

2020

# DISEÑO Y FABRICACION DE MAQUETAS DE PRINCIPIO ELECTROMECHANICO PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRICIDAD Y ELECTROMAGNETISMO

REYES LEON, JAVIER IGNACIO

---

<https://hdl.handle.net/11673/49614>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MAQUETAS DE PRINCIPIO**  
**ELECTROMECHANICO PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRICIDAD Y**  
**ELECTROMOVILIDAD**

Trabajo de Titulación para optar  
al Título de Técnico Universitario  
en MECANICA AUTOMOTRIZ

Alumnos:

Javier Ignacio Reyes León  
Marcos Andrés Silva Silva

Profesor Guía

Prof. ING Francisco Ramos  
Nebel



*Todos sabemos que la universidad, es un mundo frio y lóbrego, pero si tienes a las personas indicadas, si bien este trabajo, lo hice yo en conjunto a mi compañero, hay muchas personas que estuvieron conmigo apoyándome y creyendo en mi Entre estas personas esta mi compañero de trabajo de título y amigo, Javier Reyes, mis amigos, Eduardo Martínez, Rafael Vidal, Franco Álvarez, Matías Barraza que estuvieron conmigo en mis momentos difíciles, entre muchas otras, También agradecer a la universidad y a todos los profesores que ayudaron a mi formación, entre los que destaco a Profesor Leonel Alarcón, por su labor de ayudar a cada uno en lo que necesitáramos, A Walter Adrián, por apoyar con sus palabras cuando estábamos mal sentimentalmente y en especial, A nuestro Profesor Guía, Francisco Ramos, por su disposición y ayuda en lo que necesitamos Sin olvidar también a mi familia, A mi madre y mis abuelos, pilares principales y fundamentales en mi formación. A todos los que mencione y a los que no, Les agradezco su tiempo y dedicación.*

*Este trabajo es dedicado a mi Madre y Ejemplo de vida, Editt Silva Lara.*

*Llegó el anhelado momento de entregar esta tesis que con mucho esfuerzo se pudo sacar adelante, fue un difícil proceso con muchas pruebas en el camino, que sin la ayuda de algunos docentes y apoyo familiar no se habría podido terminar. Quiero agradecer sinceramente el apoyo de un docente en particularidad, nuestro profesor guía Francisco Ramos, ya que él nos ayudó bastante cuando estábamos con problemas en el proceso de elección de trabajo, también nos orientó y ayudó en la realización de esta tesis, por otra parte deseo hacer una mención especial al señor Guido Díaz, encargado del taller de mecánica automotriz, ya que él nos facilitó todo lo que estaba dentro de su alcance para realizar este trabajo, gracias a la universidad técnica Federico Santa María, todos sus docentes y trabajadores por sus enseñanzas y valores enseñados, muchas gracias !*

*Javier Reyes león*

## **SIMBOLOGÍA**

[V]:	VOLTAJE
[A]:	AMPERAJE
[R]:	RESISTENCIA
[CM]:	CENTÍMETROS

## **SIGLAS**

CA:	CORRIENTE ALTERNA
CC:	CORRIENTE CONTINUA
EPP:	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

## Índice

SIMBOLOGÍA.....	5
SIGLAS.....	5
Índice.....	6
Índice de Figuras.....	7
Objetivos.....	9
Objetivo General:.....	9
Objetivos específicos:.....	9
Capítulo 1: Estudio de los fundamentos eléctricos básicos.....	10
Electricidad y Electromagnetismo.....	11
Electricidad.....	11
Electromagnetismo.....	12
Ley de Faraday.....	12
Generador Eléctrico.....	14
Motor Eléctrico.....	16
¿Cómo funciona el motor eléctrico?.....	16
Capítulo 2: Construcción y utilización de Maquetas.....	18
Construcción de Motor-Generador de corriente.....	19
Maqueta 1.- Motor-Generador con Accionamiento mecánico.....	19
Mantenimiento del Motor-Generador.....	21
Procedimiento Pre-Utilización.....	21
Procedimiento Post-Utilización.....	22
Mantenimientos en caso de Avería.....	22
Maqueta N°2 Motor-Generador con motor eléctrico.....	23
Procedimiento Pre-Utilización.....	25
Procedimiento Post-Utilización.....	25
Mantenimiento en caso de avería.....	25
Mediciones.....	26
Capítulo 3: guías de Trabajo con las maquetas.....	28
Guía de Trabajo.....	29
Bibliografía y Webgrafía.....	32
Conclusión.....	33

## Índice de Figuras

Figura 1: Esquema de Generador eléctrico .....	14
Figura 2: Esquema de partes de un Motor eléctrico.....	16
Figura 3: Principio Motor Generador de accionamiento mecánico .....	20
Figura 4: Vista Frontal Maqueta 1 .....	20
Figura 5: Guantes .....	21
Figura 6: Extintor .....	21
Figura 7: Antiparras .....	21
Figura 8: Principio motor-generador accionamiento eléctrico.....	24
Figura 9: Vista Frontal Maqueta 2 .....	24
Figura 10: Vista posterior maqueta 2 .....	24
Figura 11: Mediciones Maqueta 1.....	26
Figura 12: Mediciones Maqueta 2.....	27

## Resumen

Keywords: Generador Eléctrico, Maqueta de generación, Motor Eléctrico, Maqueta de Motor, Ley de Faraday

En Chile, el área automotriz, está creciendo de forma exponencial cada día, lo que conlleva a que cada uno de estos vehículos, deben tener la mayor cantidad de comodidades y la mayor eficiencia tanto en el transporte como en la conducción de este.

Es por ello, que la electricidad y la electrónica, está siendo fundamental dentro de cada uno de estos sistemas que tiene el vehículo.

Para entender cómo funciona la electricidad dentro del vehículo, se debe entender los principios básicos y fundamentales que este contiene.

Por lo anterior mencionado, el siguiente informe, explicara los puntos antes mencionados.

Este tiene por fin, enseñar y explicar de forma práctica y teórica, el funcionamiento del motor y generador eléctricos, ya que, hoy en día, con la aparición del vehículo eléctrico, esto se hace de fundamental para saber reparar y/o diagnosticar un vehículo de estas características.

Conjuntamente a lo anterior, también se tiene por misión, aprender las partes fundamentales de estos componentes, comprender las leyes que rigen el funcionamiento del generador y del motor y por ende la diferencia que tienen estos dos componentes antes mencionados.

Esto estará sujeto a dos dispositivos (maquetas) que explicaran el funcionamiento y entendimiento de motor y generador eléctrico, esto con el fin que futuras generaciones de alumnos de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), y en específico de la carrera de Técnico Universitario en Mecánica Automotriz, salgan al mundo laboral con una visión más amplia de lo que la electricidad puede hacer dentro del vehículo, y en específico en la parte del motor.

Al desarrollar estas maquetas, también podrán hacer mediciones de ésta, para verificar la salida de corriente y los voltajes y las aplicaciones que estas puedan tener.

Además, podrán tener guías de trabajo con el fin de laborar con las maquetas que estarán en el taller de electricidad, tanto en trabajo en si, como en los posibles mantenimientos que puedan tener las maquetas y por ende el motor-generador eléctrico

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Construir maquetas de generación y motor eléctrico, para la carrera de mecánica automotriz, en apoyo a los principios de funcionamiento eléctrico en las asignaturas de potencia eléctrica y electro-movilidad.

### **Objetivos específicos:**

-Estudiar los componentes internos de los motores y generadores eléctricos para identificar los diferentes principios de funcionamiento que existen entre ellos.

-Comprender como es el funcionamiento de motores eléctricos y de generadores eléctricos para poder realizar diagnósticos y fallas futuras en estas unidades.

-Diseñar y fabricar maquetas didácticas de principio generación y principio motor eléctrico en apoyo a las asignaturas de electricidad y electrónica automotriz.

-Crear y desarrollar guías de trabajo de acuerdo a cada maqueta fabricada para los futuros alumnos de la carrera de mecánica automotriz.

## **Capítulo 1: Estudio de los fundamentos eléctricos básicos**

## Electricidad y Electromagnetismo

### Electricidad

¿Qué es la electricidad?

La electricidad es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Estas se pueden manifestar en distintos tipos, tales como, los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica.

Vale mencionar que la electricidad se produce por la interacción y los movimientos entre las cargas eléctricas ya sean cargas Positivas (+) y/o Negativas (-) de los cuerpos físicos. Este nombre viene del latín Electrum y a la misma vez del griego Ámbar, esta referencia de Ámbar proviene del descubrimiento de un científico francés llamado Charles François de Cisternay du fay, Este pudo identificar los dos tipos de cargas existentes, Positiva (+) y Negativa (-). Este científico pudo descubrir que al frotar el vidrio se generaban las cargas positivas y las negativas al frotar sustancias resinosas, tales como el Ámbar.

Esta energía que se produce gracias a las cargas eléctricas se puede manifestar como:

- Físico
- Luminoso
- Mecánico
- Térmico

Si bien la electricidad muchas veces es invisible, en la mayoría de sus manifestaciones, como por ejemplo en el sistema nervioso del humano, esta se puede observar claramente en una tormenta eléctrica como un rayo.

Este fenómeno es una fuente indispensable en el mundo de hoy, ya que se utiliza en el día a día y en distintos tipos de rubros, tales como, industrias, transporte, entre otros. En la industria casi la mitad de la energía que consume es eléctrica, ya que se utiliza como fuente impulsora de los motores eléctricos de las maquinarias, calentador de contenidos de las calderas, tanques y depósitos entre otros. En el sector doméstico la electricidad también es la principal fuente de iluminación, también de climatización y energía de distintos tipos de electrodomésticos.

En el ámbito de transporte, el metro es el transporte eléctrico por excelencia, actualmente ya se fabrican automóviles eléctricos, para el uso cotidiano y/o urbano, estos tipos de vehículos se buscan netamente por su capacidad de no emitir ningún tipo de emisión al medio ambiente, por eso es tan cotizada y necesaria su uso en todos los tipos de rubros.

Como todo concepto físico, la electricidad presenta varias propiedades propias de ella, tales como

- **La carga eléctrica:** Esta es una propiedad que permite que las partículas subatómicas puedan interactuar entre sí, mediante una carga determinada (Positiva o Negativa), esto influye de forma directa, para generar campos electromagnéticos.
- **Corriente eléctrica:** Es el flujo de electrones (carga negativa) que pasa por un conductor eléctrico, Puede ser medida en Amperios [A]
- **Campo eléctrico:** Es el espacio en donde se encuentran las cargas eléctricas, en donde se produce una fuerza por las diferencias de cargas existentes dentro.
- **Potencial eléctrico:** Es el trabajo que se debe hacer para atraer las cargas positivas desde un punto determinado, vale mencionar que el potencial eléctrico, siempre va en contra la fuerza eléctrica y a velocidad constante
- **Magnetismo:** La corriente eléctrica, cuando produce campos magnéticos, estos varían con el tiempo, generando así una corriente eléctrica.

## Electromagnetismo

El electromagnetismo, según la Real Academia Española (R.A.E) es “Interacción de los campos eléctricos y magnéticos”, lo cual quiere decir, que cuando se hace ingresar corriente a determinado componente (Bobina) esta hace que el componente que lo contiene o al cual esté conectado, pase de un estado neutro, a un estado cargado (positivo o negativo)

Esto facilita el movimiento de un rotor interno, ya que, al estar, este componente cargado cerca de un rotor hará que este gire, produciendo un cambio continuo de polaridades y produciendo un giro continuo.

En el caso de un generador eléctrico, mediante una fuerza o energía externa, se busca producir electricidad, mientras que, en el caso de un motor eléctrico, se le ingresará electricidad para que este, gire y produzca una energía o fuerza a la salida del eje, lo cual nos da a entender que el generador y el motor tienen una estructura muy parecidas, pero con finalidades totalmente opuestas.

Para comprender de mejor forma el funcionamiento de estos dos componentes, a continuación, se explicarán algunas leyes, dos en específico, que ayudarán a entender de mejor forma estas máquinas antes mencionadas

### Ley de Faraday

Se le llama ley de Faraday, al fenómeno que permite describir lo que es la inducción electromagnética, lo cual da a conocer, el voltaje que se induce a un circuito cerrado y como este es directamente proporcional con a la velocidad con la cual varía el flujo magnético a través del tiempo.

En palabras simples, a mayor velocidad de un rotor dentro de un estator, mayor será la tensión que proporcionará el instrumento. A su vez, a menos sea la velocidad, menos también será el voltaje de salida.

Esta ley puede ser expresada bajo la siguiente fórmula:

$$\int_C^B \vec{E} * \frac{d\vec{L}}{1} = - \frac{d}{dt} \int_S^B \vec{B} * \frac{d\vec{S}}{1}$$

En donde:

- $\vec{E}$       Corresponde al Campo eléctrico
- $\vec{L}$       Es el Elemento Infinitesimal de longitud del circuito
- $\vec{B}$       Corresponde al Campo magnético
- $S$       Corresponde a una superficie Arbitraria cuyo borde es C.
- $B$       Campo Magnético máximo

A raíz de la formula anterior se deriva lo siguiente:

$$V_{\varepsilon} = -N \frac{d\varphi}{dt}$$

Esta fórmula es utilizada cuando se conoce las N vueltas del inductor, en donde:

$V_{\varepsilon}$  Es el Voltaje inducido o F.E.M (Fuerza Electromotriz)

$\frac{d\varphi}{dt}$  Es una tasa de variación del campo magnético, en función de un tiempo determinado

En este caso, la formula posee un signo negativo, ya que, esta posee un sentido determinado, la cual describe la Ley de Lenz.

Lo dicho anteriormente, también se complementa, gracias a la Ley de Lenz, la cual habla netamente del cambio de polaridad y flujo magnético que se producen en un generador de electricidad.

Lo que dice la propia ley de Lenz es “que los voltajes inducidos serán de un sentido tal, que se opongan a la variación del flujo magnético que las produjo”, esta ley, se traduce a una formula, la cual es

$$\varphi = \vec{B} * \vec{S} = BS \cos \alpha$$

En donde:

$\varphi$  Flujo magnético

$B$  Inducción Magnética

$S$  Superficie o área del conductor

$\alpha$  Angulo que forma el  $\vec{S}$

Este conjunto de leyes, ayudan a entender el funcionamiento de un generador de corriente, sus partes y como interactúan entre sí al momento de funcionar y como se genera dicho fenómeno de generación eléctrica

## Generador Eléctrico

Un generador eléctrico, es todo aquel dispositivo que tiene la cualidad de mantener y producir un voltaje o tensión a través de sus 2 polos o terminales de contacto

Este voltaje se produce gracias a la transformación de una energía mecánica, en energía eléctrica. ¿Cómo se genera esta transformación? La respuesta es la siguiente, al existir un rotor y un estator, estos deben interactuar entre sí para poder generar un campo magnético gracias a imanes y bobinas, en donde al momento de ser variado este campo magnético gracias al giro del rotor, este producirá una diferencia de potencial que se transmitirá hacia el rotor y desde el rotor hacia unas delgas que se encuentran conectadas a escobillas o “Carbones”, por los cuales saldrá el voltaje de salida.

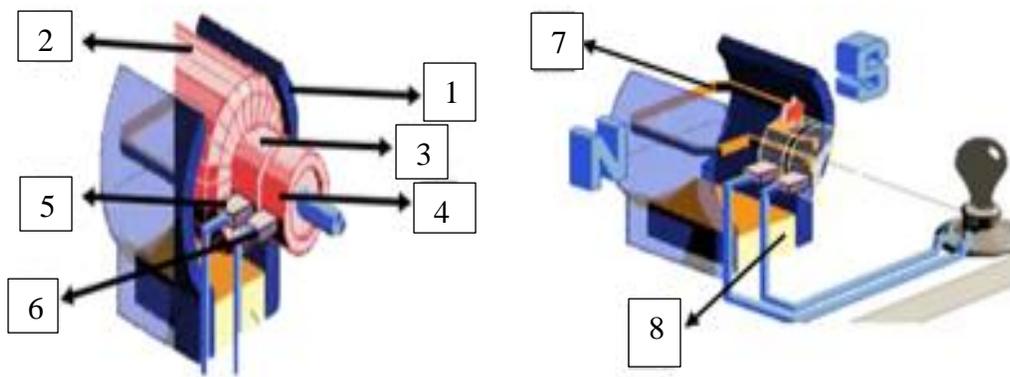


Figura 1  
Esquema de Generador eléctrico

Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=eLu8NJr-1CQ&ab\\_channel=CASOLLIGENERADORES](https://www.youtube.com/watch?v=eLu8NJr-1CQ&ab_channel=CASOLLIGENERADORES)

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| 1.- Estator                  | 5.- Escobilla Negativa |
| 2.- Armadura o Rotor         | 6.- Escobilla positiva |
| 3.- anillo colector negativa | 7.-Bobina              |
| 4.- anillo colector Positivo | 8.- Imán               |

A diferencia de un motor eléctrico, el generador (Figura N°1), posee la característica de producir corriente para otros componentes, mientras que el motor, consume la corriente para transformar la energía eléctrica, en energía mecánica.

Para entender de mejor forma lo anterior, el motor es el principio opuesto al generador eléctrico.

Otra diferencia que tiene el generador eléctrico con respecto al motor es que, el generador posee dos anillos colectores, uno positivo y otro negativo, mientras que el motor posee solo 1, subdividido en delgas, que van conectadas a las bobinas de campo del rotor o inducido.

A lo que las partes de un generador refiere, a continuación, se definirán las anteriormente mencionadas.

### 1.-Estator

Es un circuito conformado por alambrado de cobre, en el cual en su interior gira un rotor

### 2.- Rotor o Armadura

Elemento que gira dentro del generador o motor eléctrico, este giro (en los generadores) se produce por la inducción electromagnética que se genera gracias al estator y a los imanes que se encuentran dispuestos en el generador.

### 3.- Anillo colector Negativo

Es un aro circular que se encuentra montado en el eje del rotor, la cual lleva la conexión negativa el alambrado del rotor, en los generadores, por acá se extrae la corriente eléctrica gracias a una escobilla que se encuentra rozante a este anillo. Vale mencionar, que estos anillos se encuentran aislados del mismo eje, quedando solo conectados al circuito del inducido.

### 4.- Anillo colector Positivo.

Al igual que la delga negativa, también es un aro que se encuentra dispuesto en el eje del rotor, pero la diferencia de éste es que está conectada a la conexión positiva del inducido. Tiene la misma función en un motor eléctrico, la que es extraer la corriente mediante una escobilla.

### 5.- Escobilla Negativa.

Las escobillas o carbones son componentes de carbón, los cuales permiten que la corriente eléctrica pase a través de ellos a algún circuito para hacer funcionar algún artefacto o consumidor de corriente, en este caso recibe el nombre de negativa por que se ubica rozando al anillo colector negativo.

### 6.- Escobilla Positiva

Al igual que la escobilla negativa, posee la misión de sacar la corriente producida en el generador hacia algún elemento consumidor de electricidad.

### 7.- Bobina

Es un elemento el cual se compone de arrollamientos de alambre de cobre, el cual, al momento de ser traspasado por un campo magnético, este hará salir la corriente por las salidas de esta bobina, las cuales están conectadas a los anillos colectores.

### 8.- Imanes

Este componente, genera el campo magnético necesario para que atravesase la bobina y se pueda producir la corriente eléctrica necesaria.

## Motor Eléctrico

Este tipo de motor Transforma la Energía Eléctrica a Energía Mecánica mediante las acciones que se realizan en sus componentes, Este motor en otras palabras es una máquina eléctrica rotatoria que tiene rotor y estator. (Figura N°2)

Estos motores generalmente se usan en una infinidad de sectores como industria, comercio, particular, entre otros.

### ¿Cómo funciona el motor eléctrico?

Vale mencionar que los motores pueden ser alimentados con [CA] (conectando el motor a la red eléctrica) o bien con [CC] (baterías, paneles solares, Etc.).

Pero, aunque sean alimentados por distintos tipos de corriente, estos se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual es, un material conductor que deja circular una corriente eléctrica, y a la vez se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, generando el movimiento desplazado. En estos motores la electricidad crea campos magnéticos opuestos sobre sí, que provocan que el rotor se mueva.

### Partes de un motor Eléctrico

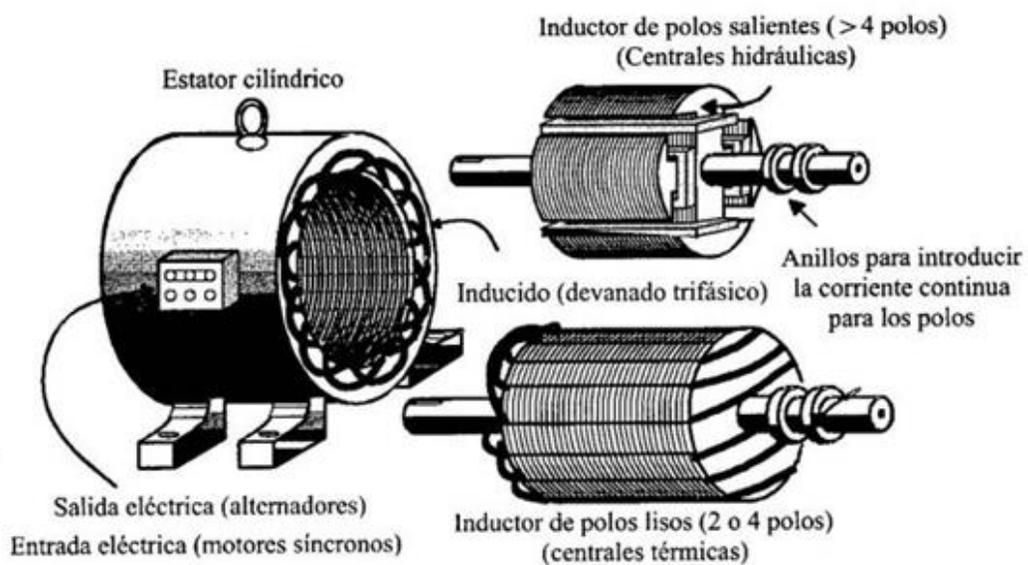


Figura 2:

Esquema de partes de un Motor eléctrico

Fuente: <https://okdiario.com/curiosidades/motor-electrico-como-funciona-491386>

Estos motores están formados por varios componentes indispensables, tales como el estator, la carcasa, la base, el rotor, entre otros, vale mencionar que estos motores también pueden funcionar sin ningún inconveniente si solo tienen rotor y estator.

#### -Estator

Este elemento, es el componente que opera como base del motor eléctrico, ya que, él permite la rotación del motor eléctrico, de forma magnética.

El estator está hecho principalmente de láminas de acero al silicio, estas tienen la habilidad de que a través de ella pueda pasar un flujo magnético con mucha facilidad. La parte metálica del estator proveen los polos magnéticos, estos deben ser siempre pares en los motores eléctricos. (2-4-6-8-10-12-...etc.), se debe tener en cuenta que el mínimo de polos a utilizar para que el motor funcione es de 2, un polo norte y un polo sur.

#### -Rotor

Elemento que se encarga de convertir la energía eléctrica a mecánica, al igual que el estator está formado por una serie de láminas de acero al silicio.

#### -Bobinado del motor

Este es un cable que se enrolla en diversas espiras, por donde circula la corriente eléctrica.

#### -Carcasa

Base donde van algunos componentes, tales como, Rotor, estator, entre otros. Este componente permite que el rotor gire libremente.

El material de fabricación de este componente depende netamente de tipo de motor donde esté instalado, su aplicación y su diseño, ya que puede ser sumergible, cerrada, a prueba de explosiones entre otras.

#### -Cojinetes o rodamientos

Estos son básicamente rodamientos que ayudan a una óptima operación de los elementos giratorios de motor eléctrico, también sirven para fijar y sostener los ejes mecánicos y disminuir la fricción sobre ellos.

#### -Escobillas

Componente que se encarga de hacer fluir (deja pasar) corriente eléctrica hacia la bobina.

## **Capítulo 2: Construcción y utilización de Maquetas**

## **Construcción de Motor-Generador de corriente.**

### **Maqueta 1.- Motor-Generador con Accionamiento mecánico**

Esta maqueta (figura N°3), es un modelo que deja claramente explicado el principio de motor y generador, dependiendo de cómo y por donde se utilice la corriente, es decir, si se le ingresa corriente por el colector o delgas, este gracias a los imanes, comenzará a girar, generando así un movimiento del rotor, posteriormente, si el operario desea utilizarlo como generador eléctrico, deberá sacar la toma de corriente de las delgas, para conectarla a un consumidor (ampolleta) o un elemento medidor (Voltímetro) y deberá ingresarle un movimiento al eje centrar o inducido para que este comience con la generación de voltaje, como nota importante dentro del generador de voltaje, se recomienda utilizar un generador de movimiento, ya que, con una manivela pequeña, no se lograra generar un voltaje óptimo, ya que, el campo magnético que hay entre el rotor y los imanes no es tan potente, por lo que mientras más rápido sea el giro del rotor, mayor será la generación de corriente.

Esta maqueta (Figura N°3 y N°4), está construida con un armazón metálico en forma de arco cuadrado, el cual fue perforado para poder posicionar el eje rotor, dentro de éste, una vez puesto el eje, se tomó la distancia para ubicar los escalones donde irían los imanes de neodimio, una vez terminados estos escalones, se procedió a posicionar los imanes de neodimio, la complicación que esto conlleva es la ubicación (norte o sur) que tendrán los imanes, ya que si se posicionan con los mismos polos hacia el eje, este restara voltaje al sistema y la generación de voltaje no será óptima y será más baja de lo que se requiere. Es por ello, que después de pruebas realizadas, se llegó a la posición ideal y quedo generando la mayor cantidad de voltaje posible de acuerdo con los componentes utilizados.

Materiales utilizados en esta maqueta (figura N°3 y N°4)

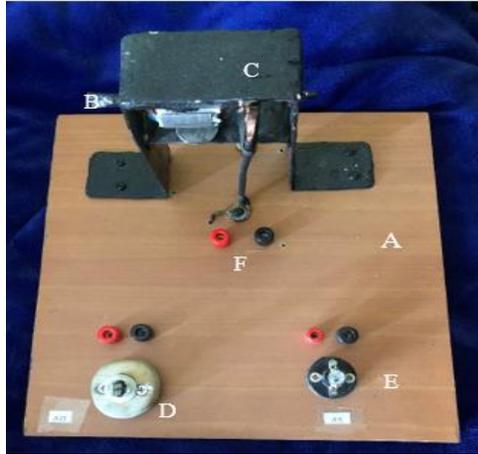
- Madera de 35 X 40 [cm] (A)
- Motor eléctrico de una licuadora (rotor) (B)
- Armazón metálico en forma de arco para el motor eléctrico (C)
- Soquete para una ampolleta led (12 [V]) (D)
- Soquete para una ampolleta pequeña (5 [V]) (E)
- Conectores para la medición de voltajes (F)
- Macilla

Además, a esto, la maqueta cuenta con:

- Un soquete para ampolleta de 12 [V] cola de pez
- Un soquete para ampolleta de 2,5 [V] roscada

Estos componentes, se utilizan para el testeo, medición y utilización de del voltaje generado por el rotor y los imanes.

Con lo anteriormente mencionado, se puede explicar de forma rápida, como es la generación de corriente continua y cómo funciona, un motor eléctrico, fuera de su carcasa clásica y con todos los componentes a la vista del operario.



*Figura 3*

*Principio Motor Generador de accionamiento mecánico*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 4*

*Vista Frontal Maqueta 1*

*Fuente: Elaboración propia*

## Mantenimiento del Motor-Generador.

Como todos los componentes que tienen movimiento dentro del área automotriz y de electricidad, este motor-generador, requiere ciertos cuidados y observaciones, antes y después de utilizarse y obviamente, en el caso de que éste presente algún tipo de anomalía, debe ser revisada y reparada.

## Procedimiento Pre-Utilización

Antes de utilizar esta maqueta, se deben tener los conocimientos básicos de generación y utilización de la electricidad, ya que, todos los componentes que se encuentran en la maqueta son de uso fundamental para que esta funcione y tenga un buen uso dentro de la carrera de mecánica automotriz.

Posteriormente, se debe reconocer la maqueta y sus componentes y buscar un lugar amplio y seguro para trabajar, para tener un apoyo estable y un espacio cómodo para poder utilizar esta maqueta.

Además, se requieren la utilización de los correspondientes EPP (Elementos de Protección Personal) (Figura N°5), por motivo que, al momento de operar, cualquiera de los elementos que la maqueta contiene, pueden deteriorarse algún componente por caída de éste, lo que provocaría una lesión por golpe, si no se utilizan las protecciones adecuadas. Además, por motivo que, la maqueta puede funcionar con electricidad, se recomienda la utilización de guantes protectores contra la corriente y gafas protectoras, ya que, al momento de hacer alguna conexión de corriente, estas pueden quedar de forma incorrecta y generar un cortocircuito, lo que podría generar quemaduras en las manos y también podrían saltar restos de material fundido por el cortocircuito y podrían llegar a caer en los ojos del operario, también se debe tener en cuenta, donde encontrar algún extintor de fuego, que contenga el tipo C, para apagar un posible incendio que se podría provocar por estos cortocircuitos.

Con lo anterior, ya en consideración, se puede dar pie inicial a los trabajos con la maqueta, tanto en medición, como encendido de componentes.



Figura 5  
Guantes

Fuente:

<https://proserchile.cl/proteccion-de-manos/105-guante-multiflex-steelpro-poliester-latex-l.html>



Figura 6  
Extintor

Fuente:

<http://blog.grupoincendios.com/que-tipo-de-extintor-tengo-que-usar-si-se-declara-un-fuego/>



Figura 7  
Antiparras

Fuente:

<https://www.toolmania.cl/lentes-de-seguridad/lentes-de-seguridad-transparentes-4-posiciones-total-tools-tsp301-11480.html>

### **Procedimiento Post-Utilización.**

Una vez que se termine de utilizar la maqueta, se debe tener en cuenta, la limpieza y el orden de esta, ya que, la suciedad y el polvo pueden afectar en las mediciones y el flujo de corriente que esta utiliza para su funcionalidad

Es por ello, que se recomienda, una vez utilizada, pasar una brocha para limpiar los restos de metal que se desprenden por la corriente. Esta brocha, debe ser pasada por las delgas y en la base para que no se junte polvo.

Una vez que se limpió la maqueta, asegurarse que las ampolletas e interruptor, no quede presionadas por ningún componente.

Ya con la maqueta en disposición a ser guardada, utilizar alguna funda plástica, para que no entre humedad a los componentes y no se averíen.

### **Mantenimientos en caso de Avería**

Como cualquier componente en movimiento, esta maqueta puede generar averías por el funcionamiento.

Entre las fallas más probables estarían:

- Las ampolletas no prenden: esta avería puede tener 2 principales motivos:

1.- La ampolleta se encuentra quedada: en este caso se cambia la ampolleta y debería solucionarse el problema.

2.- No está llegando corriente a la ampolleta: en esta falla, se debe verificar el roce entre las delgas y los elementos colectores de corriente, y en el caso de ser una ampolleta led, verificar la posición de la ampolleta en el soquete.

- El eje esta trabado: en este punto también existen 2 posibles fallas:

1.- Los imanes están muy cerca del eje central: en este caso había que poner solo un imán por lado y probar.

2.- los orificios del eje se encuentran sucios: en este caso, se deben limpiar los orificios por donde pasa el eje y posteriormente se procede a engrasar el eje para que gire con mayor facilidad.

- Al conectar corriente para la utilización de motor eléctrico que no arranca:

1.- En este caso, el problema estaría probablemente en el interruptor, por lo que se debe medir el interruptor en posición cerrada y ver si hay continuidad de corriente, en el caso que no lo haya habría que cambiar el interruptor.

## **Maqueta N°2 Motor-Generador con motor eléctrico**

Esta maqueta (figura N°8) posee el mismo principio de funcionamiento que la mencionada anteriormente (Figura N°4), la única diferencia es que no posee una palanca-manivela para generar corriente, si no que realiza el movimiento gracias al motor eléctrico que posee.

Esta maqueta se puede utilizar de dos maneras, Como motor Eléctrico o Generador Eléctrico.

**Motor eléctrico:** para que realice este principio, hay que tener en claro que el rotor debe generar un campo magnético (gire). Esto se consigue gracias a los imanes de neodimio colocados alrededor del rotor, Luego de eso, se debe ingresar corriente por las delgas del rotor. Al realizar esa acción se generará un campo magnético que hará girar el rotor como motor eléctrico.

**Generador Eléctrico:** Para que se pueda realizar este principio, esta maqueta (Figura N°8) posee un motor eléctrico paralelo a ella. Este motor, contiene una polea que permitirá transmitir su movimiento al rotor gracias a una correa.

Al momento de activar el motor eléctrico de la maqueta, esta hará girar el rotor, y este empezará a generar corriente, gracias al campo magnético que generará por los imanes de neodimio. Este se puede medir con un multímetro a la salida de las delgas.

Vale mencionar que para que se realice esta función correctamente se tiene que conectar a un consumidor en vez de las delgas mencionadas en el motor eléctrico.

Esta maqueta (figura N°8, N°9 y N°10) al igual que la mencionada anteriormente está fabricada de un armazón metálico puesto sobre un cuadrado de madera que lo sostiene, al lado del armazón metálico se encuentra el motor eléctrico que se encarga mediante una correa de transmitir el movimiento para generar corriente, También posee:

- Pedal de aceleración (A)
- Armazón metálico (B)
- Motor Eléctrico 220 [V] (C)
- Compartimiento de cable y enchufe (D y E)
- Correa (F)
- Rotor (G)



*Figura 8*

*Principio motor-generator accionamiento eléctrico*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9*

*Vista Frontal Maqueta 2*

*Fuente Elaboración propia*



*Figura 101*

*Vista posterior maqueta 2*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Procedimiento Pre-Utilización**

Para trabajar en esta maqueta (Figura N°8) se recomienda utilizar EPP (elementos de protección personal) (Figura N°5, N°6, N°7), ya que ésta maqueta funciona con corriente, y si no se utiliza en un ambiente adecuado, ni con los EPP correspondiente, podría causar desde daños leves a graves en la persona que lo utiliza.

Luego Para verificar que funcione correctamente esta maqueta se realiza una inspección visual de sus componentes, tales como:

- Verificar si las delgas tienen contacto con el conductor de corriente
- Verificar que el motor eléctrico este operativo

Luego de realizar esta inspección y verificar que todo está en orden se puede comenzar a utilizar la maqueta.

### **Procedimiento Post-Utilización**

Luego de terminar de utilizar la maqueta se recomienda limpiar todos los componentes y dejar la maqueta cubierta para así evitar que ingrese polvo excesivo, o a su vez, agua.

Observar los interruptores desactivados, y en caso del motor eléctrico, no dejar enchufado a la corriente más de lo necesario.

### **Mantenimiento en caso de avería**

Para esta maqueta las fallas más comunes serian:

- No prende la ampolleta cola de Pez:

En caso de este problema se empieza verificando si esta quemada la ampolleta, si es así, solo se cambia. Si no es así, se prosigue a verificar si el soquete está operativo o existe algún fallo de conexión de este.

- Motor eléctrico no funciona:

En caso de este problema se verifica que el conector de energía (enchufe 220 [V]) esté dando energía, si es así, verificar que los cables de la conexión arriba del motor no tengan averías, Si es así, volver a conectar los cables o cambiarlos para que vuelva a funcionar correctamente.

- Motor eléctrico genera movimiento, pero no se transmite:

En caso de este problema se verifica el estado y la posición de la correa de transmisión de movimiento, si el problema persiste, cambiar la correa.

## Mediciones

Mediciones maqueta N°1	Volt [V]	Amper [A]
Motor Eléctrico	12,07	-
Generador	11,73	-
Motor eléctrico conectado con Ampolleta led	11,89	-
Generador conectado con ampolleta led	9,66	4,5



*Figura 11*

*Mediciones Maqueta 1*

*Fuente: Elaboración Propia*

Mediciones maqueta N°2	Volt [V]
Motor Eléctrico	11,41 [V]
Generador	5,42 [V]

### Observaciones:

- Para el caso de la maqueta número 2, se debe tener en cuenta la holgura entre los simuladores de escobillas y el colector del motor, ya que, en caso de que estén demasiado apretadas con el colector, este al momento de girar, girara apretado o no girara, lo que provocara una falla en la maqueta. (Figura N°12)
- En caso de generación, si el rotor gira libre, generará más corriente, siempre y cuando estén conectadas los simuladores de escobillas al colector.



*Figura 12*

*Mediciones Maqueta 2*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Capítulo 3: guías de Trabajo con las maquetas**

## Guía de Trabajo

### **Resultados de Aprendizaje**

Al final de la actividad, el alumno estará capacitado para:

- Identificar los elementos de la maqueta
- Identificar como utilizar la maqueta de motor-generator
- Identificar como es que la maqueta produce el principio motor-generator

### **Precauciones:**

- Utilice ropa adecuada para el taller
- Utilice guantes
- Zapatos de seguridad
- Protección ocular (antiparras)
- Manipule los elementos con cuidado
- Consulte a su profesor ante cualquier duda en una operatoria de la maqueta

### **Bibliografía. -**

- Memoria Diseño y Fabricación de maquetas de principio electromecánico para la asignatura de electricidad y electro-movilidad.

### **Actividad**

#### **1.-Comprobaciones y Reconocimiento**

1.1.- Reconozca los elementos que se muestran en la maqueta.

- Ampolletas\_\_\_\_\_
- Colector o delgas\_\_\_\_\_
- Imanes de neodimio\_\_\_\_\_
- Simuladores de escobillas o carbones\_\_\_\_\_
- Interruptor de encendido y apagado\_\_\_\_\_

1.2.- Compruebe el estado de las conexiones y componentes con un multímetro

1.3.- Revise el estado de las ampolletas, en caso de estar quemadas, avisar al profesor y cambiar.

#### **2.- Dar arranque y medir**

2.1.- Comprobar el principio motor, conectando, positivo y negativo, a las delgas del inducido.

2.2.- Medir el voltaje de entrada al motor.

2.3.- Verificar el voltaje de batería mientras el motor gira.

#### **3.- Girar y medir**

3.1.- Acople el generador de movimiento o taladro, a un extremo del eje, y conecte el multímetro, en los conectores de medición del motor y escriba el voltaje generado, con el máximo de RPM del taladro.

3.2.- Conecte la ampolleta de 12 [V] con los cables necesarios y comience a girar el motor nuevamente con el taladro, y verifique que esta enciende, describa que pasa y mida el voltaje en la ampolleta y en la salida del generador.

3.3.- Con la función de amperímetro, conecte el multímetro en serie al circuito, con la ampollita de 12[V] conectada, y compruebe la intensidad de corriente.

3.4.- Conecte la ampollita de 2.5 [V] al generador, y girar con cuidado el taladro, procurando no quemar la ampollita, cuando esta prenda, comprobar el voltaje de salida del motor y en la ampollita.

3.5.- Conecte el amperímetro, en serie en el circuito, y verifique la intensidad de corriente con esta ampollita.

3.6.- Conecte ambas ampollitas en serie, y verifique que prendan, y la intensidad de luz provocada, posteriormente, compruebe el voltaje de salida.

3.7.- Con el Amperímetro, conéctelo en serie al circuito y vea la intensidad de corriente, que se está generando.

3.8.- Conecte las ampollitas en paralelo, y compruebe que prendan las ampollitas, posteriormente, compruebe el voltaje.

3.9.- Compruebe con el Amperímetro la intensidad de corriente en el circuito.

**4.0** establecer análisis desde la tabla 3.1 hasta la 3.9 y realizar conclusiones con su grupo de trabajo.

## Actividad De Taller

### Resultados de Aprendizaje

Al final de la actividad, el alumno estará capacitado para:

- Identificar los elementos de la maqueta
- Identificar como es que la maqueta genera electricidad
- Identificar como es que la maqueta produce el principio motor-generator con accionamiento de motor eléctrico

### Precauciones:

- Utilice ropa adecuada para el taller
- Utilice guantes
- Zapatos de seguridad
- Protección ocular (antiparras)
- Manipule los elementos con cuidado
- Consulte a su profesor ante cualquier duda en una operatoria de la maqueta

### Bibliografía. –

- Memoria Diseño y Fabricación de maquetas de principio electromecánico para la asignatura de electricidad y electro-movilidad.

### Actividad

#### 1.-Comprobaciones y Reconocimiento

1.1.- Reconozca los componentes en esta maqueta.

- Motor eléctrico \_\_\_\_\_
- Pedal de aceleración del motor eléctrico \_\_\_\_
- Imanes \_\_\_\_\_
- Correa \_\_\_\_\_
- Simuladores de escobillas o carbones \_\_\_\_\_

1.2.- Enchufar el motor eléctrico, a la red de 220 [V] y oprimir el pedal de Aceleración para que este comience a girar.

#### 2.- Mediciones con pedal al 50% de aceleración.

2.1.- Medir el voltaje de salida del generador.

2.2.- Conectar una ampolla de 12 [V] y medir voltaje en la ampolla.

2.3.- Con la ampolla conectada, medir intensidad de corriente.

#### 3.0.- Mediciones con Pedal al 100% de aceleración

3.1.- Medir el voltaje de salida del generador.

3.2.- Conectar una ampolla de 12 [V] y medir voltaje en la ampolla.

3.3.- Con la ampolla conectada, medir intensidad de corriente.

#### 4.0.- Fabrique una tabla comparativa de las diferencias de voltaje con el pedal al 50% y al 100%, Explique las diferencias.

- Ahora con ambas maquetas, contrástela, y vea las diferencias entre una y otra.

## **Bibliografía y Webgrafía**

- [www.Youtube.com](http://www.Youtube.com)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=xN5jdheIP4s>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=4ydvPUGOq9w>
- [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Faraday](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Faraday)
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Lenz](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Lenz)
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Inducci%C3%B3n\\_electromagn%C3%A9tica](https://es.wikipedia.org/wiki/Inducci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica)
- El Libro Práctico de los Generadores, Transformadores y Motores Eléctricos  
“Enrique Harper”
- Taller de Electricidad UTFSM (Sede Viña del Mar JMC)
- Modelos de Maquetas de Moto-generación eléctrica

## Conclusión

Tal y como se pudo observar, en este trabajo de titulación, la electricidad, es un concepto cada día más presente dentro de la automoción, ya que, tanto los motores como generadores eléctricos son unidades fundamentales dentro del vehículo.

Es así como podemos concluir que tanto los motores como los generadores eléctricos son máquinas bastantes complejas, por lo que, para operar cualquiera de estas máquinas, se deben tener los conocimientos básicos de funcionamiento, ya que, de no tener estos conocimientos, podemos cometer errores que podrían provocar tanto lesiones o deterioros en algún componente del motor o generador.

También se puede concluir que cada una de las partes, tanto del motor como del generador eléctrico son parte fundamental de ellos, ya que, si alguno de ellos esta defectuoso o en mal estado, provocada un mal funcionamiento y por consiguiente una baja generación de voltaje (en caso de generador eléctrico) o un bajo trabajo mecánico a la salida del eje (en caso de motor eléctrico), lo que es perjudicial para estas máquinas eléctricas.

Vale mencionar que estas maquetas se realizaron para comprender de mejor forma la funcionabilidad un motor de partida (motor eléctrico), también de la funcionabilidad de un alternador automotriz (generador eléctrico). Por otra parte, ayuda a facilitar el entendimiento de las leyes de electricidad que hacen estos fenómenos posibles.

Este Trabajo está enfocado para apoyar en el aprendizaje en la asignatura de electro-movilidad de la carrera de técnico en mecánica automotriz de la Universidad Técnica Federico Santa María, ya que este informe es la génesis para las futuras generaciones que deseen realizar algún tipo de investigación sobre la electro-movilidad, ya que, en el campo automotriz cada día se hace más frecuente ver y/o usar algún tipo de automóvil eléctrico, ya sea híbrido o totalmente eléctrico. Estos motores en muy poco tiempo destronarán al motor convencional (Motor de combustión interna) ya que el motor eléctrico es mucho menos contaminante que uno a combustión interna (0% emisiones), y a su vez, mucho más eficiente.

Para terminar se puede deducir la importancia del esfuerzo, estudio y dedicación, ya que con estas 3 cosas se puede lograr cualquier tipo de objetivo, tal como la creación de estas maquetas didácticas, para los principios de motor eléctrico y generador eléctrico, que en un futuro a los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz les servirá para entender y comprender de mejor forma las funciones de algunos componentes eléctricos del automóvil, ya que la teoría y las cosas prácticas, van de la mano.