



Facultad de Ingeniería
Ene-2017

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

CARLOS ANDRES MOLANO OLMOS

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ, D.C.
2017**



Facultad de Ingeniería
Ene-2017

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

CARLOS ANDRES MOLANO OLMOS

Proyecto de Investigación

**VLADIMIR SILVA
Ingeniero Mecánico**


**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ, D.C.
2017**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
3. ÁREA DE INVESTIGACIÓN	6
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
4.1. Descripción del problema.....	6
4.2. Formulación del problema.....	8
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
5.1. Objetivo general	8
5.2. Objetivos específicos	8
6. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
6.1. Justificación.....	9
6.2. Delimitación.....	10
7. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
7.1. Marco Teórico	10
7.1.1. Banco de Prueba.....	11
7.1.2. Banco de Pruebas Resistivo	13
7.1.3. Tipos de Ensayo de un motor de Combustión.....	16
7.1.4. Funcionamiento de un Motor de Combustión Interna.....	17
7.1.5. Principio de funcionamiento de un motor de combustión interna	18
7.1.6. Clasificación de Motores de Combustión Interna	20
7.1.7. Partes de la Planta Generadora	21
8. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
9. DISEÑO METODOLÓGICO	26
9.1. FASE 1: Diseño y construcción del Banco de Carga Resistivo (BCR)	26
9.2. FASE2 : Mantenimiento y puesta a punto del generador	26
9.3. FASE3: Montaje del banco de carga al generador.....	26
9.4. FASE 4: Experimentación, recolección de datos y mediciones.....	27

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

9.5.	FASE 5: Elaboración del proyecto.....	28
10.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
10.1.	Fase 1	28
10.2.	Fase 2	31
10.3.	Fase 3 y 4	32
10.3.1.	Recolección de datos	33
10.4.	Fase 5	35
11.	CONCLUSIONES.....	40
12.	FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	40
13.	RECURSOS	41
13.1.	Recursos humanos	41
13.2.	Recursos físicos	41
13.3.	Recursos financieros.....	42
14.	CRONOGRAMA	44
15.	REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA).....	45

 <p>UNIVERSIDAD ECCCI</p>	<p>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI</p>
<p>Facultad de Ingeniería Ene-2017</p>	

1. INTRODUCCIÓN


El desarrollo de la generación de energía se ha venido incrementando poco a poco en Colombia, la necesidad de obtener un sólido desarrollo tecnológico por parte del sector energético del país se refleja directamente en cada uno de los casos de estudio de toda la nación. Para esto se combinan varias disciplinas como mecánica y electricidad.

La generación de energía significa transformar diferentes tipos de energías (térmica, solar, química, solar, entre otras) en energía eléctrica. Generalmente, la generación de energía eléctrica a nivel industrial se da en las centrales eléctricas, que realizan cualquiera de las transformaciones citadas, debido a que son el primer eslabón en la cadena de suministro eléctrico. La generación eléctrica se realiza, la mayoría de las veces, mediante un generador eléctrico, quien es capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre sus dos puntos, y, mediante un campo magnético se genera una fuerza magneto-motriz.

La Universidad ECCI no es la excepción en el desarrollo de esta rama de las ciencias, en este momento está promoviendo el tema en varios aspectos para generar desarrollo en el país.

Con el fin de poder realizar esto, es necesario un conocimiento avanzado y específico de la generación de energía, siendo el caso principal el de las unidades encargadas de este, para este caso un motor. Se profundiza en materias de la tecnología como Ajuste de motores y, electricidad y electrónica automotriz e industrial.

Es por esto que se ha visto la necesidad de elaborar un banco de pruebas para obtener los datos necesarios, principalmente las curvas de desempeño del motor. Un banco de carga resistivo es una instalación que sirve para proporcionar pruebas de rendimiento, capacidad y otras características a un equipo, en este caso un motor, mediante cargas eléctricas de manera escalonadas. Como su nombre lo indica, estos tipos de bancos están diseñados para simular una carga a un equipo en cuestión, en este proyecto se evalúan las siguientes cargas: 25%, 50%, 75% y 100%.

 <p>UNIVERSIDAD ECCI</p>	<p>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI</p>
<p>Facultad de Ingeniería Ene-2017</p>	

2. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Incertidumbre frente a la potencia que puede entregar un motor con diferentes composiciones químicas en el combustible (gasolina extra y gasolina corriente). De esa forma, se podría experimentar con varias cargas al motor y así obtener resultados de eficiencia, emisiones contaminantes, entre otros. Para obtener estos resultados, se propone construir e instalar un banco de carga para proporcionar el trabajo necesario a un motor de 3 KW.

“Diseño y fabricación de un banco de carga resistivo para realizar simulación de pruebas a una planta generadora a gasolina implementado en el laboratorio de motores de la Universidad ECCI”.

3. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se aplicaran conocimientos que abarcan materias del pregrado de Tecnología En Mecánica Automotriz y Tecnología En Mecánica Industrial, como lo son ajuste de motores y, electricidad y electrónica automotriz e industrial. Este trabajo es dirigido y asesorado por el profesor Vladimir Silva, del Semillero de Investigación de la Universidad ECCI, sede Bogotá.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A continuación se describe el problema planteado en esta investigación.

4.1. Descripción del problema

Hoy en día las nuevas tecnologías y el cambio climático nos llevan al desarrollo de nuevas alternativas en el campo de máquinas impulsoras y la generación de energía, los avances obtenidos en la mecánica combinada con el control electrónico han hecho que los mecanismos sean más fiables y precisos, a su vez la investigación de los combustibles y biocombustibles han mostrado que es posible utilizarlos en los motores

que se alimentan con combustibles fósiles sin que, en apariencia, afecten la eficiencia, la potencia o las emisiones contaminantes.


Actualmente la universidad ECCI, en los laboratorios de mecánica, cuenta con varios motores de combustión interna de ciclo diésel, que sirven para el entrenamiento técnico de los estudiantes, pero el problema surge porque en el área de mecánica automotriz no existe ningún dispositivo que se pueda acoplar a un motor generándole un trabajo o una carga controlada. Lo cual impide la investigación del comportamiento o eficiencia del motor con diferentes variables tales como: Composiciones químicas del combustible, uso de aditivos, variación en la ignición, dispositivos anticontaminantes, análisis de emisiones contaminantes a diferentes rangos de carga.

En el laboratorio de motores de la universidad existe una planta generadora de marca Generac S2400 con alimentación a gasolina a la cual se implementara un banco de carga que a través de unas resistencias conectadas en serie proporcionara pruebas de capacidad y rendimiento de la planta en mención.



Imagen 1: Planta Generadora Generac S2400.

Fuente: Autores.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

4.2. Formulación del problema

Debido a la carencia de dispositivos o mecanismos que puedan generar cargas en los motores es impreciso e incierto realizar cualquier investigación aplicable a temas como eficiencia de biocombustibles, diseños mecánicos, pruebas eléctricas y demás que pueden ser formuladas e implementadas a futuro por los docentes y estudiantes de la universidad. Para llevar lo anterior a cabo se debe responder a la siguiente pregunta:

“¿Cómo diseñar, fabricar e implementar un banco de carga resistivo variable para realizar mediciones de potencia y eficiencia a una planta generadora?”

La Universidad ECCI, en favor del desarrollo de la comunidad y del país, plantea un problema referente a los motores de corriente alterna, que actualmente están siendo usados en el laboratorio de Mecánica Automotriz como base para el aprendizaje de sus estudiantes.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN


Los objetivos de la investigación se identifican en los siguientes numerales.

5.1. Objetivo general

Diseñar, fabricar e implementar un banco de carga resistivo que permita la realización de pruebas aumentando o disminuyendo la cantidad de trabajo por medio de un grupo de interruptores y resistencias en serie conectadas a la planta generadora Generac s2400 de 3 KW con alimentación a gasolina.

5.2. Objetivos específicos

- ✓ Diseñar y fabricar un banco de carga resistivo con un grupo de interruptores de control del 25% 50% 75% y 100% diseñados con el propósito de someter a prueba la capacidad y el rendimiento de la planta generadora.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

- ✓ Implementar un banco de carga resistivo a uno de los motores del Laboratorio Diésel de la Universidad ECCI.
- ✓ Realizar pruebas de rendimiento y capacidad a la planta Generac con gasolina de 87 octanos (“extra”) y 81 octanos (corriente), una vez se conecte el banco de carga con variaciones del 25%, 50%, 75% y 100%.

6. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación y delimitación de la investigación se describe a continuación.


6.1. Justificación

Los bancos de pruebas para motores hoy en día son esenciales para determinar el comportamiento adecuado de cualquier motor, esto es posible gracias al conjunto de instrumentos de medición que proporcionan datos en las pruebas, estas al compararlas con las especificaciones nominales dadas por el fabricante indican la calidad y rendimiento que este posee.

En este caso no se tiene ningún conocimiento del potencial que este motor pueda tener, es preciso entonces realizarle una serie de pruebas para obtener datos específicos de funcionamiento. Con esto surge la necesidad de diseñar y construir un banco de pruebas para esta planta generadora y conocer su alcance o potencial, así como también sus limitaciones.

La implementación de un banco de pruebas a un motor de 3KW del laboratorio Diésel de la Universidad ECCI ofrecerá a profesores y estudiantes experimentar con gasolinas de diferentes octanajes y así mismo ampliar conocimientos.

Un banco de pruebas facilita el acceso al motor, es decir, este se puede ubicar en cualquier parte del taller y aun así se puede operar sin moverlo o trasladarlo, y medir su potencia.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

Además, el desarrollo de un banco de prueba para el motor de 3KW que posee la Universidad ECCI es el primer paso para la implementación de un banco de pruebas en el motor principal del laboratorio de motores Diésel de la institución. Se podrán detectar posibles inconvenientes a tiempo y darles una solución óptima.

6.2. Delimitación

Se proponen las siguientes limitaciones dentro del trabajo de investigación:

- ✓ Se propone diseñar un banco de pruebas para un motor carburado de dos pistones de 3KW.
- ✓ Este trabajo se realizara en los talleres de Ingeniería Mecánica, específicamente en el taller de Motores de la Facultad de ingeniería de La Universidad ECCI, en Bogotá, Cundinamarca, durante el segundo periodo de 2016 y los primeros meses del año 2017.
- ✓ El tiempo estimado para la realización de este proyecto es de 6 meses, comenzando desde Agosto de 2016.
- ✓ Se realizará un análisis de gases con un dispositivo proporcionado por la universidad.
- ✓ Los combustibles que se utilizarán en el banco de pruebas son gasolina corriente de 84 octanos y gasolina extra de 89 octanos, como lo certifica Ecopetrol S.A. en su página. ^{[1][2]}
- ✓ Debido a que los recursos económicos son suministrados por la Universidad ECCI, se depende en su mayoría del presupuesto autorizado por la institución.

7. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La fundamentación teórica de la investigación se consigna en los siguientes capítulos del documento.

7.1. Marco Teórico

7.1.1. Banco de Prueba

Un banco de prueba sirve para medir las prestaciones de los motores y sus características de funcionamiento. El banco de pruebas se emplea tanto para la obtención de datos importantes sobre la puesta a punto de prototipos como para la determinación de ciertos datos fundamentales necesarios para la prueba de los motores fabricados en serie.^[3]

Los bancos de prueba son equipos industriales que permiten realizar evaluaciones previas de las condiciones de calidad de una parte de un ensamble. Los bancos de prueba y control pueden estar automatizados con PLC como elemento de control o, en una forma más actual, mediante una computadora personal. Los bancos de ensayos para motores son de vital importancia para el desarrollo de éstos (o el de alguno de sus componentes) ya que permiten tener un registro de su comportamiento tanto en las condiciones normales de funcionamiento como en situaciones extremas a las que puedan verse obligados a trabajar. Es importante definir la finalidad del banco de ensayos (para producción, investigación, rectificación); el tipo de pruebas a realizar (ensayo de potencia, emisión de contaminantes, control de temperaturas); y, por último, el tipo de motor a probar, pudiendo ser éstos de combustión (gasoil, gasolina, gas) o eléctricos (de corriente continua, alterna). En el caso de que se desee analizar exclusivamente el comportamiento del motor, éste se fija sobre un soporte apropiado y se conecta a un freno dinamométrico por medio de juntas. En cambio, cuando se desea analizar las prestaciones globales del sistema motor-transmisión de un vehículo, se emplean bancos de rodillos directamente por las ruedas. Ambos sistemas de medida se usan desde los comienzos de la historia del automóvil.

En un banco de pruebas se pueden realizar mediciones para garantizar el correcto funcionamiento de un motor, estas mediciones pueden ser:

- ✓ Potencia
- ✓ Emisiones
- ✓ Medición de la corriente
- ✓ Temperatura del motor
- ✓ Consumo de Combustible
- ✓ Rendimiento

- ✓ Presión de aceite
- ✓ Presión media efectiva
- ✓ Voltaje de la batería
- ✓ Consumos de combustible

Cabe resaltar que para este proyecto, las mediciones a realizar serán las mencionadas en los 3 primeros lugares.

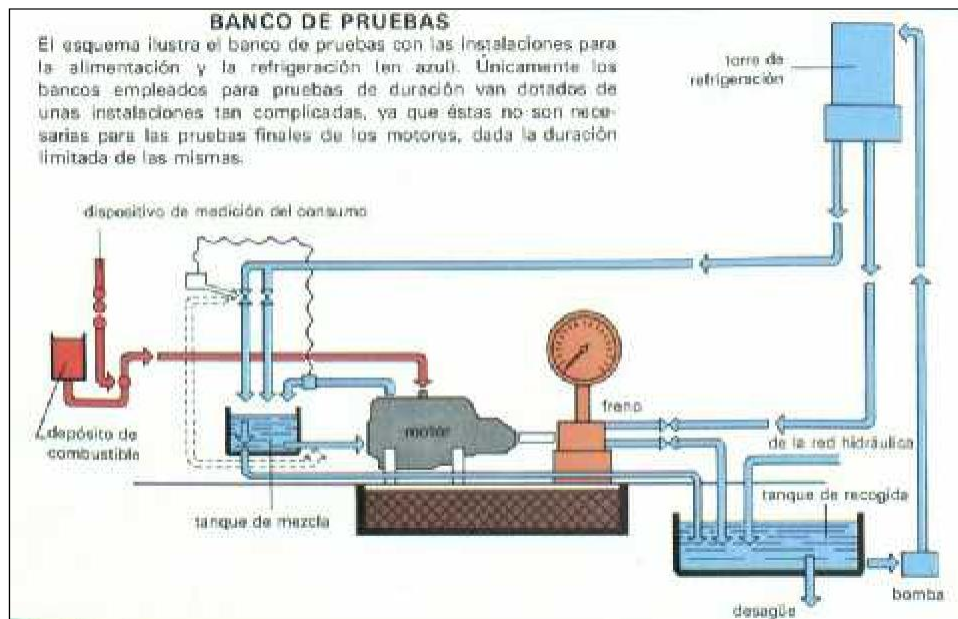



Imagen 2: Ejemplo Banco de Pruebas.

Fuente: MotorGiga. [4]

Otra definición de Banco de prueba la dan algunos estudiantes de la Universidad Nacional de Tucumán: Se entiende por banco de pruebas para motores, a todo el conjunto de infraestructura, instrumental y equipos necesarios de montaje para realizar las diversas mediciones y comprobaciones a que deben ser sometidas estas máquinas motrices operativas. Los ensayos pueden extenderse en complejidad y tiempo todo lo que sea necesario para recabar desde los simples datos de funcionamiento hasta las complicadas determinaciones de la investigación de los fenómenos termodinámicos, fluido-dinámicos y de comportamiento de cada uno de los órganos del motor. Esto dependerá de los instrumentos y equipos especiales con que se cuente. En este trabajo se darán nociones

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

generales solamente de una parte constitutiva del banco de pruebas, el dinamómetro y su manejo. Si bien es considerado como el corazón del mismo, no significa que sea el único aunque sí el principal dispositivo, pues con él se le impondrá una carga resistente al motor de una manera más o menos perfeccionada, simulando las situaciones reales de la aplicación. Igualmente de todos los ensayos que pueden realizarse, solo se tratará aquí del más simple de ellos, que es la medición del par y la potencia para un estado determinado de carga. De los motores térmicos sometidos a prueba, hablaremos únicamente de aquellos de combustión interna haciendo notar que también son posibles los ensayos en el mismo tipo de banco, de máquinas motoras rotativas como las turbinas de vapor o motores eléctricos donde lógicamente el instrumental secundario y equipos periféricos serán diferentes.[5]

7.1.2. Banco de Pruebas Resistivo

El Banco de Carga Resistivo es un dispositivo que tiene como objetivo proporcionar una prueba de capacidad y rendimiento con carga en equipos como grupos electrógenos, UPS, transformadores y otras fuentes de energía. Toda la información del sistema puede visualizarse a través de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), en la cual se activan los mandos operacionales manuales del sistema. Los parámetros de configuración del sistema están disponibles en las pantallas de 'SETUP' de la IHM, protegidos por contraseña si es necesario. Para acceder a un parámetro específico de la pantalla, sólo hay que seguir las instrucciones correspondientes a la función deseada. [6]

Usos de los bancos de prueba resistivos [7]:

- ✓ Como Fuente de Carga, para simulación de consumos de energía eléctrica (Para Contrastación de medidores kWh)
- ✓ Para pruebas de laboratorio en duración de componentes electrónicos.
- ✓ Para pruebas de sistemas UPS.
- ✓ Para pruebas en fábrica en puesta a punto de generadores.
- ✓ Para pruebas de descarga en Bancos de Baterías (En telecomunicaciones, automotriz, sistemas de emergencia, etc.).
- ✓ Prueba de Relés, interruptores, cables eléctricos.
- ✓ Optimización de carga en pruebas de arranque en aplicaciones de energía (Generadores, motores, etc.).

- ✓ Otras pruebas eléctricas donde se requieran carga o amperajes altos.

Tanto las industrias comerciales como las manufactureras reconocen que un programa de mantenimiento preventivo es vital para que un generador de emergencia o de reserva opere de forma confiable. Los Bancos de Carga vienen a ser una parte esencial de tales programas., proporcionando medios prácticos para probar los sistemas de potencia sin necesidad de interrumpir las cargas críticas. Las principales causas de que un motor Diésel falle, es la “carbonización” (acumulación de combustible sin quemar en los pistones del motor) y esto ocurre cuando el generador opera con una baja carga. Los motores Diésel con muy baja carga o que operan en vacío por períodos prolongados, nunca alcanzan la temperatura recomendada de operación. Con el tiempo, el combustible no quemado, cubre la cámara de combustión, reduciendo la capacidad nominal, la eficiencia y la vida útil del motor. Un programa de mantenimiento preventivo que incluya pruebas con carga de la planta generadora reducirá los efectos dañinos de la “carbonización” e incrementará la vida útil del motor.^[8]

Un banco de ensayos es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en unas condiciones controladas, utilizando para ello una serie de instrumentos de control y otros de medida.^[9]



Imagen 3:Modelo Banco de Pruebas.
Fuente: Autores.



Imagen 4: Modelo Banco de Pruebas.
Fuente: Autores.


Imagen 5: Modelo Banco de Pruebas.
Fuente: Autores.



Imagen 6: Modelo Banco de Pruebas.
Fuente: Autores.



El banco de carga resistivo puede relacionarse con la potencia real producida por un motor bajo carga. Teniendo en cuenta que la potencia producida por el motor es la potencia mecánica "real", el KW del banco de carga resistivo es la potencia "real" en términos eléctricos. Cuando se utiliza un banco de carga resistivo para probar un motogenerador, el motor producirá su potencia nominal máxima, disipa esencialmente la

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

misma cantidad de gases de escape y calor del motor, y produce la misma cantidad de energía térmica en el refrigerante del motor como lo haría con una carga reactiva. El banco carga resistivo pondrá a prueba por completo el motor y sus diversos sistemas. La única diferencia es que el generador no producirá su KVA máximo nominal debido a que la potencia producida está a un factor de potencia de 100%. ^[10]

7.1.3. Tipos de Ensayo de un motor de Combustión

Existen dos tipos de ensayos de los motores de combustión interna: ensayos de investigación y desarrollo y ensayos de producción.

Los primeros se efectúan en naves especialmente equipadas (celdas de ensayos), siendo su objetivo el desarrollo de un motor o de alguno de sus componentes, o bien el análisis de alguno de los procesos que tienen lugar en el mismo, por lo que en general se precisa una instrumentación sofisticada.


Las principales pruebas experimentales son aquellas que sirven para determinar los valores de:

- ✓ Par motor.
- ✓ Potencia.
- ✓ Presión media efectiva.
- ✓ Potencia absorbida por rozamiento.
- ✓ Consumo de combustible.
- ✓ Rendimientos.

También se efectúan otras pruebas con el objeto de investigar el desarrollo de los fenómenos físicos y químicos, determinando por ejemplo:

- ✓ Evolución de las presiones en el cilindro.
- ✓ Composición de los gases de escape.
- ✓ Pérdidas de calor.

Todos los motores de nuevo proyecto (prototipos) son sometidos a una larga serie de pruebas experimentales, hasta alcanzar las presiones previstas.

 <p>UNIVERSIDAD ECECCI</p>	<p>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI</p>
<p>Facultad de Ingeniería Ene-2017</p>	

Los ensayos de producción son aquellos que se realizan a los motores ya fabricados en serie, y que sirven para controlar que sus características corresponden a las de los prototipos y al mismo tiempo efectuar un periodo de rodaje o asentamiento del motor. Por tanto la instrumentación necesaria es relativamente simple.^[11]

7.1.4. Funcionamiento de un Motor de Combustión Interna

Un motor de combustión interna basa su funcionamiento, como su nombre lo indica, en el quemado de una mezcla comprimida de aire y combustible dentro de una cámara cerrada o cilindro, con el fin de incrementar la presión y generar con suficiente potencia el movimiento lineal alternativo del pistón.

Este movimiento es transmitido por medio de la biela al eje principal del motor o cigüeñal, donde se convierte en movimiento rotativo, el cual se transmite a los mecanismos de transmisión de potencia (caja de velocidades, ejes, diferencial, etc.) y finalmente a las ruedas, con la potencia necesaria para desplazar el vehículo a la velocidad deseada y con la carga que se necesite transportar.

Mediante el proceso de la combustión desarrollado en el cilindro, la energía química contenida en el combustible es transformada primero en energía calorífica, parte de la cual se transforma en energía cinética (movimiento), la que a su vez se convierte en trabajo útil aplicable a las ruedas propulsoras; la otra parte se disipa en el sistema de refrigeración y el sistema de escape, en el accionamiento de accesorios y en pérdidas por fricción.^[12]

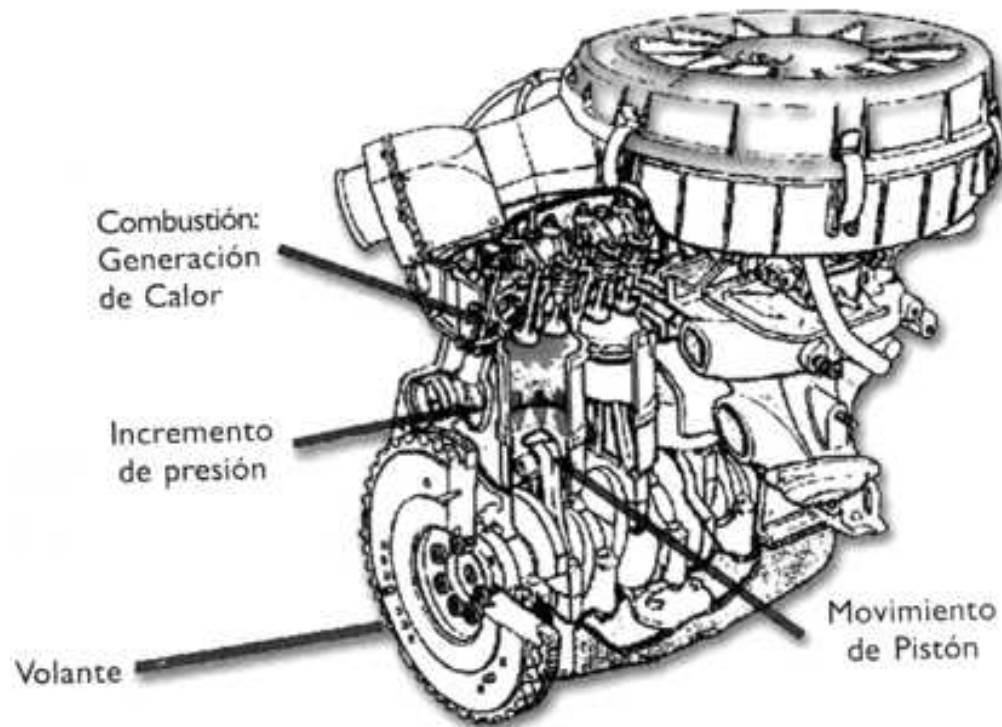


Imagen 7: Motor de Combustión Interna.
Fuente: Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. ^[13]

En este tipo de motor es preciso preparar la mezcla de aire y combustible convenientemente dosificada, lo cual se realizaba antes en el carburador y en la actualidad con los inyectores en los sistemas con control electrónico. Después de introducir la mezcla en el cilindro, es necesario provocar la combustión en la cámara de del cilindro por medio de una chispa de alta tensión que la proporciona el sistema de encendido.^[12]

7.1.5. Principio de funcionamiento de un motor de combustión interna

En un motor el pistón se encuentra ubicado dentro del cilindro, cuyas paredes le restringen el movimiento lateral, permitiendo solamente un desplazamiento lineal alternativo entre el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI); a dicho desplazamiento se le denomina carrera (ver imagen 8).^[12]

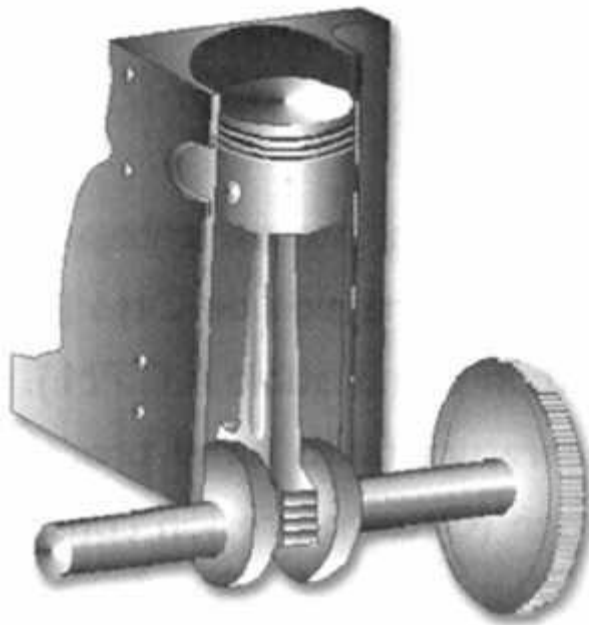


Imagen 8: Conjunto Móvil.

Fuente: Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. [14]

Tanto el movimiento del pistón como la presión ejercida por la energía liberada en el proceso de combustión son transmitidos por la biela al cigüeñal. Este último es un eje asegurado por los apoyos de bancada al bloque del motor, y con unos descentramientos en cuales se apoyan las bielas, que son los que permiten que el movimiento lineal del pistón transmitido por la biela se transforme en un movimiento circular del cigüeñal.

Este movimiento circular debe estar sincronizado principalmente con el sistema de encendido y con el sistema valvular, compuesto principalmente por el conjunto de válvulas de admisión y de escape, cuya función es la de servir de compuerta para permitir la entrada de mezcla y la salida de gases de escape (ver imagen 9).

Normalmente las válvulas de escape son aleadas con cromo con pequeñas adiciones de níquel, manganeso y nitrógeno, para incrementar la resistencia a la oxidación debido a

las altas temperaturas a las que trabajan y al contacto corrosivo de los gases de escape.[12]

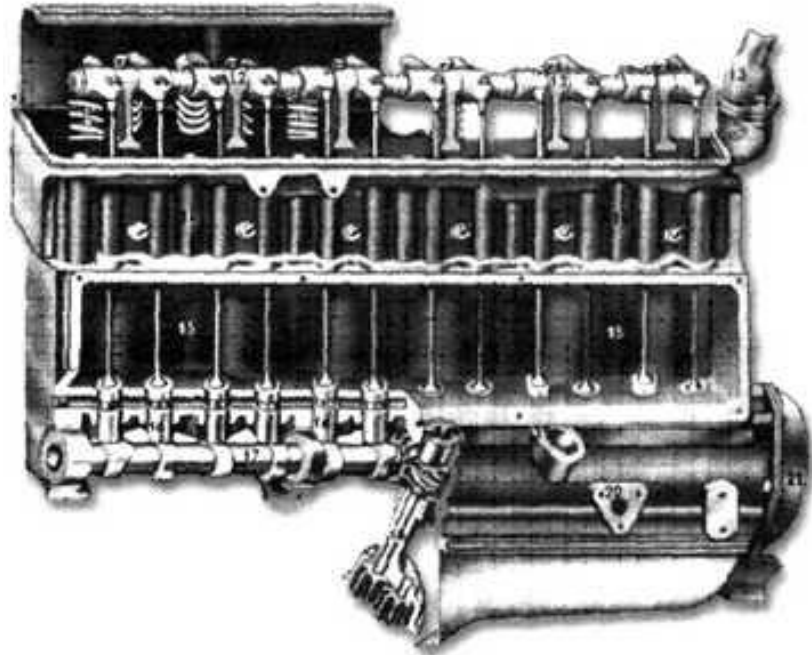


Imagen 9: Sistema de válvulas.

Fuente: Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. [15]

7.1.6. Clasificación de Motores de Combustión Interna

Los motores de combustión interna se pueden clasificar desde los siguientes puntos de vista [16]:

- a) Según el sistema de refrigeración:
 - ✓ Enfriados por agua
 - ✓ Enfriados por aire
- b) Según el combustible utilizado:
 - ✓ Gasolina
 - ✓ Diésel
 - ✓ Kerosene
- c) Según el funcionamiento:
 - ✓ Cuatro tiempos

- ✓ Dos tiempos
- d) Según la disposición de los cilindros:
 - ✓ En línea verticales
 - ✓ En línea oblicuos
 - ✓ En V
 - ✓ Horizontales alternos
- e) Según la disposición de las válvulas:
 - ✓ De válvulas en la culata
 - ✓ De válvulas en el bloque
 - ✓ Mixtos
- f) Según la compresión:
 - ✓ De baja compresión como los de kerosene
 - ✓ De mediana compresión como los de gasolina
 - ✓ De alta compresión como los diésel
- g) Según la velocidad de rotación
 - ✓ De baja velocidad (menos de 2000 rpm)
 - ✓ De mediana velocidad (entre 2000 y 3000 rpm)
 - ✓ De alta velocidad (más de 3000 rpm)
- h) Según el sistema de alimentación de aire:
 - ✓ De aspiración natural
 - ✓ Turbo cargados o sobrealimentados
- i) Según el sistema de encendido:
 - ✓ Por chispa (producida por bujías)
 - ✓ Auto ignición (diésel).

7.1.7. Partes de la Planta Generadora

Las partes de la planta generadora Generac S2400 se describen a continuación:

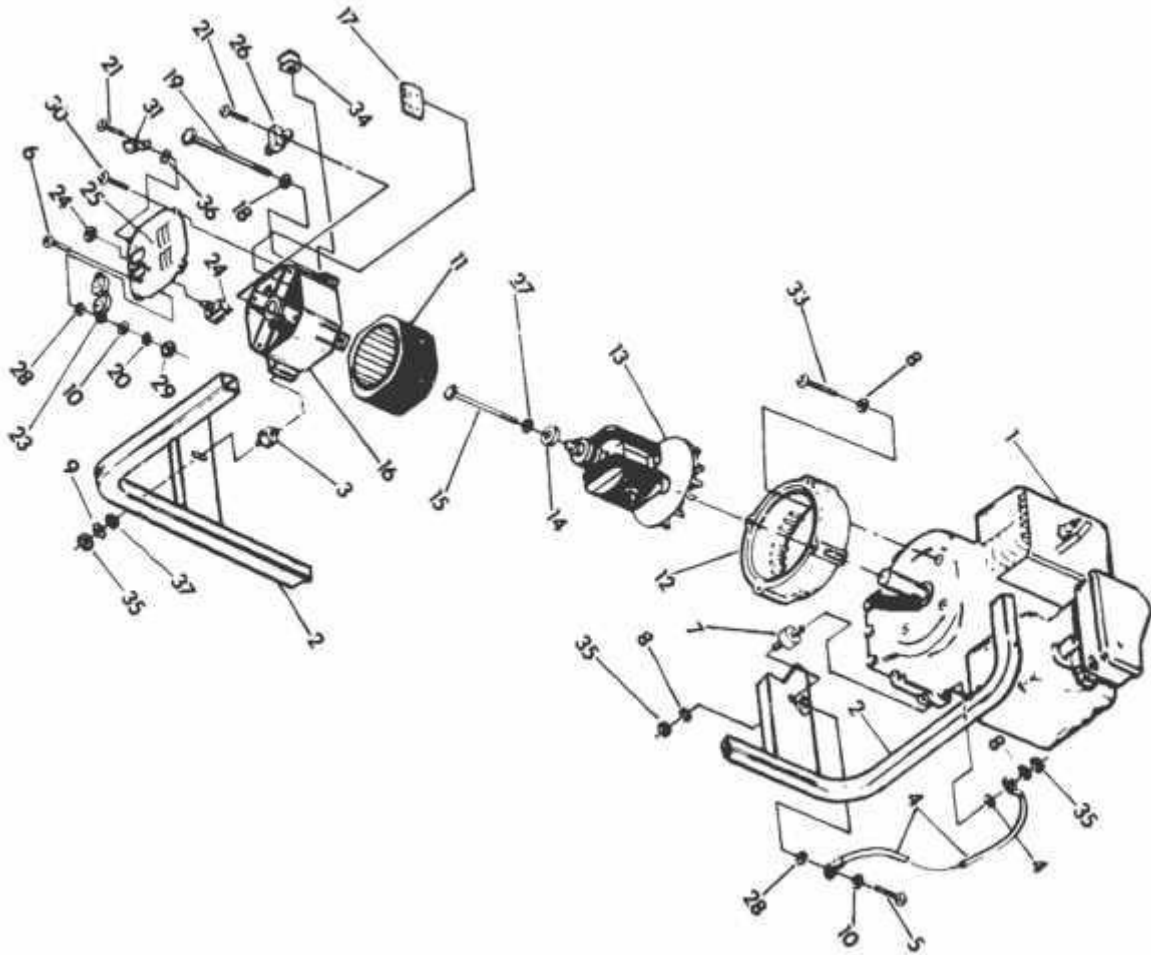


Imagen 10: Despiezado Planta Generadora.

Fuente: Parts Tree ^[17].

Tabla I: Partes de la Planta Generadora Generac S2400.

ITEM	COMPONENT
1	Briggs & Stratton Engine
2	Cradle Assembly
3	Vibration Mount
4	Ground Wire

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

ITEM	COMPONENT
5	No. 8-3/8" Taptite Screw
6	M4-0.7 x 10mm Pan Head Machine Screw
7	Vibration Mount
8	M8 Lock Washer
9	5/16" Shakeproof Washer
10	No. 8 Flat Washer
11	Stator Assembly
12	Engine Adaptor Housing
13	Rotor Assembly
14	Ball Bearing
15	5/16"-24 x 6-1/4" Rotor Bolt
16	Rear Bearing Carrier
17	Bridge Rectifier Circuit Board
18	M6 Lock Washer
19	M6-1.0 x 80mm Stator Bolt
20	No. 8 Lock Washer
21	M5-0.8 x 15mm Taptite Screw
22	Receptacle Panel Decal
23	120 volts, 20 amp a-c Duplex Receptacle
24	20 amp Circuit Breaker
25	Receptacle Panel
26	Brush Holder Assembly
27	Special Flat Washer
28	No. 6 Serrated Lock Washer
29	M4-0.7 Hex Nut
30	M5-0.8 x 10mm Taptite Screw
31	Grounding Lug

ITEM	COMPONENT
32	N/A
33	5/16"-24 x 3/4" Hex Head Screw
34	Bearing Carrier Grommet
35	M8-1.25 Hex Nut
36	No. 10 Shakeproof Washer
37	M8 Flat Washer

Fuente: Parts Tree ^[17].

8. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación utilizados a lo largo del proyecto se describen en los siguientes párrafos.


La investigación a realizar será de tipo experimental debido a que se trata de una colección de diseños de investigación que utilizan la manipulación y las pruebas controladas para entender los procesos causales^[18].

Así mismo, se manipulan variables independientes. El investigador decide los niveles que corresponderán a cada grupo de sujetos. La variable se manipula con diferentes niveles que asigna el investigador. Es muy importante que las asigne éste.

Se miden de variables dependientes. Los fenómenos que serán valores pueden ser consignados con variables numéricas. Es imprescindible que la variable sea en forma numérica.

Se utiliza la estadística. Se toman decisiones en términos de probabilidad, lo que da lugar a poder realizar generalizaciones a partir de las muestras que se recojan.

También se realiza el control de variables extrañas. Se utilizan estas variables, pero no influirán en la variable dependiente, aunque en algunas ocasiones ocurrirá de manera homogénea en todos los grupos ^[19].

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	


Según las finalidades que se buscan en el proyecto, es una investigación aplicada. Porque, concretamente se realizara el diseño y construcción de un banco de prueba para un motor de corriente alterna el cual tendrá uso en las instalaciones de la Universidad ECCI, sede Bogotá.

Algunos autores mencionan dos tendencias para investigar. La primera es la investigación básica (también conocida como investigación fundamental, exacta o investigación pura), que se ocupa del objeto de estudio sin considerar una aplicación inmediata, pero teniendo en cuenta que, a partir de sus resultados y descubrimientos, pueden surgir nuevos productos y avances científicos. La segunda es la investigación aplicada, entendida como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general, además del bagaje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina. Al respecto, en las ciencias puras y la investigación básica se busca indagar cómo funcionan las cosas para un uso posterior, mientras en las ciencias prácticas la investigación aplicada tiene como propósito hacer un uso inmediato del conocimiento existente.^[20]

De igual manera, se puede considerar documental, ya que se realiza un proceso de búsqueda, validación, análisis, registro e interpretación relativa al problema previamente planteado.

La importancia de la investigación documental en la enseñanza universitaria reside en que al conocer y practicar sus principios y procedimientos permite desarrollar las habilidades, destrezas y actitudes que se requieren para construir datos, información y conocimiento.

La investigación documental como parte esencial de un proceso de investigación científica, puede definirse como una estrategia en la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos donde se indaga, interpreta, presenta datos e información sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, métodos e instrumentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica.^[21]

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

9. DISEÑO METODOLÓGICO

Básicamente, la investigación se llevó a cabo consultando un gran número de fuentes bibliográficas, documentos, páginas web e información de trabajos previos que pudieran orientar la investigación. Ya que el problema principal no era la generación de energía sino probar la capacidad y la energía de una planta generadora.

El proyecto se dividirá en cinco fases diferentes.

9.1. FASE 1: Diseño y construcción del Banco de Carga Resistivo (BCR)


En esta fase está dividida en dos etapas:

- ✓ **DISEÑO:** En esta etapa se identifican medidas, materiales, formas, y geometría con el fin de seleccionar un diseño funcional y eficiente. Así mismo, Diseñar un manual con el cual los estudiantes y docentes de la Universidad ECCI puedan operar el banco de pruebas.
- ✓ **CONSTRUCCION:** Una vez seleccionado y definido el diseño del banco se procederá al ensamblaje del BCR en esta etapa está incluido los materiales necesarios para la materialización del BCR.

9.2. FASE2 : Mantenimiento y puesta a punto del generador

Se debe realizar una inspección detallada del generador ya que al parecer no ha sido usado por un tiempo prolongado y en la inspección básica se notó que hay presencia de aceite en la bujía, una vez realizada verificación se continuara con el mantenimiento y la sincronización del generador, se realizara una lista de repuestos e insumos en caso de ser necesarios con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del motor generador.

9.3. FASE3: Montaje del banco de carga al generador

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

Una vez el motor generador se encuentre en condiciones óptimas de trabajo se conectara el banco de carga y se realizaran una serie de pruebas que permitirán evaluar el desempeño del conjunto generador –banco de carga, la prueba será realizada con gasolina corriente a diferentes rangos de trabajo, en esta fase se podrá observar el comportamiento del generador y del BCR, por medio de una pistola de temperatura se verificaran las temperaturas del sistema a diferentes regímenes de trabajo. De esa se forma se asegurara el correcto funcionamiento del conjunto. Instalar en el banco de carga instrumentos de medición como frecuencímetro, voltímetro y amperímetro.

9.4. FASE 4: Experimentación, recolección de datos y mediciones

Luego de realizar el montaje de la planta generadora, siendo este medio por el cual se obtuvo la información, los primeros datos se lograron mediante un proceso de observación directa a dicho montaje.

La procedencia de los datos pueden originarse de dos grandes fuentes: los datos primarios y los datos secundarios. Los datos primarios son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos. En otras palabras, son los que el investigador o sus auxiliares recogen por sí mismos, en contacto con los hechos que se investigan. Los datos secundarios, por otra parte, son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores. Los datos primarios y los secundarios no son dos clases esencialmente diferentes de información, sino partes de una misma secuencia, todo dato secundario ha sido primario en sus orígenes y todo dato primario, a partir del momento en que el investigador concluye su trabajo, se convierte en dato secundario para los demás.^[22]

Siendo los datos primarios aquellos que surgen del contacto directo con la realidad empírica las técnicas encaminadas a recogerlos reflejarán, necesariamente, toda la compleja variedad de situaciones que se presentan en la vida real, por eso, es de suma importancia para la investigación saber cuáles son las fuentes de información primaria y secundaria, desde el registro de la información en una determinada técnica aplicada en el laboratorio, la entrevista a un experto o la consulta bibliográfica para contrastar las teorías.^[22]

En esta fase se alimentara el generador con gasolina de diferentes octanajes y por medio del BCR se exigirá el motor con diferentes cargas, con el objeto de ver datos de eficiencia y emisiones contaminantes. En cuanto a las mediciones contaminantes y el instrumento analizador de gases la empresa AUTOTOOLS LTDA, cordialmente calibrara el analizador de gases por medio de una botella de gas patrón certificada.

Seguido se identificarán los resultados mediante la comparación de las pruebas de desempeño efectuadas y se podrán observar el comportamiento de la planta alimentada con gasolina de 81 octanos al 25% 50% 75% 100% de carga del BCR y con gasolina de 87 octanos al 25% 50% 75% 100% de carga del BCR, por medio de una pistola de temperatura se controlaran las temperaturas del BCR y del generador.

Realizar lecturas de gases contaminantes al generador tales como Dióxido de carbono CO₂, Monóxido de carbono CO, Hidrocarburos en metano HC, Oxígeno O₂ con gasolina de 87 octanos y 81 octanos, una vez conectada esta al banco de carga con variaciones anteriormente especificadas.

9.5. FASE 5: Elaboración del proyecto

En esta fase se concluirá todo lo que se propuso en el trabajo, se identificarán defectos y mejoras que se pueden realizar al banco con el fin de dejar abierta la posibilidad de efectuar desarrollos que puedan ayudar a la investigación. Seguido se recopilarán los datos obtenidos para plasmarlos en el documento final de la parte experimental que se entregara en el proyecto final de nuestro trabajo.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

10.1. Fase 1

Los bancos de carga de resistencias que en nuestro proyecto es llamado por sus siglas (BCR) son ampliamente utilizados para probar los sistemas generadores de energía.

En estos bancos, la carga se genera convirtiendo la energía eléctrica en calor, por medio de resistencias eléctricas. Como resultado Las cargas resistivas simulan cargas o consumos eléctricos que podemos encontrar en la vida diaria.

El objetivo principal del BCR es proporcionar una carga completamente controlable, organizada y contenida.

Nuestro BCR provee 4 cargas al generador eléctrico de gasolina, lo que significa que cada carga aplicada al generador por el banco de carga, es equivalente a la carga aplicada al motor

Por lo tanto, nuestro BRC elimina la energía del sistema bajo prueba completamente. El banco quita la energía del generador; el generador elimina la energía del motor principal, y el motor principal retira la energía del combustible.

Por medio de este banco se podrán realizar pruebas a diferentes dispositivos generadores de energía como plantas generadoras diésel o gasolina, paneles solares, dispositivos de energía eólica etc.

Para la construcción del banco de carga se adquirieron materiales en el mercado eléctrico local para este fin aunque se había pensado en primer lugar en un soporte de carga diseñado como se ve en el ejemplo de nuestro proyecto (Imagen 3 y 4) los costos de fabricación de este tipo de soporte excedían el presupuesto asignado, por tal motivo se adquirió una caja de soporte de fabricación estándar de la mejor calidad a un precio ajustado al presupuesto.



Imagen 11: Construcción del banco de carga.

Fuente: Autores.

Las resistencias son de tipo tubular instaladas en el soporte o armario en conexión paralela ya que este tipo de circuito nos ofrece mejor desempeño y seguridad ante fallas de cableado a su vez proveen de energía a las cargas con un voltaje estable. Y se puede controlar el arranque y parada de las cargas seleccionadas utilizando el interruptor adecuado. Las 4 resistencias elegidas tienen un valor 600 W, las cuales son controladas por medio de interruptores individuales para cada carga, los cuales activan un contactor que permite que la carga seleccionada sea activada.

Los elementos de medición instalados en el banco de carga, son los necesarios para obtener la información del comportamiento del consumo (AMPERIOS), de la tensión (VOLTAJE) y de la frecuencia (HERTZ) generada en cada carga seleccionada por el usuario.



Imagen 12: Elementos de medición.

Fuente: Autores.

Para la activación de cada carga se conectaron 4 contactores que ofrecen las siguientes ventajas:

1. Permiten automatizar fácilmente el arranque y paro de las cargas.
2. Permiten accionar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
3. Proporcionan un alto nivel de seguridad para las personas, dado que la manipulación se realiza desde el panel mediante interruptores alejados de la carga y las corrientes y tensiones relacionadas con los circuitos de mando son relativamente pequeñas.

4. Permiten controlar y automatizar equipos y maquinas que manejan procesos relativamente complejos mediante la ayuda de dispositivos auxiliares de mando como interruptores de fines de carrera, detectores de proximidad, temporizadores, termóstatos lo cual es una ventaja en el caso que se requiera mejorar el banco de carga para otras actividades o proyectos en el futuro.

Para solucionar el problema de altas temperaturas debido a las cargas constantes se instaló en la caja de soporte un extractor de calor y se realizaron perforaciones a la lámina para ayudar en el enfriamiento interno y evitar el recalentamiento del dispositivo.

10.2. Fase 2

En las actividades de mantenimiento preventivo al generador se llevaron a cabo las siguientes tareas:

1. Cambio de aceite
2. Limpieza de bujía y medición de resistencia del cable de alta tensión
3. Limpieza de tanque de combustible
4. Limpieza de carburador
5. Ajuste del sistema de encendido manual (yoyo)
6. Elaboración de una mesa de trabajo para soportar el generador



Imagen 13: Mantenimiento de la planta generadora.

Fuente: Autores.

Después de realizar estas actividades de mantenimiento logramos encender el generador eléctrico con una buena marcha mínima y sin mayores oscilaciones del motor al momento de la aceleración.

10.3. Fase 3 y 4

En esta etapa de nuestro proyecto comenzamos con las mediciones de carga suministrando a la planta generadora gasolinas que se distribuyen localmente es decir gasolina regular o corriente y gasolina extra con octanajes que cumplen la resolución 1180 de 2006 del ministerio de minas y energía en donde encontramos el índice antidetonante (IAD) del combustible vendido en Colombia, el IAD es una medida de la capacidad del combustible de permitir ser comprimido sin inflamarse en el motor, el IAD se expresa como el promedio entre el research octane number (RON) prueba realizada al combustible en un motor a bajas revoluciones y con aceleraciones repetidas simulando un comportamiento urbano con una temperatura de entrada de aire de 51.7°C y el motor octane number (MON) prueba realizada a un motor a un altas revoluciones sostenidas con una temperatura de aire de entrada 149°C simulando un comportamiento de conducción en carretera.

$$IAD = (RON + MON) / 2 \quad (I)$$

IAD: Índice Antidetonante

RON : research octane number

MON: motor octane number



Imagen 13: Montaje planta generadora, banco de carga e instrumentos de medición.

Fuente: Autores.

Tabla II: Resolución 1180 de 2006.
Requisitos de calidad de las gasolinas básicas

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		MÉTODOS DE PRUEBA
		FECHA DE VIGENCIA		
		Abril 1* 2001	Dic 31 2010	
1 Índice Antidetonante, mínimo ⁽¹⁾				
Gasolina Corriente	Adimensional	81	81	ASTM D2699 y ASTM D 2700 ó IR ⁽²⁾
Gasolina Extra	Adimensional	87	87	
2 Plomo, máximo	g/l	0,013	0,013	ASTM D3237 ó ASTM D5059
3 Índice de Cierre de Vapor (ICV), máximo ⁽³⁾	Kpa	98	98	----
4 Aromáticos, máximo				
Gasolina Corriente	% vol.	28	28	ASTM D5580

Tabla III: Resolución 1180 de 2006 requisitos calidad gasolina con etanol

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	Nov 1 2005	Dic 31 2010	DE PRUEBA
1 Índice Antidetonante, mínimo ⁽¹⁾				
Gasolina Corriente Oxigenada		84	84	ASTM D2699 y ASTM D 2700 ó IR ⁽²⁾
Gasolina Extra Oxigenada		89	89	
2 Plomo, máximo	G/l	0,013	0,013	ASTM D3237 ó ASTM D5059
3 RVP, máximo ⁽³⁾	Kpa	65	65	ASTM D4953 ó ASTM D5191 ó ASTM D323
	Psia	9,3	9,3	
4 Índice de Cierre de Vapor (ICV), máximo ⁽⁴⁾	Kpa	124	124	----
5 Aromáticos, máximo				

10.3.1. Recolección de datos

Prueba 1: Combustible gasolina corriente IAD 84

Se inició con el calentamiento del motor generador para llegar a su temperatura de funcionamiento 90°C, después conectamos el BCR verificando los datos suministrados por los medidores v, a, f, también se tomaron los datos de temperatura ambiente 21.3°C,

presión atmosférica 755hPa, cantidad de oxígeno % 20.8 y altura 2420 msnm, siendo los mismos datos iniciales para la prueba de gasolina corriente y extra.



Imagen 14: Toma de datos iniciales del proyecto, para gasolina corriente y extra.

Fuente: Autores.

De igual manera en ambas pruebas se utilizó el analizador de gases para obtener más datos de la información de los gases producto de la combustión.



Imagen 15: Ejemplo del uso del Analizador de Gases en la toma de datos.

Fuente: Autores.

A continuación se muestran los datos recolectados en las dos pruebas:

Tabla IV: Resultados Gasolina Corriente.

	Gasolina Corriente IAD 84							
	Voltaje [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]	Frecuencia [Hz]	CO [%]	CO2 [%]	HC [PPM]	O2 [%]
Carga 1	90,3	2,01	181,503	47,45	8,9	5,85	1870	7,45
Carga 2	82,9	3,39	281,031	45,11	8,01	7,06	1696	6,25
Carga 3	73,3	4,75	348,175	39,44	2,77	8,55	1415	6,7
Carga 4	78,5	4,92	386,22	48,88	0,69	9,61	1408	6,22

Prueba 2: Combustible gasolina extra IAD 89

Tabla V: Resultados Gasolina Extra.

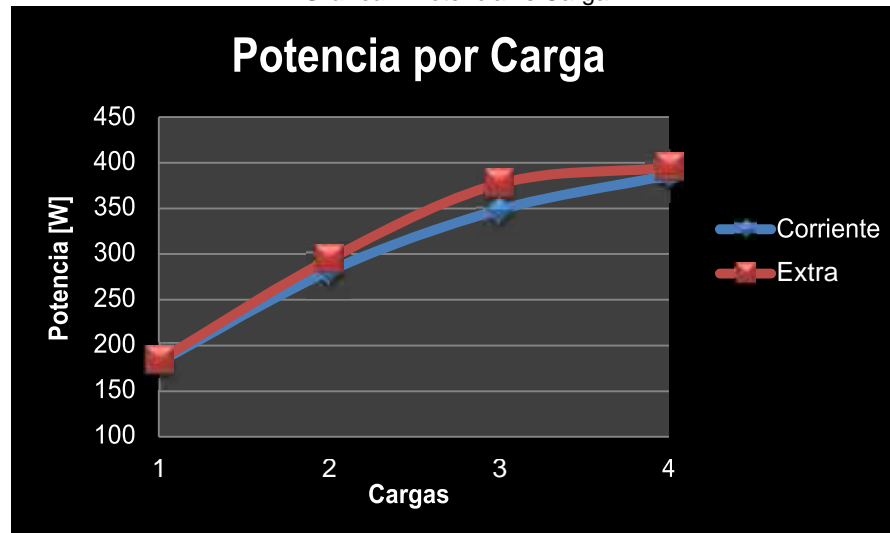
	Gasolina Extra IAD 89							
	Voltaje [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]	Frecuencia [Hz]	CO [%]	CO2 [%]	HC [PPM]	O2 [%]
Carga 1	90,7	2,02	183,21	47,67	8,2	5,4	1824	8,2
Carga 2	84,7	3,47	293,91	45,9	7,8	6,7	1720	6,9
Carga 3	77,5	4,86	376,65	43,7	3,5	8,9	1500	6,3
Carga 4	73,9	5,34	394,63	39,37	0,1	10,4	1356	6,8

10.4. Fase 5

En las siguientes graficas se muestra el análisis de resultados, comparando los datos obtenidos con gasolina corriente y extra:

- **Potencia vs Carga:** Como podemos observar en la Grafica I, la potencia aumenta conforme el usuario activa las cargas. La máxima diferencia de potencia se ve en la carga 3 y es de 28,48W lo suficiente para en ceder un bombillo LED. Por lo anterior podemos deducir que la potencia generada por los combustibles es similar entre ellas y no se aprecia un cambio significativo.

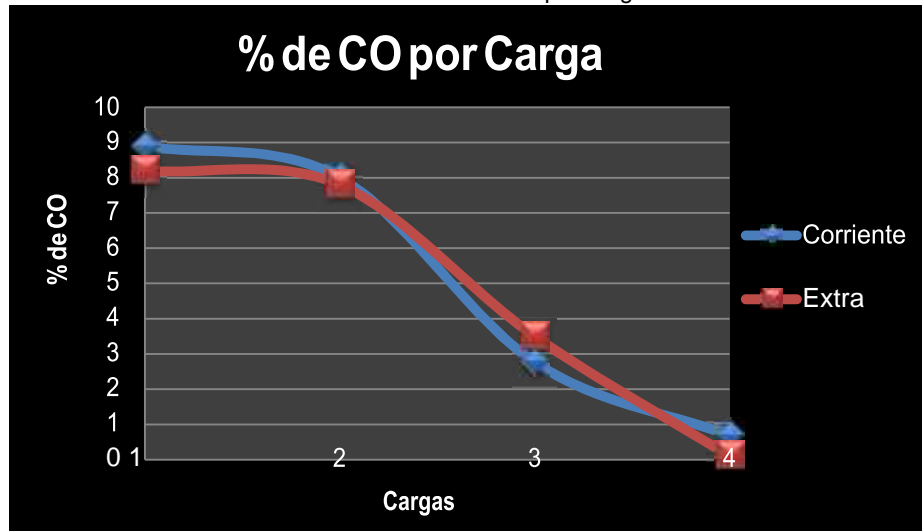
Gráfica I. Potencia vs Carga



- **Porcentaje de CO vs Carga:** El CO es un gas contaminante regulado por legislación colombiana lo máximo permitido según la resolución 910 de 2008 para un motor de 4 tiempos en prueba estática es de 5% máximo.

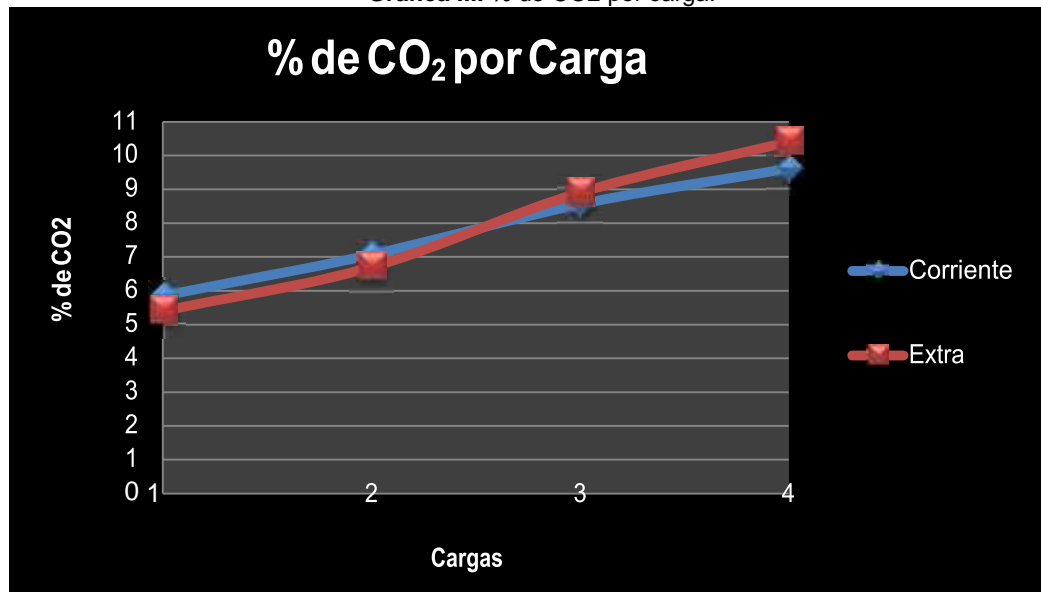
Ya que el CO es el indicador de la riqueza o pobreza de la mezcla aire combustible, de la Gráfica II podemos deducir que la mezcla es más rica en los dos combustibles cuando se encuentra activa únicamente la carga 1. Su comportamiento es descendiente conforme las cargas se activan lo que significa que la mezcla se empobrece a medida que el consumo eléctrico es mayor. Se percibe que el comportamiento de ambos combustibles es similar mostrando una diferencia máxima en porcentaje de emisión de CO de 0.73.

Gráfica II. % de CO por carga.



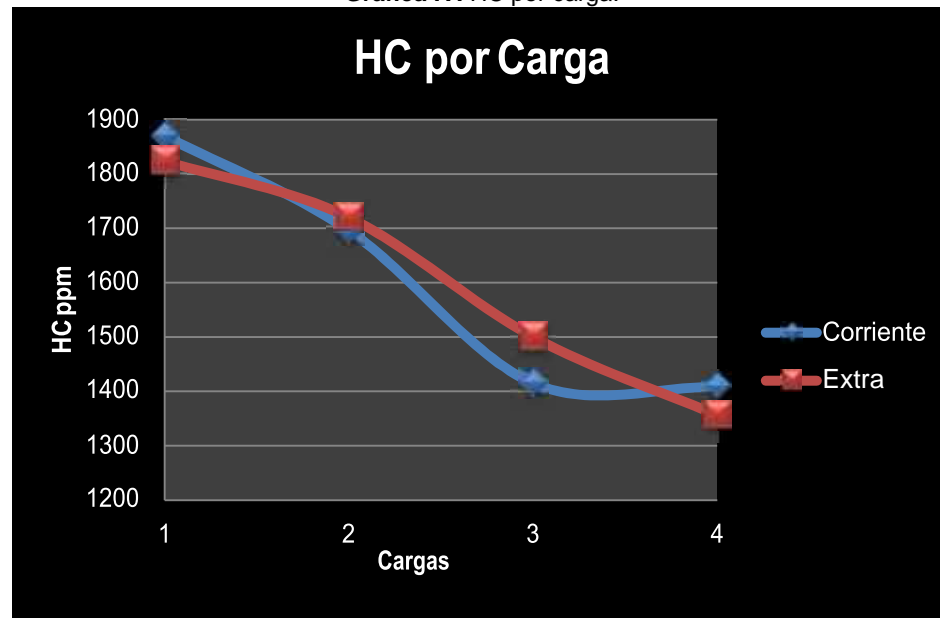
- Porcentaje de CO₂ vs Carga:** El CO₂ es el indicador de la eficiencia de la combustión. A mayor valor CO₂ se entiende un mejor aprovechamiento de la combustión, como podemos observar en la gráfica el porcentaje de CO₂ aumenta conforme las se activan las cargas.

Gráfica III. % de CO₂ por carga.



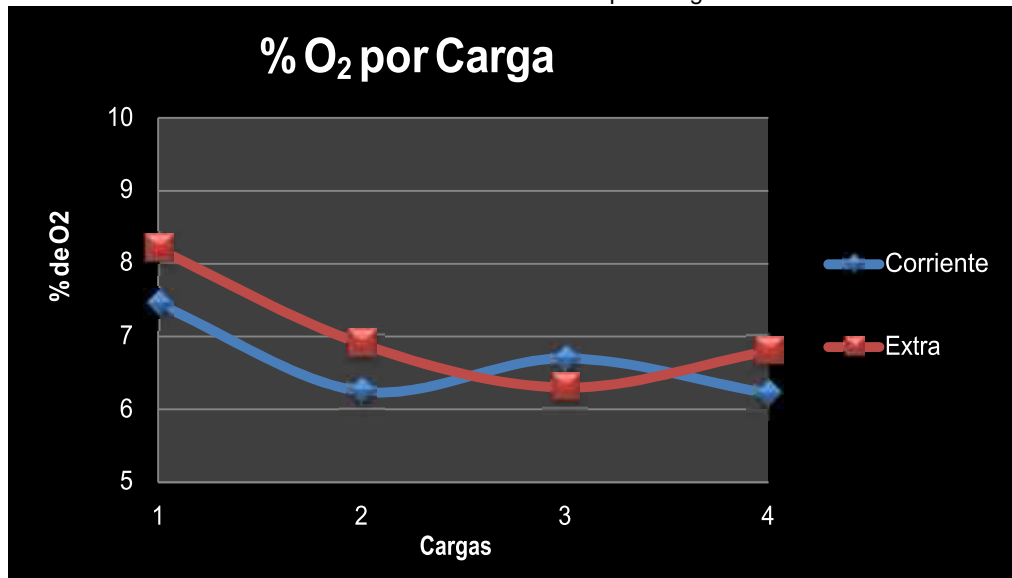
- Partes por millón de HC vs Carga:** Los Hidrocarburos (HC) son residuos de una combustión incompleta y se miden en partes por millón, son regulados por la legislación colombiana en la gráfica se puede observar que el mayor número de HC no quemados de un millón de partes fue 1900, la resolución 910 de 2008 propone que el límite máximo de HC es de 800 ppm para tecnologías de combustión antiguas como el carburador. En la gráfica podemos ver un comportamiento descendiente conforme la carga eléctrica aumenta, también se puede observar que los resultados son similares para los 2 tipos de combustible utilizado.

Gráfica IV. HC por carga.



- Porcentaje de O₂ vs Carga:** El O₂ es un indicador de una combustión completa o incompleta, un elevado número de porcentaje de O₂ nos muestra una combustión incompleta o mezcla pobre, lo ideal sería que se pudiera quemar completamente para asegurar una buena combustión. Como podemos ver en la gráfica la cantidad porcentual de O₂ es menor a medida el consumo eléctrico aumenta.

Gráfica V. % de O₂ por Carga.



- **Kilovoltímetro:**

En esta grafica podemos observar la forma de onda del kilovoltaje que se utilizó para encender la mezcla, la cual está dentro de los parámetros normales de una ignición. Se muestra un valor de 8Kv de voltaje pico, 6kv para voltaje de quemado.

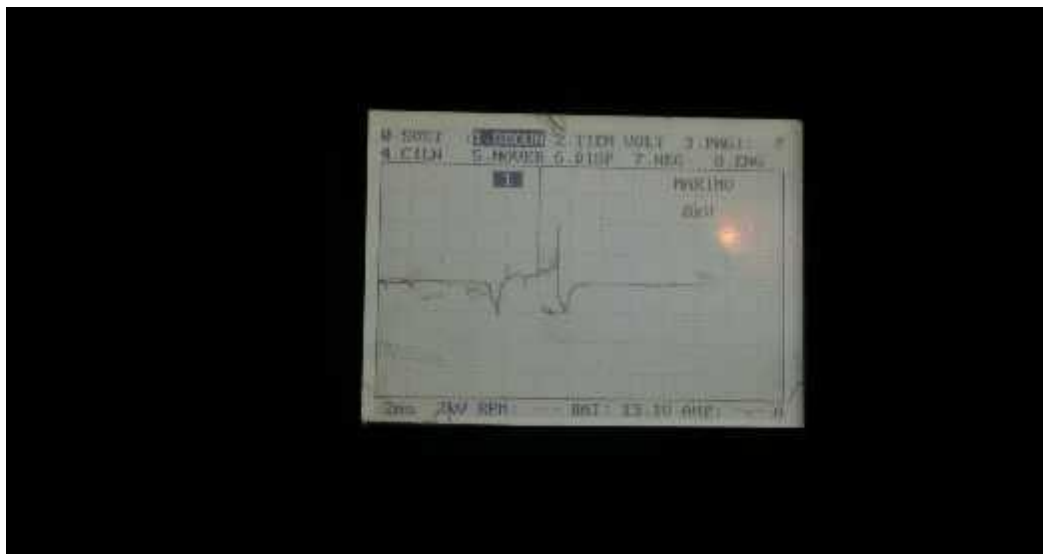



Imagen 16: Grafica del kilovoltaje,

Fuente: Autores.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

11. CONCLUSIONES


- Como podemos ver en las gráficas podemos asegurar que el mito que existe acerca de la gasolina extra y la mejora de potencia de un motor aspirado a una altura como la de Bogotá no es correcto. Debido a la cantidad menor de oxígeno que entra al cilindro y es comprimido, podemos deducir que muchos motores con mayores relaciones de compresión no necesitan gasolina extra para evitar el pre-encendido a la altura de la ciudad de bogota.
- Las emisiones contaminantes no tuvieron un cambio significativo con la gasolina extra vs corriente.a una altura como la de Bogotá
- Los motores como plantas generadoras y motores estacionarios no tienen una reglamentación definida para los límites de emisiones contaminantes como la tienen las fuentes móviles, lo anterior para los autores es una problemática ambiental ya que el número de plantas y motores estacionarios que contribuyen con la emisión de gases contaminantes es alta. Pero al no ser controlados por la autoridad ambiental la cantidad de CO, CO₂ Y HC y otros gases como NOX, material particulado emitidos a la atmosfera es indeterminado
- El BRC podrá ser utilizado para la medición de diferentes cargas en diferentes dispositivos, y también podrá ser mejorado

12. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Las herramientas utilizadas a lo largo de la investigación son principalmente:

Libros de consulta (físicos y virtuales).

Internet para tener acceso a bibliotecas virtuales, blogs, documentos de referencia de universidades y otras instituciones de educación superior.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

Pruebas experimentales para obtener la cantidad de amperios, voltios y watts entregados por el motor.

13. RECURSOS

Los recursos necesarios para desarrollar el proyecto fueron:

13.1. Recursos humanos

Las personas que trabajan en el proyecto se relacionan en la tabla número 1.

Tabla VI: Recursos Humanos

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	ESTUDIOS	FUNCIÓN BÁSICA DENTRO DEL PROYECTO	DEDICACIÓN H/SEMANA	DURACIÓN (MESES)
1	Carlos Andrés Molano Olmos	Estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz	Diseñar, fabricar y ensamblar un banco de pruebas, realizar pruebas en el motor y documentar los resultados	8	6
2	Laura Melissa Agudo Canasteros	Tecnólogo en Mecánica Industrial			

Fuente: Autores

13.2. Recursos físicos

Los medios físicos para el desarrollo del proyecto son:

- ✓ Resistencias
- ✓ Tubos de acero al carbón de 5/8"
- ✓ Lámina collrol calibre 22
- ✓ Ángulo de 1/4"
- ✓ Interruptor Rotatorio
- ✓ Constructores
- ✓ Cable evolucionado AWG 12, 10 y 8
- ✓ Ventilador de 110V
- ✓ Cautín
- ✓ Breakers de seguridad
- ✓ Voltímetro

- ✓ Amperímetro
- ✓ Frecuencímetro
- ✓ Caja contenedora
- ✓ Tornillos
- ✓ Destornilladores

13.3. Recursos financieros

Como se mencionó en el numeral 4.2., en su mayoría, los recursos económicos son suministrados por la Universidad ECCI.

A continuación se muestra una cotización de los recursos para el desarrollo del proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI



SERVI-INDUSTRIAL TRIVIÑO LTDA
Insumos eléctricos

Bogotá, D.C. Julio 08 2016.

TO: Señores: Carlos Molano / Laura Agudo

FM: TOBIAS TRIVIÑO LOPEZ
SERVI INDUSTRIAL TRIVIÑO LTDA
Telofax: 8796818 Cel.: 300 2155041 3132513453

4 grupos de resistencias del 25, 50%, 75% y 100% de carga	\$ 400.000
8 m de cable siliconado AWC12	\$ 46.000
16 terminales en plata	\$ 54.000
1 Ventilador de 9"	\$ 180.000
Soporte de resistencias	\$ 50.000
0 Aisladores	\$ 50.000
Interruptor de 6 posiciones	\$ 230.000
4 contacto res para cambio de carga	\$ 650.000
1 Caja de soporte 40 x 40 x 60 cm	\$ 150.000
Vatímetro	\$ 100.000
Voltímetro	\$ 50.000
Amperímetro Digital	\$ 50.000
Subtotal	\$ 1.990.000
IVA 16%	\$ 318.400
TOTAL	\$ 2.308.400

Forma de pago contando
Tiempo de entrega 2 días

ATENTAMENTE

TOBIAS TRIVIÑO LOPEZ
C.C. No. 19.490.247 de Bogotá


14. CRONOGRAMA

Se deben indicar las actividades a desarrollar a partir del momento que el proyecto reciba su aprobación para ser desarrollado. Tales actividades incluyen:

Tabla VII: Cronograma Diagrama Gantt

Actividad	Semana	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Recolección de Datos		■									
Estudio de Datos			■								
Análisis de Datos			■								
Diseño y Fabricación				■	■						
Mantenimiento y puesta a punto de MotorGenerador						■					
Acople y Conexión de Banco de Pruebas							■				
Experimentación								■			
Elaboración del Informe									■	■	
Entrega del informe final al director para revisión										■	
Ajustes al informe final											■
Entrega del informe final											■

Fuente: Autores.

	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA UNIVERSIDAD ECCI
Facultad de Ingeniería Ene-2017	

15. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- [1] Redacción Motor, «Jueves de Mecánica: Top 10 de Respuestas sobre el uso de Gasolina o Diesel en los vehículos,» *Revista Motor*, 13 Noviembre 2014.
- [2] Ecopetrol, «Gasolina Motor Extra,» [En línea]. Available: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Catalogo_de_Productos/pdf/Ecopetrol%20Gasolina%20motor%20extra%20VSM-01.pdf. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [3] Redacción MotorGiga, «Definición Banco de Pruebas,» MotorGiga, 2014. [En línea]. Available: <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/banco-de-pruebas-definicion-significado/gmx-niv15-con193089.htm>. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [4] MotorGiga, «Imagen Banco de Pruebas,» 2014. [En línea]. Available: <http://motorgiga.com/cargadatos/fotos2/diccionario/motores-ciclos-tipos/800px/banco-de-pruebas-02.jpg>. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [5] M. Budeguer, J. López, R. Marchese y J. Bustos, «Los Bancos de Pruebas para Motores,» Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, 2009.
- [6] STEMAC, «Bancos de Carga Resistivos,» [En línea]. Available: <http://www.stemac.com/es/productos/Pages/banco-cargas-resistivas.aspx>. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [7] ElectriEquipos, [En línea]. Available: <http://electriequipos.co/producto/banco-de-carga-resistivo/>. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [8] AVTRON, «Bancos de Carga,» [En línea]. Available: <http://toolsolutions.com.ar/banco-de-carga.pdf>. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [9] J. García Pamplona y J. Álvarez Florez, «Universitat Politècnica de Catalunya Barcelona Tech,» Marzo 2007. [En línea]. Available: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4094/PFC%20Memoria.pdf>. [Último acceso: 11 Julio 2016].
- [10] EMERSON Network Power, «Application of Resistive/Reactive Load Banks for Diesel Generator Set Testing,» 29 Julio 2008. [En línea]. Available: <http://www.emersonnetworkpower.com/documentation/en-US/Products/Load-Banks/Documents/White%20Papers/wp-Reactive.pdf>. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [11] Dto. de Máquinas y Motores Térmicos, «Banco de Ensayo de Motores,» 20 Mayo 2001. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/bancomot.htm>. [Último acceso: 10 Julio 2016].
- [12] Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango, «Funcionamiento del Motor de Combustión Interna,» Banco de la República Actividad Cultural, [En línea]. Available: <http://www.banrepultural.org/node/92121>. [Último acceso: 09 Julio 2016].

- [13] Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango, «Imagen Motor de Combustión Interna,» Banco de la República Actividad Cultural, [En línea]. Available: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/imagenes/16.jpg>. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [14] Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango, «Imagen Conjunto Móvil,» Banco de la República Actividad Cultural, [En línea]. Available: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/imagenes/17.jpg>. [Último acceso: 12 12 2016].
- [15] Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango, «Imagen Sistema de Válvulas,» Banco de la República Actividad Cultural, [En línea]. Available: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/imagenes/18.jpg>. [Último acceso: 12 12 2016].
- [16] E. D. Zapata, «Universidad Nacional de Colombia,» [En línea]. Available: <http://www.docentes.unal.edu.co/eazapata/docs/MAQ-CLASE%203.pdf>. [Último acceso: 10 Julio 2016].
- [17] Parts Tree, «Parts Tree - Your Preferred Source for Lawn and Garden Equipment Parts,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.partstree.com/parts/briggs-and-stratton-power/generators-portable-generator/9415-1-s2400-generac-portable-generator-2-400-watt/s-2400-a-c-generator-no-83014/>. [Último acceso: 12 12 2016].
- [18] Explorable, «Investigación Experimental,» 09 Octubre 2008. [En línea]. Available: <https://explorable.com/es/investigacion-experimental>. [Último acceso: 10 Julio 2016].
- [19] B. Arquero Palomino, A. Berzosa Alonso, N. García Muñoz y M. Monje Morales, «Univerisidad Autonoma de Madrid,» 10 Noviembre 2009. [En línea]. Available: http://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Experimental_doc.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2016].
- [20] Z. R. Vargas Cordero, «LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA,» *Revista Educación*, vol. 33, p. 159, 2009.
- [21] S. Martinez, «IMPORTANCIA Y DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL,» 2002. [En línea]. Available: <http://geiuma-oax.net/invdoc/importanciaydef.htm>. [Último acceso: 10 01 2017].
- [22] C. R. Vidal Tovar y G. Y. Florez Guzmán, «Técnicas e Instrumentos para la recolección de Datos,» UNAD, 17 01 2017. [En línea]. Available:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211621/PROY-GRADO_EN_LINEA/leccin_28_tcnicas_e_instrumentos_para_la_recoleccion_de_datos.html. [Último acceso: 04 2013].

- [23] MotorGiga, «Banco de Pruebas,» 2014. [En línea]. Available: <http://motorgiga.com/cargadatos/fotos2/diccionario/motores-ciclos-tipos/800px/banco-de-pruebas-02.jpg>. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [24] MotorGiga, «MotorGiga,» 2014. [En línea]. Available: <http://motorgiga.com/cargadatos/fotos2/diccionario/motores-ciclos-tipos/800px/banco-de-pruebas-02.jpg>. [Último acceso: 09 Julio 2016].



Facultad de Ingeniería
Ene-2017

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE CARGA RESISTIVO PARA
REALIZAR SIMULACION DE PRUEBAS A UNA PLANTA GENERADORA A
GASOLINA IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA
UNIVERSIDAD ECCI**