente. Por medio del Growler o Zumbador se pueden detectar:

- 1 Fallas en el devanado de las máquinas
- 2 Cortocircuito en las delgas del conmutador
- 3 Corto circuito entre bobinas
- 4 Contactos a tierra

3.3.5. INTERRUPTOR Y PULSADOR

Debido a la gran variedad de interruptores que se pueden encontrar en el mercado ya sea por su funcionalidad y uso que se le vaya a dar, hemos escogido un interruptor pulsador momentáneo debido a las pruebas que se realizan al motor de arranque no deben exceder de 5 segundos, si excedemos este lapso de tiempo en el momento de arranque podría causar daños en el motor y posibles accidentes al operador, por la gran cantidad de amperaje que circula por el sistema eléctrico.

El interruptor pulsador cuyo elemento de maniobra es un botón, tiene que ser presionado para lograr un cambio en el estado del contacto.



Figura 3.15 Interruptor momentáneo

3.3.6. COMPROBADORES DE CONTINUIDAD

Los óhmetros se conectan a equipos para los cuales queremos determinar su resistencia, luego que hayan sido desconectados de su circuito. El cable rojo del óhmetro se conecta a un extremo de la carga (el lado negativo), y el cable negro se conecta al otro extremo (el positivo) de la carga (bombilla, etc.). Básicamente, estamos cableando el óhmetro en serie con un equipo. La resistencia se mide en un circuito ABIERTO para que NO fluya corriente a través de los equipos, excepto la que viene del óhmetro.



Figura 3.16 Óhmetro

3.3.7. SUMINISTRO DE ENERGÍA

Podemos definir la batería de arranque como aquel aparato, capaz de almacenar energía en forma química para restituirla bajo forma de energía eléctrica, la cual se aprovecha para el servicio combinado de la puesta en marcha y el funcionamiento del motor de combustión interna, además de la iluminación y servicios auxiliares del vehículo.

Estas baterías son de las denominadas reversibles, es decir, una vez

transformada la energía química en eléctrica pueden ser cargadas de nuevo con una corriente continua, haciéndola circular en sentido inverso a la descarga.

Teniendo en cuenta que el motor de arranque necesita de gran cantidad de corriente eléctrica para su correcto funcionamiento y poder realizar las pruebas, es necesario una batería de mínimo 50 amperios, 12 voltios y de 11 placas, ya que esta batería satisface los requerimientos para poder tener un buen funcionamiento del banco de pruebas.



Figura 3.17 Batería Ecuador

3.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

3.4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

El sistema que conforma la estructura de soporte y base principal de apoyo de los distintos elementos del banco, es el marco estructural, el cual está constituido por elementos estructurales, en su mayoría unidos entre sí mediante soldadura. Este marco se apoya sobre ruedas metálicas para fácil traslado del banco.

Considerando aspectos de resistencia y de reducción de flexión de los elementos superiores debida a las fuerzas de reacción de los elementos estructurales bajo la aplicación de carga,

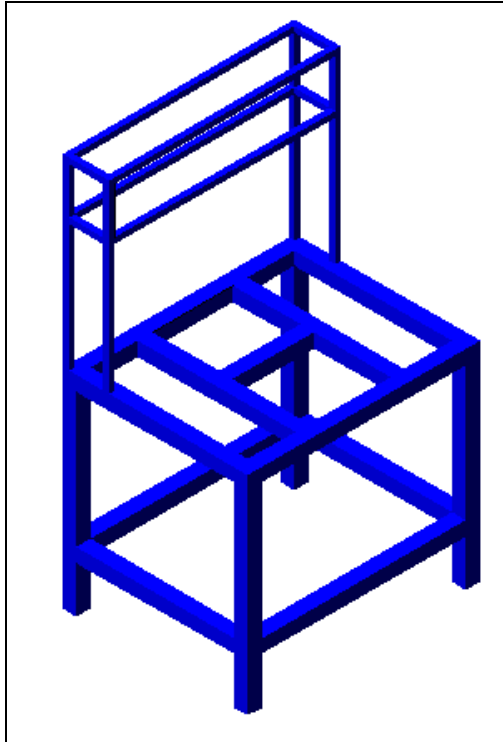


Figura 3.18 Estructura Metálica

3.4.2. BANCADAS Y SOPORTES.

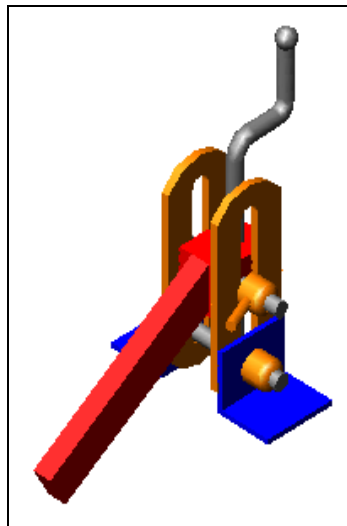


Figura 3.19 Nivelador

3.4.3. DISEÑO DE ACOPLE.

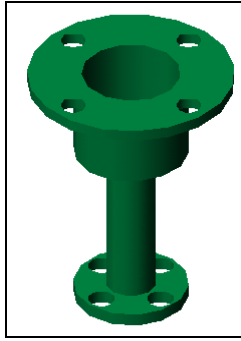


Figura 3.20 Brida de acople principal

Para la realización de este eje se ha escogido un acero AISI 1035 con una resistencia mínima de 81 Kpsi, para poder determinar el esfuerzo flexionante del eje y esfuerzo cortante del mismo debido a la carga que esta sometido por el motor de arranque se realizado los cálculos correspondientes.

$T = \text{Torque}$

$F = \text{Fuerza}$

$d = \text{Distancia}$

$$\boxed{T = F * d} \quad \text{Ec. 8}$$

$$\boxed{F = \frac{T}{d}} \quad \text{Ec. 9}$$

Como el motor de arranque tiene un torque máximo de 10 Nm podemos determinar la fuerza que actúa sobre el eje.

$$F = \frac{10 Nm}{14 cm * \frac{1m}{100 cm}}$$

$$F = 71.43 N$$

Como el eje esta sometido a una combinación de esfuerzos tanto a flexión y torsión, es necesario aplicar la siguiente formula:

$\sigma_{1,2} = \text{Esfuerzo flexionante}$

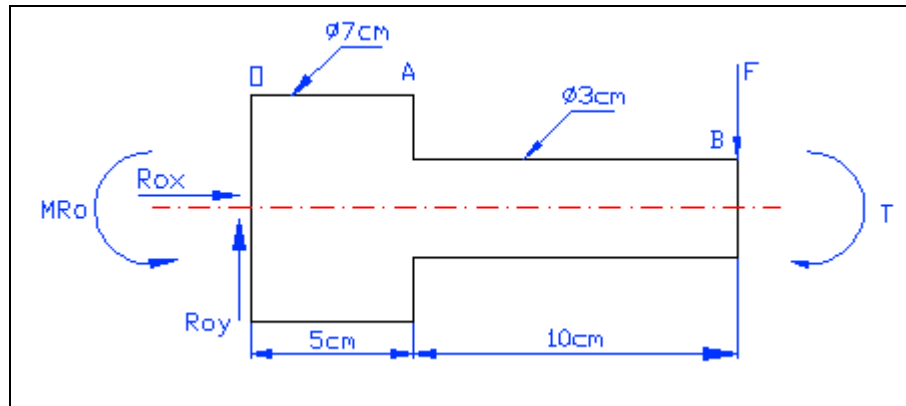
$\lambda_{xy} = \text{Esfuerzo cortante}$

$\sigma_x = \text{Esfuerzo de tracción directa en el sentido x}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \lambda_{xy}^2} \quad \text{Ec. 10}$$

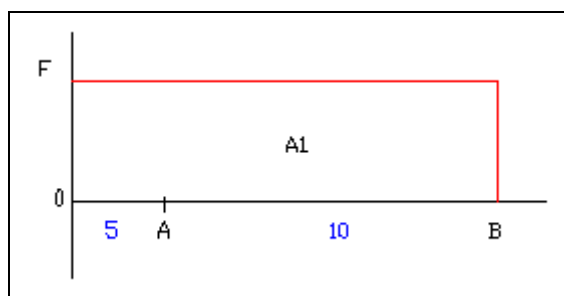
$$\sigma_x = \frac{M_y}{I_x} \quad \text{Ec. 11}$$

$$\lambda_{xy} = \frac{T * d}{J} \quad \text{Ec. 12}$$



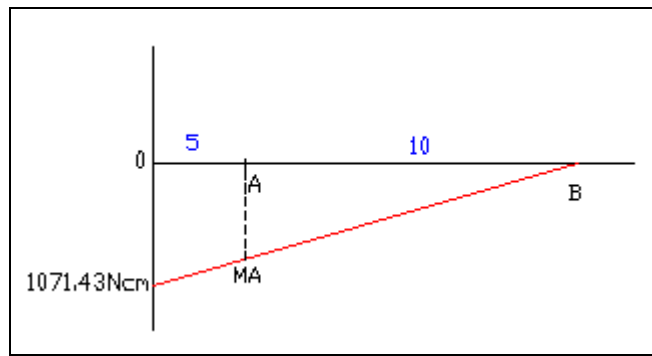
$$\begin{aligned} R_{ox} &= 0 & \sum M_o &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & M_{Ro} - F * (d) &= 0 \\ R_{oy} - F &= 0 & M_{Ro} &= 71.43N * 15cm * \frac{1m}{100cm} \\ R_{oy} &= F & & \\ R_{oy} &= 71.43N & M_{Ro} &= 10.71Nm \end{aligned}$$

DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES:



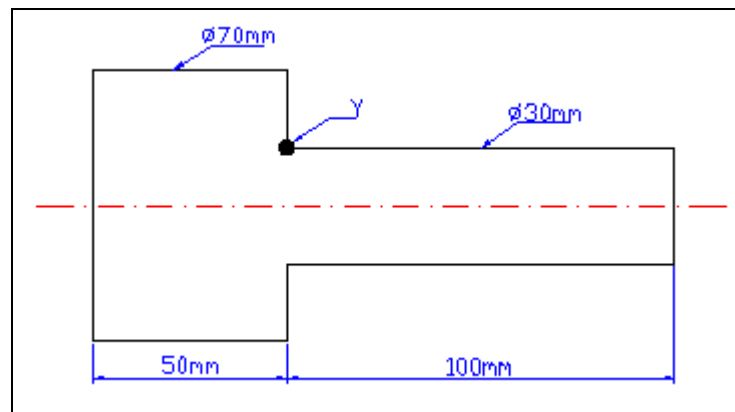
$$\begin{aligned} A_1 &= \left(15cm * \frac{1m}{100cm}\right) * F \\ A_1 &= \left(15cm * \frac{1m}{100cm}\right) * 71.43Nm \\ A_1 &= 10.71Nm \end{aligned}$$

DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES:



$$\frac{M_A}{10.71Nm} = \frac{0.1m}{0.15m}$$

$$M_A = 7.14Nm$$



$$\sigma_x = \frac{M_A * Y}{I_x}$$

$$\lambda_{xy} = \frac{T * d}{J}$$

$$\sigma_x = \frac{7.14Nm * (0.15)m}{\frac{\pi * d^4}{64}}$$

$$\lambda_{xy} = \frac{10Nm * 0.14m}{\frac{\pi * d^4}{32}}$$

$$\sigma_x = \frac{7.14Nm * (0.15)m}{\frac{\pi * (0.03m)^4}{64}}$$

$$\lambda_{xy} = \frac{10Nm * 0.14m}{\frac{\pi * (0.03m)^4}{32}}$$

$$\sigma_x = 26.94 * 10^6 N/m^2$$

$$\lambda_{xy} = 17.60 * 10^6 N/m^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \lambda_{xy}^2}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{26.94 * 10^6 \text{ N/m}^2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{26.94 * 10^6 \text{ N/m}^2}{2}\right)^2 + (7.60 * 10^6 \text{ N/m}^2)^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.94 * 10^6 \text{ N/m}^2}{2} + 22.16 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_1 = 35.63 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{26.94 * 10^6 \text{ N/m}^2}{2} - 22.16 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_2 = -8.69 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}^2 + \tau_2^2 + \tau_1^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(35.63 * 10^6 \text{ N/m}^2 + 8.69 * 10^6 \text{ N/m}^2)^2 + (8.69 * 10^6 \text{ N/m}^2)^2 + (5.63 * 10^6 \text{ N/m}^2)^2}{2}}$$

$$\sigma' = 40.67 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma' = 40.6 \text{ MN/m}^2$$

3.5. MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Cuando se revisan o se montan los conductores de un motor de arranque hay que tener presentes los siguientes requisitos: adoptar todas las precauciones posibles para evitar cortocircuitos o derivaciones a masa.

Todos los conductores deben ser de sección suficiente para transportar la

carga eléctrica sin que se produzca una excesiva caída de tensión. Deben emplearse conductores o cables trenzados, por ser menos propensos a roturas a causa de vibraciones. Deben limpiarse y apretarse todas las juntas y conexiones.

Todos los conductores y cables deben estar sujetos en un número de puntos suficiente para evitar movimientos y desgaste del aislamiento. Deben adoptarse precauciones especiales para evitar los cortocircuitos y las derivaciones a masa.

Para este banco es necesario colocar cables de alimentación de corriente con un espesor mínimo de 10mm, con respecto a los cables de los demás elementos como luz piloto, relé, terminales de prueba de la batería y interruptor pulsador, un cable # 6, con esto conseguimos que fluya la corriente en forma adecuada.

3.6. MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.

Una vez seleccionado todos los elementos necesarios y adecuados para el sistema mecánico del banco de pruebas podemos proceder a su respectivo montaje.

Es necesario unir tanto el volante de inercia con el freno de disco por medio de un acople principal, el extremo del acople principal que sujeta al volante de inercia lleva dos pernos de sujeción # 22 y para el otro extremo del acople principal que va sujeto al disco de frenos es necesario cuatro pernos de sujeción # 19,

La bisagra con acople esta sujeta a la estructura metálica mediante soldadura eléctrica, esta sirve como punto de rotación a todo el conjunto, sujetando al conjunto por medio de un perno de fijación # 24.

La bisagra también nos permite poder controlar la distancia entre los dientes del volante de inercia y el piñón de engrane del motor de arranque por medio de un tornillo que sirve como regulación, que esta sujeto mediante dos placas de guía soldadas a la estructura mediante dos ángulos.

La bomba de freno esta sujeta a un extremo del soporte mediante dos pernos de sujeción # 17, y en el otro extremo esta sujeto el pedal de freno mediante dos pernos de sujeción # 14.

IV. PRUEBAS EN EL BANCO

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detalla las pruebas básicas y necesarias que se puede realizar a un motor de arranque para poder determinar las averías y causas que las generan a las mismas y así encontrar la solución para su correcto funcionamiento.

Si un motor de arranque no funciona, puede ser debido a varias causas, pero antes de proceder a su desmontaje y comprobación hay que asegurarse de que efectivamente es el órgano defectuoso y no la instalación.

La mayoría de las quejas relativas al motor de arranque son realmente problemas de la batería, es decir la batería puede estar parcialmente descargada hasta el punto de no suministrar la suficiente corriente del arranque, el resultado es un lento o nulo arrastre del motor. La dificultad puede ser causada por una conexión incorrecta del sistema del motor de arranque.

Después de haberse cerciorado lo antes mencionado procedemos a realizar las pruebas respectivas de las partes internas del motor de arranque para luego armarlo y comprobarlo en el banco de pruebas.

4.2. PRUEBAS EN VACÍO Y CON CARGA

4.2.1. PRUEBA DE MOTOR EN VACÍO.

La figura 4.1 indica la forma de efectuar las conexiones del motor de arranque para ponerlo en condición de realizar la prueba del motor en vacío, según las instalaciones a las que pertenece el motor de arranque de 12V o 24V respectivamente. Como puede observarse estas conexiones son desde el borne positivo 12V o positivo 24V del banco de pruebas, al borne principal de alimentación del motor de arranque, o sea al relé.¹⁰

El cable de masa debe hallarse conectado al motor de arranque en un lugar donde la masa sea muy segura y apretando fuertemente esta conexión. Esto es, desde luego, muy importante y del todo necesario para que las lecturas eléctricas estén de acuerdo con la realidad, por lo tanto debería sujetarse en una parte sin pintura que esté limpia. Los cables y aparatos de medida del banco de pruebas serán elegidos para poder soportar el amperaje que deberá recorrerlos.

El amperímetro deberá tener 600 A de calibre, he igualmente el interruptor. Los cables deberán ser de un grosor semejante al usado para la batería o sea provistos de una gran sección, que deberá ser como mínimo de 10 mm de diámetro.

Una vez efectuado estas conexiones, y de un modo seguro, se debe proceder a los diversos controles en el motor de arranque, comenzando por la prueba del mismo en vacío.

Para realizar esta prueba se alimenta el motor a su tensión normal. Se mide con un amperímetro la intensidad de la corriente absorbida, y con

¹⁰ CASTRO MIGUEL, Electricidad del automóvil, Segunda edición, Ceac, España, Página # 615

un cuenta revoluciones la velocidad de rotación del inducido, tanto la velocidad de rotación como la corriente deben ser las prescritas por el fabricante.

Después verificamos el comportamiento de las escobillas y también su adaptación correcta al colector, así como la cantidad de chispa que se produce entre ellas y el colector. Verificar después el estado de las conexiones y el estado del electroimán, pues se trata de un conmutador electromagnético.

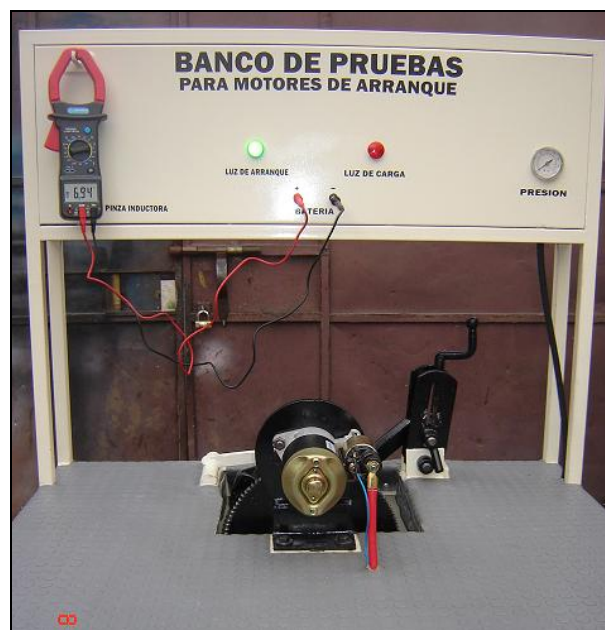


Figura 4.1 Prueba en vacío

4.2.2. PRUEBAS DEL MOTOR DE ARRANQUE BAJO CARGA.

Para realizar esta prueba se monta el motor de arranque junto con un freno de fricción tal como se puede apreciar en la figura 4.2. La corona dentada debe poseer dientes de igual modulo que los del piñón, a fin de que puedan engranar bien. A continuación se cierra el interruptor de arranque y se controla si el piñón ataca regularmente sobre la corona dentada.

También debe controlarse el funcionamiento del motor de arranque bajo carga usando para ello el freno de fricción del siguiente modo, frenar el motor de arranque por medio del pedal de freno que actúa sobre una bomba la cual acciona un freno de disco. En este caso conviene tomar rápidamente nota de los valores indicados en el voltímetro y amperímetro y compararlos con datos proporcionados por el fabricante.



Figura 4.2 Prueba con carga

4.2.3. DATOS APROXIMADOS DE CONTROL DE LOS MOTORES DE ARRANQUE.

Debido a que no siempre se poseen todos los datos exactos proporcionados por el fabricante, vamos a detallar seguidamente una serie de datos que pueden usarse cuando se desconoce el valor proporcionado por el fabricante.¹¹

TABLA IV.1. Datos de control para los motores de arranque

¹¹ CASTRO MIGUEL, Electricidad del automóvil, Segunda edición, Ceac, España, Página # 624

<u>Prueba en vacío.</u>	
Tensión nominal de 24V:	
Velocidad de rotación:	Entre 4000 y 6000 rpm.
Intensidad de la corriente absorbida:	Entre 90 y 100 Amperios
Tensión nominal de 12V:	
Velocidad de rotación:	Entre 3000 y 4000 rpm
Intensidad de la corriente absorbida:	Entre 35 y 45 Amperios
<u>Prueba bajo carga.</u>	
Tensión nominal de 24V:	
Par Máximo: y excepcionalmente:	Entre 6 a 12 mkg
	De 20 a 25 mkg
Intensidad de la corriente absorbida: y excepcionalmente:	Entre 500 y 800 Amperios
	De 1000 a 2000 Amperios
Tensión entre borne: y excepcionalmente:	Entre 10 a 14 Voltios
	De 7 a 10 Voltios
Tensión nominal de 12V:	
Par máximo:	Entre 1.25 a 2.5 mkg
Intensidad de la corriente absorbida:	Entre 200 y 400 Amperios
Tensión entre bornes:	De 7 a 9 Voltios

4.3. DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE.

La cantidad de corriente eléctrica que fluye a través del circuito en la prueba sin carga varía dependiendo del motor de arranque, pero es tanto como

de 200 – 400 Amperios que fluye en algunos motores de arranque. Estar seguro de usar cables gruesos en buen estado.

Colocar firmemente el motor de arranque en la placa de sujeción del banco.



Figura 4.3 Placa de sujeción del motor de arranque

Conectar el cable a tierra de la bobina al Terminal C. Asegurarse que el cable no este haciendo tierra.

Conectar la batería y el amperímetro al motor de arranque como se muestra en la figura.

Comprobar que el motor de arranque gira suavemente y a velocidad constante y que el piñón se mueva hacia fuera.

Colocar que el amperímetro lee la corriente especificada.

Corriente especificada: menos de 50 A a 11 V

Comprobar que el piñón retorna y que el motor se detiene tan pronto como el cable es desconectado del Terminal 50. si el motor no se detiene inmediatamente el freno del inducido esta defectuoso.



Figura 4.4 Determinación de corriente

4.4. DETERMINACIÓN DE POTENCIA.

La forma más simple de calcular la potencia que consume una carga activa o resistiva conectada a un circuito eléctrico es multiplicando el valor de la tensión en voltios (V) aplicada por el valor de la intensidad (I) de la corriente que lo recorre, expresada en amperios. Para realizar ese cálculo matemático se utiliza la siguiente fórmula:¹²

$$P = V * I \quad \text{Ec. 13}$$

El resultado de esa operación matemática para un circuito eléctrico monofásico de corriente directa o de corriente alterna estará dado en watt (W). Por tanto, si sustituimos la “P” que identifica la potencia por su equivalente, es decir, la “W” de watt, tenemos también que: $P = W$, por tanto,

$$W = V * I \quad \text{Ec. 14}$$

Si ahora queremos hallar la intensidad de corriente (I) que fluye por un circuito conociendo la potencia en watt que posee el dispositivo que tiene conectado y la tensión o voltaje aplicada, podemos despejar la fórmula anterior de la siguiente forma y realizar la operación matemática correspondiente:

¹² http://enciclopedia.us.es/index.php/Potencia_el%EA9ctrica

$$I = \frac{W}{V}$$

Ec. 15

4.5. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE.

Antes de empezar a desensamblar el motor de arranque, primero indicar el origen del problema por lo que la prueba de rendimiento es recomendable, puesto que ayuda a acelerar la reparación. También esta prueba es hecha después que el ensamble esta completo asegurándose que el motor de arranque esta funcionando correctamente.

Complete cada prueba tan rápido como sea posible (aproximadamente de 3 a 5 segundos). De otra manera la bobina del motor de arranque podría encenderse.

4.5.1. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN LOS TERMINALES DE LA BATERÍA.

Presione el interruptor de arranque y mida el voltaje en los terminales de la batería.

Estándar: 9.6 V o mayor

Si el voltaje es menor a 9.6 voltios cambie la batería.



Figura 4.5 Voltaje de la batería

NOTA: Si el motor de arranque no funciona o gira lentamente, asegúrese de comprobar primero si la batería esta normal ó no.

Aun si el voltaje de los terminales medido esta en el nivel normal y los terminales sucios o corroídos podrían ocasionar un arranque defectuoso debido al aumento de resistencia, tenga una disminución del voltaje aplicado por la batería al motor de arranque cuando el interruptor de arranque esta pulsado.

4.5.2. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN EL TERMINAL 30

Pulse el interruptor de arranque y mida el voltaje entre el Terminal 30 del arranque y la carcasa.

Estándar: 8.0 V o mayor

Inspeccionar el cable del arrancador para repararlo o cambiarlo si es necesario, si el voltaje es menor de 8.0 V.

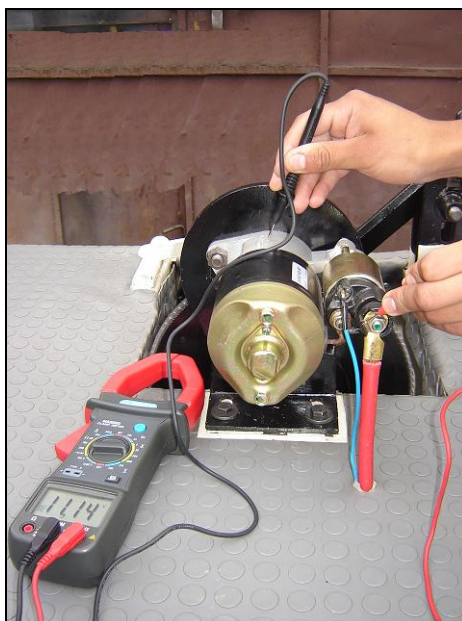


Figura 4.6 Voltaje en el terminal 30

NOTA: La posición y la apariencia del Terminal 30 podrían diferir del tipo de arranque.

4.5.3. COMPRUEBE EL VOLTAJE EN EL TERMINAL 50

Pulse el interruptor de arranque y mida el voltaje entre el Terminal 50 del arranque y la carcasa.¹³

Estándar: 8.0 V o mayor

Si el voltaje es menor a 8.0 V comprobar uno por uno: el fusible, interruptor de arranque, relé del arranque. Reparar o cambiar cualquier pieza que esta dañada.

¹³ TOYOTA MOTOR CORPORATION, Sistema de arranque, Toyota, Japón, Página # 25

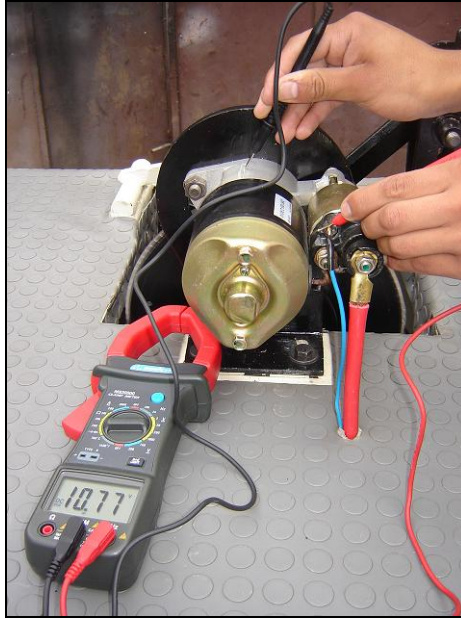


Figura 4.7 Voltaje en el terminal 50

NOTA: La posición y la apariencia del Terminal 50 podría diferir del tipo de arranque.

4.5.4. PRUEBA DE EMPUJE

- a) Desconecte el cable a tierra de la bobina del Terminal C.
- b) Conecte la batería al interruptor magnético como se muestra en la figura, comprobar que el piñón se mueva hacia fuera.

Si el piñón no se mueve hacia fuera, inspeccionar si la bobina de empuje esta dañada, si el embolo esta pegado u otra posible causa.



Figura 4.8 Prueba de empuje del piñón

4.5.5. PRUEBA DE RETENCIÓN

Con la batería conectada como se indica en la figura y con el piñón afuera, desconecte el cable negativo del Terminal C. comprobar que el piñón permanece afuera.

Si el piñón se regresa revisar si la bobina de retención esta dañada, mal contacto a tierra de la bobina de retención u otra posible causa.

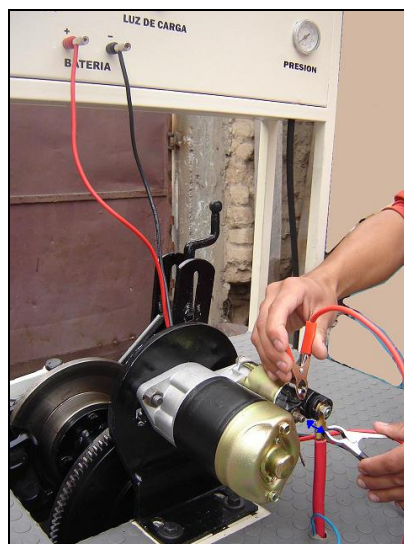


Figura 4.9 Prueba de retención del piñón

4.5.6. PRUEBA DE RETORNO DEL PIÑÓN

Desconectar el cable negativo de la carcasa, compruebe que el

piñón retorna.

Si el piñón no retorna inmediatamente, inspeccionar la fatiga del resorte de retorno, si el embolo esta pegado u otra posible causa.

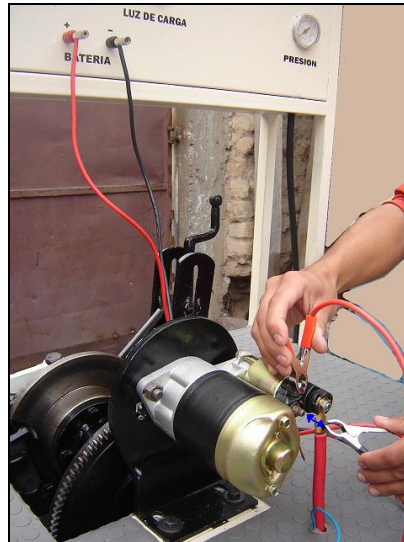


Figura 4.10 Retorno del piñón

4.5.7. COMPROBAR LA HOLGURA DEL PIÑÓN

- 1 Conectar la batería al interruptor magnético como se muestra en la figura.
- 2 Mover el piñón hacia el inducido para aflojarlo, luego medir la holgura entre el piñón y el collar tope.

Holgura estándar: 0.1 – 0.4 mm (0.004 – 0.016 plg)

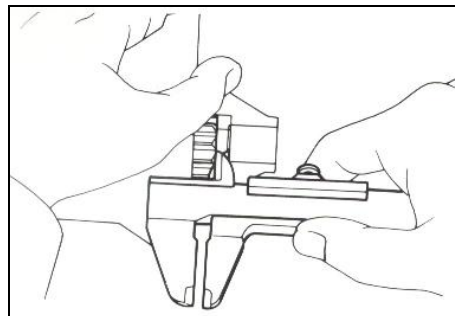


Figura 4.11 Holgura del piñón

4.6. DESMONTAJE.

Desconecte el cable negativo de la batería

Desconecte el cable de la batería y el del interruptor magnético del terminal del motor de arranque

Saque los pernos de montaje del motor de arranque

Desmonte el motor de arranque

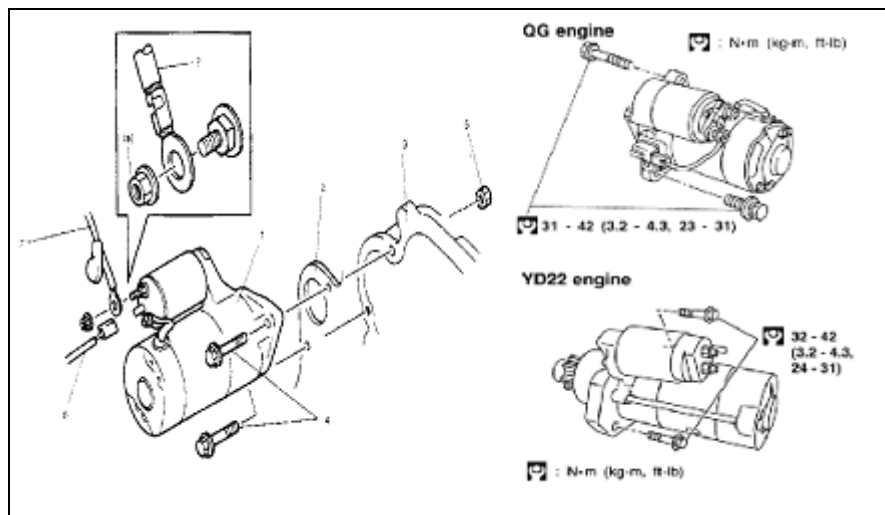


Figura 4.12 Desmontaje del vehículo

- 1 Motor de Arranque,
- 2 Placa superior de la caja de embrague
- 3 Caja de transmisión
- 4 Perno de montaje del motor de arranque
- 5 Tuerca de montaje del motor de arranque
- 6 Cable conductor del interruptor magnético
- 7 Cable de batería

4.7. DESARMADO DEL MOTOR DE ARRANQUE

Quitar las tuercas del relé, y retirar el cable que a este venía conectado. Tras esto, continuamos con los tornillos de sujeción del relé o contactor al soporte lado piñón. Ya desprendido el relé, seguimos el desmontaje, procediendo con la extracción de los tornillos de unión semicuerpo. Además, también se desatornilla una tapita del soporte lado corrector.



Figura 4.13 Motor de arranque desarmado

4.7.1. REMOVER EL MARCO

- 1 Remover los pernos y rodaje de la cubierta.
- 2 Usar un calibrador de espesores para verificar en el eje del inducido la holgura entre la placa fijadora y el armazón final.

Holgura: 0.05 – 0.60 mm (0.0020 – 0.0236 plg.)

Asegurar la medición de la holgura otra vez después que este totalmente ensamblado.



Figura 4.14 Carcasa del motor de arranque

4.7.2. REMOVER EL BENDIX (RUEDA LIBRE).

- 1 Usando un desarmador, golpear en el collar tope.

- 2 Usando un desarmador quitar la arandela.
- 3 Remover el collar tope del eje.

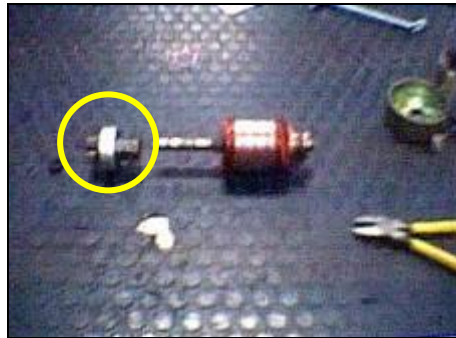


Figura 4.15 Rueda libre

4.7.3. REMOVER LAS ESCOBILLAS Y EL PORTA ESCOBILLA.

- 1 Usando un pedazo de cable de acero separar los resortes de las escobillas y sacarlas del porta escobilla.
- 2 Jalar el porta escobilla del inducido.



Figura 4.16 Escobillas y porta escobillas

4.8. INSPECCIÓN.

4.8.1. BOBINA DE INDUCIDO.

VERIFICAR DERIVACIONES A MASA DEL INDUCIDO

Usando un óhmetro verificar que no hay continuidad en el colector y el centro de la bobina del inducido.

Si hay continuidad, cambiar el inducido.

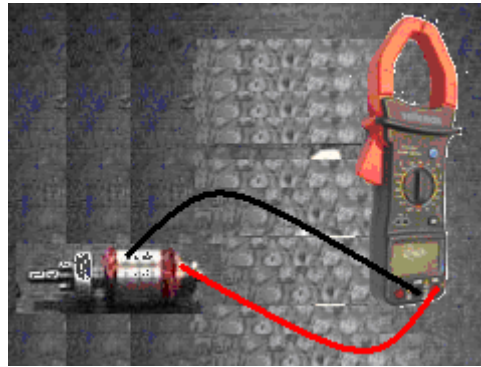


Figura 4.17 Prueba del conmutador sin continuidad

COMPROBAR CONTINUIDAD DEL COLECTOR DEL INDUCIDO

Usando un óhmetro comprobar la continuidad entre los segmentos del conmutador.

Si no hay continuidad entre los segmentos cambiar el inducido.

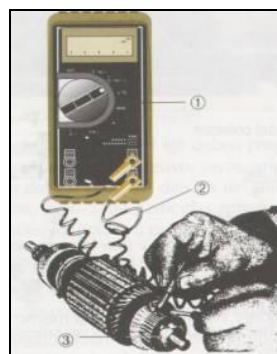


Figura 4.18 Prueba del conmutador con continuidad

4.8.2. COLECTOR

Inspeccionar el colector por si hay suciedad o superficies quemadas.

Si la superficie esta sucia o quemada limpiarla con una lija (Nº 400) o sobre un torno.

Inspeccionar el desgaste del colector.

Desgaste máximo del circulo: 0.4 mm (0.016 plg)

Si el desgaste es mayor que el máximo corregirlo en un torno.

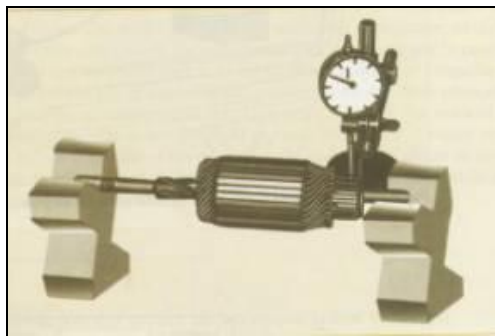


Figura 4.19 Desgaste del colector

Medida del diámetro del colector.

Diámetro estándar: 28 mm (1.10 plg)

Diámetro mínimo: 27 mm (1.06 plg)

Si el diámetro del conmutador es el mínimo cambiar el inducido.

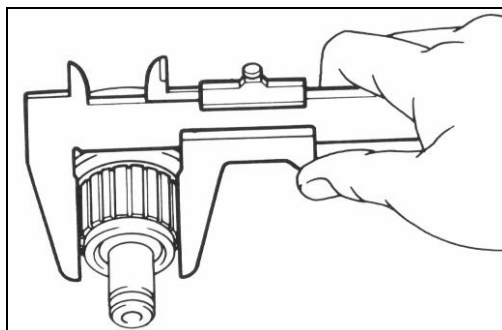


Figura 4.20 Determinación del diámetro del colector

Inspeccionar segmentos.

Inspeccionar que todos los segmentos estén limpios y libres de partículas extrañas.

Profundidad de rebaje estándar: 0.6mm (0.024plg)

Profundidad de rebaje mínimo: 0.2mm (0.008 plg)

Si la oportunidad de rebaje es menor que el mínimo, podemos corregirlo con una hoja de cierra y limar los ángulos.

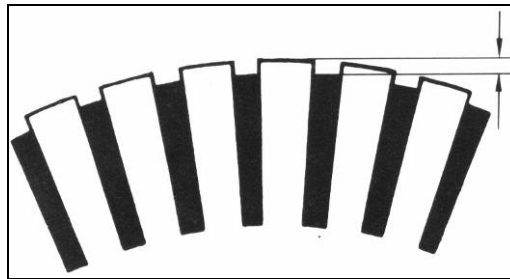


Figura 4.21 Inspección de segmentos

4.8.3. BOBINA DE CAMPO.

Comprobar la bobina de campo en circuito abierto.

Usando un óhmetro comprobar la continuidad entre los canales de las escobillas de la bobina de campo.

Si no hay continuidad, cambiar el armazón de campo.

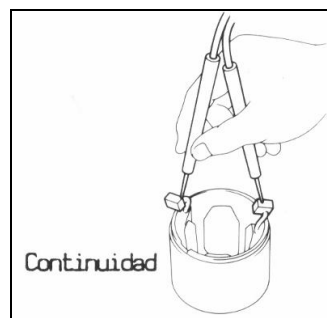
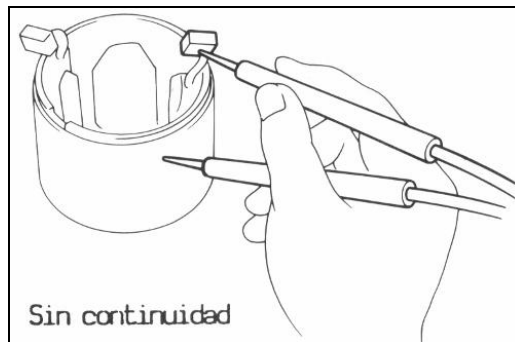


Figura 4.22 Bobina de campo en circuito abierto

Comprobar que la bobina de campo no esta cruzada.

Usando un óhmetro asegurarse que no hay continuidad entre la bobina de campo y el armazón de campo.

Si hay continuidad, cambiar el armazón de campo.



4.23 Bobina de campo en circuito abierto

4.8.4. INTERRUPTOR MAGNÉTICO.

Inspeccionar el embolo.

Empujar el émbolo y soltar. Comprobar si regresa rápidamente a su posición original.

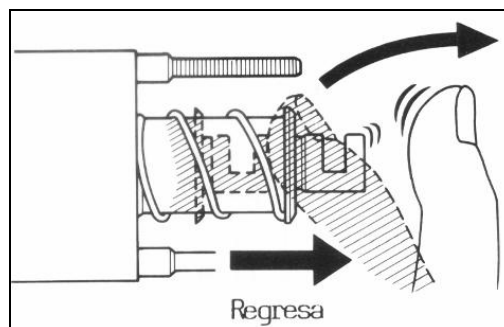


Figura 4.24 Inspección del embolo

Prueba de rendimiento de la bobina de empuje en circuito abierto.

Usando un óhmetro, comprobar la continuidad entre el Terminal 50 y el Terminal C.

Si no hay continuidad cambiar el interruptor magnético.

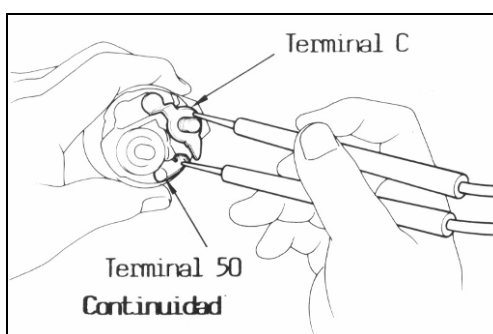


Figura 4.25 Bobina de empuje en circuito abierto

Prueba de rendimiento de la bobina de retención en circuito abierto.

Usando un óhmetro comprobar la continuidad entre el Terminal 50 y el cuerpo.

Si no hay continuidad, cambiar el interruptor magnético.

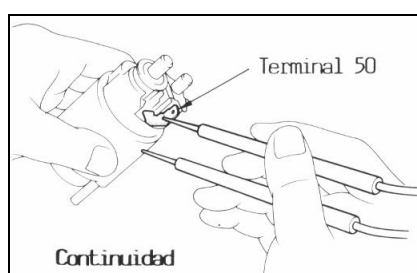


Figura 4.26 Bobina de retención en circuito abierto

4.8.5. RUEDA LIBRE (BENDIX).

Inspeccionar el engranaje del piñón y los dientes.

Inspeccionar los dientes y el engranaje del piñón si tienen algún desgaste. Si están desgastados, cambiarlos y también inspeccionar el volante del engranaje del piñón si está desgastado o dañado.



Figura 4.27 Piñón de engrane

Inspeccionar el BENDIX.

Girar el piñón en sentido horario y comprobar si lo hace libremente. Tratar de girar el piñón en sentido anti-horario y comprobar que se trabe.

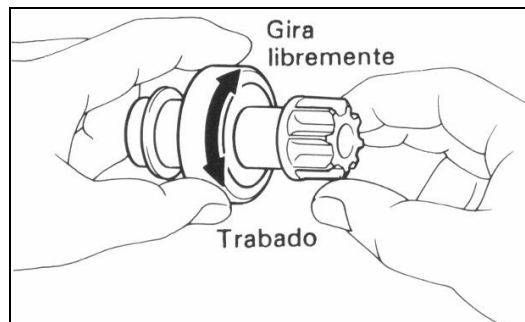


Figura 4.28 Inspección del engrane

4.8.6. ESCOBILLAS.

Medir el largo de las escobillas.

Largo estándar: 16mm (0.63 plg)

Largo mínimo: 10mm (0.39 plg)

Si el largo es menor que el mínimo cambie la brocha y limpie con una lija.

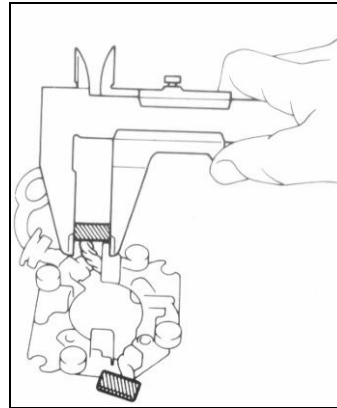


Figura 4.29 Longitud de escobillas

4.8.7. PORTA ESCOBILLAS.

Verificar el aislamiento del porta escobillas.

Usando un óhmetro asegurarse que no hay continuidad entre los porta escobillas positivo y negativo.

Si hay continuidad reparar o cambiar el porta escobillas.

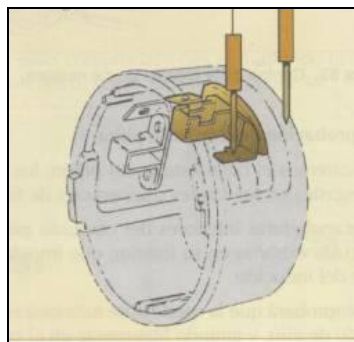


Figura 4.30 Aislamiento del porta escobillas

4.9. ARMADO.

4.9.1. INSTALAR EL EMBRAGUE DEL ARRANQUE DENTRO DEL INDUCIDO.

Colocar un nuevo collar tope en el inducido

Colocar la arandela en la llave allen de 14mm (0.55 plg), luego colocarlo en el canal del eje.

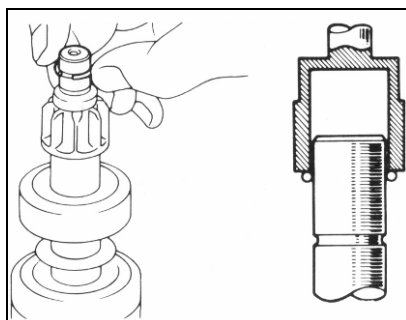


Figura 4.31 Instalación del embrague

Usando un tornillo de banco, cerrar la arandela. Asegúrese que la arandela este instalada en la forma correcta.

Usando un desarmador, golpear el piñón para deslizar el collar tope hasta la arandela.

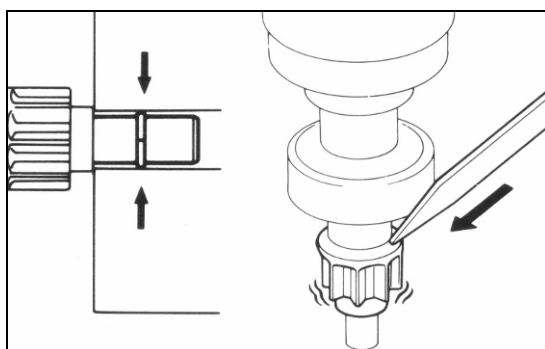


Figura 4.32 Colocación de la arandela

4.10.MANTENIMIENTO.

Puesto que en todos los trabajos que se hagan en las piezas eléctricas del

motor de arranque existe el peligro de un cortocircuito, lo mejor es desconectar el cable de tierra de la batería. En el motor de arranque, se deben observar constantemente las escobillas para determinar las condiciones en que se encuentra y sustituirlas cuando sea necesario. Los colectores se deben examinar para ver si sus superficies se encuentran lisas, limpiarlas con un trapo humedecido en gasolina y secarlos cuidadosamente. La chumacera adyacente al colector esta blindada. El buje, junto al piñón, tiene una boca de lubricación. La lubricación se hace cada 25000 km, con unos 3 cm² de aceite. El piñón y se debe limpiar con una brocha humedecida en gasolina, lubricándolos a continuación con grasa grafitada.

El arranque de un motor se lleva a cabo por medio de un motor eléctrico que transmite un par motor al volante durante el tiempo necesario para que se produzcan las primeras igniciones y el motor comience a funcionar por sí solo.

Los tipos de dispositivos de engranaje difieren, sobre todo, en el modo en que el piñón entra y sale de la cremallera del volante.

El motor de arranque es eléctrico, de corriente principal, que transmite su par motor máximo al hacerse un contacto; de este modo se consigue vencer las grandes resistencias del arranque.

4.10.1 PRECAUCIONES QUE DEBEMOS TOMAR EN CUENTA.

Una falla muy común, en el sistema de arranque de los motores actuales; es el siguiente:

Cuando se activa la llave de encendido para dar el arranque, se escucha un chasquido muy leve, pero el motor de arranque no se activa, haciendo repetir el intento varias veces, hasta lograr que funcione.

La idea inmediata, es que el solenoide del motor de arranque no sirve; luego pensamos, que la batería tiene un corto, o también, creemos,

que el interruptor de la transmisión esta desubicado o fuera de ajuste. Hacemos los cambios, los ajustes; pero el problema se mantiene. En estos casos, no descarte, que este problema lo puede estar originando un corto circuito dentro de la computadora del vehículo (recordemos que los circuitos trabajan en base a resistencia; y esta resistencia puede alterarse, dependiendo del daño y de la temperatura ambiental) no estaría demás, abrir el computador para una inspección visual (Para hacer esta inspección, se necesita tener conocimientos previos).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

Finalizado el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- Se diseñó y construyó un banco de pruebas de motores de arranque para comprobar su funcionamiento tanto en vacío y bajo carga
- Se pudo determinar que existen tres tipos de motores de arranque: motor de arranque tipo solenoide, de imán permanente y motor de arranque con engranaje reductor.
- Se realizó pruebas de comprobación de motores de arranque en vacío y con carga.
- Se seleccionaron los elementos eléctricos y mecánicos necesarios para la construcción de este banco de pruebas los mismos que son de fácil adquisición en el mercado.
- Se construyó y diseñó acoples necesarios para el montaje de motores de arranque de vehículos.
- Las escobillas deben poseer muy baja resistibilidad para poder soportar en el momento de arranque una densidad de corriente eléctrica de 160 a 190 amperios por cm^2 .
- Los motores diesel requieren un par de arranque mayor que los motores de gasolina debido a que los motores diesel poseen relaciones de compresión mucho mayores.

RECOMENDACIONES

- Realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores. Una

conexión defectuosa o la ausencia de ésta, puede poner en peligro la vida de los operarios si se presenta una falla a tierra. Además de ocasionar corrientes de fuga que no son liberadas por el equipo de protección con un dispendio de energía.

- Inspeccionar si existen manchas de oxidación en los terminales de batería para que no existan pérdidas de corriente.
- Mantener en buen estado los portaescobillas, escobillas, conmutadores y anillos colectores en motores de corriente directa. Un asentamiento incorrecto de las escobillas sobre el conmutador en los anillos colectores, provoca sobrecalentamientos y pérdidas de energía.
- Verificar que el recipiente de la bomba de freno tenga el nivel suficiente de líquido para poder funcionar correctamente.
- Mantener bien ajustado y en óptimas condiciones el interruptor de arranque. El mal funcionamiento de este accesorio que se emplea para desconectar el devanado de arranque provoca un sobrecalentamiento en los conductores con una pérdida de energía y en caso extremo la falla del motor.
- Antes de desarmar el motor de arranque, averigüe a simple vista el origen del problema para poder trabajar de forma mas uniforme.
- Realizar un correcto apriete a los pernos de sujeción del motor de arranque, para evitar vibraciones al momento de realizar las pruebas.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alonso Pérez José Manuel, Electricidad del automóvil, Madrid, Paraninfo, 1984.
- Castro Miguel, Electricidad del automóvil: Alimentación y Arranque, Segunda edición, Barcelona, Ceac, 1989.

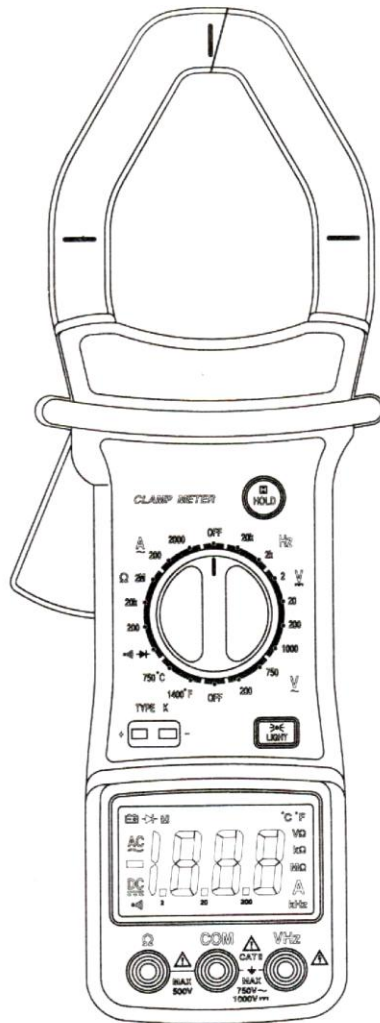
- Crouse William H., Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Sexta edición, México DF, Alfa Omega' Marcombo, 1992.
- Erazo Germán, Apuntes de electricidad del automóvil, ESPE 2006.
- Mott Robert L, Diseño de elementos de máquinas, segunda edición, México DF, Prentice Hall Hispanoamérica, 1995.
- Mott Robert L, Resistencia de materiales aplicada, Tercera edición, México DF, Prentice Hall, 1996.
- Toyota Motor Corporation, Sistema de arranque, Japón, Toyota, 2000
- www.automecanico.com “Motor de Arranque – Marcha- Starter”
- www.iespana.es/mecanicavirtual “Motor de Arranque”

ANEXOS

ANEXO A	
Manual de operación de la pinza amperimétrica.	2/43
ANEXO B	
Especificaciones técnicas del motor de arranque	13/43
ANEXO C	
Datos informativos del motor de arranque	15/43
ANEXO D	
Tabla de averías del motor de arranque	17/43
ANEXO E	
Guías de laboratorio	21/43
ANEXO F	
Planos	43/43

MANUAL DE OPERACIÓN PINZA AMPERIMÉTRICA

OPERATOR'S INSTRUCTION MANUAL



CE

DIGITAL CLAMP METER

SAFETY INFORMATION

The digital clamp meter has been designed according to IEC1010 – 1 and IEC1010 – 2 – 032 concerning safety requirements for electrical measuring instruments and hand – held current clamps with an overvoltage category (CAT II) and pollution 2.

SAFETY SYMBOLS



Important safety information, refer to the operating manual.



Dangerous voltage may be present.



Earth ground.



Double insulation (Protection class II).



The digital clamp meter complies with the requirements of the following European Community Directives: 89/336/EEC (Electromagnetic Compatibility) and 73/23/EEC (Low Voltage) as amended by 93/68/EEC (CE Marking).

However, electrical noise or intense electromagnetic fields in the vicinity of the equipment may disturb the measurement circuit. Measuring instruments will also respond to unwanted signals that may be present within the measurement circuit. Users should exercise care and take appropriate precautions to avoid misleading

SAFETY PRECAUTIONS

Follow all safety and operating instructions to ensure maximum personal safety during the operation and to ensure the meter is used safely and is kept in good operating condition.

- Read these operating instructions thoroughly and completely before operating your meter. Pay particular attention to WARNINGS, which will inform you of potentially dangerous procedures. The instructions in these warnings must be followed.
- Always inspect your meter and test leads for any sign of damage or abnormality before every use. If any abnormal conditions exist (i.e. broken test leads, cracked cases, display not reading, etc.), do not attempt to take any measurements.
- Do not expose the instrument to direct sunlight, extreme temperature or moisture.
- Never ground yourself when taking electrical measurements. Do not touch exposed metal pipes, outlets, fixtures, etc., which might be at ground potential. Keep your body isolated from ground by using dry clothing; rubber shoes, rubber mat, or any approved insulating material.
- You always are careful when working with voltages above 60V dc or 30V ac rms. Keep fingers behind the probe barriers while measuring.
- Never use the meter to measure voltages that might exceed the maximum allowable input value of any function.
- Never touch exposed wiring, connections or any live circuit when attempting to take measurements.


MAINTENANCE

- Before opening the case, always disconnect test leads from all energized circuits.
- Never use the meter unless the back cover is in place and fastened completely.
- Do not use abrasives or solvents on the meter. To clean it using a damp cloth and mild detergent only.
- Qualified and trained service technicians should only perform calibration and repair of the meter.
- Do not attempt calibration or service unless trained and another person capable of rendering first aid and resuscitation is present.

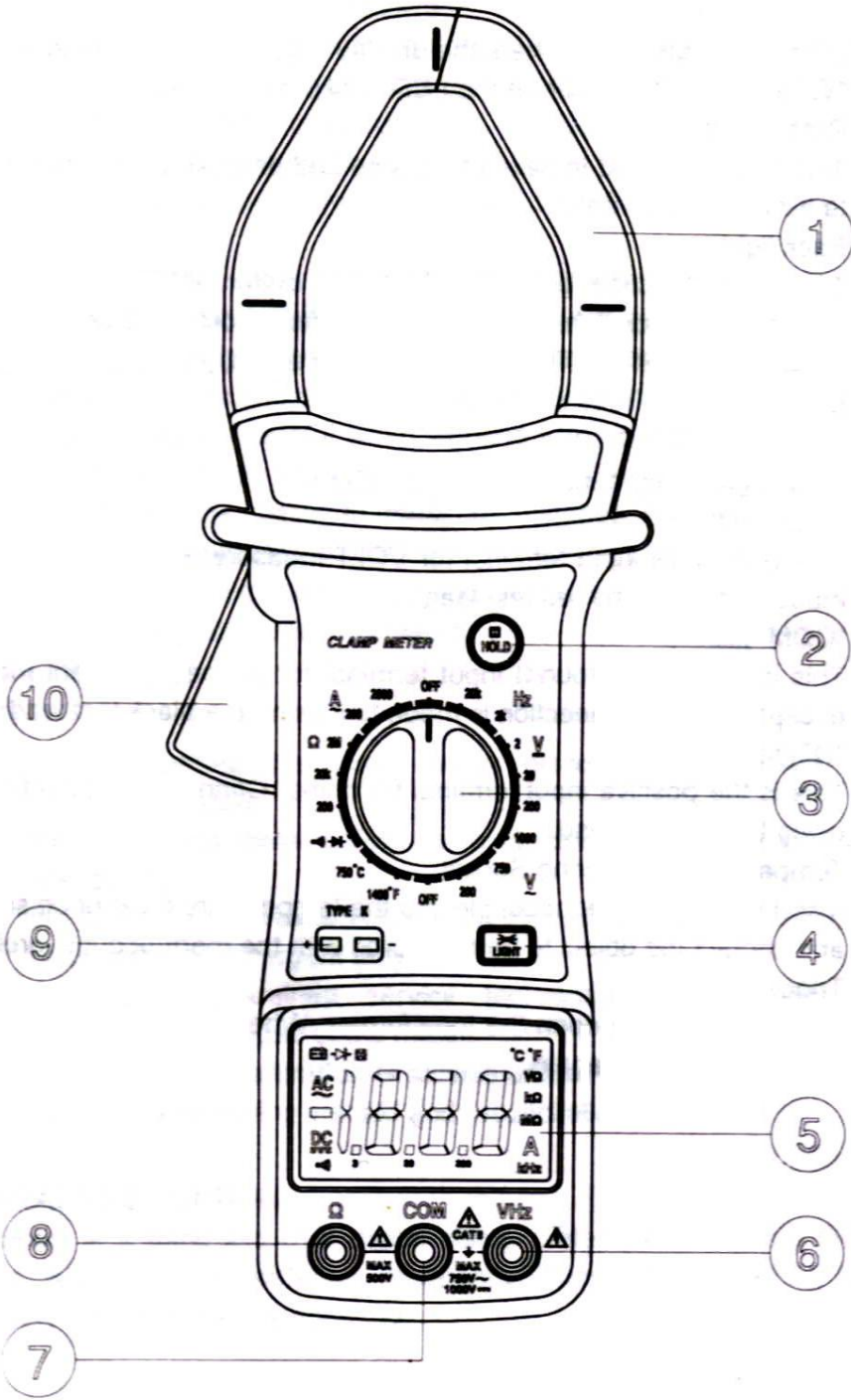
GENERAL DESCRIPTION

The meter is a handheld 3 1/2 digital clamp meter for measuring DC and AC voltage, AC current, Resistance, Frequency, Temperature (°C&°F), Diode and Continuity Test with battery operated.

FRONT PANEL DESCRIPTION

- ① **Transformer jaws**
Pick up the AC current flowing through the conductor.
- ② **Hold button**
When this button is pushed, the display will keep the last reading and “” symbol will appear on the LCD until pushing it again.
- ③ **Rotary switch**
This switch is used to select functions and desired ranges as well as to turn on/off the meter.
- ④ **Back light**
To use this function, press the Back light button. When this button is pushed, the Back light of display is on. After about 3 – 5 seconds, the Back light is self-off. The Back light is on again, just push this button once.
- ⑤ **Display**
3 1/2 digit, 7 segment, 18mm high, LCD.
- ⑥ **“VHz” jack**
This is positive input terminal for VOLT measurements connection is made to it using the red test lead.
- ⑦ **“COM” jack**
This is negative (ground) input terminal for all measurement modes except current. Connection is made to it using the black test lead.
- ⑧ **“Ω” jack**
This is the positive input terminal for ohms. Connection is made to it using the red test lead.
- ⑨ **Temperature Measuring Socket**
Insert a “K” type thermocouple into the temperature measuring socket and contact the object to be measured with the thermocouple probe.
- ⑩ **Trigger**
Press the lever to open the transformer. When the lever is released, the jaws will close again.

CLAMP METER LAYOUT



OPERATING INSTRUCTIONS

DC VOLTAGE MEASUREMENT

1. Connect the red test lead to the "VHz" jack and the black lead to the "COM" jack.
2. Set rotary switch at desired V $\overline{=}$ position.
3. Connect test leads across the source or load being measured.
4. Read voltage value on the LCD display along with the polarity of the red lead connection.

AC VOLTAGE MEASUREMENT

1. Connect the red test lead to "VHz" jack and the black test lead to the "COM" jack.
2. Set the rotary switch at desired V~ position.
3. Connect test leads across the source or load being measured.
4. Read voltage value on the LCD display.

AC CURRENT MEASUREMENT

1. Set the rotary switch at desired A~ position.
2. Press the trigger to open transformer jaw and to clamp one conductor only, making sure that the jaw is firmly closed around the conductor.
3. Read current value on LCD display.

RESISTANCE MEASUREMENT

1. Connect the red test lead to " Ω " jack and black test lead to the "COM" jack. (The polarity of red lead is positive "+".)
2. Set the rotary switch at desired " Ω " range position.
3. Connect test leads across the resistor to be measured and read LCD display.
4. If the resistance being measured is connected to a circuit, turn off power and discharge all capacitors before applying test probes.

NOTE:

1. If the resistance being measured exceeds the maximum value of the range selected or the input is not connected, an overrange indication "1" will be displayed.
2. When checking in-circuit resistance, be sure the circuit under test has all power removed and that all capacitors have been discharged fully.
3. For measuring resistance above $1M\Omega$, the meter may take a few seconds to get stable reading. This is normal for high resistance measurements.

MEASURING TEMPERATURE

1. Set the rotary switch at °C or °F Position. The LCD display will show the current environment temperature.
2. Inserts "K" type thermocouple into the temperature measuring socket on the front panel and contact the object to be measured with the thermocouple probe.
3. Read temperature value on the LCD display.

⚠ WARNING

1. To avoid electric shock, be sure the thermocouple has been removed before changing to another function measurement.
2. Before attempting to insert thermocouple for testing, always be sure that test leads have been disconnected from any measurement circuits.
3. The thermocouple has been removed when making voltage measurements with test leads.

MEASURING FREQUENCY

1. Connect red test lead to the "VHz" jack and the black test to the COM jack.
2. Set the rotary switch at Hz Position.
3. Connect test leads across the source or load under measurement.

NOTE:

1. DO not apply more than 250Vrms to the input.
2. In noisy environment, it is preferable to use shield cable for measuring small signal.

DIODE TEST

1. Connect the red test lead to "Ω" jack and the black test lead to the "COM" jack (The polarity of red lead is positive "+").
2. Set the rotary switch at "→+" position.
3. Connect the red test lead to the anode of the diode to be tested and the black test lead to the cathode of the diode.
4. The approx. forward voltage drop of the diode will be displayed. If the connection is reversed, only figure "1" will be shown.

AUDIBLE CONTINUITY TEST


1. Connect red test lead to "Ω" jack, black test lead to "COM" jack.
2. Set range switch to "•||" position.
3. Connect test leads to two points of circuit to be tested. If continuity exists, built-in buzzer will sound.

SPECIFICATIONS

Accuracy is specified for a period of one year after calibration and at 18°C to 28°C (64°F to 82°F) with relative humidity to 80%.

GENERAL

Maximum voltage between : CAT II 1000V dc or 750V ac rms. (sine)
terminals and earth ground

Display	:LCD, 1999 counts, updates 2-3/ sec.
Polarity indication	:"- "displayed for negative polarity
Overrange Indication	:Only figure "1" on the display
Jaw opening capability	: 55mm (Max conductor size)
Power	:9V battery, NEDA 1604 or IEC 6F22
Low battery indication	:"  " appears on the display
Operating Environment	:0 to 40°C
Storage temperature	:-10°C to 50°C
Temperature coefficient	:0.1 × specified accuracy) / °C (<18°C or >28°C)
Altitude	: 2000m
Size	: 282mm × 104mm × 47mm
Weight	: Approx.570g.

DC VOLTAGE

Range	Resolution	Accuracy
2V	1mV	±0.5% of rdg ± 1 digit
20V	10mV	
200V	0.1V	
1000V	1V	±1.0% of rdg ± 2 digits

Input Impedance: 10MΩ

AC VOLTAGE

Range	Resolution	Accuracy
200V	0.1V	±1.0 % of rdg ± 3 digits
750V	1V	

Input Impedance: 10MΩ

Frequency range: 40Hz to 400Hz.

Response: Average responding, calibrated in rms. of sine wave.

AC CURRENT

Range	Resolution	Accuracy
200A	0.1A	±2.0% of rdg ± 5 digits
2000A	1A	< 600A ±2.0% of rdg ± 5 digits 600A to 1000A ±3.0% of rdg ± 5 digits >1000A ±3.0% of rdg ± 15 digits

Overload Protection: 2200A for 60 seconds maximum.

Frequency range: 50Hz to 60Hz.

RESISTANCE

Range	Resolution	Accuracy
200Ω	0.1Ω	±1.0% of rdg ± 3 digits
20kΩ	10Ω	±1.5% of rdg ± 15 digits
2MΩ	1kΩ	±1.5% of rdg ± 15 digits

TEMPERATURE



Range	Resolution	Test Range	Accuracy
0°C to 750°C	1°C	0°C to 400°C	±1.0% of rdg ± 3digits
		400°C to 750°C	±2.0% of rdg ± 1digit
32°F to 1400°F	1°F	32°F to 752°F	±1.0% of rdg ± 3digits
		752°F to 1400°F	±2.0% of rdg ± 1digit

FREQUENCY

Range	Resolution	Accuracy
2kHz	1Hz	±2.0% of rdg ± 5 digits
20kHz	10Hz	±1.5% of rdg ± 5 digits

Input Limit: 250V ac.


DIODE & CONTINUITY

Range	Description
	Display read approximate forward voltage of diode.
	If continuity exists (about less than 30Ω), built-in buzzer will sound.

REPLACING THE BATTERY

WARNING

Before attempting to open the case of battery, always be sure that test leads have been disconnected from measurement circuits. Close case and tighten screws completely before using the meter to avoid electrical shock hazard.

If  appears on display, it indicates that the battery should be replaced. Use the following procedure to replacing the battery:

1. Disconnect test leads from any live source, turn the rotary switch to OFF, and remove the test leads from the input terminals.
2. The battery cover is secured to the bottom case by a screw. Using a screwdriver, remove the screw from the battery cover and remove the battery cover.
3. Remove battery and replace with a new equivalent 9 volt battery.
4. Replace the battery cover and reinstall the screw.

ACCESSORIES

- Operator's instruction manual
- Set of test leads
- "K" type thermocouple
- 9 volt battery. NEDA 1604 6F22 006P type
- Gift box

CAUTION:

Using this appliance in an environment with a strong radiated radio-frequency electromagnetic field (approximately 3V/m), may influence its measuring accuracy. The accuracy can be reduced to \pm (12% of reading + 6 digits).

DATOS INFORMATIVOS DEL MOTOR DE ARRANQUE

Tensión v: 1 2

Potencia nominal: KW 0,8

Rotación, lado del piñón: a la derecha

Polos: 4

Bobinas del campo de excitación: en serie

Acople: de rueda libre

Comando: electromagnético

Datos para la prueba al banco.

- Prueba de funcionamiento (a 20° C):

Corriente: A 170

Par desarrollado Kgm: 0,41 ± 0,02

Velocidad: rpm 1950 ± 100

Tensión v: 9,5

- Prueba de arranque (a 20° C):

Corriente: A 322

Tensión v: 6,9 ± 0,3

- Prueba en vacío (a 20' C):

Corriente: A </= 25

Tensión v: 11,9

Velocidad: rpm 8000 ± 1000

Control de las características mecánicas.

- Presión de los resortes sobre las escobillas (no desgastadas): Kg 1,15 - 1,30
- Juego axial del inducido: mm 0,1 - 0,5
- Profundidad del rebajado del aislante entre las delgas: mm 1
- Eficiencia de la rueda libre: par estático para arrastrar el piñón en lenta rotación: Kgcm 2

Electromagneto.

- Resistencia del bobinado a 20° C O: 0,39 ± 0,02
- Carrera del contacto: mm 10,77 - 14,33
- Carrera del núcleo: mm 12,5 - 15,3

Lubricación.

Estriado interno y sedes de los bujes de acople..... aceite de motor SAE 10 W

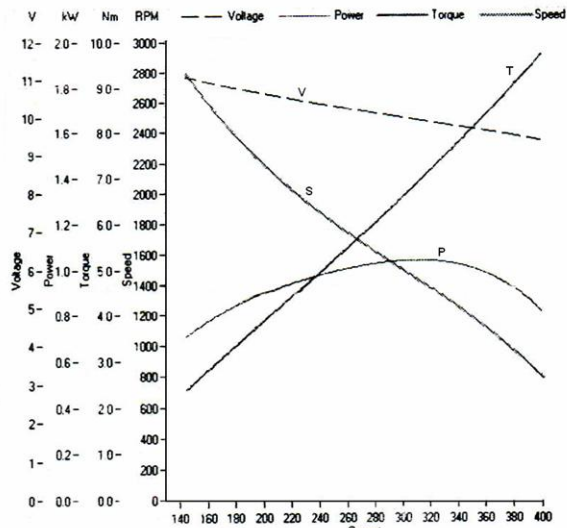
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR DE ARRANQUE

28100-23010

Computer Tested Quality Assured

Starter Typ DD
 Starter Model: ND
 Rated Power: 0.80 kW
 Rated Voltage: 12.00 V
 Max Power: 1.04 kW
 Max Torque: 10 Nm
 Max. Ampere 400 Amp
 Battery Resistance: 7.00mOhms

Motor Performance Curve



Commutator / Brush Ripple Pattern


Test	Parameter:	value	IMIN	IMAX	Status
Free Run Test	Current	63	30	90	
Free Run Test	Speed	5065	3500	8000	
Solenoid Test	Close Test	PASS			
Solenoid Test	Hold Current	10.413	8.000	22.000	
Solenoid Test	Open Test	PASS			
Solenoid Test	Pull Current	31.149	24.000	43.000	
Solenoid Test	Voltage Drop	0.50		0.50	
Starter Test	Current Max	400			
Starter Test	Direction	CW			
Starter Test	Power Max	1040.52			
Starter Test	Ripple Current	14		20	
Starter Test	Torque Max	9.748			
Test Step # 0 At 1000 RPM	Starter Current	376	200	400	
Test Step # 0 At 1000 RPM	Starter Power	933.84			
Test Step # 0 At 1000 RPM	Starter Torque	8.929	5.000		
Test Step # 0 At 1000 RPM	Starter Torque Constant	0.0237			
Test Step # 1 At Maximum Power	Starter Current	311			
Test Step # 1 At Maximum Power	Starter Power	1040.52	700.00		
Test Step # 1 At Maximum Power	Starter Speed	1437			
Test Step # 1 At Maximum Power	Starter Torque	6.920	3.500		
Test Step # 1 At Maximum Power	Starter Torque Constant	0.0223			

TABLA DE AVERÍAS DEL MOTOR DE ARRANQUE

Condición	Posibles causas	Pruebas o corrección
<p>1. No funciona el arranque, las luces continúan brillando</p>	<p>a. Circuito abierto en el interruptor. b. Circuito interrumpido en el motor de arranque. c. Interrupción en el circuito de control. d. Eslabón fusible fundido.</p>	<p>1. Comprobar los contactos del interruptor y las conexiones. 2. Comprobar el colector, escobillas y conexiones. 3. Comprobar el solenoide, relé (si lo hay), interruptor y conexiones. 4. Corregir la causa y reemplazar el eslabón fusible.</p>
<p>2. No funciona el arranque, el alumbrado se debilita considerablemente.</p>	<p>a. Anomalías en el motor del vehículo. b. Batería baja de carga. c. Temperatura muy baja. d. Congelación en los cojinetes del eje; cortocircuito en el motor de arranque.</p>	<p>1. Revisar el motor del vehículo para hallar la anomalía. 2. Comprobar, recargar o sustituir la batería. 3. La batería tiene que estar a plena carga, con el motor del vehículo, cableado y motor de arranque en buen estado. 4. Reparar el motor de arranque.</p>
<p>3. No funciona el arranque, el alumbrado se debilita ligeramente.</p>	<p>a. No engrana el piñón. b. Resistencia excesiva o circuito abierto en el motor de arranque.</p>	<p>1. Reemplazar las piezas. 2. Limpiar el colector, reemplazar escobillas; reparar conexiones defectuosas.</p>
<p>4. No funciona el arranque, el alumbrado se apaga.</p>	<p>a. Conexión defectuosa, probablemente en la batería.</p>	<p>1. Limpiar la abrazadera y el borne; apretar la abrazadera.</p>
<p>5. No funciona el arranque, no se enciende el alumbrado.</p>	<p>a. Batería agotada. b. Circuito abierto.</p>	<p>1. Recargar o sustituir la batería. 2. Limpiar y apretar conexiones; reemplazar el cableado.</p>
<p>6. El motor del vehículo gira lentamente, pero no arranca.</p>	<p>a. Batería descargada. b. Temperatura muy baja. c. Anomalía en el motor de arranque. d. Cables de batería de poca sección o batería insuficiente.</p>	<p>1. Revisar, recargar o sustituir la batería. 2. La batería tiene que estar totalmente cargada, con el motor del vehículo, el cableado y el motor de arranque en buenas condiciones. 3. Comprobar el motor de arranque. 4. Reinstalar cables o batería de características adecuadas.</p>

	<p>e. Avería mecánica en el motor.</p> <p>f. El conductor puede haber agotado la batería intentando arrancar el vehículo.</p>	<p>5. Revisar el motor del vehículo.</p>
<p>7. El motor gira a la velocidad normal de arranque, pero no se pone en marcha.</p>	<p>a. Sistema de encendido en malas condiciones.</p> <p>b. Sistema de alimentación de combustible defectuoso.</p> <p>c. Fugas de aire en el colector de admisión o en el carburador.</p> <p>d. Motor del vehículo en malas condiciones.</p>	<p>1. Probar bujías; verificar el sistema de encendido y puesta a punto.</p> <p>2. Comprobar bomba de combustible, conductos, estrangulador y carburador.</p> <p>3. Apretar fijaciones; reponer las juntas necesarias.</p> <p>4. Verificar la compresión, reglaje de válvulas, etc.</p>
<p>8. El embolo buzo del solenoide rechina.</p>	<p>a. Arrollamiento de retención del solenoide abierto.</p> <p>b. Batería baja de carga.</p>	<p>1. Sustituir el solenoide.</p> <p>2. Cargar la batería</p>
<p>9. El piñón se desacopla lentamente después del arranque.</p>	<p>a. Émbolo buzo agarrotado.</p> <p>b. Acoplamiento de rueda libre agarrotado en el eje del inducido.</p> <p>c. Acoplamiento de rueda libre en mal estado.</p> <p>d. Muelle antagonista de la palanca floja.</p>	<p>1. Limpiar y liberar el embolo buzo.</p> <p>2. Limpiar el eje del inducido y el manguito del acoplamiento.</p> <p>3. Sustituir el acoplamiento.</p> <p>4. Instalar un nuevo muelle.</p>
<p>10. Ruidos anormales.</p>	<p>a. Gemidos agudos durante el arranque.</p> <p>b. Gemidos agudos una vez puesto en marcha el motor y soltada la llave.</p> <p>c. Zumbido o sonido de sirena una vez en marcha el motor pero mientras se halla engranado el arranque.</p> <p>d. Ruido sordo, gruñido o golpeteo cuando el piñón desliza a la posición de paro después del arranque.</p>	<p>1. Juego excesivo entre el piñón y la corona del volante.</p> <p>2. Poco juego entre el piñón y la corona.</p> <p>3. Acoplamiento defectuoso.</p> <p>4. Inducido doblado o desequilibrado.</p>

GUÍAS DE LABORATORIO

 Carrera de Ingeniería Automotriz - ESPE LATACUNGA											
Práctica No. 1											
						Reconocimiento y ubicación de los componentes en el banco de pruebas					

OBJETIVOS:

- Familiariza al operario con los elementos del banco de pruebas.
- Determinar la constitución y el funcionamiento del banco de pruebas para motores de arranque.
- Determinar las medidas de seguridad al usar el banco de pruebas.

EQUIPO NECESARIO:

- Banco de pruebas.
- Guías de laboratorio.
- Diagrama de conexiones.

REVISIÓN TEÓRICA:

PROCEDIMIENTO:

1. Identifique los sistemas del banco.



Banco de pruebas

2. Identificamos los siguientes sistemas:

- Alimentación
- Motor de Arranque
- Medición
- Garga



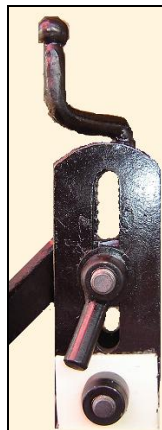
Tablero de conexiones

3. El banco posee una alimentación de 12 voltios DC, la cual se encuentra ubicada en la parte inferior interna del banco.
4. Revise el diagrama de conexión del sistema eléctrico de arranque, elementos conexiones y accionamiento.



Diagrama de conexiones

5. Analice el mecanismo de sujeción del motor de arranque compuesto por los pernos de sujeción y la placa de soporte corredizo.
6. Localice el tornillo de regulación para alinear el motor de arranque con el volante de inercia.



TORNILLO DE REGULACIÓN

Montaje del motor de arranque.

7. Una vez revisado los sistemas procedemos al montaje de un motor de arranque en la placa de soporte.
8. Asegúrese de centrar correctamente al piñón de engrane con el volante de inercia girándolo en la placa de sujeción ya sea a izquierda o derecha.



Alineación del motor

9. Realice el debido apriete a los pernos tanto de la base de la placa como los del motor de arranque.
10. Realice las conexiones respectivas según el diagrama de la práctica que vaya a realizar.

Desmontaje.


11. Proceda de manera inversa al montaje.

NOTA: Este será el procedimiento inicial de las prácticas posteriores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS:

- Diagrame el circuito completo del sistema de arranque.
- Explique el funcionamiento del motor de arranque.
- Enumere los componentes principales de un motor de arranque.

 Carrera de Ingeniería Automotriz - ESPE LATACUNGA											
Práctica No. 2											
						Comprobación de voltajes					

OBJETIVOS:

- Comprobar los voltajes en los terminales de la batería, y en los terminales del motor de arranque.
- Determinar el voltaje necesario para el correcto funcionamiento de un motor de arranque.

EQUIPO NECESARIO:

- Banco de pruebas
- Guías de laboratorio
- Pinza amperimétrica
- Cables de conexión

MARCO TEÓRICO:

Este ensayo mide la caída de tensión del circuito de arranque entre la batería y el motor de arranque. Para realizar este ensayo es preciso un voltímetro que mida tensiones de 0 a 2 voltios. Con el sistema de encendido desactivado realice lo siguiente: gire el motor del vehículo por medio del motor de arranque, luego proceda a la lectura de la caída de tensión entre el terminal aislado de la batería y el borne del motor de arranque.

Una tensión de más de 0.5 voltios indica (en la mayor parte de los vehículos) la existencia de una mala conexión, un cable defectuoso o una resistencia excesiva en los contactos del interruptor magnético o solenoide.

PROCEDIMIENTO:

a) Comprobación del voltaje en los terminales de la batería

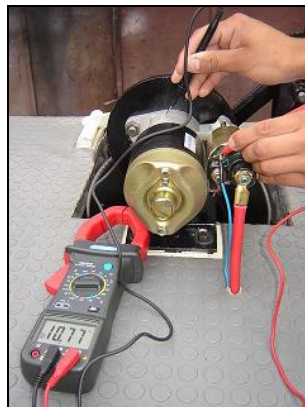
1. Conecte la pinza amperimétrica entre los terminales de la batería y seleccione la escala adecuada para medir voltaje como se indica en la siguiente figura.



2. Pulse el interruptor de arranque del banco de pruebas.
3. Anote el valor obtenido.

Voltaje:.....

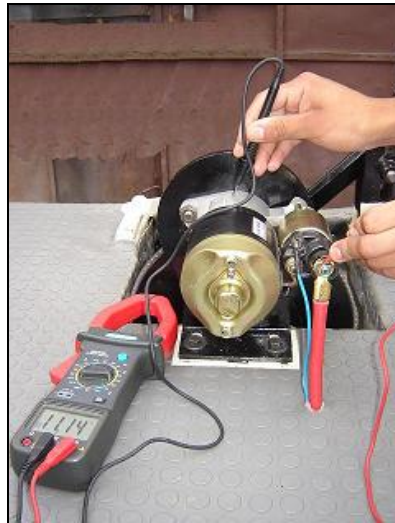
b) Compruebe el voltaje en el terminal 30.



1. Conecte la pinza amperimétrica como se indica en la figura.
2. Pulse el interruptor de arranque del banco de pruebas.
3. Anote el valor obtenido.

Voltaje:.....

c) Compruebe el voltaje en el terminal 50.



1. Conecte la pinza amperimétrica como se indica en la figura.
2. Pulse el interruptor de arranque del banco de pruebas.
3. Anote el valor obtenido.

Voltaje:.....


ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- En el caso (a) si el voltaje es menor a 9.6 V cambie la batería.
- En el caso (b) si el voltaje es menor de 8.0 V inspeccione el cable de alimentación del motor de arranque, para repararlo o cambiarlo si es necesario.
- En el caso (c) si el voltaje es menor de 8.0 V comprobar uno por uno: el fusible, interruptor de arranque, relé. Reparar o cambiar cualquier pieza que esta averiada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS:

- ¿Cuáles son los cuidados que hay que tener con las baterías?
- ¿Explique cual es el rendimiento de una batería?
- ¿Qué precauciones se debe tener en cuenta al realizar estas pruebas?

 Carrera de Ingeniería Automotriz - ESPE LATACUNGA											
Práctica No. 3											
						Prueba del motor de arranque bajo carga					

OBJETIVOS:

1. Determinar el consumo de corriente del motor de arranque de acuerdo a las diferentes cargas que se le aplique.
2. Conocer los diferentes cambios de velocidad al aplicar cargas diferentes.

EQUIPO NECESARIO:

- Banco de pruebas
- Guías de laboratorio
- Diagramas de conexión
- Pinza amperimétrica
- Cables de conexión

REVISIÓN TEÓRICA:

Para realizar esta prueba se monta el motor de arranque junto con un freno de fricción tal como se puede apreciar en la figura. La corona dentada debe poseer dientes de igual modulo que los del piñón, a fin de que puedan engranar bien. A continuación se cierra el interruptor de arranque y se controla si el piñón ataca regularmente sobre la corona dentada.

También debe controlarse el funcionamiento del motor de arranque bajo carga usando para ello el freno de fricción del siguiente modo, frenar el motor de arranque por medio del pedal de freno que actúa sobre una bomba la cual acciona un freno de disco. En este caso conviene tomar rápidamente nota de los valores indicados en el voltímetro y amperímetro y compararlos con datos proporcionados por el fabricante.

PROCEDIMIENTO:

1. Colocamos el motor de arranque en el banco de pruebas.
2. Engranamos con el volante de inercia que tiene el banco, al menos 2/3 partes del dentado del piñón se introducía en la corona, sin que rozara la corona en la campana del piñón. Además, existía una ligera holgura entre corona y piñón, de forma que el engrane sea similar a como tiene lugar sobre el vehículo.
3. Una vez colocado el motor de arranque se le hace funcionar y se va frenando al volante de inercia poco a poco, por medio de un freno de fricción (disco de freno),
4. Con la pinza amperimétrica conectada debidamente y en la escala adecuada, mida el consumo de corriente del motor de arranque



Prueba con carga

5. Anote los valores tomados a diferentes cargas aplicadas.

Carga (Psi)	Amperios (A)
20	
30	

40	
50	
60	
70	

Tabla 1. Consumo de corriente

6. Puede ocurrir durante la prueba que el motor gire lentamente pero consume excesiva corriente.
7. Conecte la pinza amperimétrica como se indica en la figura y en la adecuada escala para medir voltaje aplicando carga.
8. Tome los valores y anote en la tabla 2.

Carga (Psi)	Voltaje (V)
20	
30	
40	
50	
60	
70	

Tabla 2. Consumo de voltaje.

9. En caso de que el motor no pase estas pruebas no debe montarse en el automóvil


ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- De los valores tomados tanto de la tabla 1 y tabla 2 realice una evaluación del estado de arranque.
- Realice el calculo de potencia en KW, HP, CV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS:

- ¿Cuales serían las posibles averías cuando el motor gira lentamente y existe un excesivo consumo de corriente?
- ¿Cuál sería el voltaje mínimo que debe marcar una batería en buen estado al momento de dar arranque?

 Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE LATACUNGA											
Práctica No. 4											
						El Arranque.- Caídas de Tensión					

OBJETIVOS:

- 1 Conocer el sistema de arranque de un vehículo, con sus respectivos elementos.
- 2 Establecer la constitución y como trabaja el sistema eléctrico de arranque en un automotor.
- 3 Medir las diferentes caídas de tensión que se producen en el sistema y en qué influye cada una de ellas en caso de presentarse.

EQUIPO NECESARIO:

- 1 Banco de pruebas
- 2 Motores de arranque.
- 3 Panel eléctrico didáctico.
- 4 Guías de laboratorio
- 5 Diagramas de conexión
- 6 Cables de pruebas.
- 7 Multímetro Automotriz.
- 8 Pinza Inductiva.
- 9 Cámara Digital de ser posible.
- 10 Lija
- 11 Pie de rey.

REVISIÓN TEÓRICA:

Para poner en marcha de los motores de combustión interna, se dispone de un motor eléctrico de corriente continua que entra en funcionamiento desde el interior del vehículo a través de una llave de contacto. Este motor eléctrico realiza el movimiento del motor de combustión hasta que este se pone en marcha por sí solo.

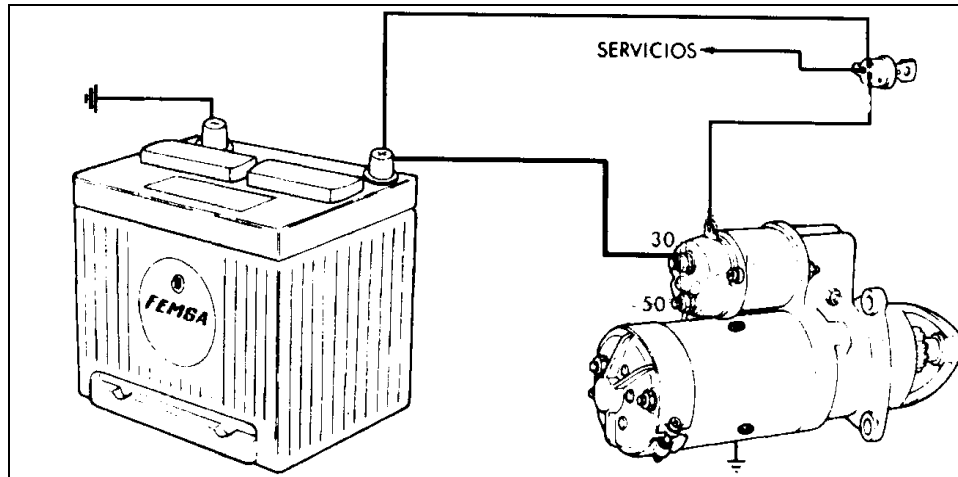


Fig.1 Circuito de conexión del sistema de arranque

PROCEDIMIENTO:

1. Con un voltímetro en la escala apropiada y medición en voltaje continuo, mida el voltaje de la batería (V_{BAT}) entre los bornes 30 y 31, esto antes de poner en marcha el motor de arranque. Anote en la tabla 1.
2. Mantenga el voltímetro conectado en la batería.
3. Pulse el interruptor del banco de pruebas; en los momentos del arranque observe la medida del voltímetro y apunte este valor ($V_{ARRANQUE}$). Esta medida será la caída de voltaje de la batería en el momento del arranque. Observe el valor marcado en el amperímetro ($I_{ARRANQUE}$) y regístrelo en la misma tabla.
4. Desconecte el voltímetro de la posición anterior.
5. Conecte el voltímetro en los plugs #30 del motor de arranque y el # 45 del mismo. Mida la tensión que será el voltaje de funcionamiento del automático del motor de arranque V_{RELE} . Registre este valor.

	VOLTAJE DE BATERÍA	CORRIENTE DE ARRANQUE	VOLTAJE DEL AUTOMÁTICO
APAGADO V_{BAT}		-----	-----
ARRANQUE $V_{ARRANQUE}$			

Tabla 1. Voltajes y corrientes del sistema de arranque


ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- 1 Compare los voltajes medidos V_{BAT} y $V_{ARRANQUE}$. Establezca conclusiones sobre la diferencia. ¿En qué rango de voltaje debe manejarse la batería para proporcionar la mínima carga eléctrica al motor de arranque?
- 2 En que afecta una caída de tensión a un elemento en el circuito?
- 3 En la caída de voltaje entre los contactos del relé o automático, medido, haga su análisis del resultado obtenido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS:

- 1 Diagrame un circuito de arranque con su relé en sus dos posiciones de trabajo.
- 2Cuál es el principio de funcionamiento del motor de arranque?
- 3Cuál es la disposición de conexión del inducido y del inductor en un motor de arranque?
- 4 Los cables conductores en cualquier circuito y en especial en el de arranque deben ser largos o cortos, Por qué?
- 5 Diagrame el circuito de arranque y conecte el multímetro para determinar pruebas de voltaje y resistencia.

 Carrera de Ingeniería Automotriz - ESPE LATACUNGA											
Práctica No. 5											
											El Arranque.- Comprobación y mantenimiento

OBJETIVOS:

- Realizar operaciones de armado y desarmado en el motor de arranque.
- Determinar el estado de cada uno de los componentes del motor de arranque.
- Realizar operaciones de mantenimiento en el arranque.

EQUIPO NECESARIO:

- Banco de pruebas
- Motores de arranque.
- Panel eléctrico didáctico.
- Módulo o guía de capacitación
- Diagramas de conexión
- Cables de pruebas.
- Multímetro Automotriz.
- Pinza Inductiva
- Lija
- Pie de rey.

REVISIÓN TEÓRICA:

Puesto que en todos los trabajos que se hagan en las piezas eléctricas del motor de arranque existe el peligro de un cortocircuito, lo mejor es desconectar el cable de tierra de la batería. En el motor de arranque, se deben observar constantemente las escobillas para determinar las condiciones en que se encuentra y sustituirlas cuando sea necesario. Los colectores se deben examinar para ver si sus superficies se encuentran lisas, limpiarlas con un trapo humedecido en gasolina y secarlos cuidadosamente. La chumacera adyacente al colector esta blindada. El buje, junto al piñón, tiene una boca de lubricación. La lubricación se hace cada 25000 km, con unos 3 cm² de aceite. El piñón y se debe

limpiar con una brocha humedecida en gasolina, lubricándolos a continuación con grasa grafitada.

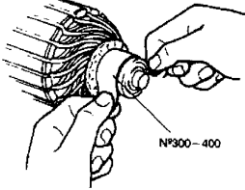
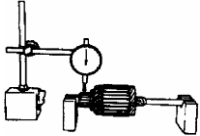
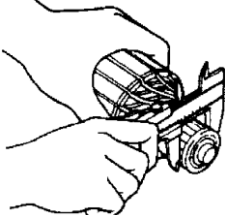
PROCEDIMIENTO:

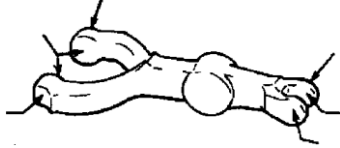
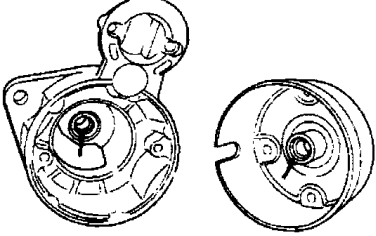
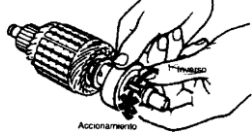
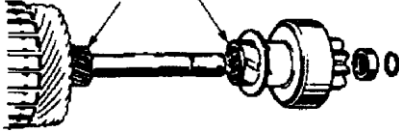
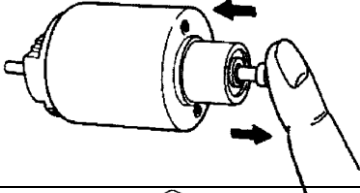
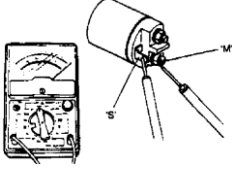
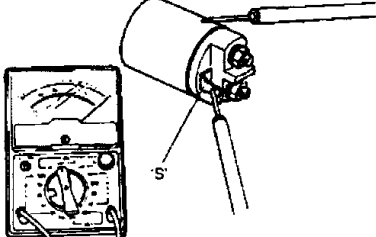
- 1 Una vez desmontado el motor de arranque proceda a desarmar el motor de acuerdo al siguiente orden grafico. (siga el orden del capítulo IV sección 4.6).
- 2 Ponga en orden todos los componentes.
- 3 Realice una fotografía digital del motor de arranque.

Con la ayuda del multímetro realice las comprobaciones eléctricas que a continuación se indican.

En la siguiente tabla grafica indique el nombre de cada una de las pruebas, con los valores que corresponda al motor en prueba. Con la cámara digital, tome las fotos de cada una de las pruebas que se realizan en el motor de arranque.

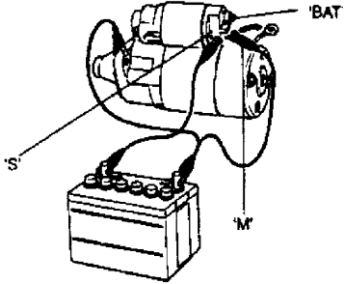
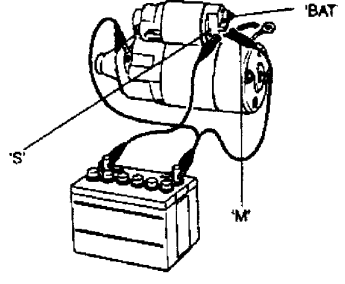
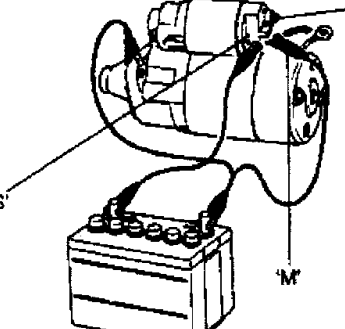
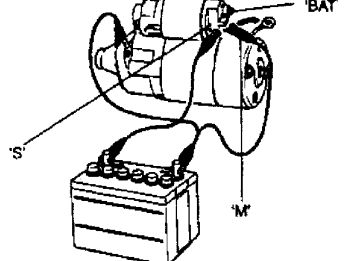
➤ **Inspección**

OPERACIÓN GRAFICA	NOMBRE DE LA PRUEBA	VALORES MEDIDOS	TOLERANCIA PRUEBA REALIZADA. Y esquema eléctrico	ESTADO DEL COMPONENTE Y OBSERVACIONES
				
				
				

1) Prueba de Prestaciones

Cada prueba debe realizarse entre 3 y 5 segundos para evitar que la bobina se quemé.

OPERACIÓN GRAFICA	NOMBRE DE LA PRUEBA	VALORES MEDIDOS TOLERANCIA	ESQUEMA ELÉCTRICO DE CONEXIÓN Y PRUEBA	ESTADO DEL COMPONENTE Y OBSERVACIONES
				
				
	'BAT'			
				

2) Armado

Arme con el procedimiento inverso al desarmado, teniendo en cuenta los siguientes puntos.

- 1 Aplique grasa en las partes que lo requieran.
- 2 Después de terminar el armado realice la "prueba de prestaciones"
- 3 Apriete la tuerca del cable de la batería en el motor de arranque

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

1. Usar simbología normalizada para realizar las conexiones de los circuitos.
2. Con las fotografías realizadas en la cámara digital, realice la tabla de pruebas y las de armado y desarmado del motor de arranque.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS:

1. Explique el funcionamiento del motor activado por horquilla.
2. Explique el funcionamiento del motor de arranque activado por frenos.
3. Indique cada uno de los pasos que se realiza para comprobar un rele.
4. Esquematice eléctricamente un motor de arranque, conecte voltímetros e indique las pruebas que se realizan antes de desmontar el motor de arranque.
5. Calcule la potencia del motor en prueba.
- 6 Calcule la corriente sin carga.
- 7 Que principios y fundamentos debe tener un banco de pruebas para motores de arranque.
- 8 Que operaciones de mantenimiento se realizan en un motor de arranque.
- 9 Cuales son los periodos de pruebas de un motor de arranque.
- 10 Escriba un ejemplo de cálculos de fuerza electromotriz.
- 11 Explique la operación del motor de arranque con imanes permanentes y que disponen trenes epicicloidales para poner en movimiento los motores de combustión interna.

PLANOS

