



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO AUTOMOTRIZ

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS  
MECÁNICAS – ELÉCTRICAS DE MOTORES DE ARRANQUE  
EN DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN A PARTIR  
DE VARIABLES EN ENSAYOS CON CARGA, AMPERAJE,  
RPM Y POTENCIA"

AUTOR: CBOS. DE E. VELA TORRES CRISTIAN DAMIÁN

DIRECTOR: ING. ARELLANO MARCELO

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA TECNOLOGÍA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS MECÁNICAS – ELÉCTRICAS DE MOTORES DE ARRANQUE EN DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN A PARTIR DE VARIABLES EN ENSAYOS CON CARGA, AMPERAJE, RPM Y POTENCIA**" realizado por el señor **CBOS. DE E. CRISTIAN DAMIÁN VELA TORRES**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOS. DE E. CRISTIAN DAMIAN VELA TORRES** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Julio del 2016

-----  
ING. MARCELO ARELLANO  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA TECNOLOGÍA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CBOS. DE E. CRISTIAN DAMIAN VELA TORRES**, con cédula de identidad **0401389358** declaro que este trabajo de titulación "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS MECÁNICAS – ELÉCTRICAS DE MOTORES DE ARRANQUE EN DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN A PARTIR DE VARIABLES EN ENSAYOS CON CARGA, AMPERAJE, RPM Y POTENCIA**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Julio del 2016

---

CBOS. DE E. CRISTIAN DAMIAN VELA TORRES

C.I. 0401389358



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA TECNOLOGÍA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CBOS DE E. CRISTIAN DAMIAN VELA TORRES**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS MECÁNICAS – ELÉCTRICAS DE MOTORES DE ARRANQUE EN DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN A PARTIR DE VARIABLES EN ENSAYOS CON CARGA, AMPERAJE, RPM Y POTENCIA**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Julio del 2016

-----  
CRISTIAN DAMIAN VELA TORRES

C.I. 0401389358

## **DEDICATORIA**

Todo mi esfuerzo está plasmado en este trabajo, que dedico a mis padres Vicente Vela y Beatriz Torres, a mi bella esposa Jesenia Carvajal y a mi adorado hijo Jetzael Vela quienes son pilar fundamental en mi vida diaria, así mismo hermanos Vicente Vela y Alejandra Vela. Quienes son los que festejan mis triunfos y me apoyan en mis derrotas.

Cristian

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a mi Dios todo poderoso por la bendición de guiarme en la culminación de mis estudios.

A mis padres: Vicente y Bachita, a mi esposa a mi hijo y a mis hermanos, quienes me apoyan siempre, están apoyándome u brindándome sus sabias consejos útiles en la vida diaria.

A mis compañeros de la universidad que a lo largo de todo este tiempo hemos compartido muchas experiencias así mismo de cada uno de ellos he aprendido algunas cosas muy importantes para la vida.

A mi amigo y compañero Javier Cárdenas por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo y a lo largo de la vida.

A la Universidad De Las Fuerzas Armadas Espe y a todo el personal de profesores quienes han sabido formar valores y principios en cada una de las asignaturas.

Cristian

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICA DE TABLAS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Introducción.....	5
2.2. Motor de arranque.....	5
2.3. Partes del motor de arranque.....	6

2.3.1. Carcasa.....	7
2.3.2. Inducido .....	9
a. eje	
b. Colector.....	9
c. Tambor .....	10
2.3.3. Tapa portaescobillas .....	10
2.4. Tipos de motores de arranque .....	12
2.4.1. Motor de arranque con acoplamiento de rueda libre con solenoide... 12	
2.4.2. Motor de arranque con engranaje reductor.....	14
2.4.3. Motor de arranque de imanes permanentes .....	15
2.4.4 Motores de arranque para motores diésel .....	16
2.5. Circuito eléctrico.....	16
2.5.1. Resistencia de encendido .....	17
2.5.2 Unión o eslabón fusible.....	18
2.5.3 Sistema serie paralelo .....	18
2.6. Constitución mecánica .....	19
2.6.1. Sistema de fijación .....	19
2.6.2. En vehículos livianos .....	20
2.6.3. En vehículos diésel .....	21
2.7. Constitución eléctrica .....	21
2.7.1. Mandos del motor de arranque .....	22
2.7.2. Sistema de almacenamiento de energía.....	23
2.7.3. Sistemas de protección.....	25
2.7.4. Sistema de seguridad .....	27
2.8. Diagrama de conexión.....	28
2.8.1. Bornes.....	28
2.8.2. Nomenclatura.....	29
2.8.3. Selección de conductores.....	30
2.8.4. Indicadores luminosos y sonoros.....	35
2.9. Diagrama de flujo .....	36



2.9.1. Motores en serie .....	36
2.9.2. Relé .....	37
a. parte electromagnética	
b. Contactos o parte mecánica.....	38
2.9.4. Simulación eléctrica y electrónica .....	39
2.9.5. Sistema de paro o seguridad .....	40
2.9.6. Electromecánico .....	41
CAPÍTULO III .....	42
3. MÓDULO DE PRUEBAS .....	42
3.1. Requerimientos .....	42
3.1.1. Motor de arranque .....	43
3.1.2. Volante con corona dentada .....	43
3.1.3. Bomba De Freno.....	44
3.1.4. Sistema de freno de disco.....	45
3.1.5. Manómetro.....	46
3.2. Diseño mecánico .....	47
3.2.1. Parámetros de diseño .....	51
3.2.2. Diseño de la estructura .....	51
3.2.3. Análisis.....	53
3.3. Diseño eléctrico .....	53
3.3.1. Parámetros eléctricos .....	59
3.3.2. Indicadores .....	60
3.3.3. Construcción .....	61
3.4. Sistema de medición en RPM .....	62
3.4.1. Medición de rpm del Bendix.....	63
3.4.2. Medición de RPM del volante de inercia .....	64
3.5. Manual de operación de operación .....	64
3.6. Guías prácticas para los motores de arranque.....	66
3.6.1. Práctica N° 1 conocer y determinar cada uno de los elementos en el módulo previo a las comprobaciones del motor de arranque.....	66

3.6.2. Práctica N° 2 verificación de los distintos voltajes dentro del motor de arranque.....	67
3.6.3. Práctica 3 Prueba del motor de arranque bajo cargas .....	71
3.6.4. Práctica N° 4 Caída de tensión .....	73
3.7. Instrumentos de medición .....	76
3.7.1. Multímetro .....	76
3.7.2. Pinza amperimétrica .....	77
3.8. Manual de mantenimiento.....	78
3.9. Desmontaje y montaje.....	79
3.9.1. Pruebas al motor de arranque .....	87
3.9.2. Armado del motor de arranque .....	89
3.10. Averías en el motor de arranque .....	90
CAPÍTULO IV.....	92
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
4.1. Conclusiones.....	92
4.2. Recomendaciones.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Partes del motor de arranque.....	7
Figura No. 2.	Inductora o estator .....	7
Figura No. 3.	Bipolar .....	8
Figura No. 4.	Tetrapolar.....	8
Figura No. 5.	Exapolar .....	9
Figura No. 6.	Colector .....	10
Figura No. 7.	Tambor.....	10
Figura No. 8.	Piñón de engrane.....	11
Figura No. 9.	Sección de un motor de arranque. ....	13

Figura No. 10.	Acoplamiento de rueda libre.....	13
Figura No. 11.	Motor de arranque con engranaje de reducción y acoplamiento de rueda libre. ....	15
Figura No. 12.	Motor de arranque de imanes permanentes.....	16
Figura No. 13.	Esquema Eléctrico De Conexión Del Motor De Arranque.....	17
Figura No. 14.	Esquema de un motor de arranque tetrapolar serie-paralelo.....	18
Figura No. 15.	Acoplamiento del Bendix al volante de inercia .....	20
Figura No. 16.	Sistema de fijación vehículo liviano.....	21
Figura No. 17.	Vistas en sección de un motor de arranque.....	22
Figura No. 18.	Batería de acumuladores común en un vehículo. ....	24
Figura No. 19.	Interruptor Magnético .....	25
Figura No. 20.	Diagrama de conexión. ....	28
Figura No. 21.	Algunos tipos de bornes.....	29
Figura No. 22.	Un átomo de cobre.....	31
Figura No. 23.	Un hilo de cobre .....	31
Figura No. 24.	Diversos tipos de cables.....	32
Figura No. 25.	Diagrama de flujo desglosado. ....	36
Figura No. 26.	Motor de arranque con 4 polos y 4 bobinas en serie. ....	37
Figura No. 27.	Relé Magnético. ....	39
Figura No. 28.	Conjunto del motor de arranque.....	39
Figura No. 29.	Simulación electrónica del motor de arranque .....	40
Figura No. 30.	Simulación eléctrica del motor de arranque .....	40
Figura No. 31.	Sistema de paro o seguridad.....	41
Figura No. 32.	Sistema electromecánico con embrague .....	41
Figura No. 33.	Motor de arranque Chevrolet Trooper .....	43
Figura No. 34.	Volante De Inercia Chevrolet Trooper .....	44
Figura No. 35.	Bomba y pedal de Freno .....	45
Figura No. 36.	Sistema de freno de disco .....	46
Figura No. 37.	Manómetro .....	47

Figura No. 38.	Pedal del freno .....	48
Figura No. 39.	Eje de empuje del pistón de la bomba de freno .....	48
Figura No. 40.	Sistema de frenos de disco .....	49
Figura No. 41.	Eje circular que une al volante con el freno.....	50
Figura No. 42.	Base donde fijar al motor de arranque .....	50
Figura No. 43.	Estructura del módulo .....	52
Figura No. 44.	Circuito De Arranque Apagado Con Swich.....	53
Figura No. 45.	Circuito en la posición del swich en accesorios.....	54
Figura No. 46.	Circuito en la posición del swich en ON .....	54
Figura No. 47.	Circuito en la posición del swich en START .....	55
Figura No. 48.	Simulación del bendix .....	56
Figura No. 49.	Partes del solenoide.....	56
Figura No. 50.	Simulación del motor eléctrico.....	57
Figura No. 51.	Simulación del motor de arranque.....	58
Figura No. 52.	Batería.....	59
Figura No. 53.	Cable N° 16 Izq. Cable N° 10 Der. ....	60
Figura No. 54.	Conexión del relé y el swich .....	60
Figura No. 55.	Panel de control de indicadores .....	61
Figura No. 56.	Conexión posterior de los indicadores .....	62
Figura No. 57.	Voltaje .....	68
Figura No. 58.	Terminal 30 .....	69
Figura No. 59.	Terminal 50 .....	70
Figura No. 60.	Pinza. ....	72
Figura No. 61.	Circuito de conexión del sistema de arranque.....	75
Figura No. 62.	Multímetro .....	77
Figura No. 63.	Pinza Amperimétrica .....	78
Figura No. 64.	Motor de arranque.....	80
Figura No. 65.	Tuerca del cable del solenoide.....	80
Figura No. 66.	Desmontaje del solenoide .....	80
Figura No. 67.	Solenoide desmontado.....	81
Figura No. 68.	Desmontaje del motor .....	81
Figura No. 69.	Desmontaje del porta escobillas.....	82

Figura No. 70.	Escobillas. ....	82
Figura No. 71.	Resorte de las escobillas.....	82
Figura No. 72.	Campo magnético. ....	83
Figura No. 73.	Horquilla. ....	83
Figura No. 74.	Armadura.....	83
Figura No. 75.	Seguro del bendix .....	84
Figura No. 76.	Bendix .....	84
Figura No. 77.	Limpiar armadura .....	84
Figura No. 78.	Armadura.....	85
Figura No. 79.	Colector .....	85
Figura No. 80.	Limpieza entre delgas .....	85
Figura No. 81.	Diámetro del colector .....	86
Figura No. 82.	Limpieza del colector.....	86
Figura No. 83.	Dientes del bendix.....	86
Figura No. 84.	Bobina del campo.....	87
Figura No. 85.	Carcasa .....	87
Figura No. 86.	Continuidad en la carcasa .....	88
Figura No. 87.	Continuidad en las delgas .....	88
Figura No. 88.	Continuidad entre conmutador y cuerpo .....	88
Figura No. 89.	Lubricación .....	89
Figura No. 90.	Lubricación de la almadura .....	89
Figura No. 91.	Motor desarmado .....	89

## ÍNDICA DE TABLAS

Tabla No. 1.	Consumo de corriente .....	72
Tabla No. 2.	Consumo de voltaje tabla .....	73
Tabla No. 3.	Voltajes y corrientes del sistema de arranque .....	76
Tabla No. 4.	Averías en el motor de arranque .....	90

## **RESUMEN**

El trabajo de titulación se lo ha desarrollado en base a todo el estudio adquirido en cada asignatura a lo largo de la carrera de tecnología automotriz, para la construcción de un módulo de pruebas para motores de arranque tanto mecánicas y eléctricas, este módulo servirá para relacionar la parte teórica con práctica. Para lo cual se establece el fundamento y la metodología que sustenta el proyecto de titulación, además se recopila toda la información ya sea de libros, artículos científicos y manuales, que va ser parte del marco teórico y servirá de ayuda para el entendimiento del sistema de arranque, lo cual es de vital importancia para realizar la construcción del módulo de pruebas. Una vez comprendido el estudio teórico se inicia con el diseño de la estructura en el programa de solid work, para incorporar un sistema de freno que sustituye el arrastre y carga que sufre el motor de arranque, para posteriormente realizar el armado del sistema con cada uno de los componentes, para finalizar con el análisis de un sistema de arranque de un Trooper en diferentes condiciones de funcionamiento que simulan los escenarios reales y las fallas que se pudieran presentar; obteniendo las conclusiones como también las recomendaciones necesarias.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **MÓDULO DE PRUEBAS**
- **MOTOR DE ARRANQUE**
- **BENDIX**

## **ABSTRACT**

The work titration has developed based on the study acquired in each subject throughout the career of automotive technology for the construction of a test module for engines both mechanical and electrical start, this module equally will serve as a learning aid for students in the race for a greater understanding both theoretical and practical. Chapter I describes all grounded part of why you see this project on the basis of both general and specific objectives that must be fulfilled in the project titration. Chapter II all information either from books, articles, web pages, manuals, which will be part of the theoretical framework and will assist in the understanding of the system boot is going to study and design the module is compiled. Chapter III is where the construction of the test module is done by designing the plans in the program solid work, later to make the assembly of the structure and then each of the systems that contains, in Chapter IV is where it ends indicating everything that has developed during the preparation of work qualifications as well as the necessary recommendations.

### **KEYWORDS:**

- **MODULE TEST**
- **STARTER**
- **BENDIX**



# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

Diseño y construcción de un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque en diferentes condiciones de operación a partir de variables en ensayos con carga, amperaje, rpm y potencia.

### 1.1. Antecedentes

La carrera de tecnología automotriz es de gran importancia en la formación de las nuevas generaciones, intervienen en varios ámbitos, siendo el mantenimiento automotriz uno de los ramales más importantes, ya que un adecuado cuidado del automóvil se refleja en su desempeño y hace posible el excelente funcionamiento del mismo, no solamente en los sistemas mecánicos, sino también en los eléctricos y electrónicos.

La interacción entre la teoría y la práctica que debe tener el futuro tecnólogo se puede reflejar en el manejo de módulos de pruebas, fundamental en el aprendizaje de la industria automotriz para conocer más de cerca los componentes y funcionamiento de los sistemas que conforman el automóvil.

El sistema de arranque en un vehículo, se encuentra en la clasificación de los sistemas primordiales en el funcionamiento de un vehículo ya que es el que da las primeras revoluciones al vehículo y pueda así realizar su combustión y sus diferentes ciclos a partir de estas condiciones. El sistema de arranque facilita al volante de inercia del giro para mover el cigüeñal por ende todas las partes móviles y empiece su funcionamiento.

Los módulos de prueba en aspecto práctico son de vital importancia para tener una interacción más profunda y práctica de cómo es su

funcionamiento, tanto en la parte mecánica como eléctrica, a fin de determinar las condiciones en las que se encuentra trabajando, simulando fallas y soluciones que faciliten el aprendizaje como futuros tecnólogos para la sociedad y brindar un servicio de calidad

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los automotores cuentan con una gran cantidad de sistemas de accionamiento eléctrico, siendo el sistema de arranque uno de los principales, por esta razón se propone un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque a partir de variables de ensayo con carga, amperaje, rpm y potencia.

Los diferentes desarrollos tecnológicos han hecho que estos sistemas sean cada día más complejos por lo que al realizar el diagnóstico se presentan mayores dificultades, ello ha llevado a que existan un sin número de averías que se pueden localizar en los diferentes componentes del sistema de arranque.

Debido a la complejidad de los sistemas se ha establecido pasos y procedimientos que los técnicos automotrices deben seguir para el diagnóstico y solución de los problemas relacionados con los sistemas de control.

## **1.3. Justificación**

Los bancos de pruebas se encargan de cualificar y cuantificar el estado técnico funcional del sistema, realizando ensayos como: variables con carga, amperaje, rpm y potencia, tomando así mediciones precisas y reales. Todo esto en general permitiendo encontrar averías en los diferentes componentes dotando de alta capacidad de entendimiento y diagnóstico de los técnicos automotrices.

Un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque, es una herramienta didáctica de entrenamiento para incursionar en el diagnóstico, muy útil, que servirá para demostrar en la parte práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Tecnología Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías **UGT**, así como ser un referente a las empresas o concesionarios automotrices y talleres pequeños; por tal motivo serán tomados en cuenta todos y cada uno de los componentes que influyen en el funcionamiento del sistema de arranque y al mismo tiempo se contemplarán todos los procesos de verificación y control para el mantenimiento de los motores de arranque para que éstos sean fácilmente realizables y comprobables de manera que pueda ser utilizado por cualquier persona que esté capacitándose en la rama automotriz.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar y construir un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas del motor de arranque para comprobar el funcionamiento a partir de variables en ensayos con carga, amperaje, voltaje y potencia.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer el alcance del proyecto a través de la descripción del mismo para justificar la importancia de un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque en diferentes condiciones de operación a partir de variables en ensayos con carga, amperaje, rpm y potencia.
- Recopilar información sobre los componentes, funcionamiento, tipos y fallas del sistema de arranque para sustentar teóricamente el presente proyecto

- Establecer los elementos necesarios para la construcción de un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque en diferentes condiciones de operación a partir de variables en ensayos con carga, amperaje, rpm y potencia a fin de evitar gastos innecesarios.
- Realizar todas las pruebas necesarias en el sistema de arranque para el análisis y verificación de fallas a partir de ensayos con carga, amperaje, voltaje y potencia.
- Diseñar la estructura como también el sistema de fijación para cada uno de los elementos que van hacer empleados dentro de la construcción del módulo.

### **1.5. Alcance**

Diseño y construcción de un módulo de pruebas mecánicas – eléctricas de motores de arranque en diferentes condiciones de operación a partir de variables en ensayos con carga, amperaje, rpm y potencia, para el laboratorio de la carrera de mecánica automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Introducción

Los motores de combustión interna no pueden arrancar por si solos por lo que necesitan un impulso para lo cual utilizan un motor eléctrico alimentado por la batería y que para ello dispone de un piñón desplazable que engrana con una corona dentada que se encuentra en un volante de inercia del motor térmico.

#### 2.2. Motor de arranque

El componente que da las primeras revoluciones es un motor eléctrico alimentado con corriente continua con imanes de tamaño reducido y que se emplea para facilitar el encendido de los motores de combustión interna. Estos motores eléctricos reciben el nombre en la industria automotriz como motores de arranque de cual se establece que:

“su potencia y en concordancia la capacidad de la batería que lo alimenta es necesaria para vencer las resistencias de arranque del motor térmico se opone, acelerar la transmisión y ayudar a que el motor alcance una elevada velocidad de giro después del encendido”. (Pérez, 1998, pág. 96)

Este par resistente depende de las características del motor térmico y a su vez la velocidad de arranque o la velocidad mínima que se requiere para la formación y aspiración de la mezcla aire - combustible o para que el aire comprimido alcance la temperatura mínima de arranque.

Los campos magnéticos opuesto en el motor de arranque 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 que el inducido comience a girar a través del citado

motor de arranque fluye una corriente muy intensa para que el piñón en su rotación produzca la puesta en marcha del motor del vehículo. Sin embargo, una vez que la corriente, debida a que la rotación del inducido se origina una fuerza contra electromotriz o contra tensión en los conductores del inducido. Al desplazarse un conductor a través de un campo magnético se engendra una tensión en el conductor. Esta tensión, por la rotación del inducido del motor de arranque, está en oposición a la de la batería (CERON, 2006, pág. 25).

Entre mayor sea la velocidad que adquiere el inducido mayor será la fuerza electromotriz. De igual manera el paso de corriente a través del motor de arranque es debido a las diferentes existencias que se puede observar entre la tensión de la batería y la fuerza contra electromotriz serán también baja y por tanto la diferencia de tensión será alta lo que dará lugar al paso de una corriente de intensidad elevada causando un mayor par por ende mayor será el consumo de corriente en el sistema,

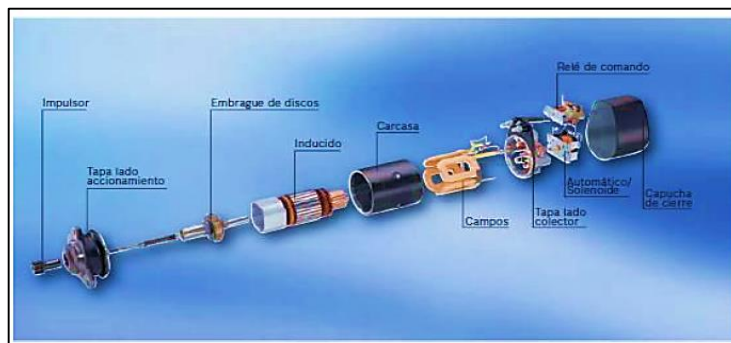
Así mismo los diferentes motores de arranque tienen algunas características en la parte física pero su principio de funcionamiento es el mismo

En cambio, si el inducido gira libremente, tal como ocurre después de haberse puesto en marcha el motor del vehículo, la fuerza contra electromotriz es entonces muy elevada y, por tanto, la diferencia de tensión útil será baja y de poca intensidad la corriente que circula” (CERON, 2006) citado en (Crouse, 2001)

### **2.3. Partes del motor de arranque**

En el motor de arranque se puede observar las siguientes partes que se las puede apreciar en la figura 1:

1. Carcasa,
2. Inducido o rotor,
3. Tapa porta escobillas,
4. Envoltura del bendix,
5. Engranaje
6. Cojinetes de apoyo.



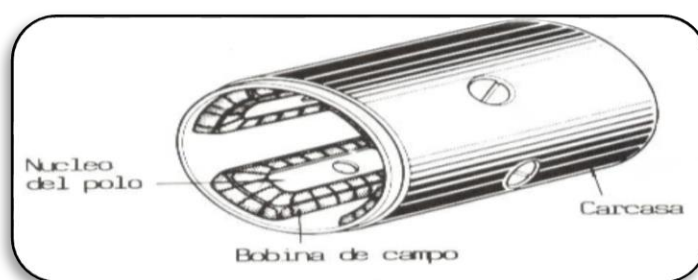
**Figura No. 1. Partes del motor de arranque**

Fuente: (CERON, 2006)

### 2.3.1. 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. 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. (Pérez, 1998, pág. 15)

En la bobina como se puede visualizar en la Figura 2, posee unos hilos de cobre los mismo que realizan una maza que recibe el nombre de inductora o estator.



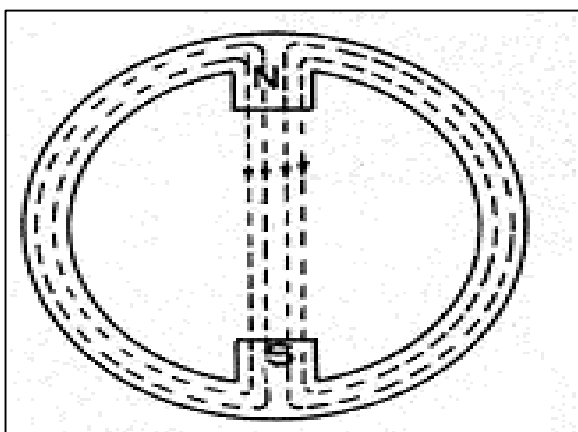
**Figura No. 2. Inductora o estator**

Fuente: (CERON, 2006)

Según (CERON, 2006) explica sobre las bobinas que:

Las bobinas se había habla anteriormente deben ir rodeadas de cinta aislante, para que no haya contacto eléctrico entre ellas y la parte metálica y de la carcasa (masa). Cada inductora forma uno de los polos

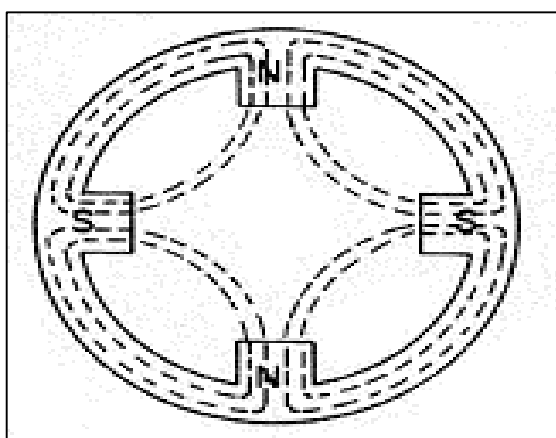
del imán, lo cual se consigue arrollándolas una en sentido contrario de la otra. Al pasar una corriente eléctrica por las bobinas inductoras, estas crean un campo magnético que queda reforzado por el núcleo, en este caso la masa polar, cuyas líneas de fuerza salen de los polos norte y pasan a los polos sur por el exterior y de los polos sur regresan a los polos norte por el interior de la carcasa. En la figura 3, se representa un campo magnético perteneciente a las inductoras de un motor bipolar. (p.18)



**Figura No. 3. Bipolar**

**Fuente:** (CERON, 2006)

En la figura 4, se puede apreciar la representación del campo magnético para un motor tetrapolar.

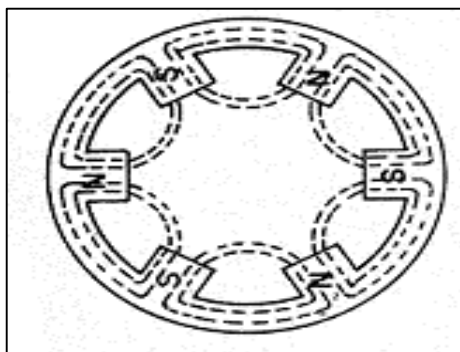


**Figura No. 4. Tetrapolar**

**Fuente:** (CERON, 2006)

En la figura 5, se puede apreciar los campos magnéticos de un motor hexapolar.





**Figura No. 5. Exapolar**

**Fuente:** (CERON, 2006)

### 2.3.2. Inducido

En este elemento se puede apreciar tres partes importantes dentro del mismo como son:

1. Eje
2. Colector
3. Tambor

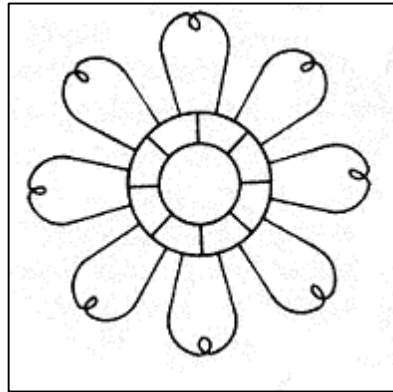
#### a. Eje

“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” (CERON, 2006, pág. 19).

#### b. Colector

Es un anillo de cobre troceado, formando delgas, las cuales van aisladas entre sí 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 6, 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. (CERON, 2006, pág. 19).

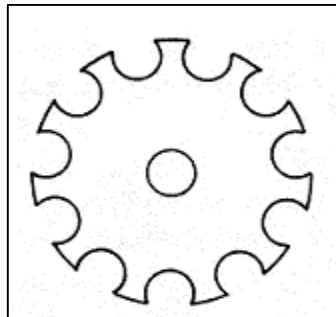


**Figura No. 6. Colector**

**Fuente:** (CERON, 2006)

### **c. Tambor**

Está montado en el inducido haciendo contacto eléctrico con él, está formado por láminas prensadas unas con otras que tienen la forma como se indica en la figura 7 (CERON, 2006, pág. 20).



**Figura No. 7. Tambor**

**Fuente:** (CERON, 2006)

### **2.3.3. Tapa portaescobillas**

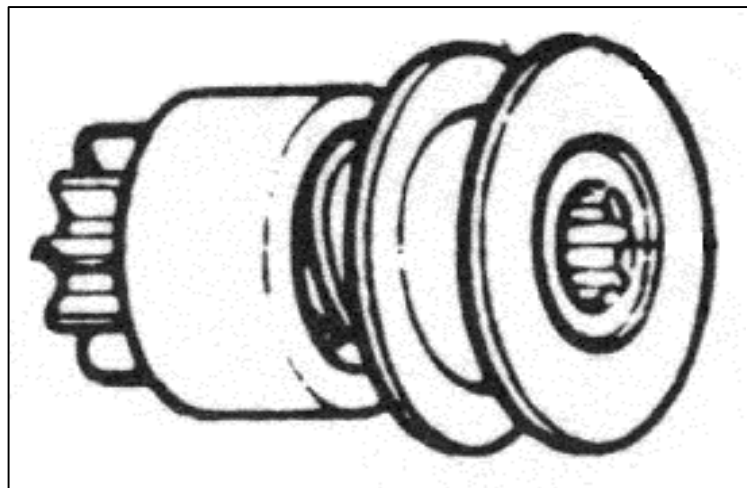
Esta tapa contiene el cojinete donde se apoya el eje del inducido, y lleva además unos alojamientos donde se colocan las escobillas. Estos alojamientos pueden ser de dos o cuatro, según el tipo de motor. Si lleva cuatro, dos de ellos son positivos y están aislados de masa y otros son

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 (CERON, 2006, pág. 21).

#### 2.3.4. Piñón de engrane

“Es un piñón el cual se encuentra montado sobre el inducido que al generar una corriente realiza un campo magnético capaz de poner en funcionamiento una palanca para realizar su movimiento al igual 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 ver Figura 8” (CERON, 2006, pág. 212).



**Figura No. 8. Piñón de engrane**

**Fuente:** (CERON, 2006)

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.

Y así liberar la compresión que ejercen los pistones, es por ello que este sistema tiene un gran consumo de energía capaz de vencer la compresión esto varía según el tipo de motor de combustión.

## **2.4. Tipos de motores de arranque**

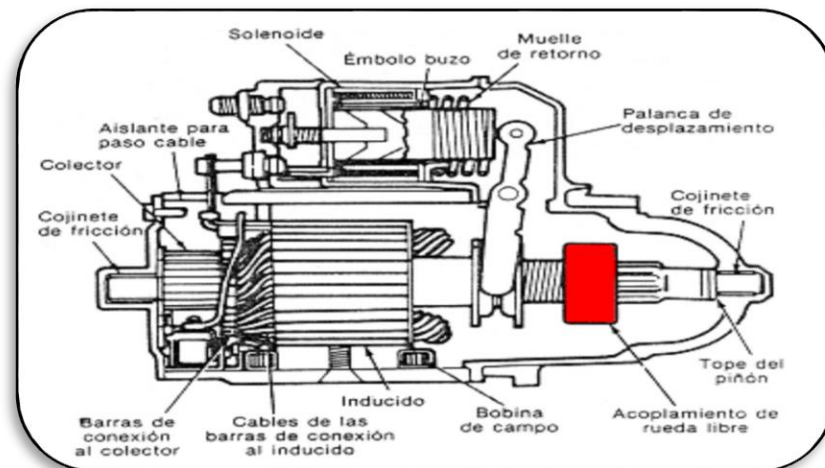
Según (Crouse, 2001) clasifica los tipos de motores de arranque, detallados y descritos cada uno de ellos a continuación:

- Motor de arranque tipo solenoide
- De imán permanente
- Motor de arranque con engranaje reductor
- Motores de arranque para motores diésel

### **2.4.1. Motor de arranque con acoplamiento de rueda libre con solenoide**

Según los estudios de (Crouse, 2001) define al motor de arranque con acoplamiento de rueda libre de la siguiente manera.

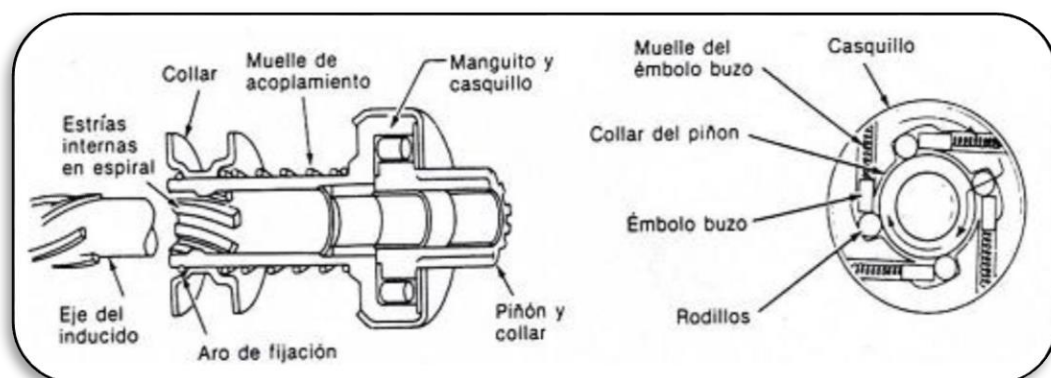
En este tipo de motores de arranque proporciona un positivo de engrane y desengrane del piñón de arranque con la corona del volante. Este acoplamiento hace uso, para conseguir el desplazamiento del piñón, de una palanca que lo hace deslizar a lo largo del eje del inducido mediante un campo magnético e es accionado por una corriente que llega del positivo de la batería. En la mayor parte de vehículos la palanca de desplazamiento es accionada por medio de un solenoide. El acoplamiento de rueda libre ver figura 9, esta 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 y así evitar que pueda romperse los dientes el bendix o a su vez del volante de inercia (p. 72)



**Figura No. 9. Sección de un motor de arranque.**

**Fuente:** (Aficionados a la Mecánica, 2016)

Este sistema de transmisión ver Figura 10, 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 4 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 No. 10. Acoplamiento de rueda libre.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

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 y a su vez puede causar daños en el sistema o quemarse el inducido.

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 10, 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 y evitando que se rompan los dientes del bendix (Crouse, 2001, pág. 75).

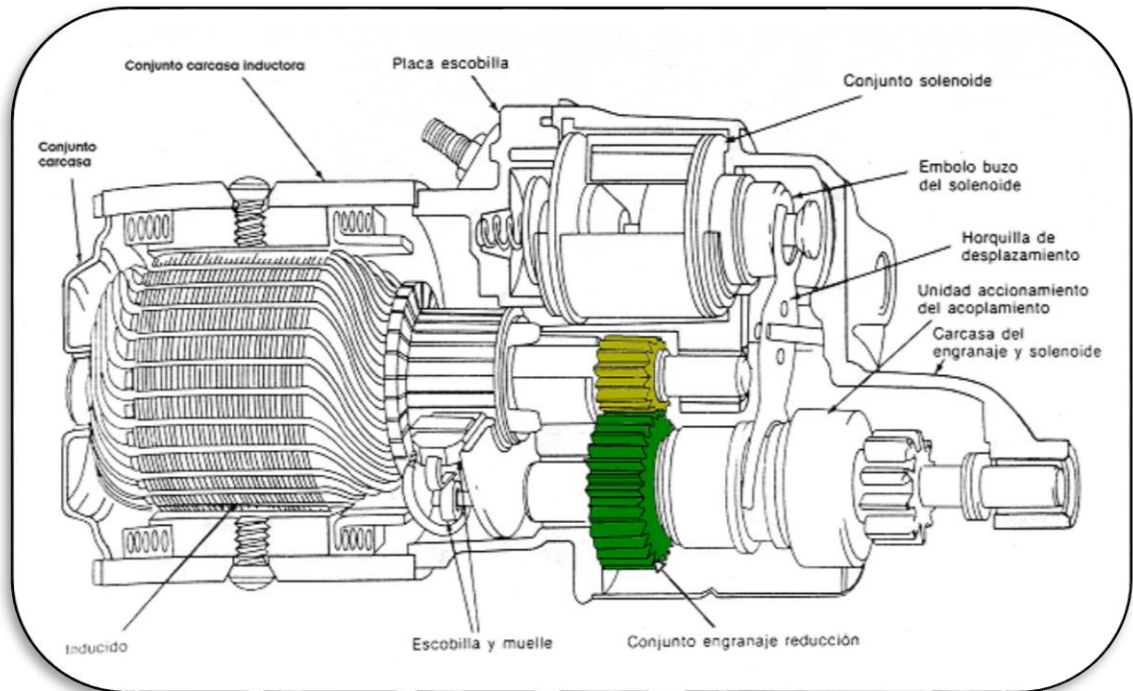
#### **2.4.2. Motor de arranque con engranaje reductor**

Este motor de arranque ver Figura 11, 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 (Crouse, 2001, pág. 78).

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.

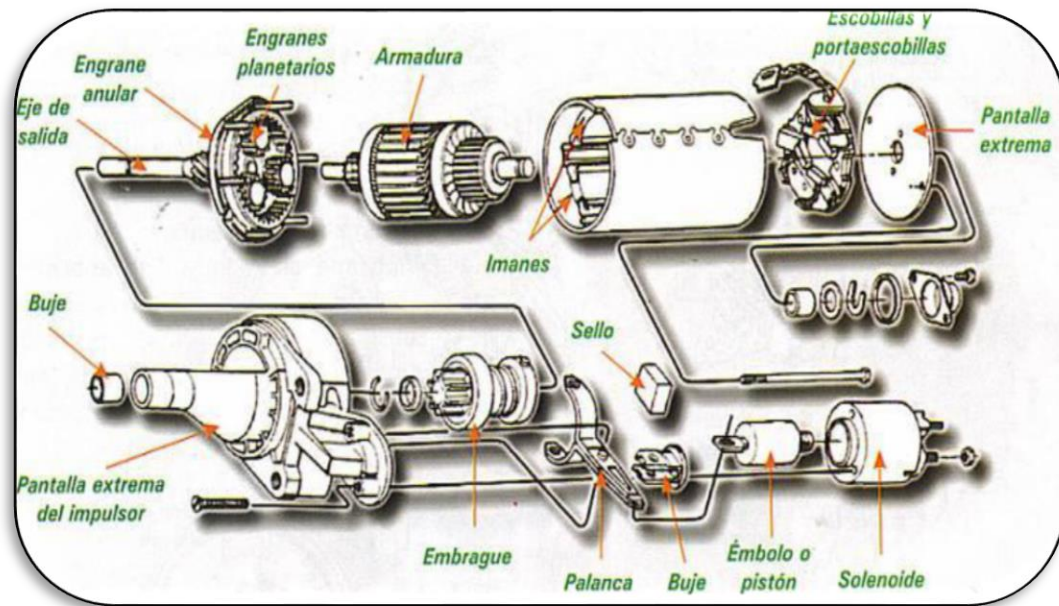


**Figura No. 11. Motor de arranque con engranaje de reducción y acoplamiento de rueda libre.**

**Fuente:** (Aficionados a la Mecánica, 2016)

### 2.4.3. Motor de arranque de imanes permanentes

Los campos del arrancador son imanes permanentes ver figura 12, de potencia que pueden ser utilizados para sustituir los devanados inductores de los motores de arranque. Esta hace que se simplifique el tamaño de estos motores en un sistema de engranajes planetarios proporcionando una reducción de aproximadamente 4,5 a 1. Otra reducción posterior, antes de que se produzca el acoplamiento en la corona del volante de inercia proporcionando así una reducción total de hasta 70 a 1 para q de esta manera una vez puesto en funcionamiento poder desacoplarse con la misma velocidad y evitar daños al motor de arranque (Crouse, 2001, pág. 81).



**Figura No. 12. Motor de arranque de imanes permanentes.**

**Fuente:** (Aficionados a la Mecánica, 2016)

#### 2.4.4 Motores de arranque para motores diésel

Según (Crouse, 2001) describe al motor de arranque para vehículos diésel.

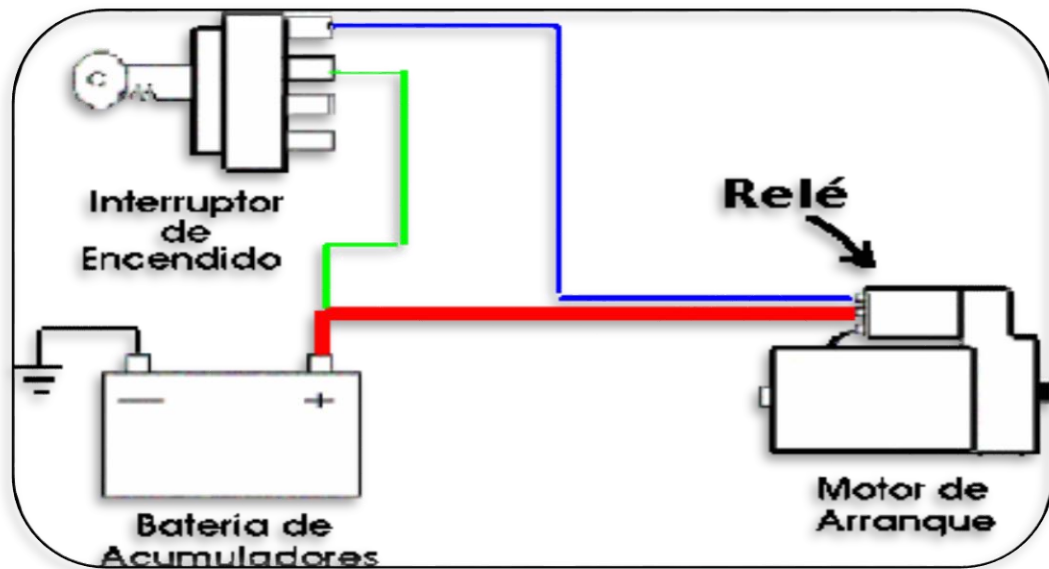
Los motores diésel necesitan de un par mayor de arranque a diferencia que los motores a gasolina. La razón es porque los primeros poseen relaciones de compresión, por lo que resulta mayor esfuerzo para hacer mover el cigüeñal, necesiándose así motores de arranque más potentes y a su vez baterías mayores, esto significa que en la mayoría deben de instalarse dos baterías de 12 voltios conectadas en paralelo, con lo cual se puede suministrar el doble de corriente, así mismo los conductores deben ser más grueso para permitir el paso de mayor flujo de corriente y las piezas internas son de construcción más robusta para que puedan soportar el gran incremento del par de arranque que el motor desarrolla. (p.4)

#### 2.5. Circuito eléctrico

Para el arranque de los motores de automóvil se usa un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta desde la batería de acumuladores a través de un relé. Este relé a su vez se acciona desde el interruptor de encendido del automóvil ver figura 13.



Cuando se acciona el interruptor de arranque se alimenta con electricidad proveniente de la batería a la bobina del relé, y este a su vez cierra dos grandes contactos en su interior alimentando el motor de arranque directamente desde la batería a través de un grueso conductor (representado con color rojo).



**Figura No. 13. Esquema Eléctrico De Conexión Del Motor De Arranque.**

**Fuente:** (Sabelotodo.org, 2016)

### 2.5.1. Resistencia de encendido

Según (Crouse, 2001) explica sobre la resistencia al encendido.

La mayor parte del sistema de encendido está dotada de unos platinos que incorporan un hilo o a su vez un cable de resistencia en serie con el circuito primario de la bobina de encendido cuando el vehículo se encuentra en marcha, de esta manera están protegidos los contactos del ruptor de corrientes altas. Sin embargo, al momento de arrancar el interruptor pone la resistencia en corto circuito, cuando la llave de encendido se coloca en la posición de arranque, de este modo queda aplicada toda la tensión de la batería que va a la bobina de encendido para así facilitar la puesta en marcha. La dicha resistencia se la conoce también resistencia de carga, en algunos vehículos también la resistencia es un dispositivo independiente, si bien la mayoría de los vehículos suele ir incorporada en el circuito eléctrico. (P.92)

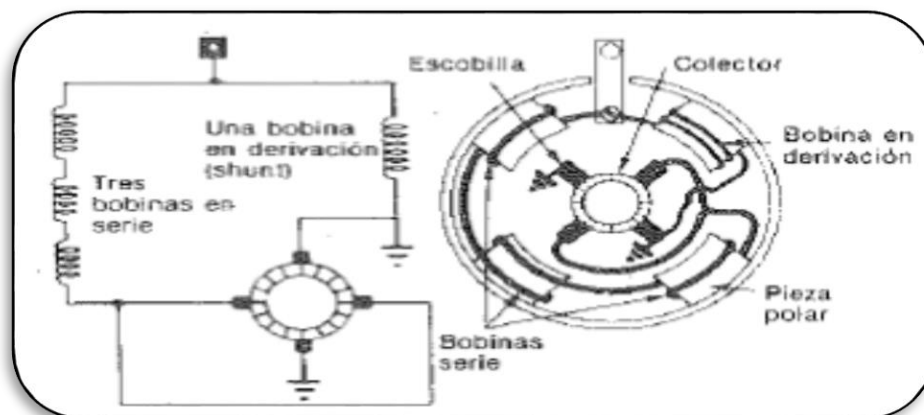
## 2.5.2 Unión o eslabón fusible

Según (Crouse, 2001) explica sobre la unión o eslabón fusible.

Los fusibles nos ayudan a proteger los circuitos fundiéndose si la corriente que se necesita es demasiado alta, algunos fusibles están intercalados en la línea de donde se obtiene el suministro de energía en el terminal aislado de la batería. Esta línea de suministro es la encargada de llevar la energía a todos los equipos eléctricos, a excepción del motor de arranque. El fusible en este caso es el principal dentro del sistema, si dentro del circuito se llegara a dar un corto circuito sea en cualquier lado automáticamente el fusible se quema.

En otros vehículos los fusibles están dispuestos en el relé de arranque o solenoide, en el caso que hay más de un circuito de alimentación procedente del mismo terminal de la batería, cada uno de ellos tiene su fusible. (P.92)

## 2.5.3 Sistema serie paralelo



**Figura No. 14. Esquema de un motor de arranque tetrapolar serie-paralelo.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

El sistema serie paralelo ver figura 14, es usado en lagunas aplicaciones de trabajos pesados, generalmente en motores que son a diésel en las que el par de arranque son muy fuertes, dicho sistema permite el uso de luces, alternador, reguladores y otros accesorios electrónicos de 12 voltios, además de permitir el empleo de un motor de arranque de 24voltios. Dos baterías de 12 voltios van conectadas en paralelo durante el funcionamiento del motor. Las conexiones de este sistema paralelo se

realizan por un interruptor serie paralelo. Cuando se pone en marcha se acciona este interruptor, y así quedan cortadas las conexiones en paralelo entre las baterías, quedando estas conectadas en serie para así alimentar al motor de arranque con 24 voltios. (Crouse, 2001, pág. 96)

## **2.6. Constitución mecánica**

La constitución de un verdadero motor de arranque donde el inducido se encuentra soportado en sus dos extremos por cojinetes de fricción. La escobilla se mantiene aplicadas sobre un colector accionadas por un muelle en un extremo del eje de inducido se encuentra el mecanismo de acoplamiento que engrana el inducido con el volante de inercia del motor, así mismo un solenoide situado en el motor da lugar a q los dientes de arrastre engranen con la corona del volante de inercia en el momento indicado para iniciar así el giro del motor y su funcionamiento. **(Crouse, 2001, pág. 80)**

### **2.6.1. Sistema de fijación**

El piñón no está fijado rígidamente al eje del motor, éste se sujeta al eje como una tuerca de giro sencillo en un tornillo de rosca gruesa según su funcionamiento o acoplamiento como indica la figura 15. Imagine que gira repentinamente el tornillo, la inercia de la tuerca lo mantendrá girando por lo que éste se desplazará a lo largo de la rosca del perno. Cuando un motor de arranque a inercia gira, el piñón se mueve a lo largo de la rosca del eje del motor y se acopla con la corona dentada del volante de inercia en el motor. Entonces éste alcanza un tope en el extremo de la rosca, comienza a girar con el eje y enciende el motor.

Una vez que el motor arranca, éste hace girar al piñón más rápido que su propio eje de arranque. La acción de giro atornilla el piñón a la rosca y lo saca del acoplamiento. El piñón retorna con tanta violencia que tiene que haber un fuerte resorte en el eje para amortiguar su impacto. El violento acoplado y desacoplado de un arranque de inercia puede causar un gran desgaste en los dientes de los engranajes. Para superar ese problema, se introdujo el arranque pre-acoplado el cual tiene un solenoide montado al motor. Hay más para un sistema de arranque de

un auto: el solenoide también desliza al piñón a través del eje para acoplarlo. El eje tiene chavetas rectas en vez de una rosca Bendix, de modo que el piñón siempre gira con éste. El piñón se pone en contacto con el anillo dentado en el volante motor por medio de una horquilla corrediza. La horquilla es movida por un solenoide que tiene dos juegos de contactos que se cierran uno después del otro. El primer contacto suministra una baja corriente al motor para que éste se encienda poco a poco, lo suficiente como para dejar que el piñón de dientes se acople. Luego el segundo contacto se cierra, alimentando al motor eléctrico con un gran volumen de corriente que enciende al motor (Como funciona un auto, 2016).



**Figura No. 15. Acoplamiento del Bendix al volante de inercia**

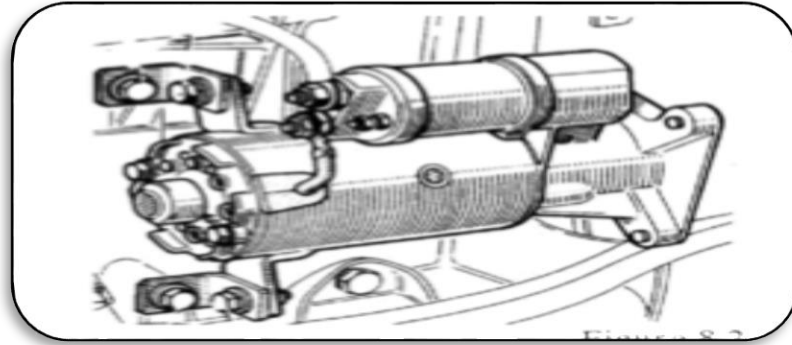
**Fuente:** (Como funciona un auto, 2016)

### 2.6.2. En vehículos livianos

Cuando se realiza el montaje del motor de arranque sobre el motor del vehículo, deberán tomarse ciertas precauciones, comprobando que su posición ver figura 16 sea correcta sobre le alojamiento, sin inclinaciones, al tiempo que el piñón de engranaje queda a una cierta distancia de la corona en posición de reposo, sin engranar sobre ella. En general debe cumplirse lo siguiente.

- El frente de la brida de fijación del motor de arranque debe hacer un perfecto asiento sobre la envoltura del volante de inercia, de forma que exista un correcto paralelo entre los ejes del piñón de engranaje y la corona. De esta forma el engranaje entre ambos se realizará sin golpes ni sacudidas.
- Los dientes de la corona deben estar en perfecto estado de conservación sin deformaciones ni rugosidades o desgaste excesivo, que impida el suave deslizamiento axial del piñón de engranaje.

- El piñón de engrane, en su posición de reposo, debe quedar a cierta distancia de la corona del volante d inercia, que variable en algunos motores a otros, pues se producirán ruidos y desgastes debidos al rozamiento. (Vicente, 1989, pág. 80)



**Figura No. 16. Sistema de fijación vehículo liviano.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

### 2.6.3. En vehículos diésel

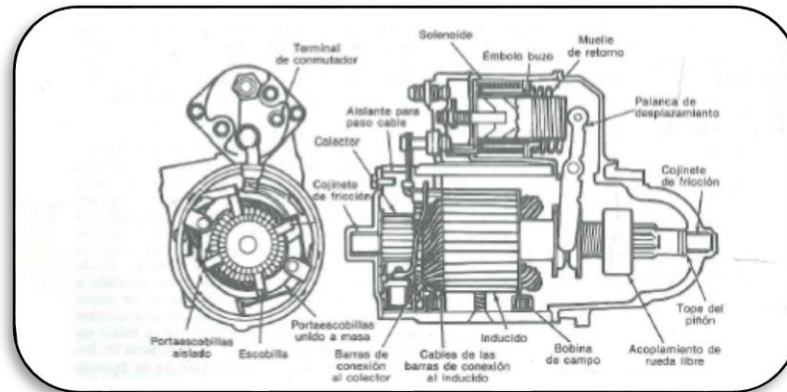
En este sistemas de fijación también se realiza muchas conexiones en diferentes motores de arranque, algunas poseen escobillas aisladas, es decir las escobillas en vez de estar conectadas a masa en la carcasa estas están conectadas a un terminal aislado, que se encuentra en la carcasa de un extremo del colector, este tipo de circuito es necesario en algunas aplicaciones en las que se encuentra un motores de arranque totalmente aislado, así mismo hay motores de seis escobillas y a su vez seis arrollamientos inductores, este tipo de motores se utilizan para elevadas prestaciones como es el caso de los motores de arranque de motores diésel. (Vicente, 1989)

### 2.7. Constitución eléctrica

Según (Vicente, 1989) describe sobre la constitución eléctrica en un motor de arranque.

Un motor eléctrico es una maquina capaz de transformar una energía eléctrica en energía mecánica, esto nos quiere decir que está constituida

para realizar lo contrario de lo que realizan los generadores eléctricos, tales como el alternador o la dinamo los cuales transforman la energía mecánica en eléctrica ver figura 17.



**Figura No. 17. Vistas en sección de un motor de arranque.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

En su construcción, los motores son muy semejantes a los generadores, pero en cambio sus cometidos son diferentes, pues mientras la admisión del generador es generar una fuerza. La del motor es producir un par torsor, para provocar un giro, sabemos así que todos los conductores por los que circula una corriente eléctrica se encuentran rodeados de un campo magnético perpendicular, un conductor recorrido por una corriente eléctrica y situado en un campo magnético sufre la acción de una fuerza que tiende a moverlo en dirección perpendicular a dicho campo, para esto debemos distinguir bien las semejanzas y diferencias entre este fenómeno en los que se basan estos motores y el fenómeno en los que se basan los generadores y así tener bien claro cada uno de sus funcionamientos en cada uno lo principal de su funcionamiento es un campo magnético pero mientras en el generador se suministra un movimiento al conductor y en este se genera una fuerza en el motor lo que se suministra al conductor es una corriente eléctrica y sobre el aparece una fuerza que tiende a moverlo. (p.528-529)

### 2.7.1. Mandos del motor de arranque

En lo que respecta a los mandos de los motores de arranque se han hecho algunos cambios, en primera instancia empezando con un interruptor el cual es accionado con el pie hacia un pedal, hasta algunos dispositivos automáticos los cuales cierran el circuito cuando se suelta el acelerador del vehículo. El sistema que se emplea hoy en día en los

parques automotores de viajes se han implementado contactos en el interruptor de encendido, esto sucede cuando se hace girar la llave al momento de arrancar el vehículo, está a su vez venciendo la tensión del muelle de retroceso hasta retomar su posición inicial, los contactos del arranque se sierran con lo que está conectado a la batería el relé o solenoide del motor de arranque todo esto genera dentro del relé o el automático un campo magnético el mismo que al energizarse da su funcionamiento, de igual manera minimiza el pazo de corriente a fin de evitar las sobre tenciones y daños en el sistema de encendido.

El relé o solenoide conecta así a la batería directamente al motor de arranque, tan pronto como el motor del vehículo empieza su funcionamiento el conductor deberá soltar la llave de encendido y el muelle regresará a su posición en retroceso y queda así el motor de arranque desconectado de la batería y se para, el encendido en cambio quedará conectada a la batería por lo que el motor del vehículo sigue en su funcionamiento normal. *(Crouse, 2001, pág. 90)*

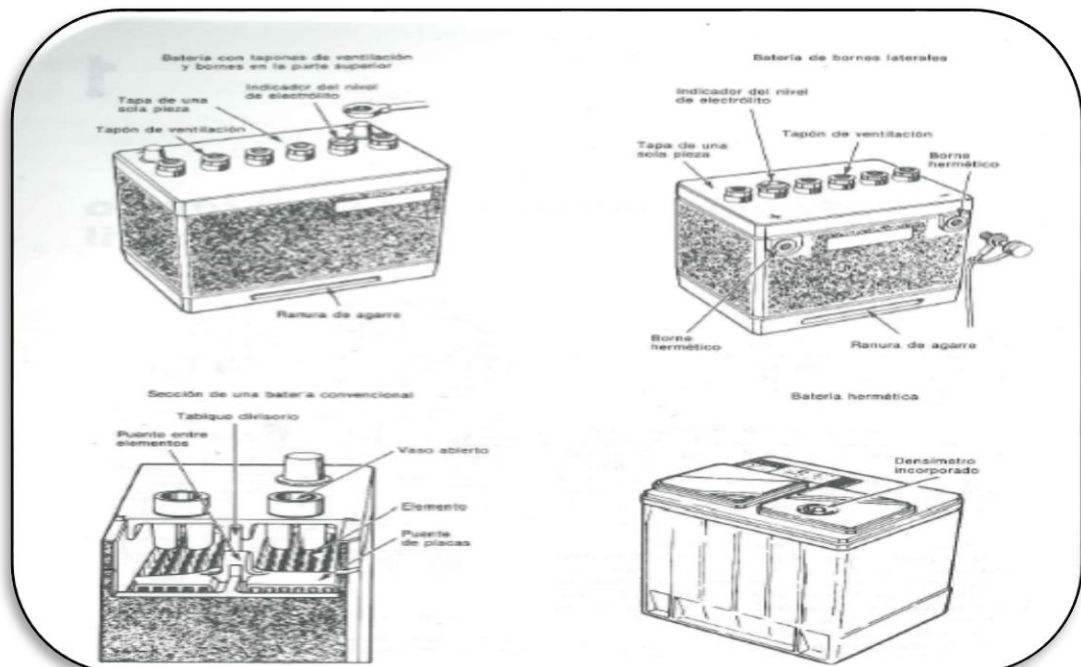
### **2.7.2. Sistema de almacenamiento de energía**

Según (Vicente, 1989) explica sobre como es el almacenamiento de la energía que suministra a cada sistema del vehículo.

Cuando conectemos tres elementos de batería en serie sumaremos lo que son sus tenciones y así obtendremos lo que es 6 voltios, si conectamos así mismo en serie 6 voltios formaremos la batería de 12 voltios estas conexiones no aumentan de ninguna manera la intensidad de la corriente total disponible. Sin embargo, elevando de esta manera lo que es la tención será posible de impulsar una corriente tres o seis veces mayor a lo largo del circuito.

Las reacciones químicas que se producen en los vasos se producen una reacción química que produce entre el ácido sulfúrico del electrolito y el plomo de las placas se encarga de producir lo que es la corriente ver figura 18. En efecto el ácido sulfúrico penetra en las placas y de esta manera transforma los materiales activos en sulfato de plomo. Una vez que la mayor parte del ácido sulfúrico abandonado el electrolito este se debilita, como para soportar más reacciones químicas, la batería ya no puede mantener el voltaje y a su vez suministrar la corriente y así se dice que se encuentra agotada o a su vez descargada y por ende se debe cargarla destapando todas las tapas y completando el agua destilada de ser el caso y así poder cargarla tomando en cuenta el tiempo de carga para evitar que la batería se dañe para verificar el voltaje se realiza con el voltímetro (P.15-16).

- Régimen de la batería es la instanciada de una batería puede suministrar dependiendo de la superficie y el volumen del material activo de la placa, así como también la concentración del electrolito, como el ácido sulfúrico del mismo, como factores que inciden en la capacidad de la batería se encuentran los siguientes; número de placas por elemento, tamaño y espesor de las placas, tamaño y espesor de las placas por elemento y cantidad de electrolitos.
- Rendimiento de la batería, la aptitud de la batería para la suministrar corriente varia dentro de amplios márgenes, dependiendo de la temperatura y del régimen de descarga, a esta característica se la conoce como rendimiento de la batería. A temperaturas bajas las reacciones químicas quedan notablemente reducidas, el ácido sulfúrico d esta manera no puede actuar de la mejor manera sobre las placas, así la batería baja su rendimiento y no pude suministrar mucha corriente por un largo tiempo.



**Figura No. 18. Batería de acumuladores común en un vehículo.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

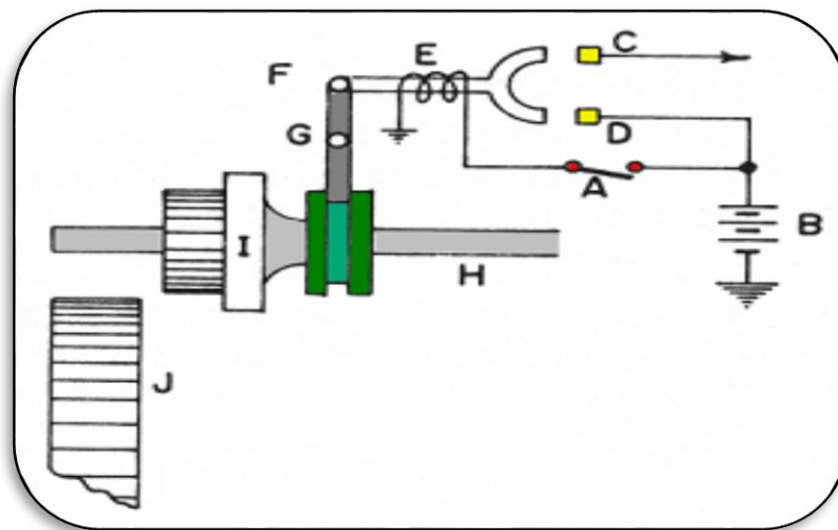


### 2.7.3. Sistemas de protección

- **Interruptor Magnético**

El relé que pone la puesta en marcha en si es un interruptor para su funcionamiento se utiliza el principio donde se crea una corriente circular por el arrollamiento creando así un campo magnético este arrollamiento se encuentra devanado alrededor de un núcleo hueco donde en su interior se halla un embolo buzo de hierro ocupando parte de su longitud.

Cuando circula la corriente por el arrollamiento, es decir cuando se excita el campo magnético el cual empuja el embolo más hacia el interior del núcleo, este embolo se encuentra unido por uno de sus extremos a un disco de contacto, el cual, al desplazarse el primero, queda comprimido por dos contactos al efecto, cerrándose así el circuito entre la batería y el motor de arranque (CERON, 2006, pág. 34).



**Figura No. 19. Interruptor Magnético**

**Fuente:** (CERON, 2006)

Al accionar el pulsador A ver figura 19, 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 trasmitiéndole el giro del inducido del motor de arranque.

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 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. (Crouse, 2001, pág. 91)

- **Interruptor De Solenoide**

En varios vehículos con motores de arranque con acoplamiento de rueda libre se utiliza un solenoide para la impulsión del acoplamiento y a sus ves el cierre del interruptor que pone en marcha, el dicho solenoide es mayor que el interruptor magnético y se encuentra montado sobre el motor de arranque.

En su funcionamiento lo primero que hace es desplazar el piñón de arranque hasta que este engrane con los dientes de la corona del volante, y después de esta acción se cierra el circuito entre la batería y el motor de arranque. (Crouse, 2001, pág. 91)

- **Circuito De Control Del Motor De Arranque Con Zapata Polar Deslizante**

Como nos explica (Crouse, 2001) el circuito de control de arranque con zapata polar deslizante detallado a continuación.

En algunos motores de arranque poseen solenoides separados, en lugar de los arrollamientos inductores del motor realiza dos funciones. La primera consiste en actuar en el piñón de acoplamiento de la rueda libre para así producir su engranaje correspondiente, la segunda es producir el campo magnético suficientemente para poder hacer que gire el inducido. Muchos motores que hacen usos de esta zapata polar deslizante poseen un interruptor magnético o a su vez un relé de arranque en el circuito. Cuando el interruptor de encendido y a su vez el de seguridad se encuentran en la posición de arranque, la corriente puede circular por el arrollamiento del interruptor magnético, esta circulación de corriente da lugar que este interruptor atraiga al disco de contactos y este a su vez conecte la batería al motor de arranque.

Una de las bobinas inductoras o del campo del motor de arranque estas comprenden lo que son dos arrollamientos la una es de tracción y a otra de retención, el campo magnético generado por estos arrollamientos obliga a la zapata polar deslizante a moverse con el piñón de arranque engrana con la corona del volante y a su vez empieza a girar y dar el movimiento al inducido produciendo de esta manera en arranque del motor de combustión (P.91).

La zapata polar deslizante, en su movimiento, abre así ves unos contactos de atracción quedando así el interrumpiendo el circuito del arrollamiento de atracción, el arrollamiento de retención tiene suficiente magnetismo para así retener la zapata polar deslizante y el piñón en la posición de arranque.

#### **2.7.4. Sistema de seguridad**

Según (Crouse, 2001) en su estudio del sistema de seguridad explica que:

Interruptor de seguridad los vehículos llevan un interruptor de seguridad en medio del circuito entre el interruptor de encendido y el solenoide y el interruptor magnético del motor de arranque, algunos vehículos equipados con cambios de velocidades automático y con la palanca de cambios ubicada en el piso del mismo o a su vez en la consola de control, llevan un interruptor de seguridad de punto muerto. Este interruptor se mantiene abierto mientras la palanca de cambios se encuentra en cualquier posición de engranaje de marcha, quedando cerrado cuando la citada palanca se halla situada en la posición de punto muerto(N) o en la de estacionamiento (P) de este modo evitaremos que el motor del vehículo pueda ponerse en marcha cuando esta engranada una de estas velocidades.

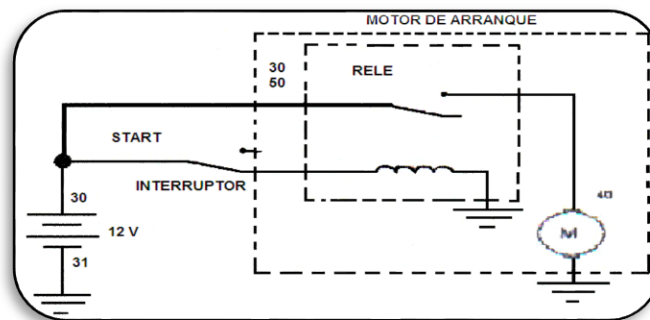
Estos vehículos con caja de cambios automáticos, con la palanca de cambios en la columna de la dirección, estas pude que no tengan el interruptor de seguridad en el punto muerto. En estos casos, el interruptor de encendido montado en la columna solo puede estar en la posición de arranque cuando la palanca de velocidades se halla en neutro o parking. Así mismo en algunos vehículos con caja de cambios manuales y embrague se emplean interruptores de seguridad que son activados por medio de un pedal, este interruptor se cierra automáticamente cuando se presiona y el vehículo se encuentra desembragado, de esta manera se evita que el arranque del motor con el vehículo embragado y a su vez con alguna marcha puesta. Así mismo en algunos vehículos antiguos, en los que el interruptor de encendido no se hallaba montado en la columna de la dirección, la palanca selectora del cambio de velocidades automático accionaba un interruptor de

seguridad de punto muerto, que solo permitía el arranque en posición N y P. (p.93)

## 2.8. Diagrama de conexión

Según (Erazo, 2007) describe el diagrama de conexión de la siguiente manera.

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 de conexión.



**Figura No. 20. Diagrama de conexión.**

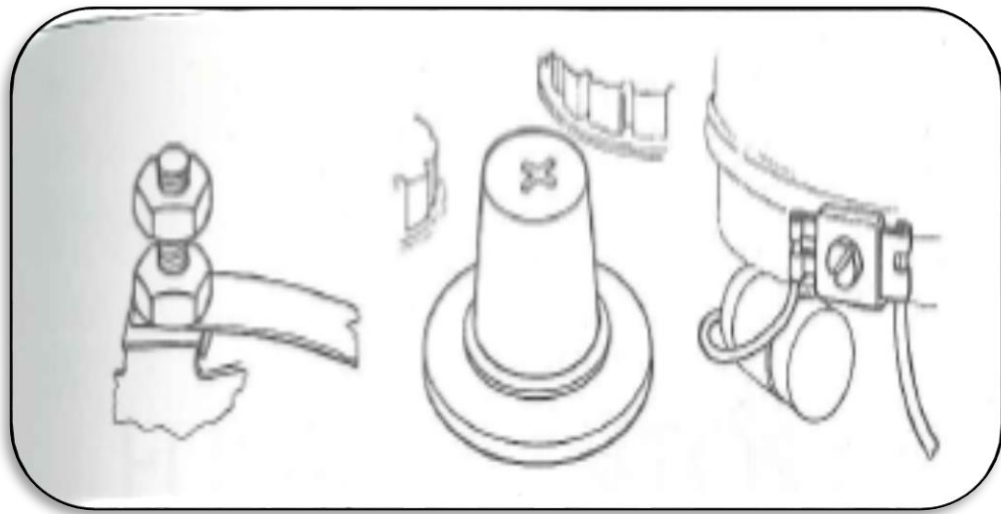
**Fuente:** (Erazo, 2007)

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 ver figura 20. 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 los relés e interruptores. (P.36)

### 2.8.1. Bornes

Se llaman bornes a los polos de unión que poseen todos los aparatos eléctricos para ser conectados por medio de terminales al circuito. La corriente eléctrica debe poseer un conductor de retorno a la batería, por medio de cables de retorno tantos cables salgan de ella.

Sin embargo, se ha encontrado un procedimiento mucho mejor y más económico, consiste en hacer que la electricidad vaya en busca del otro polo por medio del bastidor ya que el hierro y el acero son buenos conductores figura 21, por ende, toda pieza metálica que no esté cubierta por pintura facilitara el regreso de la corriente a la batería llamada esta de igual forma masa. (Vicente, 1989, pág. 54)



**Figura No. 21. Algunos tipos de bornes.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

### 2.8.2. Nomenclatura

En electricidad del automóvil existen una diversidad de circuitos eléctricos por lo que es necesario que se diferencien mediante una nomenclatura o terminales en los que se realizará la unión permanente o no permanente de un conductor, para dar mayor facilidad de interpretación a los planos o para la instalación el módulo de pruebas de motores de arranque según la norma D.I.N a fin de facilitar todas las conexiones en el sistema de conexión del motor de arranque.

- **30** Borne de entrada directa de polo positivo de la batería.
- **30a** Borne de entrada en el conmutador de la batería desde el polo positivo de la batería en equipos de 12v/24v.

- **31** Borne de salida para el cable de retorno al polo negativo o a masa.
- **31a** Borne de salida en el conmutador de la batería para cable de retorno al polo negativo de la batería II en equipos de 12v/24v.
- **31c** Batería I polo negativo
- **45** Borne de salida en el interruptor electromagnético separado y borne de entrada en el arranque (conexión de flujo principal).
- **48** Borne en el arranque y en el relé de repetición de arranque (para control de arranque)
- **50** Borne de salida en el interruptor de encendido y de precalentamiento, borne de entrada en el conmutador de la batería en equipos de 12v/24v.
- **50a** Conmutación de la batería.
- **50e** Entrada del relé del bloqueo de arranque
- **50f** Salida del relé del bloqueo de arranque.
- **50g** Entrada del relé de repetición de arranque.
- **50h** Salida del relé de repetición de arranque.
- **85** Positivo del relé
- **86** Negativo del relé
- **87** Salida del relé (Erazo, 2007, pág. 17)

### **2.8.3. Selección de conductores**

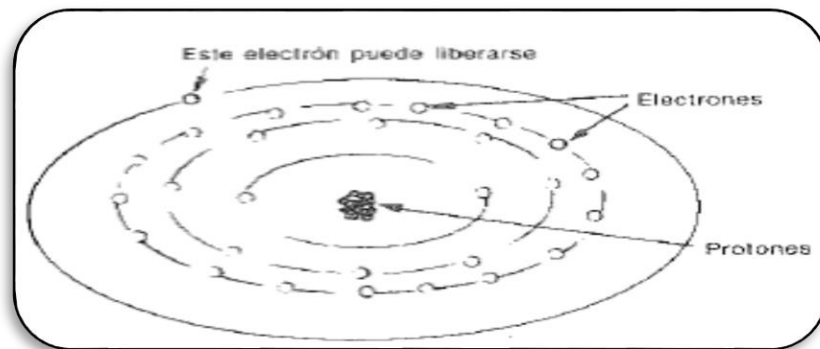
Según (Crouse, 2001) describe los conductores, tipos, voltaje, resistencia, intensidad, CC, CA, caída de tensión.

Los electrones en movimiento reciben el nombre de corriente eléctrica, los electrones necesitan un camino para desplazarse, este camino por un cable se llama conductor el mismo que sirve para llevar la energía esto dependiendo del nivel de energía que se necesite utilizar para activar cualquier sistema eléctrico.

Ciertos elementos son muy buenos conductores así mismo hay otros que son malos conductores la diferencia consiste en su estructura atómica que constituye el elemento. Por ejemplo, el cobre es un buen conductor ver figura 22, este tiene muchos electrones libres los mismos que se

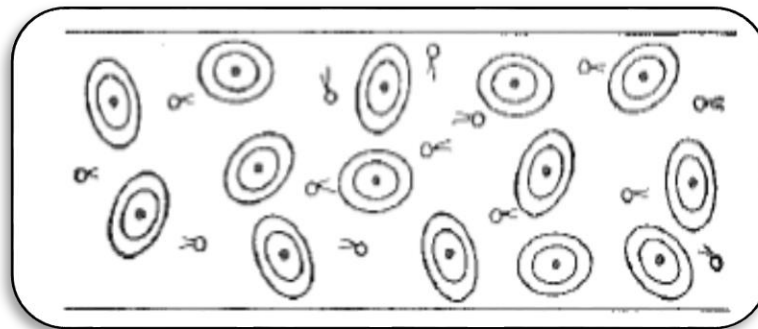
trasladan al azar de un átomo a otro, ver figura 23. Los átomos en efecto no sujetan con demasiada fuerza a sus electrones.

Cuando unimos un hilo de cobre a la batería una fuente de electrones todos estos comienzan a desplazarse en una sola dirección hacia el positivo luego de ello marchan los electrones del terminal negativo de la batería hay que tomar en cuenta que los electrones con cargas negativas iguales se substituyen entre sí, esta es la fuerza de arrastre que les obliga a moverse a lo largo del conductor (p. 13)



**Figura No. 22. Un átomo de cobre**

**Fuente:** (Crouse, 2001)



**Figura No. 23. Un hilo de cobre**

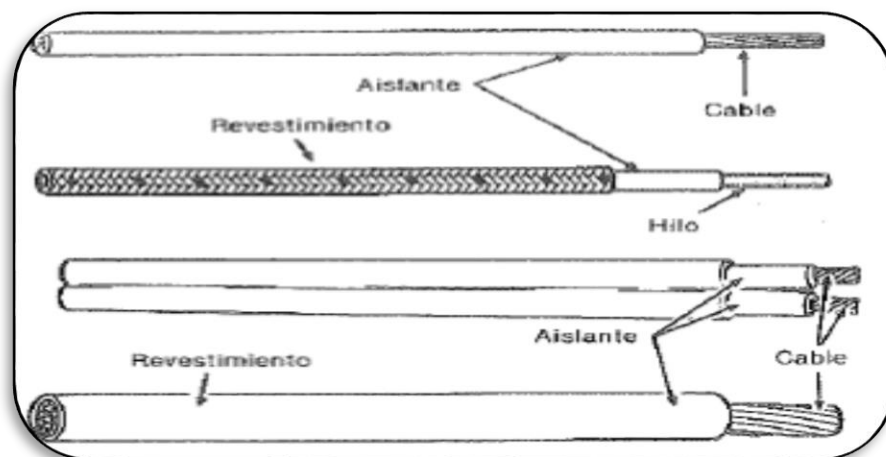
**Fuente:** (Crouse, 2001)

Los aislantes tienen pocos electrones libres sus átomos sujetan fuertemente sus electrones. Como consecuencias estas no permiten que fluyan por ellos, el caucho, plásticos y el vidrio son buenos aislantes, los conductores como los cables se recubren de un material aislante para evitar que los electrones se dispersen y se vayan a donde no deben. Un hilo descubierto si se pusiera en contacto con la masa del vehículo perdería

electrones que pasarían a dicha mazar y así afectado el sistema electrónico del mismo, y lo que es peor nos podría pasar una corriente elevada y a su vez dañina.

Pero para esto es el funcionamiento del aislante para mantener a los electrones dentro del camino indicado por donde debe circular la corriente ver figura 24. Los aparatos eléctricos funcionan y se evita que fluya en elevada corriente por donde no se debe, si llegare a fallar el aislante los electrones empezaran a fluir por el camino más corto por el chasis u otra parte que sea metálica, en vez de estos ir a los aparatos eléctricos para su correcto funcionamiento y a esto también se le conoce como corto circuito.

Los vehículos utilizan el sistema de cableado con retorno a masa utilizando al chasis, la carrocería metálica y el motor para constituir la mitad del circuito eléctrico. Estas partes metálicas reciben el nombre de masa, este es un sistema de ahorro de cables por que basta con un solo cable para cada aparato eléctrico, los corto circuitos y a su vez las unidades de masa.



**Figura No. 24. Diversos tipos de cables.**

**Fuente:** (Crouse, 2001)

Voltaje tención o diferencia de potencial, la corriente eléctrica es un flujo por donde pasan los electrones cuantos más haya en movimientos más intensa será la corriente, de igual forma cuna mayor sea la acumulación de



electrones mayor será la fuerza de repulsión o presión entre si cual a la ves cuan mayor sea la presión más electrones fluirán (Crouse, 2001, pág. 13).

Cuanto mayor es la tensión o voltaje, más intensa será la corriente, tensión o voltaje son sencillamente los dos términos que se usan indistintamente para indicar la presión eléctrica o concentración de electrones, la tensión o voltaje se mide en voltios (Crouse, 2001, pág. 13).

Según su estudio (Crouse, 2001) explica sobre la intensidad de la corriente como la ciada de tensión.

Intensidad o amperaje, la corriente eléctrica o a su vez flujo de electrones, se mide en amperios, cuando fluyen relativamente pocos electrones con unidades de tiempo, en un circuito eléctrico la intensidad de la corriente o a su ve el número de amperios viene a ser poca o baja, así mismo cuando fluyen muchos viene a sr grande o alta.

Corriente continua o alterna, una batería del vehículo suministra corriente continua (C.C), es decir una corriente o en si flujo de protones que circulan por lo general desde el terminal negativo al positivo en forma de circulo conectado a la betería.

La corriente alterna (C.A) lo que hace es fluir primero en un sentido y luego en sentido opuesto, así mismo esta corriente alterna es inducida en el alternador, esta lo que hace es transformarla en corriente continua por los diodos, la betería y otros aparatos eléctricos del coche funciona únicamente con corriente continua.

Un aislante lo que produce es una gran resistencia al paso de los electrones, por ello los conductores tienen una resistencia relativamente pequeña aun sean estos los mejores conductores tal como habíamos dicho un hilo de cobre que ofrece una resistencia al desplazamiento de los electrones, para ello es comprensible desde el momento que es evidentemente la necesidad la un empuje o en si una presión para de esta manera mantener el movimiento de los electrones en una misma dirección a lo largo de todo el hilo, la resistencia de un hilo conductor cualquiera mediremos en ohmios. Un hilo conductor de 304,8 m de longitud del número 10 y cuyo diámetro es de 2,5mm tiene este una resistencia de 1 ohmios.

Ley de ohm, la relación entre la resistencia el flujo de electrones o corriente o la presión o voltaje podemos resumir en la expresión conocida como ley de ohm, el voltaje (V) es igual a la intensidad (I), multiplicada por la resistencia (R) (p. 14-15)

### Fórmula matemática $V=I \times R$

La observación de esta ley para recordarla es que a tensión constante cuando aumenta la resistencia disminuye la intensidad, en los automóviles lo que sucede la resistencia del circuito aumenta generalmente debido a conexiones flojas u a su vez oxidadas o también debido a hilos rotos de los cables conductores.

Cuando la resistencia aumenta en cambio la intensidad disminuye el resultado puede producir una disminución de la luminosidad de las luces en funcionamiento débil del sistema de encendido la descarga de la batería y así mismo otras fallas.

(Crouse, 2001) explica sobre la caída de tensión de la siguiente manera:

Una caída de tensión excesiva puede ser motivada por conductores de poca sección, o también ruptura de uno o varios hilos en un cable que sea de hilos múltiples, así mismo malas conexiones, puntos de contacto defectuosos, hay q tener presente que estas condiciones introducen una resistencia adicional en el circuito en el cual va a consumir parte de la tensión da como resultado un voltaje insuficiente para su funcionamiento normal batería, faros, bobina de encendido u otros dispositivos eléctricos.

Calentamiento por resistencia, cuando una corriente eléctrica atraviesa un conductor se produce siempre un aumento de temperatura en el normalmente este efecto calorífico que es de poca importancia y en si no es perjudicial, por otra parte, si el conductor es de poca sección, el calentamiento será considerable y al calentarse una conexión causar problemas.

La razón del efecto calentamiento está en que el voltaje o presión eléctrica hace que los electrones salten de un átomo a otro causando choques o imprimiendo a los átomos mayor rigidez en sus movimientos es decir mayor rapidez en el movimiento de los átomos causando mayor temperatura así a mayor abundancia de choques en los átomos la causa de mayor flujo de electrones causa mayor temperatura.

No todas las sustancias aumentan de resistencia al aumentar lo que es la temperatura así mismo algunos óxidos de los metales, como el manganeso, níquel, cobalto, cobre, hierro y otros, experimentan un

efecto contrario es decir a medida que su temperatura aumenta, disminuye la resistencia a los elementos resistentes de estos materiales se les denomina de resistencia negativa, este efecto es utilizado en los dispositivos eléctricos denominados termistores los cuales son de gran utilización para la medición de la temperatura en el control de diversos tipos de mecanismos, el indicador de temperatura del motor que se utiliza en muchos automóviles emplean relés. (P. 16-17)

#### 2.8.4. Indicadores luminosos y sonoros

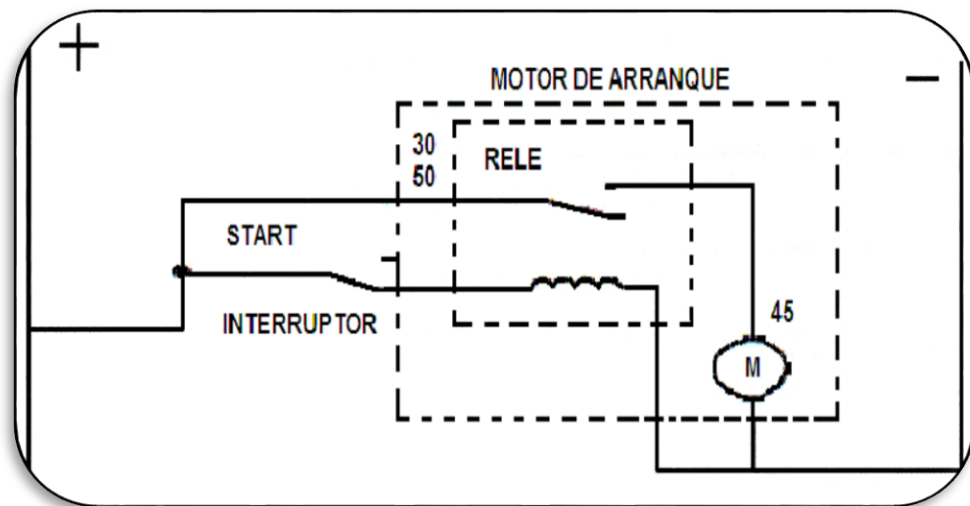
Los equipos de señalización se usan en muchas aplicaciones en el campo automotriz, para indicar el estado de los motores a través de una computadora que genera señales mediante sensores, para esto hay diferentes tipos de colores y la intensidad con la que alumbran para conocer donde nos generan la señal de cómo está trabajando nuestros automóviles o a su vez para indicar alguna falla dentro del sistema (Como funciona un auto, 2016).

- **Indicadores de luz fija**, bajo efectos de señalización, la intensidad de la luz o de los indicadores pueden variar entre la distancia entre el indicador y el receptor, potencia de la fuente de luz, por el uso de diferentes tipos de óptica y así se distribuye el haz de la luz por toda la óptica, consiguiendo así mejor efecto en señalización y visualización por parte del operario.
- **Indicadores luz intermitente**, aumenta la tensión mediante una intermitencia (on/off) de la fuente de la luz, la intermitencia por lo general es de 1-2 Hz en indicadores de gran potencia en la intermitencia es más lenta cuanto más potente es la lámpara o el halógeno más lento será el ciclo de intermitencia.
- **Indicadores sonoros**, un objeto sonoro es una identidad perceptible auditivamente. Es decir, todo aquello que se oye por el simple hecho de oírse por el operario y alertarnos de cualquier situación.

Puede estar formada por diversos parámetros: timbre, ritmo, melodía, frecuencia, etc. El concepto de objeto sonoro fue acuñado por Pierre Scheffer cuando en los años cincuenta desarrolló lo que se conoce como música concreta para referirse a toda fuente sonora perceptible y reproducible a través de su grabación y reproducción mecánica analógica o actualmente digital. (Como funciona un auto, 2016)

## 2.9. Diagrama de flujo

En este tipo de diagrama se separa 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 ver figura 25. Por ello a menudo se hace difícil representar en automotores las relaciones mecánicas y la ubicación de numerosas partes (Erazo, 2007).



**Figura No. 25. Diagrama de flujo desglosado.**

**Fuente:** (Erazo, 2007)

### 2.9.1. Motores en serie

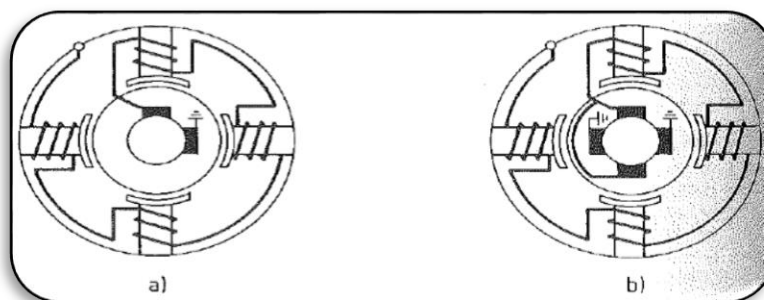
Según (Vicente, 1989) explica cómo es la conexión en serie para este sistema.

El motor serie es de tipo que utiliza corriente continua más empleada en motores de arranque, el motor en serie las bobinas de excitación están conectadas en serie con el devanado del inducido con lo que toda la corriente que el motor toma de la red que circula por el arrollamiento de excitación que en consecuencia está formado por pocos hilos gruesos.

La mayor parte de los motores de arranque empleados en la automoción son del tipo de conexión en serie y normalmente tiene cuatro polos, con dos o cuatro escobillas, ver figura 26, **a** y **b** muestran un esquema eléctrico de estos motores en serie.

Las cuatro bobinas en serie proporcionan un campo magnético más intenso que si solo fueran dos y por ende un par de motor más fuerte con lo que estos motores suministran un par de arranque suficiente para arrancar a los motores de gasolina y diésel non excesivamente grandes. Los cuatro polos facilitan también la reducción del volumen del motor necesario en cada caso.

La velocidad del inducido del motor de arranque para motores diésel no se limita, pues cuanto más rápida es la compresión mayor es el calor que produce y más fácil resulta la combustión, sin embargo, el motor de gasolina tiene una relación de compresión más baja y a su vez puede arrancar con mayor facilidad que el diésel por lo que se ha de evitar que el inducido del motor de arranque pueda alcanzar velocidades excesivas limitando a las que se alcanza en el par de motor (p. 56)



**Figura No. 26. Motor de arranque con 4 polos y 4 bobinas en serie.**

**Fuente:** (Vicente, 1989)

### 2.9.2. Relé

El relé es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes (CERON, 2006, pág. 58).

Su funcionamiento se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando la corriente atraviesa la bobina, produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro dulce (ferrita). Este atrae al inducido que fuerza a los contactos a tocarse. Cuando la corriente se desconecta vuelven a separarse

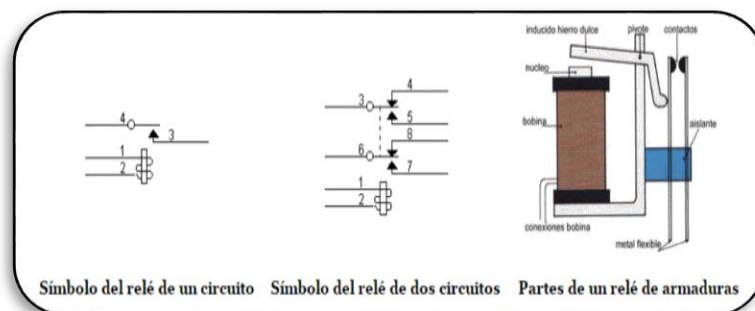
es así como funciona y evita que los componentes que protege se dañen y para su comprobación se debe medir con un multímetro en la bobina haya continuidad si no la hay es porque se encuentra quemada así mismo hay q medir continuidad entre el 86 y 85 si hay continuidad está dañado por que funcionar ejerció mucha energía que termino pegándose ver figura 27.

### a. Parte electromagnética

- Corriente de excitación. - Intensidad, que circula por la bobina, necesaria para activar el relé.
- Tensión nominal. - Tensión de trabajo para la cual el relé se activa.
- Tensión de trabajo. - Margen entre la tensión mínima y máxima, garantizando el funcionamiento correcto del dispositivo.
- Consumo nominal de la bobina. - Potencia que consume la bobina cuando el relé está excitado con la tensión nominal a 20°C.

### b. Contactos o parte mecánica

- Tensión de conexión. - Tensión entre contactos antes de cerrar o después de abrir.
- Intensidad de conexión. - Intensidad máxima que un relé puede conectar o desconectarlo.
- Intensidad máxima de trabajo. - Intensidad máxima que puede circular por los contactos cuando se han cerrado. (*Electrónica Básica, 2016*)



### Figura No. 27. Relé Magnético.

Fuente: (Electrónica Básica, 2016)

#### 2.9.3. Conjunto

Dentro del conjunto se encuentra enmarcado todos sus componentes ver figura 28, y la función que realizan cada uno de ellos en el circuito del motor de arranque para su óptimo funcionamiento.

- Batería. - acumula energía, para los requerimientos en un instante de tiempo por el motor de arranque
- Interruptor. - abre y cierra el circuito, debe ser seleccionado de acuerdo a la corriente que se va a manejar
- Interruptor de seguridad. - abre el circuito, ante posibles circunstancias de operación
- Motor de arranque. - transforma la energía eléctrica en energía mecánica. (Crouse, 2001)

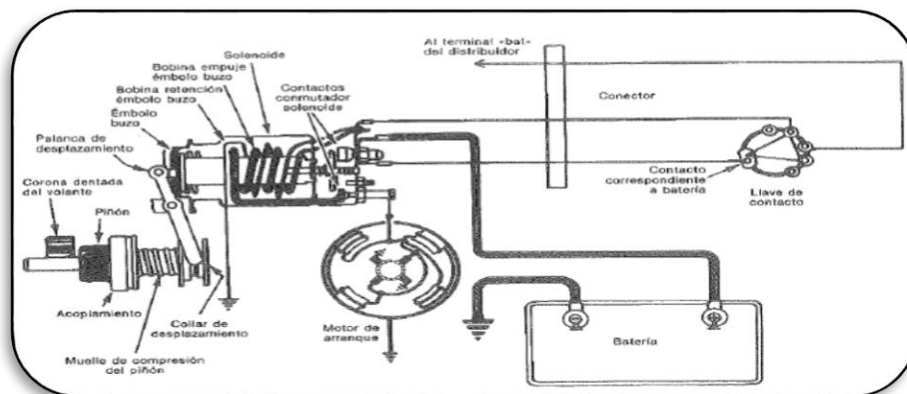


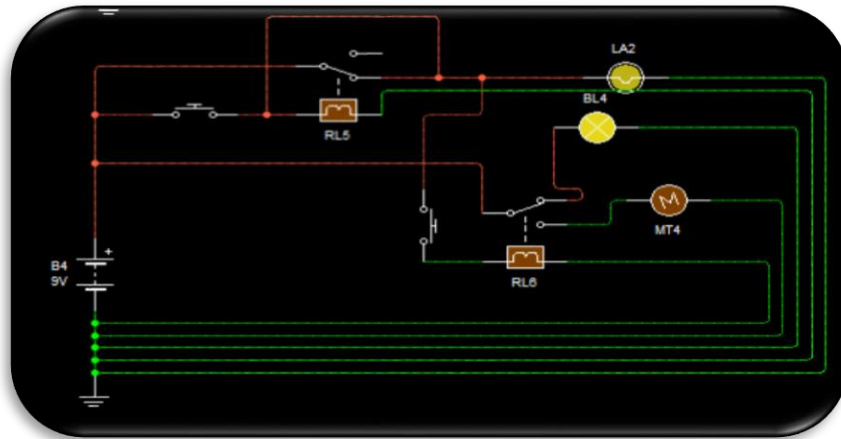
Figura No. 28. Conjunto del motor de arranque.

Fuente: (Crouse, 2001)

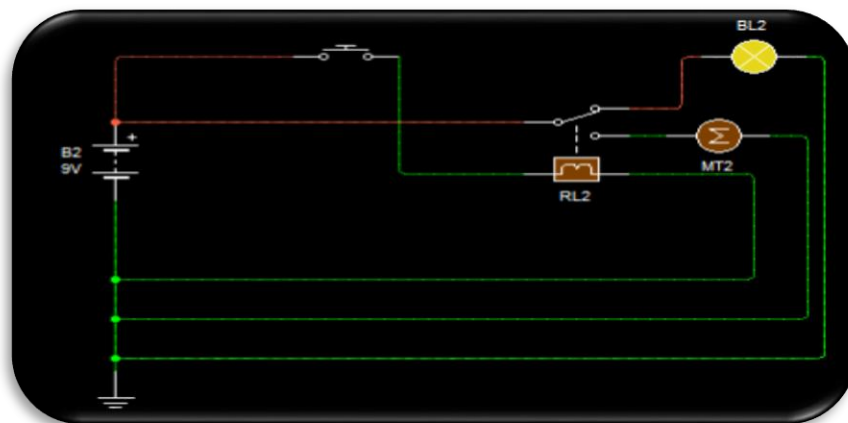
#### 2.9.4. Simulación eléctrica y electrónica

Aquí vamos hacer una simulación del funcionamiento del motor de arranque tanto eléctrico como electrónica ver figura 29 y figura 30, en el cual nos vamos a realizarlo en el programa LIVEWIRE con sus componentes, de esta manera tendremos un mejor entendimiento de como es el funcionamiento

dentro del vehículo y así poder detectar posibles fallas y de esta manera dar la solución correcta ahorrando nos tiempo y dinero.



**Figura No. 29. Simulación electrónica del motor de arranque.**

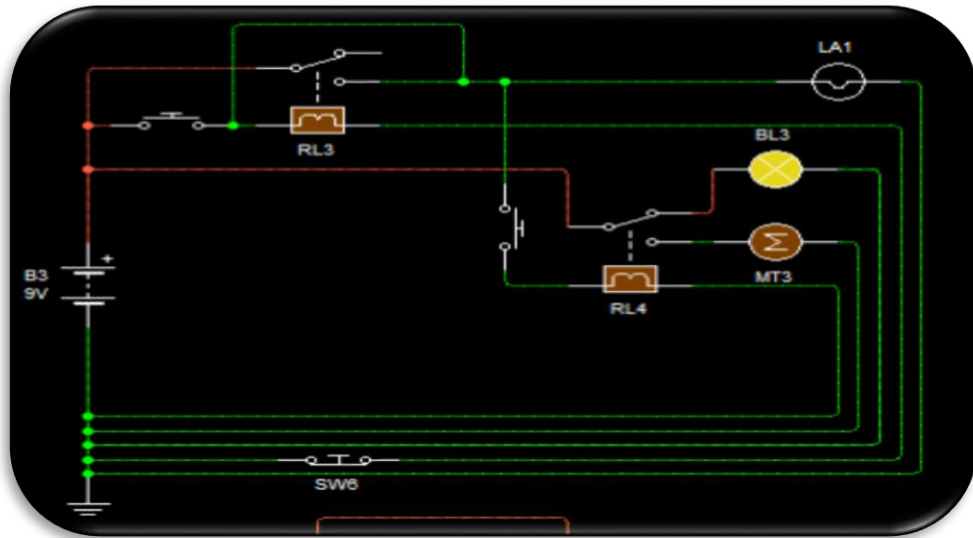


**Figura No. 30. Simulación eléctrica del motor de arranque.**

### 2.9.5. Sistema de paro o seguridad

Este es un sistema donde vamos acoplar un sistema de paro o a su vez de seguridad en el momento de su funcionamiento para que una vez que el motor de combustión empiece su funcionamiento el motor de arranque se desacople del mismo o a su vez volver a dar arranque empezara a girar el motor hasta girar el volante de inercia y se realizara el desacople de la misma y así evitar daños en el motor de arranque a su vez que se quemara ver figura 31.

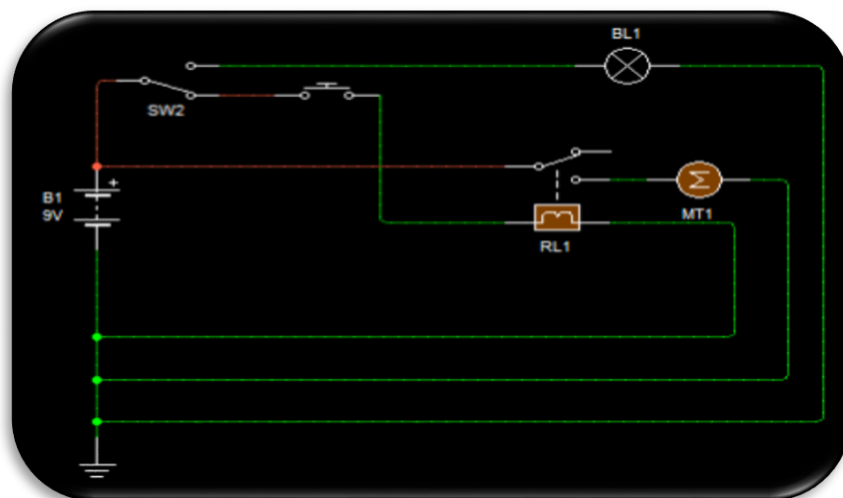




**Figura No. 31. Sistema de paro o seguridad.**

### 2.9.6. Electromecánico

Este funcionamiento viene incluido en algunos vehículos donde para poder poner en marcha el vehículo se debe presionar el embrague que viene hacer un seguro y de esta manera poder poner en funcionamiento el vehículo, caso contrario no presionamos el pedal del embrague no nos va a encender para ello se lo ha realizado una simulación donde se podrá observar de una mejor manera su funcionamiento que va interna dentro del vehículo ver figura 32.



**Figura No. 32. Sistema electromecánico con embrague.**

## CAPÍTULO III

### 3. MÓDULO DE PRUEBAS

En los vehículos existen varios sistemas para el funcionamiento del mismo, dentro de ellos se encuentra el motor de arranque, en el que se ha realizado un módulo donde se puede realizar varias pruebas como son eléctricas y mecánicas

Cada motor es diseñado tomando en cuenta varias consideraciones de durabilidad y precisión para su óptimo funcionamiento, y así tener una gran competición entre las diferentes marcas que se comercializan en el mercado y su buscando su fácil mantenimiento y óptimo rendimiento de trabajo.

en este capítulo III se va a realizar un módulo de pruebas para motores de arranque fácil de manipular por los futuros tecnólogos y así adquirir el máximo conocimiento de este sistema muy importante para dar el primer funcionamiento del vehículo a poner en marcha.

Las diferentes pruebas principales que se puede realizar en el módulo a partir de variables como son voltaje, amperaje, carga, rpm, potencia, desmontaje y montaje y realizar las diferentes comprobaciones a fin de verificar las diferentes fallas y dar un mantenimiento oportuno por el tecnólogo.

#### 3.1. Requerimientos

Antes de desarrollar el módulo de pruebas para motores de arranque, lo primero que se ha hecho es ir seleccionando los tipos de materiales y accesorios que se va a utilizar para la elaboración del mismo, y así poder hacer una correcta adquisición y evitar compras innecesarias, igualmente hay que calcular las medidas del material para la elaboración de la estructura

donde se va alojar todos los mecanismos tanto mecánicos como eléctricos y puedan resistir cada componente.

En la parte eléctrica hay que hacer una selección minuciosa para identificar el material en base a las corrientes que van a circular a través de cada circuito del módulo.

### **3.1.1. Motor de arranque**

En el mercado automotriz se encuentra variados tipos de motores de arranque, los cuales pueden ser utilizados en este módulo de pruebas, pero por la gran cantidad de parque automotor que hay en el país con la marca Chevrolet y su fácil comercialización se ha optado por utilizar el motor de arranque de un vehículo Chevrolet Trooper ver figura 33.



**Figura No. 33. Motor de arranque Chevrolet Trooper**

### **3.1.2. Volante con corona dentada**

El volante de inercia es un "acumulador de energía", Es decir, debido a su tamaño y peso ayuda a girar el cigüeñal con mayor suavidad para cuando el cigüeñal no tiene el empuje necesario en los pistones debido a los intervalos entre las explosiones. También ayuda durante la compresión dentro de los cilindros.

Aprovechando su tamaño y diámetro, al estar conectado al cigüeñal, se le ha colocado una cinta dentada en todo su entorno. Sobre esta cinta hace contacto el motor de arranque, el cual mueve a la rueda de inercia en el momento que se gira la llave, una vez que suelta la llave la rueda gira por inercia hasta que el motor se estabiliza en relanti.

La inercia es la fuerza que se opone al cambio de un movimiento sea esta en velocidad o dirección. Si el objeto se mueve, se debe aplicar una fuerza para detenerlo. Si el objeto está parado, se debe aplicar una fuerza para moverlo.

Para este módulo de pruebas, es debe utilizar un volante de inercia de la misma marca Chevrolet con el fin de que el engrane con el bendix sea el correcto, ya que de lo contrario no se produciría el mismo. Este volante de inercia tiene una corona dentada de 115 dientes rectos, un diámetro de 280mm, y un espesor de 30mm ver figura 34.



**Figura No. 34. Volante De Inercia Chevrolet Trooper**

### **3.1.3. Bomba De Freno**

Lo que se busca mediante la bomba de freno es aprovechar la fuerza mecánica que se le da mediante un pedal al ser presionado por el usuario que este manipulando el módulo de pruebas, este empuja un pistón acoplado a un

resorte el cual lleva unos empaques de caucho para evitar fugas de líquido al momento de la presión.

Una vez aplicado esta presión esta fuerza mecánica es transformada a una presión hidráulica transmitida a través de la cañería y línea del sistema, crea la presión necesaria para empujar el pistón que se encuentra en las mordazas de freno y así activar el sistema de freno obteniendo la disminución de la velocidad o el detenimiento del volante de inercia.

Para su correcto funcionamiento no debe haber aire en las cañerías para lo cual se debe realizar un sangrado del sistema a fin de eliminar todo el aire y no disminuya la presión ver figura 35.



**Figura No. 35. Bomba y pedal de Freno**

#### **3.1.4. Sistema de freno de disco**

Una vez indicado el funcionamiento de la bomba de freno tenemos las mordazas donde van alojadas las pastillas las cuales se encuentran ubicadas en la parte interna de las mordazas así mismo tenemos un disco al cual se le va aplicar una presión con el fin de que cuando presionamos el pedal este

empuja un pistón en la pastilla posterior del disco la cual según su presión hace que baje la velocidad o a su vez se realice el frenado por completo. En el mercado automotriz existe una gran variedad de discos de freno que podrían ser usados para producir carga.

Para este módulo de pruebas se ha escogido un sistema de frenos de la marca Mazda por ser un disco de grandes proporciones con gran capacidad de frenado y de muy fácil adquisición ver figura 36.

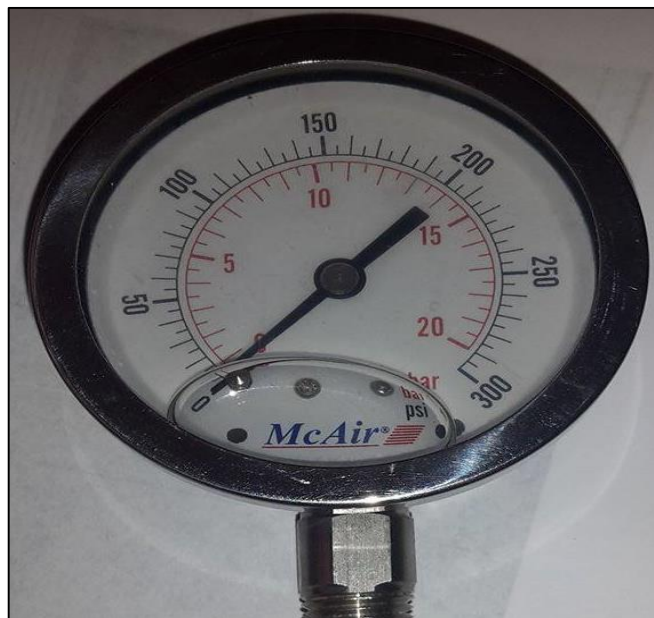


**Figura No. 36. Sistema de freno de disco**

### **3.1.5. Manómetro**

El manómetro es un indicador de presión mediante el líquido de frenos que nos va a dar la bomba accionada por el operario que se encuentra manipulando el módulo, las medidas se proporciona el manómetro viene dada en bares y psi, en los vehículos se toma como referencia la compresión de los pistones que al realizar una prueba de compresión nos da en psi según el tipo de vehículo.

Para obtener la presión que ejerce al frenar se ha colocado un manómetro de 300 psi o 20 bares tomando en cuenta que 1 psi equivale a 0,069 bares ver figura 37. Mediante este manómetro que va a simular la presión que tiene el motor en los pistones a ser liberada por el motor de arranque para poner en funcionamiento y según esto sacar una relación con el motor de arranque libre del volante de inercia y acoplado esto se lo realizara en las pruebas eléctricas obteniendo los valores en cada practica tomando en cuenta el tipo de motor de arranque ya sea para vehículos livianos o pesados donde un vehículo pesado tiene mayor compresión.

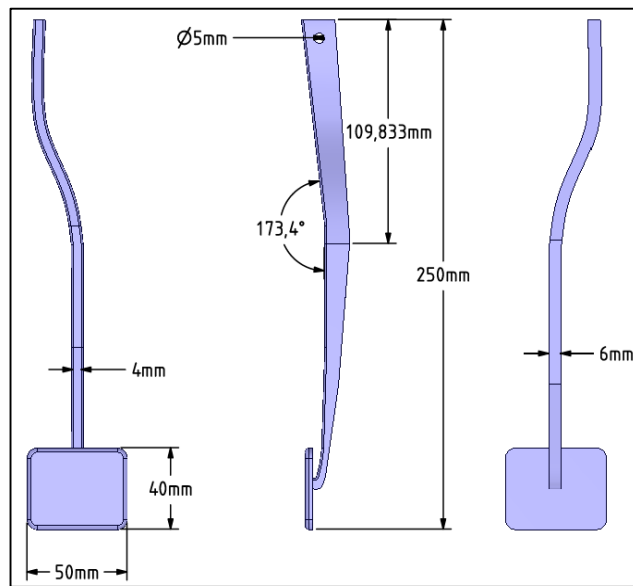


**Figura No. 37. Manómetro**

### **3.2. Diseño mecánico**

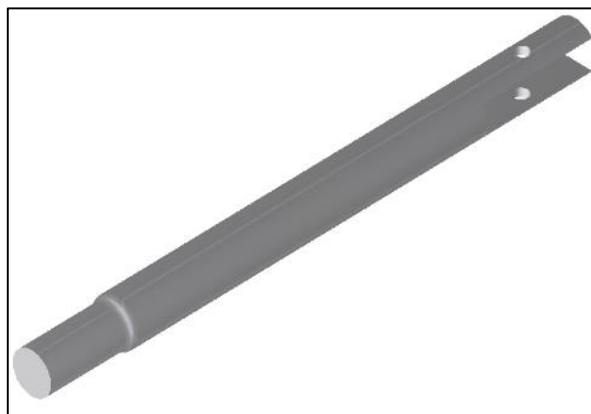
Dentro de la parte de diseño mecánico del módulo se ha ido acoplado cada una de sus componentes que hemos adquirido para la construcción, en la parte inferior derecha del módulo se ha acoplado un pedal de freno el mismo que servirá para simular la compresión que tiene un motor de combustión interna al tomar la compresión que nos dará en psi según el tipo de vehículo ver figura 38.





**Figura No. 38. Pedal del freno**

Donde para su acoplamiento y a la vez ponga en funcionamiento se ha diseñado un eje ver figura 39.



**Figura No. 39. Eje de empuje del pistón de la bomba de freno**

El mismo que es el encargado de empujar un pistón que se encuentra dentro de la bomba de esta manera comprimiendo el líquido de frenos el mismo que se ha utilizado un DOT 3, para de esta manera suba por una cañería de aluminio, esta cañería es de este material por su flexibilidad y fácil de manipular se encuentra acopladas a un sistema de freno de disco donde en las mordaza posterior de igual manera tiene un pistón que al ejercer una presión mecánica se transforma en una presión hidráulica que es la que nos



facilita el esfuerzo y hace que las pastillas realicen una fricción sobre el disco y de esta manera reducir o parar por completo ver figura 40.

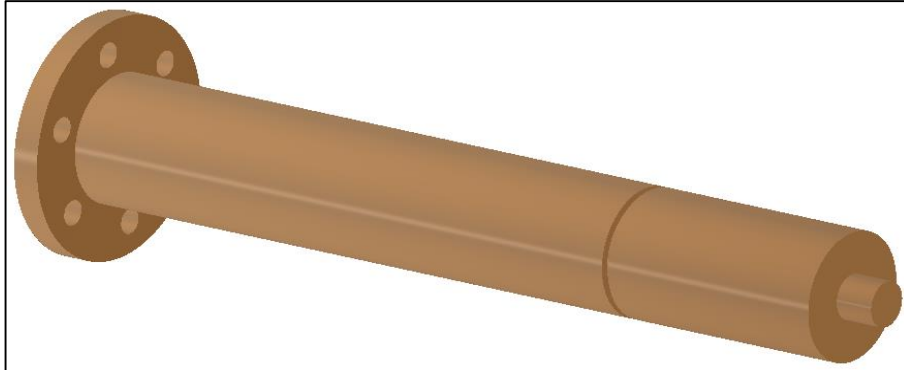


**Figura No. 40. Sistema de frenos de disco**

En la parte de la bomba tenemos dos salidas como ya se explicó la primera es para la cañería que va hacia la mordaza, luego de esto en la segunda salida conectamos una manguera hidráulica, esta va hasta la parte superior donde se conecta en un manómetro el mismo que va a simular la compresión de un motor de combustión en determinados psi así mismo su funcionamiento va desde el pedal del freno donde se ejerce una presión y así mismo colocando un tope para evitar demasiada presión que nos puede ocasionar que el motor de arranque se quemara o rompa los engranajes del bendix o de volante de inercia.

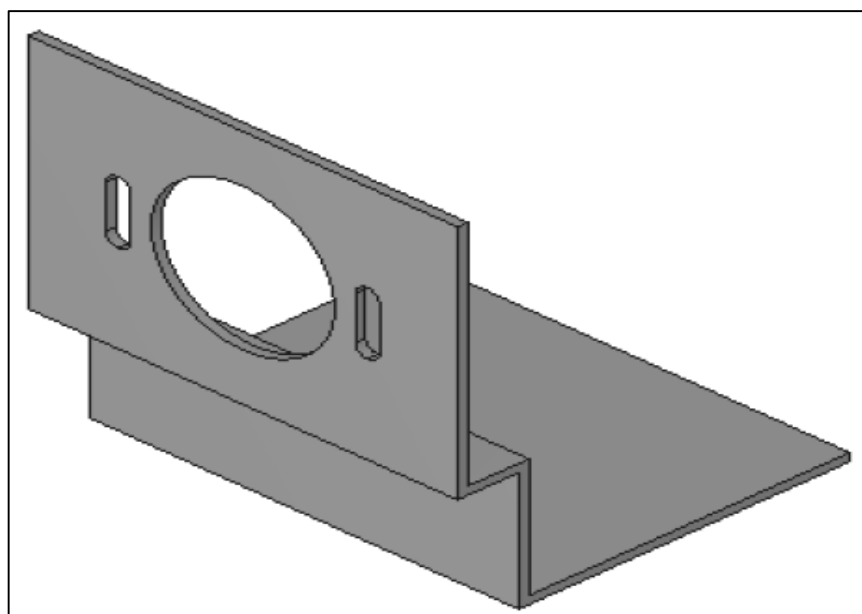
Una vez que se acoplado el sistema de frenos que el cuál va a simular la carga o la compresión del motor de combustión para ello se ha diseñado un eje circular el mismo que va desde el disco de freno hasta el volante de inercia en el extremo del disco de freno, se ha utilizado el mismo eje roscado que pasa por el interior del disco de freno donde en la parte posterior es sujetado por una tuerca. Para la unión se ha utilizado la suelda eléctrica y de esta manera tener una mayor fijación y nivelación, en el otro extremo donde va acoplado el volante de inercias, se ha soldado una plancha circular con

perforaciones para colocar pernos los mismos que va a fijar y sostener el volante de inercia ver figura 41.



**Figura No. 41. Eje circular que une al volante con el freno**

Una vez que se ha terminado el acople volante y freno se ha diseñado una base donde fijar el motor de arranque, en esta base lo primero es que se ha hecho es una circunferencia tomando en cuenta el diámetro del motor de arranque, de igual manera esta base cuenta con 6 perforaciones para pernos con tuerca y rodela plana, 2 son para fijar y soportar el peso del motor de arranque y las otras 4 son para fijar la base al módulo, todas estas perforaciones son regulables a fin de cambiar el motor de arranque y colocar otro y así mismo poder centrar y tenga un buen engrane con el volante de inercia ver figura 42.



**Figura No. 42. Base donde fijar al motor de arranque**

### 3.2.1. Parámetros de diseño

Dentro de los parámetros para la construcción mecánica del módulo se ha tomado en cuenta los pesos y esfuerzos que se va a soportar cada parte que se ha diseñado, el eje de la bomba es de hierro dulce, que es fácil de manipular y lo en centramos en el mercado nacional fácil de cortar con una sierra manual y de trabajar en el torno por medio de una cuchilla de acero la diferencia en dureza es por el carbono que contiene cada uno de ellos, para hierro es el 0.1% de carbono en cambio para el acero es hasta el 2% de carbono.

Otro de los parámetros que se ha utilizado es el tipo de soldadura, es una suelda eléctrica marca Miller con alambre recubierto de cobre y carbono el cual da una mayor fundición y penetración para la unión de partes metálicas.

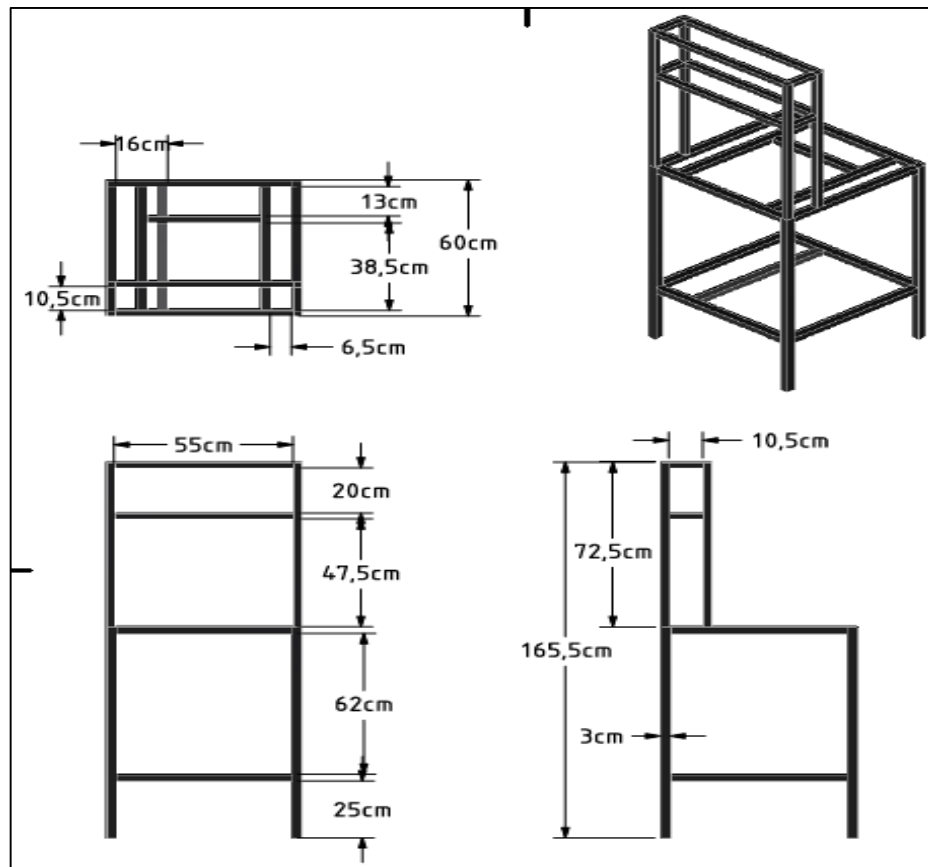
Así mismo se ha tomado en cuenta el diámetro de los pernos que son de longitud de  $1\frac{1}{2}$  de pulgada por  $\frac{7}{16}$  de diámetro los mismos que van a soportar el peso de volante de inercia, a la base donde va el motor de arranque y así evitar que se descentre o a su vez no soporte la presión del mismo.

Otro parámetro de gran importancia es las medidas de seguridad al trabajar y más aún en las maquinas herramientas que podrían causar accidentes innecesarios para ello lo primero que se hacer es tener todo el equipo dependiendo de la práctica a realizar.

### 3.2.2. Diseño de la estructura

para la construcción del módulo de pruebas se ha considerado las medidas basándose en los componentes que se va soportar la estructura para ello se ha construido en dos partes por ello distintos tipos de tubos por el tipo de peso que van a soportar cada uno de ellos por sus componentes en la parte inferior va la parte mecánica y en la parte superior un panel de control.

La parte inferior del banco por ser la que va a soportar la mayor parte del peso de sus componentes se ha escogido un tubo cuadrado de  $1\frac{1}{4}$  de pulgada equivalente a 3cm, podemos apreciar las medidas establecidas para ello se ha utilizado el programa de solid work ver figura 43.



**Figura No. 43. Estructura del módulo**

La parte superior del módulo se la construido con un tubo cuadrado de 1 pulgada o 2,5cm, ya que en esta van el panel de control donde se encuentra los luces pilotos, instrumentos de medición como multímetro, pinza Amperimétrica, y el manómetro que no representan mayor peso.

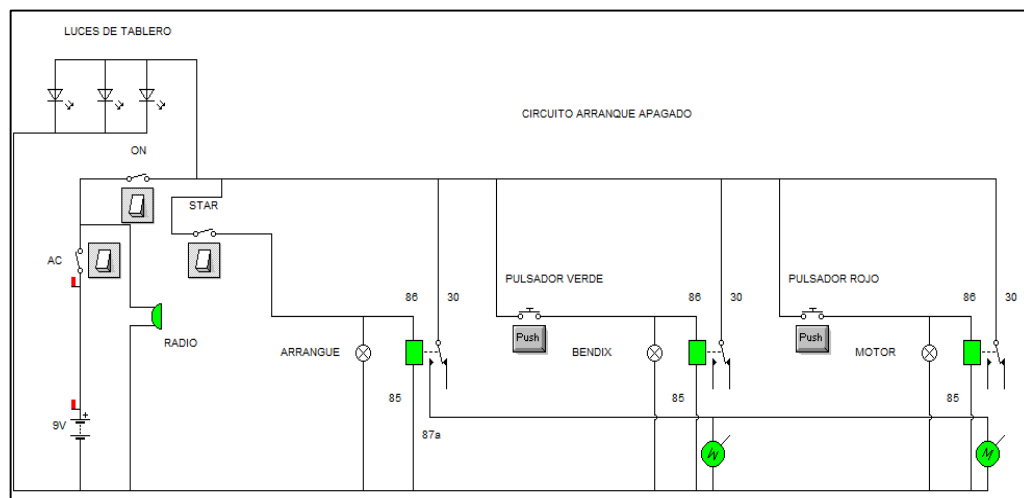
Para la unión de los tubos se lo ha hecho por medio de la suelda eléctrica a fin de tener una buena unión y que toda la estructura quede con continuidad a fin de que en la instalación eléctrica se obtenga una adecuada masa en el sistema de arranque.

### 3.2.3. Análisis

Dentro de la construcción mecánica y la estructura del módulo se debe analizar cada uno de sus componentes y la función que van a desarrollar a fin de evitar gastos innecesarios y pérdida de tiempo en la construcción del mismo, para el ensamble de los componentes se debe elegir según los pesos y esfuerzos que estos vana a soportar en el caso de los pernos se debe analizar que sean capaces de soportar y no tener complicaciones al momento de realizar las pruebas mecánicas consiguientes.

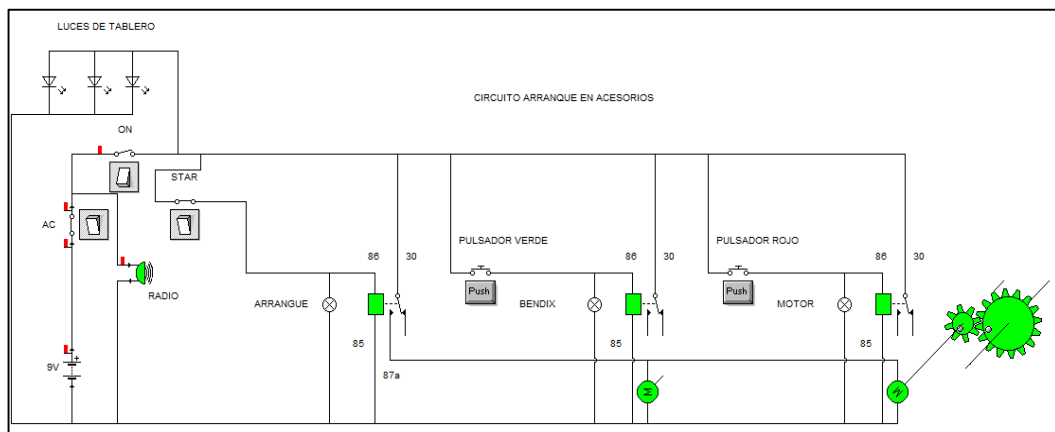
### 3.3. Diseño eléctrico

Una vez construido la estructura del módulo de pruebas para motores de arranque y el montaje de todos los componentes mecánicos se ha diseñado el circuito eléctrico primeramente utilizando el programa Crocclip para realizar las simulaciones de cómo se ido armando cada uno de los circuitos en primera instancia se ha tomado en realizar tres pruebas cada una de ellas individuales dentro del motor de arranque de una forma práctica y dinámica donde el alumno pueda oír, visualizar y ejecutar cada una de las pruebas que van a ir encontrando dentro del circuito y así como el funcionamiento del motor de arranque la primera simulación se aprecia el sistema de arranque apagado ver figura 44.

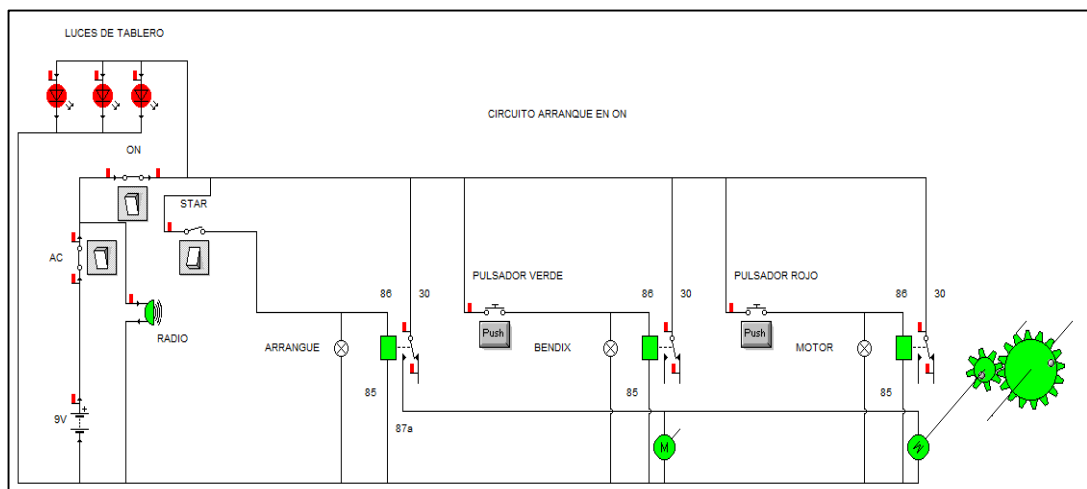


**Figura No. 44. Circuito De Arranque Apagado Con Swich**

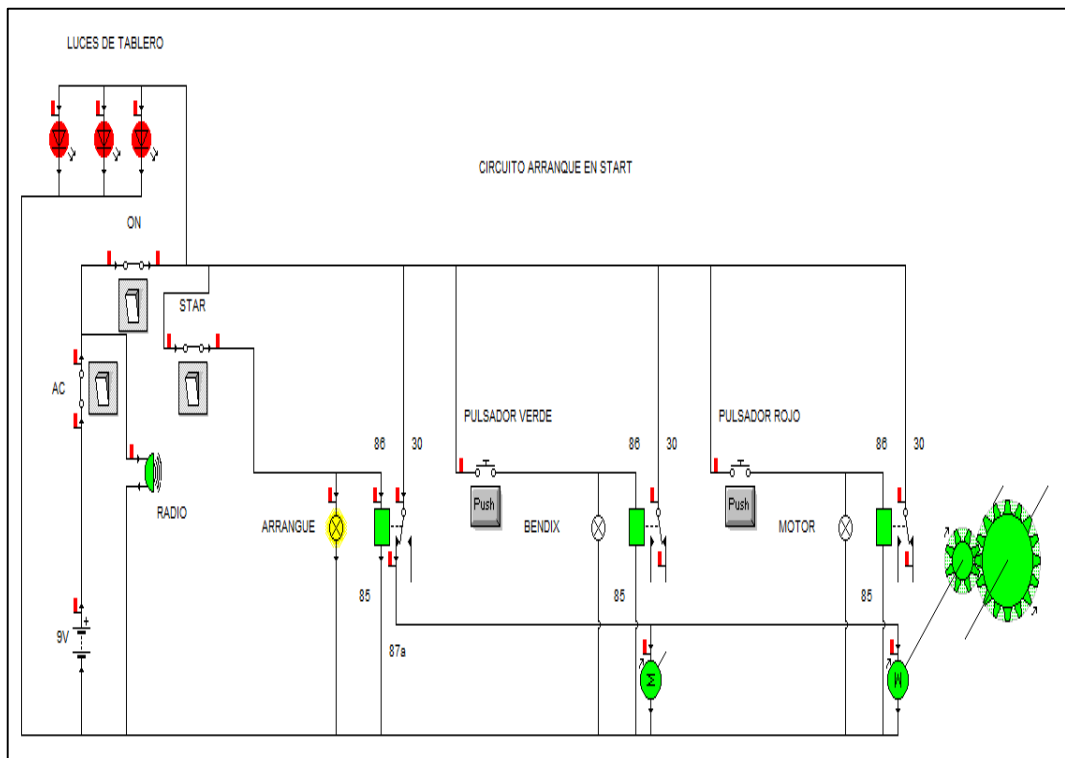
Mediante el programa se ha diseñado un circuito donde se simula el arranque dentro del vehículo por medio de un swich el cual activa el motor de arranque dentro del swich se tiene tres posiciones que son **accesorios**, **on** y **start** en accesorios ver figura 45, son para energizar algunos componentes dentro del vehículo como por ejemplo el radio, limpiaparabrisas, pulsadores para abrir o cerrar las ventanas, en cambio en la posición on es donde en el vehículo se observa que se prenden las luces del tablero y a su vez energiza al motor de arranque ver figura 46, la posición start es ya donde se pone en funcionamiento el motor de arranque para la combustión del motor mediante el volante inercia transmitido al cigüeñal y liberando la compresión de los pistones ver figura 47,



**Figura No. 45. Circuito en la posición del swich en accesorios**



**Figura No. 46. Circuito en la posición del swich en ON**

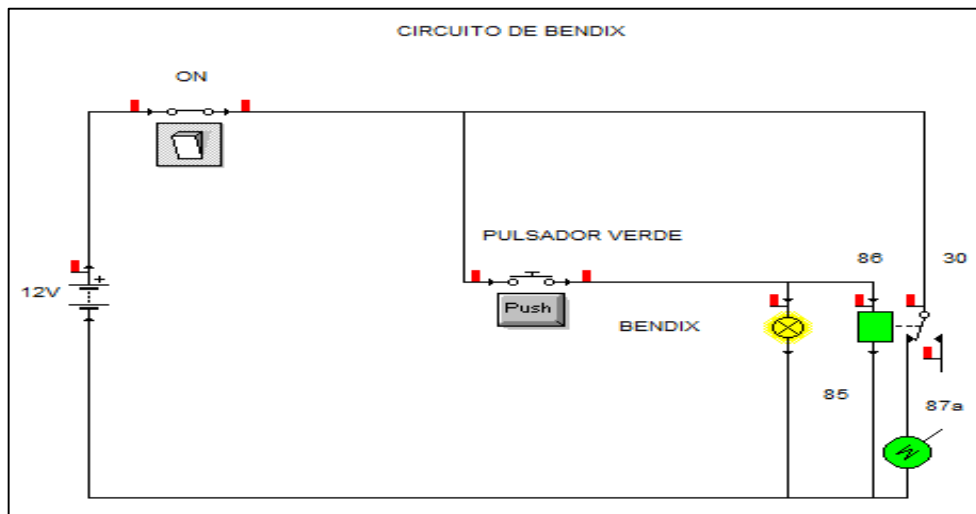


**Figura No. 47. Circuito en la posición del switch en START**

Una vez diseñado el circuito general activado por un switch dentro del módulo de pruebas, se ha diseñado circuitos individuales donde se puede simular cada una de las pruebas independientes dentro del motor de arranque las cuales son:

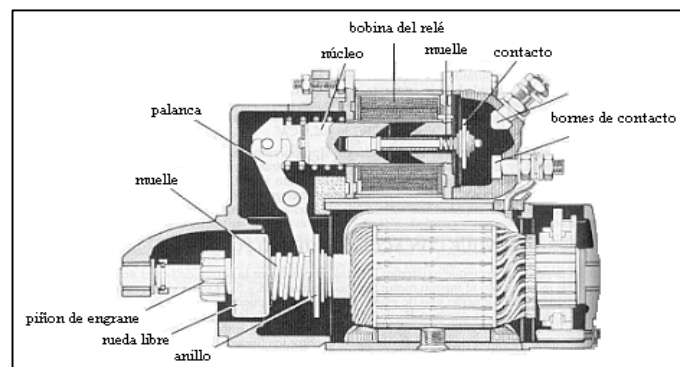
- Funcionamiento del bendix.
- Funcionamiento del motor de arranque.
- Funcionamiento conjunto del motor de arranque

El funcionamiento del bendix es accionado mediante un pulsador y colocando la llave del switch en la posición ON, así mismo se ha colocado una luz testigo la cual se enciende al momento del funcionamiento del bendix, para su correcto funcionamiento se ha colocado un relé el mismo que ayuda a minimizar el consumo de corriente en la luz y el pulsador ya que caso contrario se nos quemaría ya que el bendix necesita alrededor de unos 40 Amp para su funcionamiento ver figura 48.



**Figura No. 48. Simulación del bendix**

Esta prueba lo que se va a determinar algunas fallas para ello lo primero que se debe hacer es verificar con un milímetro que la batería este cargada a 12 voltios, luego de eso el swich este funcionado correctamente, si estos dos están bien entonces en el módulo se conecta el motor de arranque para realizar la prueba primeramente realizamos una inspección visual en el mismo que los engranajes del mismo no tengan limallas y extremadamente desgastado de ser el caso hay remplazarlo, otra prueba es verificar que el Benxi salga con gran fuerza donde se escucha un “clak clak” en cada arranque, si no sale el Bendix damos unos leves golpes con el martillo al solenoide y si funciona nuevamente se debe desmotar el solenoide y verificar los carbones y si están en mal estado remplazar otra seria falta de lubricación de igual manera desmontando se debe lubricar ver figura 49.

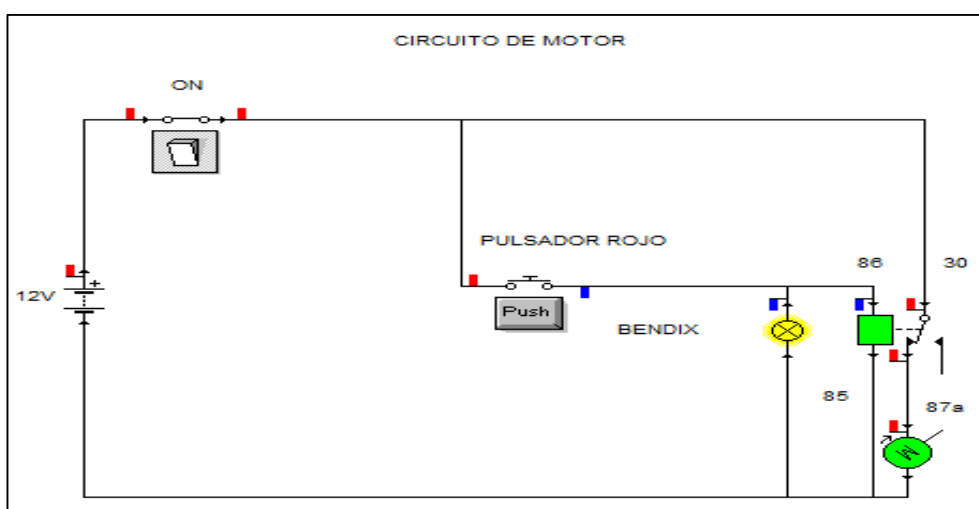


**Figura No. 49. Partes del solenoide.**

**Fuente:** (Gbors, 2014)



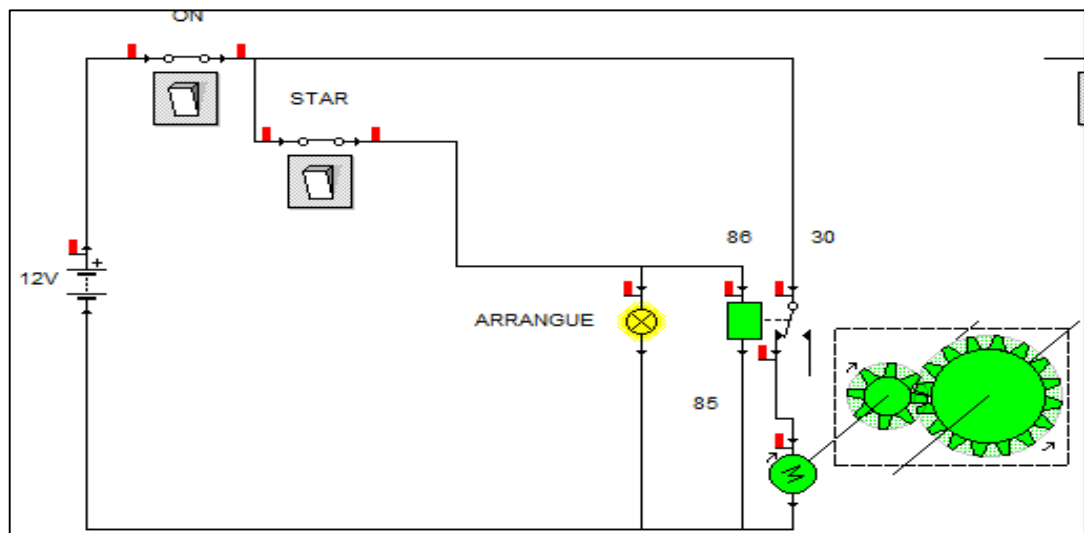
El funcionamiento del motor eléctrico es accionado mediante un pulsador y colocando la llave del switch en la posición ON, de esta manera funcionara de tal forma que solo haga girar el bendix en el interior sin accionar el solenoide para la entrada y salida del bendix, así mismo se ha colocado una luz testigo la cual se enciende al momento del funcionamiento motor, para su correcto funcionamiento se ha colocado un relé el mismo que ayuda a minimizar el consumo de corriente en la luz y el pulsador ya que caso contrario se quemarían, para el funcionamiento del motor el consumo es alrededor de unos 80 a 100 Amp para su funcionamiento ver figura 50.



**Figura No. 50. Simulación del motor eléctrico**

En esta prueba lo primero que se debe hacer es girar el bendix para ello debe girar para un solo lado con libertad pero si gira para los dos lados se debe desmontar y revisar como explicaremos más adelante, en el banco hay que conectar el positivo al borne del motor y mediante el pulsador se pondrá en funcionamiento de no funcionar hay q revisar desde la batería que tenga más de 12 voltios, luego de eso revisamos con la pinza Amperimétrica o un multímetro que esté llegando la energía suficiente para su funcionamiento, se debe revisar de igualmente las conexiones que los empalmes estén fijos, de esta manera los alumnos podrán observar como gira el bendix y la energía que consume para posterior a esto desmontar el motor de arranque y realizar las pruebas que tendrán en las guías prácticas.

El funcionamiento del motor de arranque es accionado mediante un pulsador y colocando la llave del swich en la posición START, de esta manera funcionara el sistema de arranque conjuntamente y haciendo girar el volante de inercia, así mismo se ha colocado una luz testigo la cual se enciende al momento del arranque, para su correcto funcionamiento se ha colocado un relé el mismo que ayuda a minimizar el consumo de corriente en la luz y el pulsador ya que caso contrario se quemarían, para el funcionamiento del motor el consumo es alrededor de unos 80 a 100 Amp en vehículos livianos en vehículos diésel aumenta los amperios y el voltaje para ello se debe colocar dos batería en serie y obtener 24 voltios para su funcionamiento figura 51.



**Figura No. 51. Simulación del motor de arranque**

El funcionamiento conjunto del motor de arranque ya lo realizara colocándolo firmemente en la base del módulo de pruebas que ha sido diseñado para soportar al motor de arranque, esta base es regulable tanto acercar hacia el volante de inercia como para subir o bajar el motor de arranque, en esto se debe tener la precaución de que los engranajes puedan unirse sin complicaciones y evitar daños en el sistema posterior a esto se conecta los tres bornes y el motor ya estará a maza con el módulo y con la ayuda de un lagarto se realizara un puente del cable del inducido al borne del

motor y mediante el swich se girara la llave a la posición de start donde el alumno podrá observar su funcionamiento completo y el acople al volante de inercia el arranque no debe sobrepasar los 10 segundos ya que podría quemarse el motor y cada prueba realizarlo en intervalos de 30 segundos y de igual forma con el multímetro ir verificando la carga de la batería.

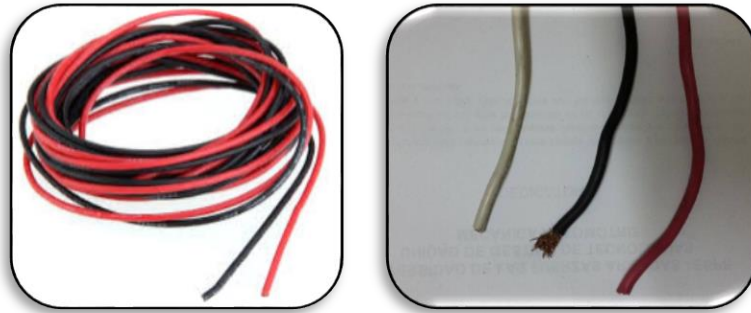
### 3.3.1. Parámetros eléctricos

Dentro de los parámetros que se ha tomado en cuenta para el diseño de la parte eléctrica del módulo de pruebas para motores de arranque, se ha visto el consumo de amperios que necesita el motor de arranque para su funcionamiento que va desde los 80 a 100 amperios y según eso determinar el tipo de batería a utilizar para ello se ha utilizado una batería Boch de 600 amperios 12 voltios ver figura 52.



**Figura No. 52. Batería**

Así mismo se ha tomado encuentra el grosor de los cables para cada una de las conexiones para ello para las conexiones de las luces, pines de batería, pulsadores por ser un consumo mínimo gracias al funcionamiento del relé un cable flexible N° 16 en cambio para las salidas positivas del relé que van al motor de arranque se ha escogido un cable flexible N° 10 figura 53.



**Figura No. 53. Cable N° 16 Izq. Cable N° 10 Der.**

Para la colocación de los relés se ha instalado 3 uno que es de 40 amperios con 4 salidas los mismos que se ha utilizado para la activación del bendix por ser el que consume menor amperaje como es 40 amperios en cambio para el funcionamiento del motor se instalado un relé de 80 amperios con 5 salidas tomando en cuenta solo las 4, cada uno de estos activados por un pulsador de 3 amperios y una luz de pruebas de 12 voltios, así mismo se ha colocado un relé de 80 amperios con 5 salidas para el arranque del motor en general activado por un switch de tres posiciones ver figura 54.



**Figura No. 54. Conexión del relé y el switch**

### 3.3.2. Indicadores

Para los indicadores en la parte superior del módulo se ha construido un panel de control figura 55. Donde se puede observar los indicadores luminosos, los cuales van a indicar el funcionamiento de cada prueba que se va a realizar en el módulo de pruebas para motores de arranque en el mismo se puede observar tres colores el primero un verde que al encenderse nos

indica la entrada y salida del bendix, a continuación se observa un rojo el mismo que nos indica el funcionamiento general del arranque conjunto, el ultimo es de igual manera verde este nos indica solo el funcionamiento del motor sin activar al solenoide así mismo tenemos un indicador de presión como es el manómetro el cual nos va a indicar o a su vez similar la compresión de los pistones en el motor.

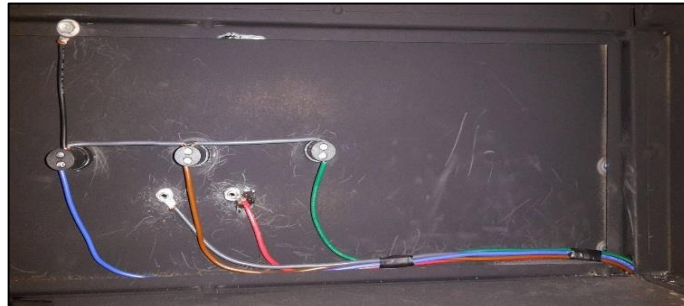


**Figura No. 55. Panel de control de indicadores**

### **3.3.3. Construcción**

Una vez seleccionado todo el material y descrito sus características y uso se ha realizado lo que es la construcción eléctrica dentro del módulo de pruebas, para ello la instalación se la realizado desde la parte superior del módulo donde se ha instalado 3 indicadores luminosos, y dos plus para la conexión del multímetro, para ello se ha utilizado el cable flexible N° 16 de diferentes colores para distinguir al momento de realizar las conexiones, así mismo para realizar maza se colocado un solo cable negro para los 3 indicadores este empernado al módulo que tiene continuidad, para llevar los cables positivos de cada uno de ellos se ha realizado una perforación con el taladro en el tubo cuadrado de una pulgada hasta llegar a la parte inferior

donde se va unir con los indicadores luminosos con los pulsadores y los dos del plus para el multímetro en la batería ver figura 56.



**Figura No. 56. Conexión posterior de los indicadores**

En la parte inferior del módulo ver figura 57, se encuentran dos pulsadores para el bendix de color verde, para el motor de color rojo y un swich de tres posiciones accesorios, on, y start los mismos que van accionar cada prueba en el módulo en la parte interior del módulo se encuentran 3 relés los mismos que son usados para proteger los indicadores y a su vez los pulsadores por el exceso de corriente que necesita el motor de arranque.



**Figura No. 57. Pulsadores.**

### **3.4. Sistema de medición en RPM**

Para obtener los rpm tanto del bendix como la del volante de inercia se ha utilizado un tacómetro digital ver figura 58, el mismo que para su utilización se debe colocar una cinta en la parte que se necesita obtener los rpm y de esa



manera con el tacómetro tiene un láser que se proyecta a la cinta y nos indica las revoluciones por minuto que gira la parte indicada.



**Figura No. 58. Tacómetro**

#### **3.4.1. Medición de rpm del Bendix**

Para obtener los rpm del bendix lo primero que se ha realizado es colocar el motor de arranque en una posición donde se puede ver claramente el giro del mismo y de esa manera colocar la cinta en un diente del piñón para que por medio del láser del tacómetro poder obtener los rpm del bendix, en la obtención de resultados marco 1669,9 rpm ver figura 59, esto varía según el tiempo de giro hasta permanecer constante ya que al iniciar y terminar la prueba baja los rpm.



**Figura No. 59. Rpm del Bendix**

### 3.4.2. Medición de RPM del volante de inercia

Para obtener los rpm del volante de inercia que tiene mayor facilidad para la t de su medida se coloca la cinta reflectiva en un diente del mismo y de igual manera se debe apuntar al mismo con el láser que tiene en la punta del tacómetro para que al momento de girar obtener una medición precisa ver figura 60, los rpm obtenidos son de 1347,0 rpm de igual forma esto varía según la constancia del giro ya que al momento de iniciar y terminar disminuye los rpm.



**Figura No. 60. Rpm del volante de inercia**

### 3.5. Manual de operación de operación

Dentro de la operación del módulo de pruebas hay que tomar en cuenta algunas consideraciones para su uso.

Antes de la operación.

- Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes innecesarios.
- Utilizar el equipo de protección.
- Realizar una inspección visual del módulo a fin de identificar alguna situación anormal.



- Verificar los componentes se encuentren se encuentren en su lugar.
- Tener la herramienta que se va a utilizar para cada práctica.
- Revisar el manual de operación.

Durante la operación.

- Sacar los instrumentos de medición pinza Amperimétrica y multímetro.
- Primero, verificar con el multímetro que la batería se encuentre cargada mayor de 12 voltios y que los cables estén conectados a los bornes.
- Conectar los bornes (+) y (-) a la batería con una llave mixta 10
- Colocar los cables a los plus, los cables que van a los bornes del motor
- Centrar y fijar el motor de arranque en la base del módulo con una llave mixta N° 14.
- Verificar el freno se encuentre en buen estado caso contrario sangrar la bomba luego la cañería a fin de eliminar el aire dentro del sistema llave mixta N° 10 y 11.
- Verificar las conexiones que no haya cables sueltos o desunidos.
- Colocar la llave en el swich y seleccionar la posición **ON** para realizar la prueba bendix y motor
- Tomar un cable con lagartos en los dos extremos para realizar un puente entre el borne 50 y el borne 30.
- Girar la llave a la posición **START** para la prueba del arranque.
- Utilizando las guías prácticas realizar cada una de las pruebas

Después de la operación.

- Desconectar el cable negro (-) del borne de la batería
- Recoger toda la herramienta utilizada
- Dejar limpio el lugar de trabajo
- Guardar los equipos de medición dentro del banco
- Verificar que no haya fugas en las cañerías del líquido de frenos
- Dejar desacoplado el bendix del volante de inercia.

### **3.6. Guías prácticas para los motores de arranque**

#### **3.6.1. Práctica N° 1 conocer y determinar cada uno de los elementos en el módulo previo a las comprobaciones del motor de arranque.**

##### **Objetivos:**

- Distinguir por el tecnólogo los diferentes componentes del módulo de pruebas.
- Conocer como está construido el módulo, así como su funcionamiento en cada una de las pruebas para motores de arranque.
- Tener claras las medidas de seguridad a seguir en la utilización del módulo.
- Verificar las conexiones en todo el sistema eléctrico y mecánico.

##### **Equipo necesario:**

- Módulo de pruebas.
- Guías de laboratorio.
- Manual de operación
- Medidas de seguridad
- Equipo de protección

##### **Procedimiento:**

1. observar los sistemas dentro del módulo.
2. apreciar los siguientes sistemas:
  - Motor de Arranque
  - Medición
  - Carga
  - Sistema eléctrico
  - Conexión de los relés

3. El módulo trabaja con 12 voltios CC, proporcionada por una batería la cual se encuentra ubicada en la parte inferior interna del módulo.
4. Revise el diagrama de conexión del sistema eléctrico de arranque, cada una de las conexiones y accionamiento que se encuentra en el módulo.
5. Revisión física de la base donde se apoya el motor de arranque.
6. Una vez analizado cada uno de los sistemas procedemos al montaje del motor de arranque en la base de apoyo del motor de arranque.
7. Asegúrese de centrar correctamente el bendix de engrane con el volante de inercia utilizando una linterna y haciendo girar el volante y la placa de apoyo hasta que tenga un buen engrane
8. Ajustar fuertemente los pernos tanto de la placa de apoyo como los del motor de arranque donde de igual manera va hacer masa.
9. Realizar las conexiones según el diagrama de la práctica que vaya a realizar tomando las medidas de seguridad.
10. Realizar una inspección final antes de poner en funcionamiento a fin de evitar cortos y daños en el sistema.
11. Para el desmontaje proceda de manera inversa al montaje siempre manteniendo un orden de trabajo.

### **3.6.2. Práctica N° 2 verificación de los distintos voltajes dentro del motor de arranque.**

#### **Objetivos:**

- Verificar los voltajes en los bornes de la batería, así como en los terminales del motor de arranque.
- Conocer el voltaje que se necesita para el funcionamiento de un motor de arranque.

#### **Equipo necesario:**

- Módulo de pruebas

- Guías de laboratorio
- Pinza Amperimétrica
- Multímetro
- Cables de conexión
- Medidas de seguridad
- Equipo de protección

### Marco teórico:

En esta práctica lo que se va es medir el voltaje que tiene la batería para su funcionamiento una batería en buenas condiciones tiene una medición de 13.02 voltios a 12.30 voltios, antes de su funcionamiento y puesta a carga por el alternador que en buenas condiciones llega a dar 14, 30 voltios.

De igual manera verificar los voltajes que se encuentran en cada uno de los terminales antes de cada prueba a fin de verificar la corriente que estos tienen.

### Procedimiento:

- a) Comprobación del voltaje en los terminales de la batería ver figura 61.



**Figura No. 61. Voltaje**

1. Conecte el multímetro entre los terminales que salen de la batería y seleccione la escala adecuada para medir voltaje como se indica en la figura 61.

2. Girar la llave del switch a la posición start para el arranque del módulo para cada prueba.
3. Grabar un video o a su vez tomar fotos
4. Anote el valor obtenido

**Voltaje: ...13. 02.....**

- b) Compruebe el voltaje en el terminal 30.



**Figura No. 62. Terminal 30**

1. Conecte el multímetro como se indica en la figura 62.
2. Pulse el interruptor de arranque del módulo de pruebas.
3. Realice una grabación o a su vez fotos para su análisis
4. Anote el valor obtenido.

**Voltaje: ...13.....**

- c) Compruebe el voltaje en el terminal 50.



**Figura No. 63. Terminal 50**

1. Conecte el multímetro como se indica en la figura 63.
2. Pulse el interruptor de arranque del banco de pruebas.
3. Anote el valor obtenido.
4. Realizar un análisis.

**Voltaje: ...13.....**

#### **Análisis de resultados:**

- En el caso (a) si el voltaje es menor a 12 V cambie la batería o a su vez cargar.
- En el caso (b) si el voltaje es menor de 10 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 10 V comprobar uno por uno: los cables de conexión comprobando continuidad así mismo verificar el interruptor de arranque, relé. Reparar o cambiar cualquier pieza que esta averiada.

### 3.6.3. Práctica 3 Prueba del motor de arranque bajo cargas

#### Objetivos:

1. Verificar el consumo de corriente del motor de arranque de acuerdo a las diferentes cargas que se le aplique.
2. Analizar el consumo de amperaje mediante la carga dada por el freno.
3. Conocer como el motor de arranque vence la compresión del motor de combustión interna.

#### Equipo necesario:

- Banco de pruebas
- Guías de laboratorio
- Diagramas de conexión
- Pinza Amperimétrica
- Multímetro
- Cables de conexión

#### Marco teórico

Para la realización de esta práctica se debe tener acoplado el motor de arranque con el volante de inercia que mediante un eje va hasta el sistema de freno el cual va a simular la compresión mediante una carga controlada por un manómetro para evitar que el motor de arranque se nos queme y rompan los dientes del bendix o volante de inercia

Las tomas de mediciones deben realizarse de una forma rápida de ser necesario realizar una grabación de video para posteriormente ser analizada y realizar las diferentes comparaciones con las características del motor de arranque.

**Procedimiento:**

1. Instalamos el motor de arranque en el módulo de pruebas.
2. Se debe trabajar en binomios para facilitar el trabajo y los resultados.
3. Acoplar el piñón del bendix con la corona dentada con la ayuda de una linterna y hacer salir el bendix para verificar que no exista choque entre el volante de inercia.
4. La altura del piñón y el volante de inercia se lo regula por medio de los dos pernos que lo soportan al motor de arranque y al terminar ajustar con fuerza.
5. Una vez realizado la instalación y centrado se pone en funcionamiento el motor de arranque presionado el pedal de freno verificando el manómetro, si se exagera en la presión puede ocasionar daños al motor de arranque.
6. Con la pinza Amperimétrica conectada debidamente y en la escala adecuada, mida el consumo de corriente del motor de arranque ver figura 64.



**Figura No. 64. Pinza.**

7. Anote los valores tomados a diferentes cargas aplicadas.

**Tabla No. 1.**

**Consumo de corriente**



Carga (PSI)	Amperios (A)
20	118,4
30	123,3
40	125,5
50	148.2

8. Puede ocurrir durante la prueba que el motor gire lentamente, pero a su vez va a consumir excesiva corriente.
9. Conecte la pinza Amperimétrica y colocar en la escala adecuada para medir voltaje aplicando carga.
10. Tome los valores y anote en la tabla 2.

**Tabla No. 2.**

**Consumo de voltaje tabla**

Carga (PSI)	Voltaje (V)
20	12
30	11,65
40	10,34
50	10,2

**Análisis de resultados:**

- De los valores tomados tanto de la tabla 1 y tabla 2 realice una evaluación de la variación de voltaje y amperaje en las distintas cargas que se le va dando al motor de arranque.
- Tomar las medidas de seguridad al momento de realizar cada una de estas pruebas.
- No presionar el pedal del freno en forma exagerada, sino poco a poco.
- Mantener la comunicación entre los dos operarios.

**3.6.4. Práctica N° 4 Caída de tensión**

**Objetivos:**

1. verificar el funcionamiento del motor de arranque de un vehículo, con sus respectivos elementos.

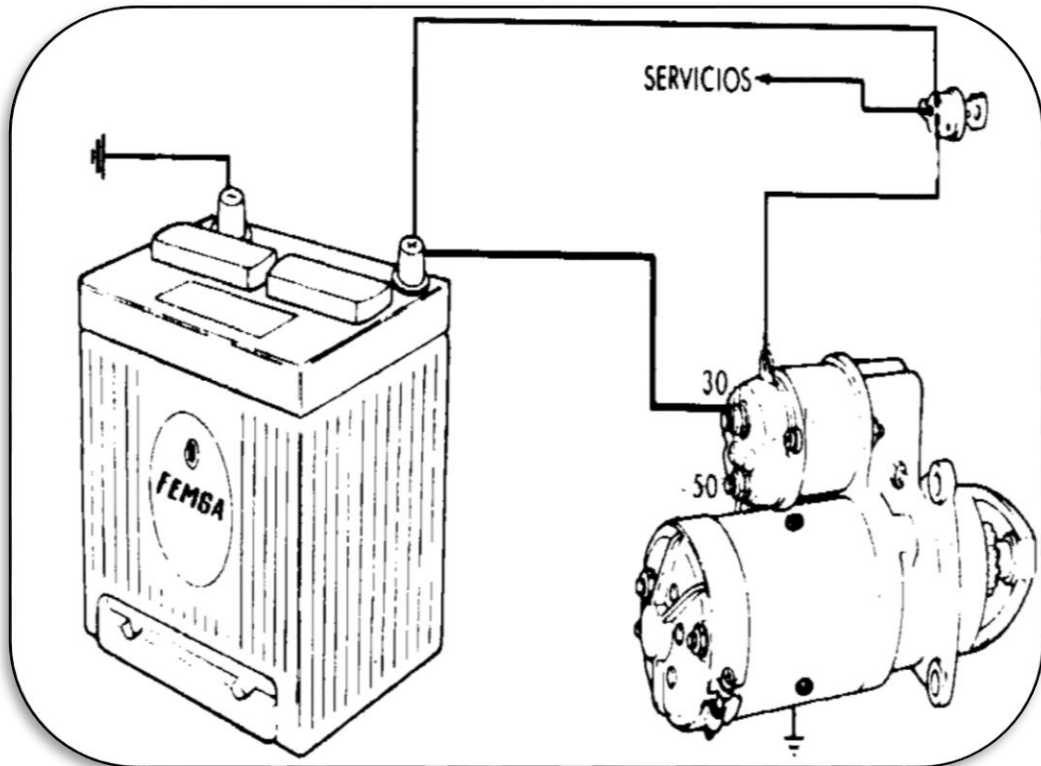
2. determinar cómo está diseñado y como trabaja el sistema eléctrico de arranque en un vehículo.
3. obtener las diferentes caídas de tensión que se producen en el sistema y en qué influye cada una de ellas en caso de presentarse alguna descarga en la batería.

**Equipo necesario:**

- Banco de pruebas
- Motores de arranque.
- Panel eléctrico didáctico.
- Guías de laboratorio
- Diagramas de conexión
- Cables de pruebas.
- Multímetro.
- Pinza Amperimétrica.
- Herramientas

**Revisión teórica:**

Para la verificación de la caída de tensión lo que se va a realizar es conectar los pluses del multímetro en el panel de control donde está el positivo (cable rojo) y negativo (cable negro), luego de eso para proceder a poner en funcionamiento cada una de las pruebas y verificar cuanto baja el voltaje que se visualizaba la resta de las dos mediciones nos da como resultado la caída de tensión ver figura 65.



**Figura No. 65. Circuito de conexión del sistema de arranque.**

Fuente. (CERON, 2006)

**Procedimiento:**

1. Con el multímetro en la escala apropiada, primero medir el voltaje de la batería (VBAT), y anotar en la tabla.
2. Con el multímetro conectamos el positivo al cable rojo N° 30 del inducido y el cable negro negativo a la base que soporta al motor de arranque donde va hacer maza, luego de esto pulsar el pulsador del bendix y tomar la medida del inducido desconectado luego de esto cerramos el circuito y ponemos en funcionamiento y observamos la caída de tensión para ser anotada en la tabla número 3.
3. Para tomar la caída de tensión del motor conectamos el multímetro al lagarto que va al motor y el negativo a la base del motor donde hace masa, hacemos funcionar y tomamos el voltaje, luego de esto conectamos el lagarto al borne 50 del motor de arranque para poner en

funcionamiento mediante el pulsador y obtener la caída de tensión hacer anotada en la tabla número 3.

**Tabla No. 3.**

**Voltajes y corrientes del sistema de arranque**

	<b>VOLTAJE DE LA BATERÍA</b>	<b>CAÍDA DE TENSIÓN 30</b>	<b>CAÍDA DE TENSIÓN 50</b>
<b>APAGADO V BAT</b>	13,02 V	13 V	13 V
<b>VOLTAJE CON ARRANQUE</b>		11,3	9,3
<b>CAÍDA DE TENSIÓN</b>		1,7	3,7

**Análisis de resultados:**

1. Verificar cual es el valor de la caída de tensión con la resta del valor inicial y el valor al momento del funcionamiento.
2. ¿En que afecta una caída de tensión a un elemento en el circuito al momento de realizar las operaciones?
3. Realice un video u toma de fotos para facilitar las tomas de medida.
4. Tener el cargador de batería para realizar las prácticas en las mejores condiciones lo que pasaría en el vehículo es que el alternador mantiene la batería cargada.

**3.7. Instrumentos de medición**

Los instrumentos de medición que se debe utilizar para las diferentes medidas son el multímetro y la pinza Amperimétrica.

**3.7.1. Multímetro**

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.

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 ( $\Omega$ ).

Para utilizar el multímetro se aplica el siguiente procedimiento:

- Se determina la función requerida (voltaje, corriente, resistencia)
- Se coloca 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 conecta 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 ver Figura 66.



**Figura No. 66. Multímetro**

### 3.7.2. Pinza amperimétrica

La pinza Amperimétrica es utilizada para medir corriente sin tener que abrir un circuito, su funcionamiento es la encargada de medir la corriente que circula a través de un conductor formando un campo magnético que produce al circular dicha corriente, la forma como se la utiliza es que abraza al cable

cuya corriente queremos medir, y comprobar las caídas de tensión que podría producir un sistema eléctrico.

Por otra parte, es sumamente seguro para el operario que realiza la medición, por cuanto no es necesario un contacto eléctrico con el circuito bajo medida ya que, en el caso de cables aislados, ni siquiera es necesario levantar el aislante.

Esta pinza será utilizada en este sistema ya que un motor de arranque necesita de 80 a 600 amperios dependiendo del tipo de motor y el tipo de vehículos donde va hacer utilizado ya sea vehículos livianos como pesados, por ello estas pinzas tienen una escala de amperios muy grande entre 400A y 1000A ver figura 67.



**Figura No. 67. Pinza Amperimétrica**

### **3.8. Manual de mantenimiento**

La mayoría de motores de arranque no requieren especial cuidado entre los períodos de revisión. Es decir, tienen suficiente lubricación, así como escobillas de adecuadas dimensiones. Sin embargo, algunos motores de arranque, especialmente los más grandes utilizados para servicios más pesados necesitan lubricaciones más 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.

El mantenimiento del módulo y cada uno de los sistemas sirve para alargar su funcionamiento y tener el modulo en óptimas condiciones a fin de realizar las practicas necesarias a fin de tener un conocimiento más amplio funcionamiento del motor de arranque para ello se ha detallado el mantenimiento a seguir.

- Mantener limpio el módulo de pruebas después de cada práctica.
- Revisar el nivel del líquido de frenos de ser el caso completar.
- Limpiar los bornes de la batería a fin de evitar pérdidas de corriente.
- Tener la batería cargada para cada práctica.
- Revisar el agua de la batería, de ser el caso completar con agua destilada
- Tener cuidado con el líquido de frenos el derrame causa daños en la pintura del modulo
- Revisar los cables se encuentren en optimas caso contrario remplazar.
- Utilizar la herramienta adecuada a fin de evitar dañar las partes móviles del módulo.
- Verificar que ningún cable este suelto y pueda causar corto.
- Conectar los cables que van a medir el voltaje de la batería a los bornes de la misma.

### **3.9. Desmontaje y montaje**

Para el desmontaje total de motor de arranque lo primero que se debe hacer es una inspección visual del motor a fin de determinar los puntos de sujeción, la herramienta a utilizar y la forma como se va a ir realizando el desmontaje total ver figura 68.



**Figura No. 68. Motor de arranque**

Desconectar el cable que va del solenoide al motor eléctrico con una llave de copa N° 12 según el tipo y modelo de motor de arranque ver figura 69.



**Figura No. 69. Tuerca del cable del solenoide**

Mediante una llave de copa N° 10 se procede a quitar las tuercas que sostienen al solenoide para ser separado de la base del motor ver figura 70.



**Figura No. 70. Desmontaje del solenoide**



Con cuidado se procede a retirar el solenoide y colocarlo en la mesa de trabajo junto con las turcas antes separadas a fin de evitar que se pierdan siempre manteniendo el orden ver figura 71.



**Figura No. 71. Solenoide desmontado**

Una vez desmontado el solenoide se procede a localizar los pernos para desarmar el motor para esto se ha utilizado una copa N° 9 para proceder a desarmar ver figura 72.



**Figura No. 72. Desmontaje del motor**

Una vez a retirado los dos pernos del motor de arranque con cuidado se procede a desarmar para evitar que los resortes del porta escobillas salgas volando y puedan perderse ver figura 73.



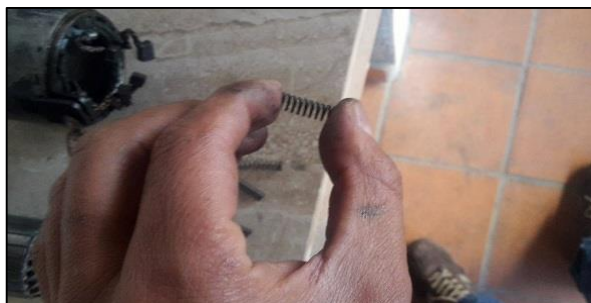
**Figura No. 73. Desmontaje del porta escobillas**

Revisar el estado el estado de las escobillas si su estado supera más de la mitad y hay quebraduras se debe remplazar ver figura 74.



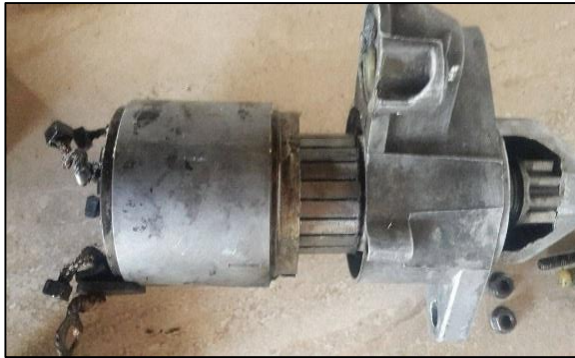
**Figura No. 74. Escobillas.**

Revisar el estado de los muelles o resortes de las escobillas si tienen poca presión o están rotas se debe remplazar ver figura 75.



**Figura No. 75. Resorte de las escobillas.**

Con cuidado se procede a retirar la parte de los campos magnético ver figura 76.



**Figura No. 76. Campo magnético.**

Una vez retirado la parte del campo magnético se procede a retirar la horquilla que empuja al bendix ver figura 77.



**Figura No. 77. Horquilla.**

Siguiente paso se procede a retirar la armadura de la carcasa con cuidado ver figura 78.



**Figura No. 78. Armadura.**

Con la ayuda de un desarmador plano se procede a extraer el seguro que sostiene la parte del bendix tener cuidado para evitar lastimarse las manos por salto del mismo y se deforma el seguro remplazar ver figura 79.



**Figura No. 79. Seguro del bendix**

Retirar el bendix para verificar su estado ver figura 80.



**Figura No. 80. Bendix**

Limpiar la armadura con una brocha y de ser el caso utilizar un limpiador de contactos eléctricos a fin de evitar dañar los aislantes de los embobinados ver figura 81.



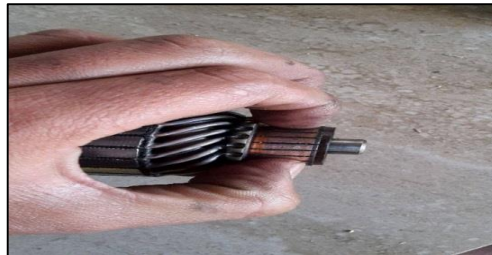
**Figura No. 81. Limpiar armadura**

Verificar que la armadura en una parte plana que no se encuentre pandeada o a su vez no tenga desvíos caso contrario se debe remplazar según costo caso contrario remplazar el motor de arranque en su totalidad ver figura 82.



**Figura No. 82. Armadura.**

Realizar una inspección visual en el colector para determinar si no hay alguna delga levantada o desgaste excesivo de ser el caso esto se debe remplazar ver figura 83.



**Figura No. 83. Colector**

Con la ayuda de un estilete se debe realizar una limpieza entre cada delga del conmutador, y verificar la profundidad que no sobrepase de un 1 mm ver figura 84.



**Figura No. 84. Limpieza entre delgas**

Con la ayuda de un calibrador pie de rey se procede a tomar el diámetro del colector si sobrepasa de las medidas siguientes se debe remplazar ver figura 85.



- Diámetro estándar: 28 mm
- Diámetro mínimo: 27 mm
- Según el manual del fabricante del motor de arranque.



**Figura No. 85. Diámetro del colector**

Con una lija (muerta) se procede hacer una limpieza total del colector para mejorar su funcionamiento mediante la continuidad ver figura 86.



**Figura No. 86. Limpieza del colector.**

Realizar una inspección visual de los dientes del bendix a fin de determinar el desgaste o a su vez fisuras de ser el caso se debe remplazar el mismo a fin de mejorar su funcionamiento y acople con el volante de inercia ver figura 86.



**Figura No. 87. Dientes del bendix**

Verificar que las bobinas del campo magnético no son ten flojas, con olor a quemado, o a su vez rotas ver figura 88.



**Figura No. 88. Bobina del campo.**

### 3.9.1. Pruebas al motor de arranque

Con un multímetro colocarla la opción para verificar continuidad entre el terminal de alimentación y las escobillas positivas de las bobinas de campo, en caso de que las bobinas no tengan continuidad reemplázalas ver figura 89.



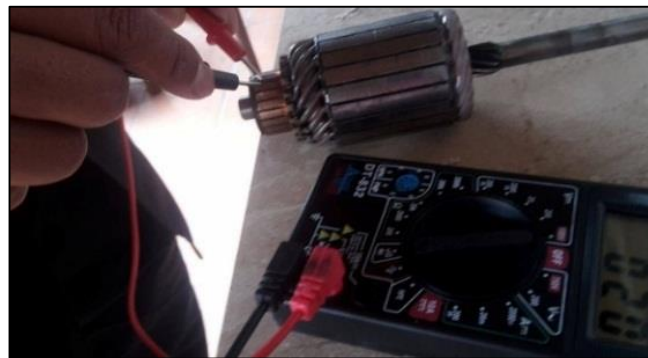
**Figura No. 89. Carcasa**

Con la ayuda del multímetro verificar que no exista continuidad entre las bobinas de campo y la carcasa del motor de arranque, si hay continuidad reemplaza las bobinas de campo ver figura 90.



**Figura No. 90. Continuidad en la carcasa**

Con un multímetro revisar la continuidad entre cada una de las delgas del conmutador, en caso de que no haya continuidad se debe reemplazar la armadura ver figura 91.



**Figura No. 91. Continuidad en las delgas**

Con un multímetro verificar que no exista continuidad entre el conmutador y el cuerpo de la armadura, si hay continuidad reemplaza la armadura ver figura 92.



**Figura No. 92. Continuidad entre conmutador y cuerpo**



### 3.9.2. Armado del motor de arranque

Para realizar el armado lubricar cada una de las partes que las necesiten ver figura 93.



**Figura No. 93. Lubricación**

Colocar aceite en el punto de movimiento entre el bendix y la flecha de la armadura ver figura 94.



**Figura No. 94. Lubricación de la armadura**

Para terminar el armado realizar pasos inversos que realizo en el desmontaje total como para ello hay que tener todo ordenado a fin de que se facilite el armado con la herramienta utilizada ver figura 95.



**Figura No. 95. Motor desarmado**

### 3.10. Averías en el motor de arranque

Tabla No. 4.

#### Averías en el motor de arranque

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

CONTINÚA →

CONDICIÓN	POSIBLES CAUSAS	PRUEBAS O CORRECCIÓN
	f. El conductor puede haber agotado la batería intentando arrancar el vehículo.	5. Revisar el motor del vehículo.
<b>7. El motor gira a la velocidad normal de arranque, pero no se pone en marcha.</b>	<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>
<b>8. El embolo buzo del solenoide rechina.</b>	<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>
<b>9. El piñón se desacopla lentamente después del arranque.</b>	<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>
<b>10. Ruidos anormales.</b>	<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>

Fuente: (CERON, 2006)

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminado con el trabajo de titulación se plantea algunas conclusiones y recomendaciones a tomar en cuenta en el estudio del sistema de motores de arranque utilizando un módulo de pruebas que facilita el aprendizaje por su forma práctica que exige el mismo.

#### 4.1. Conclusiones

- El planteamiento y justificación para realizar este trabajo de titulación permitió establecer el alcance y la importancia, de tal manera que el proyecto cumpla con las especificaciones planteadas.
- La recopilación de toda la información fue el sustento del desarrollo del proyecto porque ayudó a comprender y diseñar el sistema de arranque en el módulo de pruebas.
- Las simulaciones eléctricas realizadas mediante software evitaron la adquisición de componentes innecesarios y le dan versatilidad al diseño final del módulo.
- Los planos realizados utilizando el software SolidWorks para el diseño de la estructura establecen que la resistencia para el montaje del sistema mecánico y eléctrico es adecuada.
- La implementación del sistema de arranque permite observar el funcionamiento y simular fallas de acuerdo a los objetivos planteados
- Se propuso un sistema de guías prácticas para futuros usos en el campo tecnológico, para su estudio y aplicación práctica.

## 4.2. Recomendaciones

- Para la utilización del módulo de pruebas para motores de arranque se debe leer las medidas de seguridad que se encuentran en la parte lateral del módulo, así como tener un previo conocimiento antes de la manipulación del módulo.
- Conectar los bornes de la batería solo cuando se vaya a realizar las practicas correspondientes, así como los cables donde se va a comprobar el voltaje de la batería caso contrario podría causar cortos en el sistema eléctrico.
- Tener una adecuada organización para el desmontaje y montaje del motor de arranque.
- Después de cada practica dejar separado el motor de arranque del volante de inercia.
- Utilizar la herramienta a adecuada para cada practica a fin de evitar daños en el módulo.
- Ajustar bien la placa de sujeción de motor de arranque a la estructura, así como el motor a la placa ya que el esfuerzo que este va a producir es muy fuerte y puede causar accidentes o daños en el sistema.
- Para cada practica se debe trabajar en binomios bajo la supervisión del encargado del módulo.
- No colocar la llave en el swich si no se va a realizar ninguna práctica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aficionados a la Mecánica. (10 de Mayo de 2016). *Aficionados a la Mecánica*.  
Obtenido de Aficionados a la Mecánica:  
[http://www.aficionadosalamecanica.net/curso\\_motor.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/curso_motor.htm)
- CERON, C. &. (2006). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE ARRANQUE*. LATACUNGA: ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO .
- Como funciona un auto. (2016). *Una maravillosa guía de cómo funcionan los autos*. Obtenido de <http://www.comofuncionaunauto.com/>
- Crouse, W. H. (2001). *Equipo eléctrico y electrónico del automóvil*. México D.F: Alfaomega Marcombo.
- Electrónica Básica. (2016). *El relé*. Obtenido de Electrónica Básica:  
<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-rele.php>)
- Erazo, G. (2007). Electricidad del automóvil. En *Electricidad del automóvil* (pág. 115). Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Gbors, J. (18 de Julio de 2014). *Averías en Motor de Arranque*. Obtenido de Guía Mecánica: <http://guiamecanica.blogspot.com/2012/07/el-motor-de-arranque-falla.html>
- Pérez, J. M. (1998). *Electricidad del automóvil*. España: Gráficas ROGAR,.
- Sabelotodo.org. (2016). *Arranque del Motor del Automóvil*. Obtenido de <http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>
- Vicente, M. d. (1989). *Electricidad del Automóvil I Alimentación y Arranque*. Barcelona España: CEAC S.A.

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES



**NOMBRE:** Cristian Damian  
**APELLIDOS:** Vela Torres  
**NACIONALIDAD:** Ecuatoriano  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 18 de mayo de 1989  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0401389358  
**ESTADO CIVIL:** Casado  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** La Armenia  
**TELÉFONOS:** 2348534/0967566174  
**Mail:** [cris\\_v\\_8918@hotmail.com](mailto:cris_v_8918@hotmail.com)

### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIOS:** Escuela Sucre N° 1 (Tulcán)

**SECUNDARIOS:** Colegio Tecnológico Superior Vicente Fierro (Tulcán)  
Bachiller Técnico en Mecánica Industrial.

**SUPERIORES:** Universidad De Las Fuerzas Armadas – Espe  
Unidad De Gestión Tecnologías  
Tecnólogo En Ciencias Militares  
Tecnólogo en Mecánica Automotriz

### OTROS ESTUDIOS:

Certificado De Suficiencia En El Idioma Ingles (ESPE)  
Licencia Profesional Tipo C (ESPE)

**EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PRE-PROFESIONALES**

Empresa: Comando De Apoyo Logístico

Ciudad: Quito- El Pintado

Empresa: Escuela De Condición Profesional Espe

Ciudad: Latacunga- UFA

Empresa: GABMOTORS

Ciudad: Latacunga- El Niagara

**CURSOS REALIZADOS**

Técnico Operador Y Mantenimiento En Máquinas Trituradoras 2014



HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR

---

VELA TORRES CRISTIAN DAMIAN  
CBOS. DE E.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

---

ING. MARCELO ARELLANO

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ

---

ING. PABLO ESPINEL

Latacunga, Julio del 2016