



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE – LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA
COMPROBACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

REALIZADO POR:

**NESTOR ANIBAL ROMERO GUANO
DIEGO MARTIN LARREA LOPEZ**

LATACUNGA – ECUADOR

2005
CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores: **Néstor Aníbal Romero Guano** y **Diego Martín Larrea López**, bajo nuestra dirección:

Ing. Oswaldo Jácome
Director de Tesis

Ing. Oscar Arteaga
Codirector de Tesis

Dedicatorias

El presente trabajo lo quiero dedicar al Creador de todas las cosas que existe sobre la tierra, a *DIOS*, porque me ha permitido conocer la verdadera misión de una persona sobre el mundo, porque me ha brindado sabiduría para enfrentar los obstáculos de éste camino a través de sus enseñanzas, las mismas que han hecho de mi una persona diferente.

A mis padres, que con su paciencia, apoyo moral y económico supieron contribuir con la obtención de este título

A una persona muy especial, Ximena por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo, cariño, amor y comprensión para llegar a la culminación de este proyecto.

Para ellos va dedicado este trabajo, con el amor y la sinceridad con que lo he realizado para alcanzar una meta en mi vida profesional.

Nestor

Dedico este trabajo a mis padres por haberme concedido la educación durante mi formación profesional, en especial a mi persona por hacer un esfuerzo al regresar a mis estudios y culminar mi carrera.

Diego

Agradecimientos

Agradezco de manera especial a la *ESPE SEDE LATACUNGA* por darme la oportunidad de continuar con mis estudios para la obtención de un título más dentro de mi vida profesional, a mis maestros quienes con su sabiduría y paciencia me han brindado sus valiosos conocimientos de una manera sana y desinteresada, con el fin de convertirnos en entes útiles para nuestra sociedad, a nuestro Director Ing. Oswaldo Jácome y Codirector Ing. Oscar Arteaga por contribuir con la culminación de este proyecto, al Ing. Germán Erazo por brindarnos la confianza y todas las facilidades para la construcción de éste proyecto, a mis amigos y compañeros de aula con quienes he compartido los mejores momentos como estudiante y como profesional.

De manera especial, debo manifestar mi agradecimiento a mis mejores amigos Lili, Alberto, Vero y Miguel por hacer de mí espiritualmente una persona diferente, al señor Danilo Lara quien nos ha brindado su valiosa colaboración intelectual para la culminación de este proyecto.

Nestor

A mi Universidad por acogernos en su interior para formarnos profesionalmente, a mis profesores quienes me han entregado toda su sabiduría para lograr esta meta, a nuestros compañeros con quienes hemos compartido buenos y malos momentos.

Diego

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	v
Introducción	xi
I. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	1
1.1. ELEMENTOS	5
1.1.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS REQUERIDOS	5
a.- GENERADOR	7
b.- CARGAS ELÉCTRICAS	8
c.- EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ASPECTOS GENERALES	9
d.- EJES DE TRANSMISIÓN Y ACOPLER SEMIFLEXIBLE	10
e.- ACELERADOR	12
II. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DEL BANCO DE PRUEBAS	
2.1. INSTRUMENTACIÓN	13
2.1.1. PIRÓMETRO ELÉCTRICO	13
2.1.2. TERMOCUPLAS	13
2.1.3. MEDIDORES ELÉCTRICOS	14
2.1.4. CONEXIÓN Y USO DEL AMPERÍMETRO	15
2.1.5. USO DEL AMPERÍMETRO	16
2.1.6. CONEXIÓN Y USO DEL VOLTÍMETRO	16
2.1.7. USO DEL VOLTÍMETRO	17
2.1.8. PROBETAS	17
2.1.9. CRONÓMETRO	19
2.1.10. RESISTOR VARIABLE (DIMMER)	19
2.1.12. BALANZA	20
2.1.13. INTERRUPTOR DE PARADA	21

2.1.14. TACÓMETRO	21
III. MONTAJE Y PRUEBAS DEL EQUIPO	23
3.1. TRABAJOS REALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL DINAMÓMETRO.	23
3.2. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL DINAMÓMETRO	23
3.2.1. ACTIVIDADES REALIZADAS	23
3.3. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.	23
3.3.1. ACTIVIDADES PARA LA BASE DEL MOTOR	24
3.4. CONSTRUCCION DEL SOPORTE DELANTERO DEL GENERADOR.	24
3.4.1. ACTIVIDADES PARA EL SOPORTE DELANTERO DEL GENERADOR	24
3.5. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE POSTERIOR DEL GENERADOR.	25
3.5.1. ACTIVIDADES PARA EL SOPORTE POSTERIOR DEL GENERADOR	25
IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	26
4.1 TABULACIÓN DE DATOS	26
4.1.1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS	26
4.1.2. SIMBOLOGÍA	27
4.1.3. TORQUE	28
4.1.4. POTENCIA AL FRENO	29
4.1.5. CONSUMO DE AIRE	30
4.1.6. CONSUMO DE COMBUSTIBLE	31
4.1.7. TEMPERATURA Y PRUEBA DE LOS GASES DE ESCAPE.	32
4.1.8. GENERACIÓN EN EL DINAMÓMETRO	35

4.1.9.	CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE	36
4.1.10.	RENDIMIENTO TÉRMICO	38
4.1.11.	RELACIÓN AIRE / COMBUSTIBLE	40
4.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MCI	41
4.2.1.	INTRODUCCION	41
4.2.2.	TABULACIÓN DE RESULTADOS	42
4.3.	CURVAS DE PARÁMETROS DE DESEMPEÑO DEL MOTOR MARCA KAWASAKI	43
4.3.1.	CURVA CARACTERÍSTICA DE POTENCIA Vs. VELOCIDAD	43
4.3.2.	CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD	44
4.3.3.	CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD	44
4.3.4.	CURVA CARACTERÍSTICA DEL RENDIMIENTO TÉRMICO Vs. VELOCIDAD	45
4.4.	HOJA ELECTRÓNICA PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE DESEMPEÑO	46
4.4.1.	CURVA DE POTENCIA AL FRENO Vs. VELOCIDAD	46
4.4.2.	CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD	46
4.4.3.	CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD	47
4.4.5.	CURVA CARACTERÍSTICA DEL RENDIMIENTO TÉRMICO Vs. VELOCIDAD	47
V.	PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO	49
5.1.	DISEÑO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS	49
5.2.	ORGANIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS	49

PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 1	
VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AIRE / COMBUSTIBLE	52
PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 2	
VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON ACELERACIÓN CONSTANTE	58
VI. INSTRUCCIONES GENERALES	66
6.1. INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	66
6.1.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	66
a. MANTENIMIENTO MECÁNICO	66
b. MANTENIMIENTO DE TIPO ELÉCTRICO	68
c. MANTENIMIENTO DE ENGRASE Y LUBRICACIÓN	68
6.1.2. GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA (FRENO ELÉCTRICO)	68
a. MANTENIMIENTO TIPO MECÁNICO	68
b. MANTENIMIENTO TIPO ELÉCTRICO	69
c. MANTENIMIENTO DE ENGRASE Y LUBRICACIÓN	69
6.1.3. TABLERO DE CONTROL	70
a. MANTENIMIENTO DE TIPO MECÁNICO	70
b. MANTENIMIENTO DE TIPO ELÉCTRICO	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	75

INTRODUCCIÓN

En el campo automotriz todos los motores están sujetos a diferentes índices de funcionamiento, los mismos que son sometidos a una serie de mediciones alternadas con severas pruebas de durabilidad y de carga, que se repiten hasta que tras una precisa puesta a punto, alcanzan los resultados previstos en el proyecto.

Las pruebas principales son las que sirven para obtener los valores referentes al par motor, la presión media efectiva, la potencia desarrollada, el consumo específico de combustible, los diferentes rendimientos así como la composición de los gases de escape.

Para esto debemos conocer las técnicas de ensayo de los motores alternativos, y saber determinar la variación de distintos parámetros de funcionamiento del motor al cambiar sus condiciones de trabajo.

Por ésta razón construiremos un equipo de pruebas, el mismo que nos permitirá determinar los parámetros anteriormente mencionados antes de someterle a un determinado motor al correspondiente funcionamiento, logrando de ésta manera un correcto y eficiente desempeño en su trabajo.

I. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

Este equipo nos permitirá realizar pruebas a diferentes motores de combustión interna, ya sean estos a gasolina, de dos o cuatro tiempos, motores diesel, motores a inyección electrónica y cualquier tipo de motores cuya potencia fluctúe entre 0 y 5HP

Se podrá realizar los ajustes en los sistemas de encendido, alimentación y escape, con lo que determinaremos las curvas características de los motores en prueba.

Está construido de tal manera que permita el acople de cualquier motor de combustión interna con las características descritas anteriormente, y que vaya a ser analizado.

En la figura 1.1 podemos apreciar el equipo, el mismo que tiene una construcción robusta, sirve para realizar pruebas continuas y sencillas, con un costo bastante económico por prueba, está construido con los elementos que detallamos a continuación, los mismos que permitirán realizar el acople de un MCI.

El Conjunto Dinamómetro consta de un generador eléctrico que cumple funciones de freno, y de un dispositivo para medir el par motor, que es el dinamómetro

El generador eléctrico (15) es de corriente alterna, se alimenta con 110 voltios, su eje va montado sobre rodamientos ubicados en chumaceras (17) en ambos extremos. La carcasa también va montada sobre rodamientos permitiéndole girar sobre la línea central del eje, y trae un brazo (16) de 39.5 centímetros de radio anclado a una balanza (19) de resorte con la carátula graduada para lecturas de 0 a100 Kg.

La balanza trae un tornillo (20) para poder nivelar el brazo. Antes de tomar cada lectura, se debe nivelar el extremo del brazo de carga, así se asegura que la línea de acción del balanceo es perpendicular al brazo del par motor.

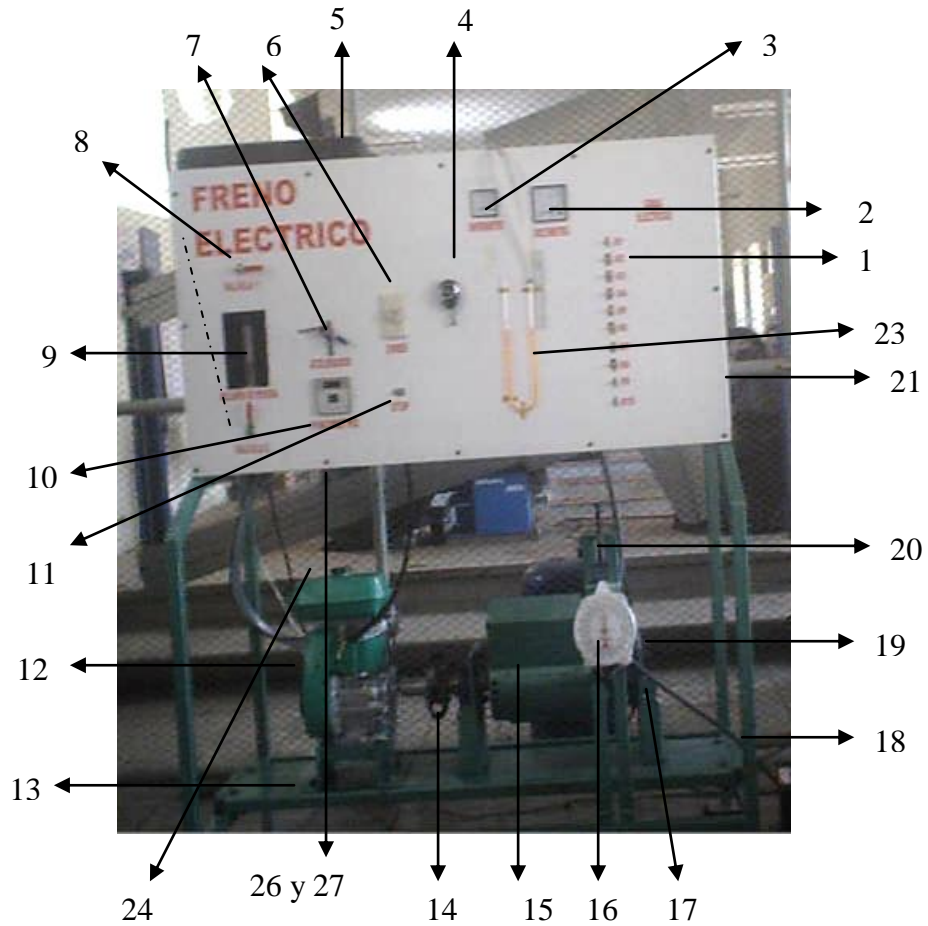


Figura 1.1 Equipo de pruebas

En nuestro caso el generador de corriente alterna (5) será utilizado para que absorba la energía del motor de combustión interna, mediante la conexión de un cuerpo de resistencias eléctricas variables conectadas en paralelo en su circuito como se muestra en la figura 1.2

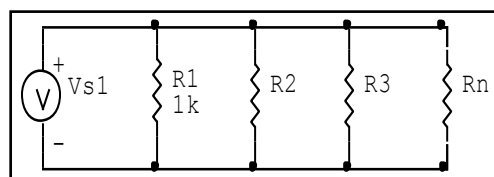


Figura 1.2 Cargas eléctricas en paralelo

Se puede tener una alternativa de utilizar un generador de corriente continua en lugar del generador de corriente alterna, el mismo que nos daría ciertas ventajas como por ejemplo:

El de corriente continua podría funcionar como motor de arranque del MCI. y luego como generador para proporcionar las cargas al mismo, pero no se lo ha utilizado porque en nuestro medio son escasos y si existen son muy costosos.

Una de las ventajas de utilizar éste tipo de generador es que la energía eléctrica producida durante el ensayo puede aprovecharse de alguna forma útil ya que la potencia del motor no se pierde como energía degradada en un sistema de refrigeración o de evacuación de calor, sino que podría llevarse a una red, aunque esto solamente se hace cuando el tiempo de trabajo es lo suficientemente grande como para amortizar los costos de operación del banco.

El generador eléctrico es acoplado en un extremo al M.C.I. (12) a través de un acople semi flexible (14) construido por cuatro correas, las mismas que están sujetas por dos rodajas grandes a cada extremo, sirven de unión entre los dos ejes (motor y generador) pero no de una manera rígida, evitando roturas por desalineamiento y vibración.

Las conexiones eléctricas del generador se hacen por medio de cable flexible y por la parte posterior para evitar posibles problemas en el momento de las pruebas. Todos los instrumentos están situados en un tablero (A) con acabado en barniz que actúa como sellante protegiéndolo del combustible, los paneles están fijos en un armazón construido con tubos de sección cuadrada (18) y ubicados encima del motor y el dinamómetro. Todas las conexiones entre el motor y los instrumentos son flexibles de tal forma que la vibración de estos se reduce al mínimo, recubiertos por una manguera plástica, a excepción de las conexiones de las resistencias que por producir calor necesitan la máxima ventilación. Es necesario una batería para producir la auto excitación del generador.

Está dividido en tres unidades separadas (A, B, C) de tal manera que permiten el fácil acceso para su mantenimiento.

Para medir el consumo de aire del motor, utilizaremos un medidor de flujo con orificio el mismo que está conectado a un tubo capilar en U por medio de una manguera. Este nos indicara en una escala el desplazamiento del agua en el interior del tubo en mmH₂O. Por el otro extremo el recipiente de aire se conecta al múltiple de admisión por medio de una tubería flexible.

El tanque de combustible (5) está situado en el extremo superior izquierdo del equipo, contiene una probeta (9) para determinar el consumo de combustible y válvulas de control de combustible (8) (llaves de paso).

Se dispone de una termocupla (22) y de un pirómetro (10), usados para medir la temperatura de los gases de escape del motor y asegurar que éstas temperaturas sean leídas con una exactitud razonable, en el panel también se encuentra un pequeño cuadrante de control manual de aceleración (7), conectado a la mariposa del carburador; un control manual de variación de mezcla aire-combustible ubicado en el MCI, un interruptor (11) de inicio y de parada.

La carga puede ser aplicada al dinamómetro mediante un cuerpo de resistencias eléctricas variables conectadas en paralelo, lo que nos permitirá variar la carga de acuerdo a nuestras necesidades.

Los instrumentos ubicados en éste panel están provistos para medir el voltaje producido por el generador, así como también su amperaje en todas las etapas de operación del dinamómetro. Pero no solo hacen parte del equipo de pruebas, éstas medidas, son usadas normalmente como indicadores de seguridad para verificar que el equipo tenga un comportamiento correcto, como es el caso de la máxima corriente de arranque.

En el escape del motor deberá estar acondicionado un orificio para alojar la termocupla, sección que está protegida con cordón de asbesto el mismo que disipará el calor y evitará todo tipo de cortaduras en los conductores.

El enfriamiento de las cargas (Resistencias) se lo realizará mediante la utilización de un ventilador eléctrico colocado al frente del cuerpo de resistores si fuese necesario.

Un tacómetro digital que nos permitirá registrar el número de revoluciones a la que gira el motor sometido a diferentes valores de carga.

De igual manera un cronómetro (4) el mismo que servirá para tomar la referencia del consumo de combustible en un determinado tiempo.

Para determinar la temperatura de entrada del aire utilizaremos un termómetro ambiental o a su vez asumiremos un valor promedio de acuerdo al medio en que nos encontremos.

La variación de la relación Aire / Combustible se lo realizará a través de la mariposa de entrada de aire, cambiando su posición en tres partes o mediante el tornillo de regulación de la mezcla.

1.1. ELEMENTOS

1.1.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS REQUERIDOS

En el Banco de Pruebas para motores de combustión interna, objeto de nuestro proyecto, se utiliza un dinamómetro (equipo que va a constituir el elemento frenante), el mismo que es un generador de corriente alterna acoplado a un motor de gasolina, cuya corriente generada será disipada en forma de calor en un banco de resistencias.

La instrumentación utilizada para la toma de datos está ubicada en el tablero de control de tal manera que el estudiante pueda obtener la información de forma fácil y rápida, ver figura 1.1

- 1) Cuerpo de resistencias
- 2) Voltímetro
- 3) Amperímetro
- 4) Cronómetro
- 5) Depósito de combustible
- 6) Resistor variable entre 0 y 800 Watts
- 7) Acelerador
- 8) Llaves de paso de combustible
- 9) Probeta
- 10) Pirómetro
- 11) Interruptor de parada
- 12) Motor de combustión interna
- 13) Base del conjunto
- 14) Acople semi flexible
- 15) Generador eléctrico
- 16) Balanza
- 17) Chumaceras
- 18) Estructura de tubo cuadrado
- 19) Brazo de palanca
- 20) Tornillo de regulación
- 21) Resistores
- 22) Tacómetro digital
- 23) Tubo en U
- 24) Termocupla
- 25) Batería
- 26) Orificio Calibrado
- 27) Caja de aire

a.- GENERADOR

Para determinar la potencia efectiva se pueden utilizar generadores de corriente eléctrica. Así por ejemplo si se acopla un motor térmico a una dínamo conectada a una resistencia eléctrica, la potencia del motor se utilizará en accionarla. Esta potencia se puede determinar midiendo con un voltímetro y un amperímetro, la potencia eléctrica suministrada por la dínamo.

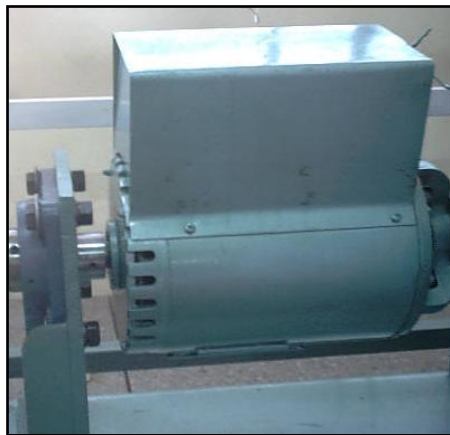


Figura 1.3 Generador eléctrico

En éste método debe tenerse en cuenta, que existirán pérdidas por rozamiento, por efecto del aire y pérdidas eléctricas dependientes de la carga en el generador por lo que la medida no es muy precisa. Esto hace que sea mucho más común medir la potencia del motor indirectamente a través del par motor.

El generador a utilizarse es de marca cool con una capacidad de 5000 Watts Monofásico o trifásico, con una auto excitación de 12 voltios (batería)

b.- CARGAS ELÉCTRICAS

Los frenos o dinamómetros eléctricos son los medidores de potencia más prácticos en todos aquellos casos en que es posible su aplicación. En el campo de los motores de combustión interna se ha generalizado su utilización tanto por su sensibilidad como por su precisión al momento de medir el par motor y la potencia al freno con cargas bajas.

El freno que está constituyendo parte del equipo, es un generador de corriente alterna y está formado por un rotor cuyo eje va soportado por cojinetes montados estos en los extremos del estator, el mismo que a su vez está soportado por chumaceras ubicadas en sus extremos.



Figura 1.4 Resistencias eléctricas

Al estar el estator soportado por cojinetes, este tiende a girar con respecto al rotor pero esto queda impedido por un brazo de palanca unido a una balanza que permite la medida de la fuerza producida por el generador.

La regulación del par motor frenante se obtiene por la aplicación de una serie de resistencias eléctricas variables conectadas en paralelo (consumidores de corriente eléctrica), las cuales le hacen caer bruscamente la velocidad del motor de

combustión interna, y también mediante la utilización de un reóstato que permite obtener pequeños valores de par frenante en función de la velocidad de prueba requerida.

Esta última posibilidad hace particularmente interesante éste tipo de freno, cuando se requiere que la velocidad permanezca constante independientemente de la carga durante la operación del motor de combustión interna.

C.- EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ASPECTOS GENERALES

Como ya habíamos hablado anteriormente el equipo está construido para probar motores de combustión interna a gasolina o diesel, de dos o cuatro tiempos, cuya potencia se encuentre entre 0 y 5 HP.



Figura 1.5 Motor de combustión interna

En nuestro caso el motor que utilizaremos para nuestras prácticas es un motor marca Kawasaki con las siguientes características:

Diámetro: 69.5 mm.

Carrera del pistón: 51.5 mm.

Relación de compresión: 8.5:1

Cilindrada: 224 cm³

Brazo de palanca: 395 mm.

d.- EJES DE TRANSMISIÓN Y ACOPLER SEMIFLEXIBLE

Todas las piezas del mecanismo giran entorno a un eje geométrico, que no es más que una línea recta imaginaria de referencia. Los ejes geométricos se representan en la vista esquema como pequeñas cruces, que sirven para localizar su situación en la zona de trabajo

Las piezas se sustentan sobre ejes mecánicos cilíndricos. Los ejes mecánicos giran entorno a sus ejes geométricos respectivos. Están sujetos a esfuerzos de flexión y corte, debido al peso de las piezas y a la velocidad con que giran,

En algunas ocasiones, los ejes mecánicos están sometidos también a esfuerzos de torsión. Esto sucede cuando las piezas giran solidariamente con su eje, y éste se encarga de transmitir la [potencia](#) mecánica. Por lo que el eje mecánico recibe el nombre de árbol de transmisión.

El par motor será determinado mediante la ecuación:

$$T = \frac{P}{N} \quad (1.1)$$

De donde:

P (Potencia del motor) = 5HP = 3728.56 Watts

N (Revoluciones del motor) = 1900 rpm = 198.93 rad/s

El eje del motor se unirá al eje del generador mediante un acople semi flexible, construidos de cuatro correas o bandas las mismas que evitarán que en el momento que exista descentramiento entre los dos ejes, estos se rompan, ya que las que van a sufrir deformaciones son las correas, mas los ejes seguirán su giro normal.



Figura 1.6 Acople semi flexible

e.- ACELERADOR

El acelerador es manual y permitirá variar la aceleración del motor de acuerdo a los requerimientos de las prácticas



Figura 1.7 Acelerador

II. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DEL BANCO DE PRUEBAS

2.1. INSTRUMENTACIÓN

2.1.1. PIRÓMETRO ELÉCTRICO

Este instrumento marca CAMSCO TC-96N nos proporcionará la temperatura de los gases de escape, tiene un rango de operación de 0 a 399 °C con una apreciación de 1 °C.



Figura 2.1 Pirómetro

2.1.2. TERMOCUPLAS

Son sensores de temperatura marca CAMSCO, constituidos de dos alambres conductores llamados cromel – alumel, que son capaces de soportar altísimas temperaturas (como son las que tienen los gases de escape) y que al estar influenciados por la temperatura tienen la propiedad de generar un diferencial de potencial.



Figura 2.2 Termocupla

2.1.3. MEDIDORES ELÉCTRICOS

Son los instrumentos que utilizamos en los Laboratorios para medir las diferentes tensiones, resistencias, y otras variaciones de electricidad que tengan circuitos y equipos de nuestro uso diario o de experimentación.

Dichos instrumentos nos ayudan a mantener a circuitos y equipos en un óptimo funcionamiento basándonos en ecuaciones y comparaciones en lo que respecta al flujo de electricidad.

Los parámetros que distinguen el uso de los instrumentos de medición son: La intensidad que será determinada por el amperímetro (3), contando con una escala de 0 a 30 amperios.

La tensión que será medida por el voltímetro (2), con una escala de 0 a 150 voltios, por facilidad de conexión y por aspectos de costo los dos indicadores son analógicos.

Las mediciones eléctricas se realizan con aparatos especialmente diseñados según la naturaleza de la corriente; es decir, si es alterna, continua o pulsante.

Los instrumentos se clasifican por los parámetros de tensión e intensidad, de esta forma, podemos enunciar los instrumentos de medición como el Amperímetro o unidad de intensidad de corriente, el Voltímetro como la unidad de tensión.

2.1.5. CONEXIÓN Y USO DEL AMPERÍMETRO

Su principal, conocer la cantidad de corriente que circula por un conductor en todo momento, ayuda al buen funcionamiento de los equipos, detectando alzas y bajas repentinas durante el funcionamiento. Además, lo usaremos para averiguar y reparar subidas de corriente para evitar el mal funcionamiento del equipo.



Figura 2.3 Amperímetro

- Se usa además con un Voltímetro para obtener los valores de resistencias aplicando la Ley de Ohm.
- Para poder determinar la intensidad de corriente, el amperímetro deberá estar conectado en serie dentro del circuito, como se muestra en el circuito de la siguiente figura.

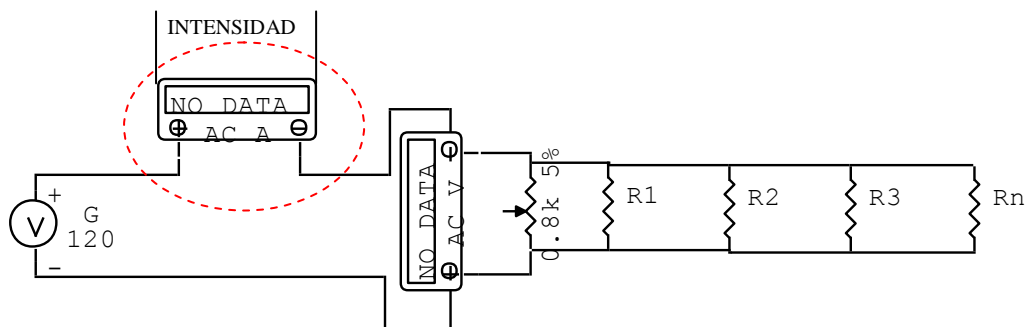


Figura 2.3 Conexión del amperímetro

2.1.5. USO DEL AMPERÍMETRO

- Es necesario conectarlo en serie con el circuito.
- Se debe tener un aproximado de corriente a medir ya que si es mayor de la escala del amperímetro, lo puede dañar. Por lo tanto, la corriente debe ser menor de la escala del amperímetro.
- Cada instrumento tiene marcado la posición en que se debe utilizar: horizontal, vertical o inclinada. Si no se siguen éstas reglas, las medidas no serían del todo confiable y se puede dañar el eje que soporta la aguja.
- Todo instrumento debe ser inicialmente ajustado en cero.
- Las lecturas tienden a ser más exactas cuando las medidas que se toman están intermedias a la escala del instrumento.
- Nunca se debe conectar un amperímetro con un circuito que este energizado.

2.1.6. CONEXIÓN Y USO DEL VOLTÍMETRO

- Debe conectarse en paralelo al circuito, como se muestra en el circuito de la siguiente figura.

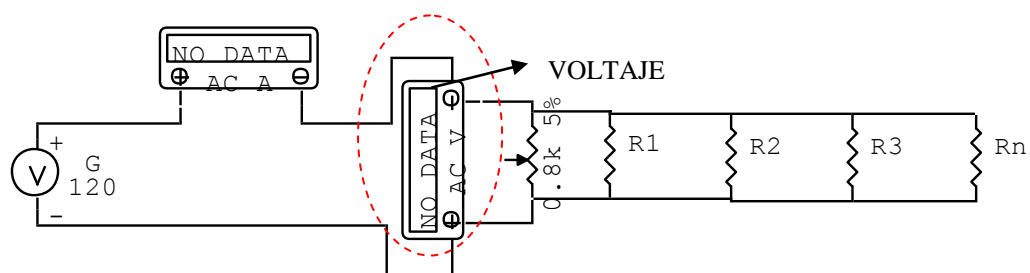


Figura 2.4 Conexión del Voltímetro

- Es el instrumento que mide el valor de la tensión. Su unidad básica de medición es el Voltio (V).
- Nos permitirá conocer en todo momento la tensión que entrega el generador, detectando alzas y bajas de tensión. Junto al amperímetro, se usa con el método ya nombrado.



Figura 2.5 Voltímetro

2.1.7. USO DEL VOLTÍMETRO

- Es necesario conectarlo en paralelo con el circuito, tomando en cuenta la polaridad si es C.C, pero como no es el caso no interesa la polaridad.
- Se debe tener un aproximado de tensión a medir con el fin de usar el voltímetro apropiado.
- Cada instrumento tiene marcado la posición en que se debe utilizar: horizontal, vertical o inclinada.
- Todo instrumento debe ser inicialmente ajustado en cero.

2.1.8. PROBETAS

La probeta, se utiliza, sobre todo en el análisis de resultados, para contener o medir volúmenes del combustible utilizado de una

forma aproximada. Es un recipiente cilíndrico que puede ser de vidrio o materiales polímeros como en nuestro caso con una base ancha, que generalmente lleva en la parte superior un pico para verter el líquido con mayor facilidad.



Figura 2.6 Probeta

La probeta está graduada, es decir, llevan grabada una escala (por la parte exterior) que permite medir un determinado volumen, en un cierto tiempo.

Para nuestro banco, la probeta nos facilitará la medición del combustible consumido en un determinado tiempo, tiene una escala graduada de hasta 50 mililitros y está acoplada mediante cañerías y dos llaves de paso, la primera ubicada luego del depósito y la segunda luego de la probeta, estas nos permitirán abrir el paso del combustible y observar el volumen de prueba respectivamente.

2.1.9. CRONÓMETRO

Este instrumento nos permitirá medir el tiempo que el motor de combustión interna se demora en consumir un volumen determinado de combustible de acuerdo a las condiciones de prueba



Figura 2.7 Cronómetro

2.1.10. RESISTOR VARIABLE (DIMMER)

La función que va a cumplir este potenciómetro (23) es la de una resistencia eléctrica variable, lo cual permitirá controlar la aplicación de las cargas al motor de combustión interna, permitirá un control de resistencia eléctrica variable desde 0 a 500 Ω , de resistencia.



Figura 2.8 Dimmer

2.1.11. INTERRUPTORES DE CONTROL

Estos interruptores permitirán conectar y desconectar las resistencias eléctricas (consumidores de corriente), deberán ser capaces de permitir una intensidad de corriente de 5 amperios como mínimo, para evitar posibles recalentamientos en conductores y la falla de estos interruptores. Los interruptores utilizados son de dos posiciones, abierto (On.) y cerrado (Off).



Figura 2.9. Interruptor de control

2.1.12. BALANZA

Este instrumento permitirá medir la fuerza torsional generada por el motor de gasolina, cuando se le aplica una carga determinada, mediante las resistencias eléctricas. Tiene un rango de lectura desde (0 - 100 Kg.) y una apreciación de 2 onzas (50 gr.).



Figura 2.10. Balanza

En su parte posterior se coloca un material que absorberá las vibraciones al igual que en el gancho que lo une al brazo de palanca, los dos con el objeto de absorber la vibración y permitir la mayor estabilidad de la aguja indicadora y tener una lectura mas exacta de la fuerza producida por el motor, además en su interior se llenó glicerina para estabilizar la aguja.

2.1.13. INTERRUPTOR DE PARADA

Este interruptor permitirá encender y apagar el motor de combustión interna, y servirá también como interruptor de apagado de emergencia.

De igual manera es un interruptor de dos posiciones On y Off y servirá como botón de emergencia para que el motor se pare al ser activado, mediante el corte del circuito a tierra que tiene el motor.



Figura 2.11. Interruptor de parada

2.1.14. TACÓMETRO

Este instrumento nos permitirá controlar la velocidad de régimen del motor a gasolina, es un instrumento de tipo digital cuyo rango de lectura es de 0 a 5000 r.p.m. Con una apreciación de 100

r.p.m, tiene también una variación es decir puede funcionar también por contacto, conectándolo la punta de prueba al eje del motor en una parte adecuada.



Figura 2.12 Tacómetro Digital

III. MONTAJE Y PRUEBAS DEL EQUIPO

3.1. TRABAJOS REALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL DINAMÓMETRO.

La base en donde se va a instalar tanto el generador de corriente como el motor de combustión interna, es de una lámina de fundición gris colocada sobre un tablón el mismo que en su parte superior posee una capa de material anti vibración que absorberá gran parte de las vibraciones producidas por el generador y el motor.

Está montada sobre una estructura de tubo estructural de igual forma aislado mediante material anti vibración.

3.2. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL DINAMÓMETRO

3.2.1. ACTIVIDADES REALIZADAS

- 1 Revisión de planos par la adquisición de la materia prima
- 2 Trazado
- 3 Corte
- 4 Perforado
- 5 Inspección
- 6 Acabado y limpieza

3.3. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

La base del motor está hecha de plancha de acero laminado y esta sujeta a la base del dinamómetro por cuatro pernos de acero, los cuatro lados de la base están soldados mediante suelda MIG.

3.3.1. ACTIVIDADES PARA LA BASE DEL MOTOR

- 1 Revisión de planos para la adquisición de la materia prima
- 2 Trazado
- 3 Corte
- 4 Perforado
- 5 Inspección
- 6 Acabado y limpieza

3.4. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DELANTERO DEL GENERADOR.

Este soporte está construido de plancha de acero y está empernado a la base del dinamómetro con tres pernos. Por su extremo se encuentran montadas chumaceras para permitir el acoplamiento del eje del motor.

3.4.1. ACTIVIDADES PARA EL SOPORTE DELANTERO DEL GENERADOR

- 1 Revisión de planos par la adquisición de la materia prima
- 2 Trazado
- 3 Corte
- 4 Perforado
- 5 Selección de las chumaceras
- 6 Soldadura
- 7 Esmerilado
- 8 Inspección
- 9 Acabado y limpieza

3.5. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE POSTERIOR DEL GENERADOR.

Este soporte está construido de plancha de acero y está empernado a la base del dinamómetro con tres pernos, tiene sus chumaceras para acoplar el eje del generador

3.5.1.- ACTIVIDADES PARA EL SOPORTE POSTERIOR DEL GENERADOR

- 1 Revisión de planos par la adquisición de la materia prima
- 2 Trazado
- 3 Corte
- 4 Perforado
- 5 Selección de la chumacera
- 6 Soldadura
- 7 Esmerilado
- 8 Inspección
- 9 Acabado y limpieza

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

4.1 TABULACIÓN DE DATOS

4.1.1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS

En éste capítulo se presenta una breve revisión a cerca de las características principales de los motores de combustión interna, se dan ciertas definiciones que serán de utilidad durante todo el desarrollo del proyecto, para finalmente anotar los principales parámetros de desempeño, aplicables a los motores alternativos.

4.1.2.

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	VARIABLE O PARÁMETRO	UNIDADES
a	Aceleración	%
A/C	Relación aire / gasolina	-
c	Coeficiente de descarga	-
cec	Consumo específico de combustible	Kg./Kw-h
D	Diámetro del pistón	mm
F	Fuerza	N
K1	Constante del dinamómetro	m-1
l	Longitud	mm
L	Carrera del pistón	mm
m _a	Consumo de Aire	Kg./s
m _c	Consumo de combustible	Kg/s
mD	Masa contenida en el cilindro	Kg
Pa	Presión atmosférica	KN/m ²
Pf	Potencia al freno	Kw.
n	Número de cilindro	-
W	Trabajo	KJ
S _e	Densidad del combustible	Kg/cm ³
ω	Velocidad angular	RPM
Q _{neto}	Poder calorífico del combustible	KJ/Kg
ni	Eficiencia ideal	%
nt	Eficiencia térmica	%
n _{freno}	Eficiencia relativa al freno	%
nm	Rendimiento mecánico	%
nv	Rendimiento volumétrico	%
Ta	Temperatura ambiente	°C
Tq	Torque	KN.m
Vc	Volumen de Combustible	cm ³ /s
V _{Prueba}	Volumen de prueba del combustible	cm ³
t	Tiempo	s

4.1.3. TORQUE⁽¹⁾

Indica la fuerza torsional que es capaz de producir un motor desde su eje principal hasta el diferencial del vehículo.

$$Tq = F.L \quad (\text{N x m}) \quad (4.1)$$

De donde:

Tq = Par motor

F = Fuerza (N)

L = Longitud del brazo (m)

El par motor es un parámetro importante, para la selección de un motor, así lo demuestra la Figura 4.1 en donde se grafica los requerimientos en el torque, para diferentes exigencias (condiciones del camino, viento, peso del vehículo, etc.). Una exigencia R_3 , requerirá un motor cuyo rango de variación del par motor, para que cumpla con el valor exigido (motor I), la selección del motor II o III sería por tanto, en este caso, incorrecta.

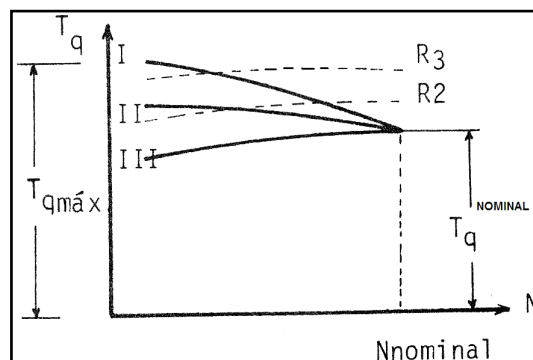


Figura 4.1 Torque en función de la velocidad

(1) ESPE, Laboratorio de Motores de Combustión Interna, Breve resumen parámetros de desempeño, del motor. Quito, Ecuador Pág.3

Es importante, conocer los diferentes comportamientos que presenta el par motor con otros parámetros del desempeño de un motor

4.1.4. POTENCIA AL FRENO⁽²⁾

Es la potencia que se obtiene en el eje del motor, también es denominada potencia en la flecha. Lo que indica la capacidad de cumplir con una determinada cantidad de trabajo producido en la unidad de tiempo.

$$P_f = T_q \cdot N \quad (\text{Kw.}) \quad (4.2)$$

De donde:

P_f = potencia al freno

T_q = Par motor (N.m)

N = Revoluciones del eje (RPM)

A la diferencia entre la potencia disponible y el valor requerido por ciertas condiciones de carga, a una misma velocidad, se denomina reserva de potencia, la cual nos indicará si la potencia de una marcha determinada para esa carga es la correcta. La figura nos permite observar lo expuesto.

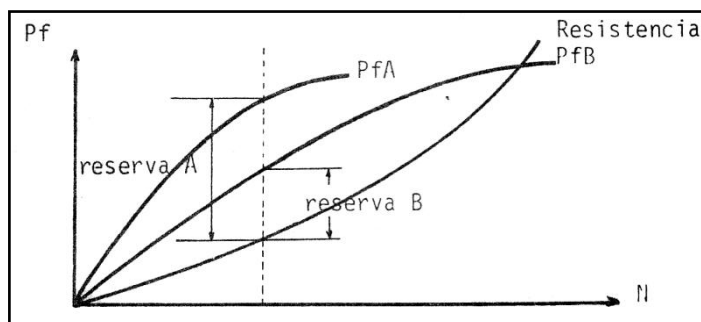


Figura 4.2 Potencia al freno vs. rpm

(2) ESPE, Laboratorio de Motores de Combustión Interna, Breve resumen parámetros de desempeño, del motor. Quito, Ecuador Pág.4

Puesto que en la práctica, se requiere mezclas ligeramente ricas, esto es que la relación aire combustible sea menor que la estequiométrica, para una combustión más eficiente (completa), se encontrara que el máximo valor de potencia se desarrollará para éste tipo de mezclas, es decir: Cuando se acelera al motor, la mariposa del carburador se abre, dejando pasar mayor cantidad de mezcla, y aumentando por tanto el valor de potencia obtenida.

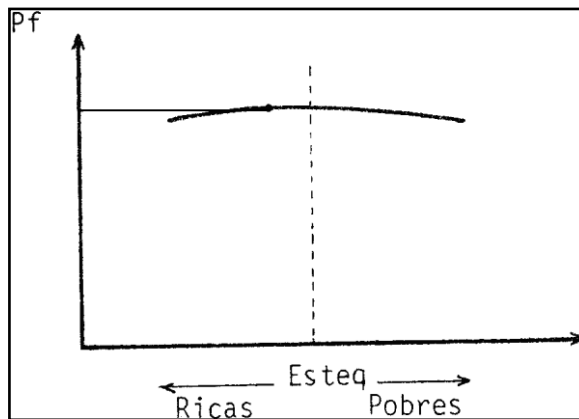


Figura 4.3 Potencia al freno vs. rpm

4.1.5. CONSUMO DE AIRE⁽³⁾

Este parámetro de desempeño de un motor de combustión interna, está relacionado con la masa de aire que ingresa como parte de la carga fresca, y que es requerida para una eficiente combustión del combustible.

$$m_a = m_c R \quad (\text{Kg}) \quad (4.3)$$

⁽³⁾ G. HAMM, G. BURKT, Tablas de la técnica del automóvil Editorial Reverte, Edición Especial. Barcelona- Bogota, Pag, 57

De donde:

m_a = Consumo de aire (Kg.)

R = Aire necesario en Kg. de aire por Kg. de combustible

En motores de encendido por chispa la cantidad de mezcla aumenta conforme se abre la mariposa del carburador, al acelerar, mientras que en motores de encendido por compresión se mantiene aproximadamente constante la cantidad de aire admitida.

4.1.6. CONSUMO DE COMBUSTIBLE⁽⁴⁾

Este parámetro, determinado experimentalmente indica la rapidez de consumo de un motor.

$$m_c = VC * S_c \quad (\text{Kg / s}) \quad (4.4)$$

$$Vc = \frac{V_{PRUEBA}}{t} \quad \left(\frac{cm^3}{seg.} \right) \quad (4.5)$$

De donde:

m_c = Consumo de combustible

Vc = Volumen de prueba

S_c = Densidad del combustible

El consumo se obtiene midiendo el tiempo que tarda el motor en consumir un volumen de prueba, por lo general contenido en una probeta en este caso de 50 ml. es importante en la medición evitar errores de paralelaje.

⁽⁴⁾ ESPE, Tesis de grado Cesar Ricaurte, Edison Ramos, 1983, Quito Ecuador. Pág. 4

A medida que aumenta la velocidad de rotación del motor, la cantidad de ciclos o carreras de admisión de carga fresca en la unidad de tiempo es mayor, aumentando por tanto el consumo de combustible; sin embargo cuando se eleva la velocidad, el tiempo para la admisión disminuye; la cantidad de mezcla fresca que ingresa al cilindro es cada vez menor. Cuando se trata de motores diesel, la carga fresca contiene una cantidad de aire que no varía con la velocidad, mientras que la cantidad de combustible aumenta significativamente, la pendiente será por tanto mayor como la mostrada en la figura.

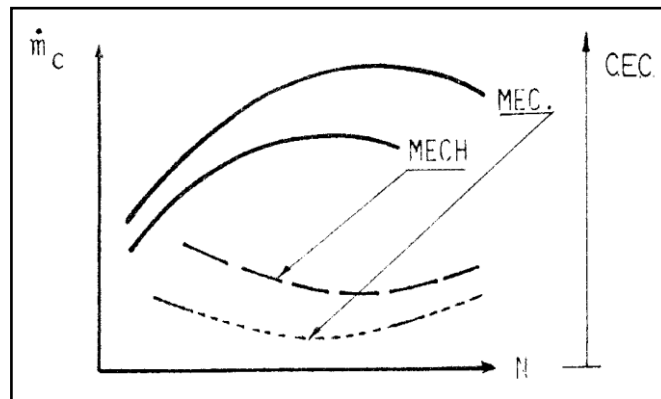


Figura 4.4. Consumo de combustible Vs rpm

4.1.7. TEMPERATURA Y PRUEBA DE LOS GASES DE ESCAPE.

Para el estudio de los gases de escape se realizan algunas pruebas con el objeto de determinar la regulación apropiada del sistema de carburación o del sistema de inyección de gasolina si fuera el caso, todo esto con el objetivo principal de encontrar un diseño óptimo de la cámara de combustión, del sistema de refrigeración, de la posición exacta de la bujía o del inyector, etc.

El estudio sobre los gases de escape es particularmente importante cuando el motor está constituido por varios cilindros y estos a su vez son alimentados por un múltiple de admisión común y no existe uniformidad en la distribución de la mezcla.

Entre la dosificación de la mezcla A/C y el color de la llama existe aproximadamente la siguiente relación:

Mezcla rica, la llama tiene una coloración amarillenta tendiendo a rosada y en el tubo de escape se puede observar que el humo es de color negro.

Mezcla correcta, la llama tiene una coloración azulada

Mezcla pobre, la llama es más corta y que tiende a tener una coloración blanca o bien un tanto plomiza.

Cuando el motor de combustión interna tiende a detonar, durante el proceso de combustión aparecen pequeñas manchas de fuego color rosado que aumentan su longitud y esplendor al intensificarse la detonación y produciendo gran cantidad de humo negro. Las pruebas que se realizan en el análisis de gases de escape son de tipo ocular, utilizando bujías especiales cuya estructura interior es transparente lo cual permite observar la coloración y temperatura de la llama durante el proceso de combustión.

Para tener un conocimiento más preciso sobre los gases de escape, las pruebas que se realizan son del tipo térmicas y químicas.

Las pruebas térmicas se basan principalmente en la medición de la temperatura del gas de escape y que a igualdad de condiciones de pruebas se obtiene los siguientes resultados:

- La temperatura de gases de escape es tanto mayor cuanto menor es la relación de expansión aprovechada (enfocado al adelanto a la apertura a la válvula de escape).
- La temperatura de gases de escape es tanto mayor cuanto mas se prolonga el proceso de combustión.
- La temperatura de gases de escape es tanto mayor cuanto menor es el ángulo de adelanto al encendido o a la inyección de combustible.

Las pruebas químicas se las realiza con el propósito de observar el mejor aprovechamiento del combustible en el proceso de combustión. Ya que como está comprobado cuando el proceso de combustión es completo la composición de los gases de escape es la siguiente: CO_2 , H_2O y N_2 . Pero esto no se cumple ya sea por deficiencias derivadas de exigencias constructivas y funcionales y mas directamente relacionados con la temperatura de los gases.

Por las razones antes mencionadas por el escape aparte de los gases mencionados también encontramos los siguientes: CO , H_2 , O_2 , y pequeñas cantidades de CH_4 que constituye gases no quemados y pérdidas de calor.

Para determinar los porcentajes de cada uno de los elementos constitutivos de los gases de escape se utiliza el equipo llamado "analizador de gases de escape".

4.1.8. GENERACIÓN EN EL DINAMÓMETRO

Los frenos o dinamómetros eléctricos son los medidores de potencia más prácticos en todos aquellos casos en que es posible su aplicación. En el campo de los motores de combustión interna se ha generalizado su utilización tanto por su sensibilidad como por su precisión al momento de medir el torque y la potencia al freno con cargas bajas. El freno que está constituyendo parte del equipo objeto del presente proyecto, es un generador de corriente alterna y está formado por un rotor cuyo eje está soportado por cojinetes montados en los extremos del estator, el mismo que a su vez está soportado por cojinetes oscilantes montados sobre la bancada del freno.

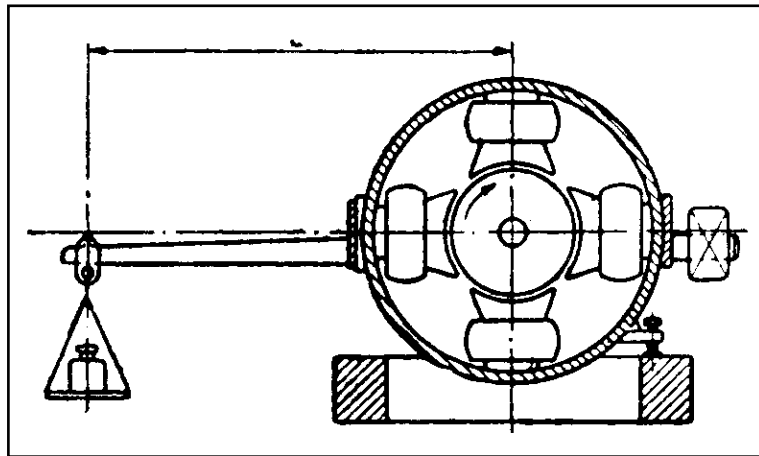


Figura 4.5. Freno / Generador

Al estar el estator soportado por cojinetes, éste tiende a girar con respecto al rotor pero esto queda impedido por un brazo de palanca unido a una balanza que permite la medida del torque. La regulación del torque frenante se obtiene por la aplicación de una serie de resistencias eléctricas conectadas en paralelo (consumidores de corriente eléctrica), las cuales le hacen caer

bruscamente la velocidad del motor de combustión interna, y también mediante la utilización de un reóstato que permite obtener pequeños valores de par frenante en función de la velocidad de prueba requerida.

Esta última posibilidad hace particularmente interesante éste tipo de freno, cuando se requiere que la velocidad permanezca constante independientemente de la carga durante la operación del motor de combustión interna.

4.1.9. CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE⁽⁵⁾

Es la masa de combustible necesaria para generar una unidad de energía por unidad de tiempo

$$\text{CEC} = \frac{m_c}{p_f} \times 3600 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{Kw-h}} \right] \quad (4.6)$$

De donde:

CEC = Consumo específico de combustible (Kg. /Kwh.)

m_c = Consumo de combustible (Kg)

P_f = Potencia al freno (Kw)

El consumo específico de combustible es uno de los parámetros más importantes en el estudio de un motor, nos indicará, lo económico que es el motor bajo consideración. Idealmente interesaría determinar el punto en el que se tuviese máxima potencia con mínimo consumo específico de combustible, pero esto no ocurre en la realidad por lo que se puede sacrificar en factor

⁽⁵⁾ ESPE, Tesis de grado Cesar Ricaurte, Edison Ramos, 1983, Quito Ecuador. Pág. 4

económico para obtener mayor potencia, o viceversa, lo cual se puede observar en la figura 4.8.

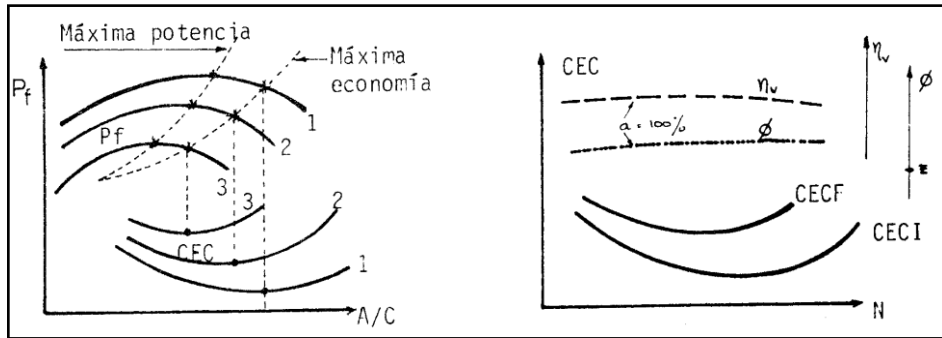


Figura 4.6. Consumo Específico de Combustible vs. N

La figura 4.7 muestra que el consumo específico de combustible disminuye con la velocidad del motor, lo cual se debe a que el aumento de la potencia con la velocidad es mayor que el consumo de combustible, para luego nuevamente aumentar, ya que el aumento anterior es menor que el consumo.

Por otro lado, el mínimo consumo específico de combustible se obtendrá como es lógico, para mezclas pobres, pero si se empobrece demasiado la mezcla, se afectará significativamente a parámetros importantes como la potencia y la presión media efectiva al freno y la operación del motor se vuelve inestable.

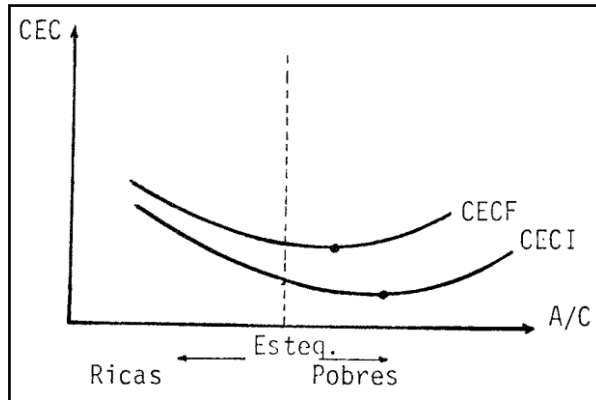


Figura 4.7. Consumo Específico de Combustible vs. A/C

4.1.10. RENDIMIENTO TÉRMICO⁽⁶⁾

En termodinámica se define el rendimiento térmico o eficiencia térmica para un ciclo, con el objeto de mostrar el rendimiento de la conversión de calor en trabajo.

De igual manera, la eficiencia térmica de un motor indica, el grado de aprovechamiento del poder calórico del combustible, al desarrollar una unidad de potencia.

Puede ser al freno o indicada, y están dadas por las ecuaciones:

$$\text{Al freno: } \eta_t = \frac{P_f}{m_c Q_{NETO}} = \frac{1}{CECF * Q_{NETO}} \quad \text{(4.7)}$$

$$\text{Indicada: } \eta_i = \frac{P_i}{m_c * Q_{NETO}} = \frac{1}{CECI * Q_{NETO}} \quad \text{(4.8)}$$

(3) ⁽⁶⁾ ESPE, Laboratorio de Motores de Combustión Interna, Breve resumen parámetros de desempeño, del motor. Quito, Ecuador Pág.15

De donde:

$\eta_t =$ Rendimiento térmico (%)

$m_c =$ Consumo de combustible (Kg.)

$Q_{\text{neto}} =$ Poder calorífico combustible (Kj/Kg)

CECF = Consumo específico de combustible al freno (Kg./Kwh.)

CECI = Consumo específico de combustible indicado (Kg./Kwh.)

Las anteriores ecuaciones muestran que el rendimiento térmico calculado para el motor de combustión interna dependerá de los valores que se le asignen al calor de combustión.

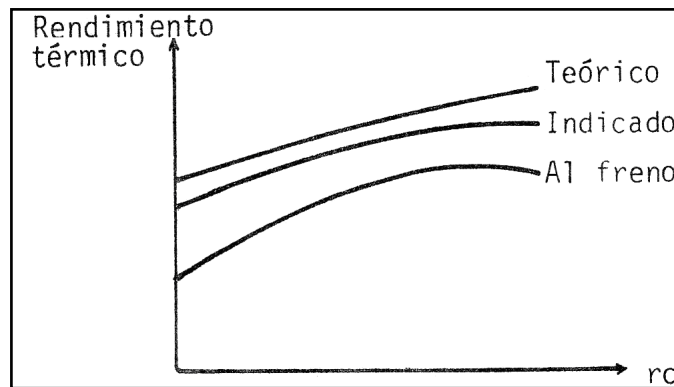


Figura No. 4.8 Rendimiento Térmico vs. r_c

En la figura se muestra la variación del rendimiento térmico para diferentes relaciones de compresión

Puesto que el rendimiento térmico depende de la mayor o menor eficiencia de la combustión, que nos indica el aprovechamiento del poder calorífico del combustible, una mezcla ligeramente pobre (exceso de aire) asegurará las condiciones de mayor rendimiento térmico.

4.1.11. RELACIÓN AIRE / COMBUSTIBLE.⁽⁷⁾

Está dada como la relación entre la cantidad de aire utilizada en la combustión y la cantidad de combustible quemado.

Cuando en los productos de la combustión no existe la presencia de CO ni tampoco de O₂, la combustión es completa y se dice que la relación aire / combustible es la teórica o estequiométrica.

En la práctica se requiere de un exceso de aire (O₂ en los productos) para la combustión completa del combustible.

$$\mathbf{A / C \text{ teórica} = \frac{ma}{mc} \quad (4.9)}$$

De donde:

A/C = relación aire combustible (-)

ma = Peso aire teórico (Kg.)

mc = Peso del combustible (Kg.)

El carburador permite variar y controlar la relación aire/combustible. En el motor de encendido por chispa se debe mantener una relación definida entre las cantidades de aire y combustible para asegurar que la llama se propague a través de la mezcla. En el motor de encendido por compresión, no se requiere esa relación fija de aire / combustible, por que éste se inyecta en el seno de un aire extremadamente caliente, encendiéndose para

(4) ⁽⁷⁾ ESPE, Laboratorio de Motores de Combustión Interna, Breve resumen parámetros de desempeño, del motor. Quito, Ecuador Pág.11

cualquier punto en el cual se forme la mezcla combustible / aire apropiada.

En un motor diesel, la mayor parte del aire se emplea en la reacción química; en tanto que en las cargas parciales es necesario combinar tan solo una fracción del aire con el combustible y por la combustión localizada el proceso de admisión de aire no requiere estrangulamiento en ningún caso.

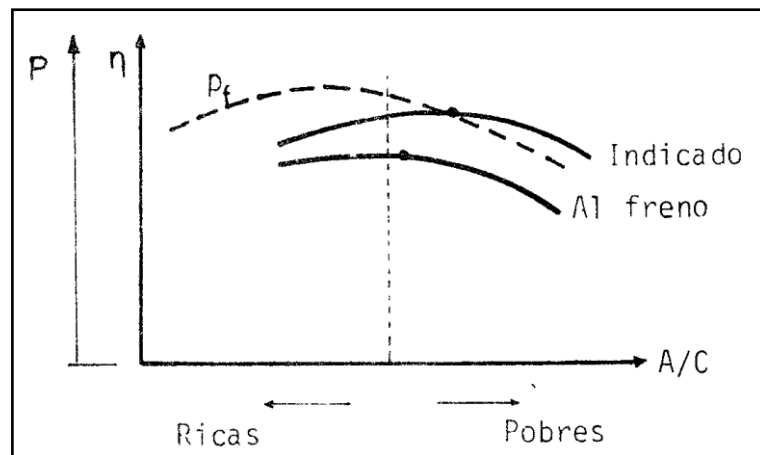


Figura No. 4.9. Rendimiento Térmico vs. A/C

4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MCI

4.2.1. INTRODUCCIÓN

Se puede obtener información tanto por experimentación o por análisis. Para realizar una experimentación efectiva y precisa son necesarios muchos principios de ingeniería, pues debemos estar en capacidad de definir las variables físicas a ser investigadas y su influencia en el trabajo analítico posterior.

Para elegir con buen criterio la instrumentación necesaria, debe conocer el principio de funcionamiento de los principales instrumentos de medida, y después, para analizar los datos obtenidos, deberá combinar una aguda observación – comprensión de los mismos, con un análisis estadístico apropiado.

4.2.2. TABULACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar los parámetros de desempeño y las curvas respectivas del motor a gasolina marca KAWASAKI, se han establecido las siguientes condiciones de pruebas:

ACELERACIÓN: 100%

PRESIÓN AMBIENTE: 746 mm. Hg.

TEMPERATURA AMBIENTE: 20 °C

VELOCIDAD: La velocidad va a ser variable de entre 1000 r.p.m. y 2000 r.p.m. con un intervalo de 250 r.p.m.

DENSIDAD DEL COMBUSTIBLE: 0,74 gr. /cm³

Q_{NETO}: 42000 J/gr.

VOLUMEN DE PRUEBA: 10 cm³

TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN: 3 min.

MOTOR:

Número de cilindros: 1

Diámetro: 69.5 mm.

Carrera del pistón: 51.5 mm.

Relación de compresión: 8.5:1

Cilindrada: 224 cm³

Brazo de palanca: 395mm.

4.3. CURVAS DE PARÁMETROS DE DESEMPEÑO DEL MOTOR MARCA KAWASAKI

Una vez realizada las pruebas en el motor utilizado, bajo las condiciones establecidas, se obtendrán las curvas características a partir de los datos obtenidos.

4.3.1. CURVA CARACTERÍSTICA DE POTENCIA Vs. VELOCIDAD

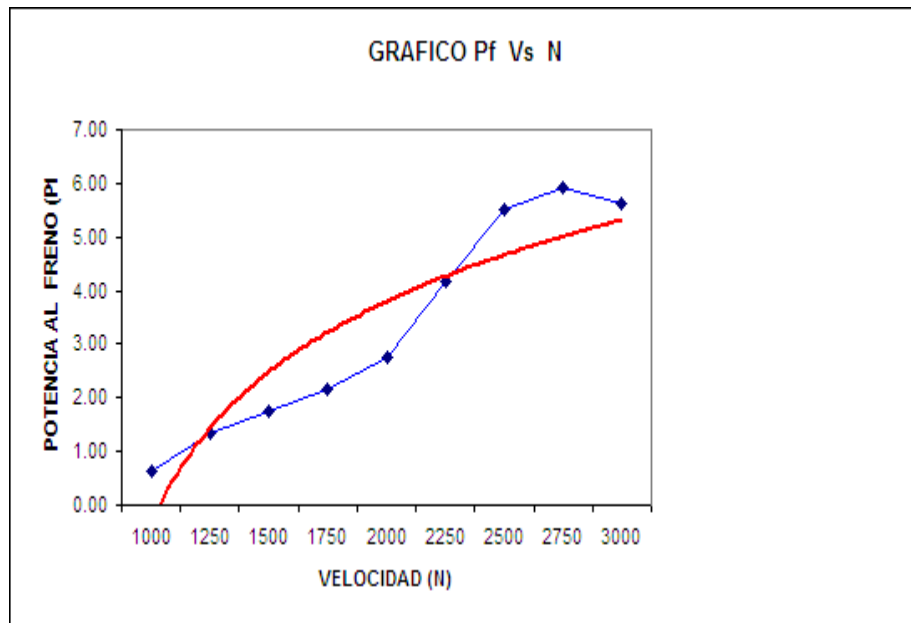


Figura 4.10. Curva característica de potencia vs. Velocidad

4.3.2. CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD

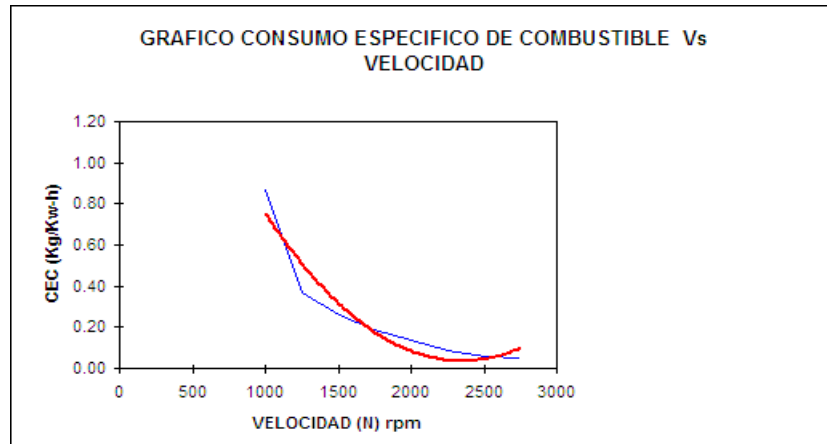


Figura 4.11. Consumo específico de combustible Vs velocidad

4.3.3. CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD

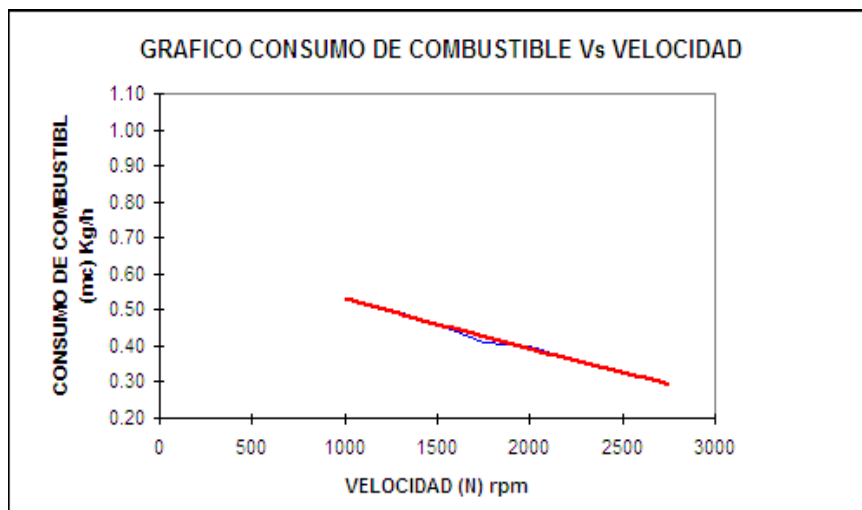


Figura 4.12. Consumo de combustible Vs velocidad

4.3.4. CURVA CARACTERÍSTICA DEL RENDIMIENTO TÉRMICO Vs. VELOCIDAD

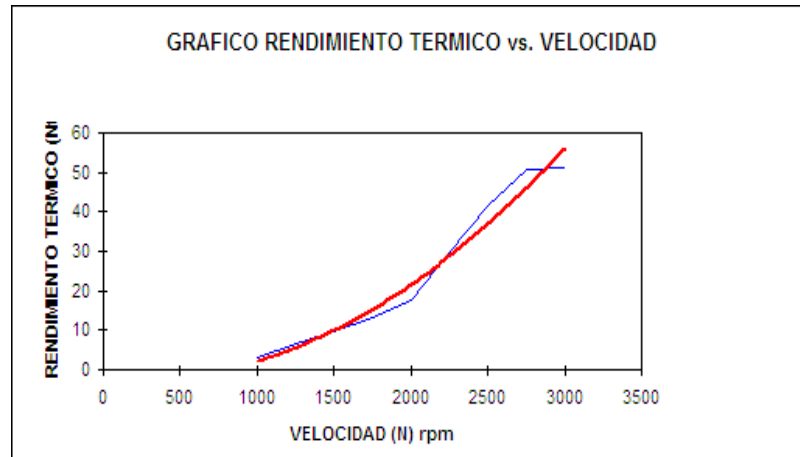


Figura 4.13. Curva característica del rendimiento térmico vs. Velocidad

4.4. HOJA ELECTRÓNICA PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE DESEMPEÑO.

Con los datos obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorio, se realizaron los diferentes cálculos utilizando la hoja electrónica de Excel y dentro de ésta se procedió a efectuar los cálculos mediante hojas interactivas, obteniéndose así todos los parámetros de desempeño del motor como son: Par motor, potencia al freno, consumo másico de aire, consumo másico de combustible, consumo específico de combustible, etc.

4.4.1. CURVA DE POTENCIA AL FRENO Vs. VELOCIDAD

Mediante ésta curva se puede determinar que la potencia del motor comienza incrementarse a medida que aumenta la velocidad, hasta llegar a obtenerse la máxima potencia de 5 Kw. a 2550 r.p.m. Se puede observar también que a pesar de incrementarse la velocidad del motor la potencia del mismo comienza a decrecer.

Las razones por las cuales la potencia comienza a decrecer son principalmente de orden mecánico por cuanto las válvulas comienzan a flotar debido a la resonancia que toma su resorte de retorno, también se debe a que el sistema de encendido comienza a perder su eficiencia.

4.4.2. CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD

Esta curva determina la economía de combustible por parte del motor para generar una potencia de un kilo vatio por hora, y se puede observar que a bajas revoluciones (1000 r.p.m.) el consumo de combustible es muy alto, comenzando a disminuir a medida que el motor aumenta su velocidad, llegando a su máxima economía a

las 2700 r.p.m. tendiendo a subir su consumo a partir de esta velocidad.

Esto se debe a que el motor comienza a aprovechar de mejor manera la energía liberada al quemar la mezcla aire/combustible, y a bajas y medianas velocidades los sistemas de encendido, carburación y distribución trabajan eficientemente.

4.4.3. CURVA CARACTERÍSTICA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD

Esta curva nos permite determinar el consumo másico de combustible por unidad de tiempo y según los datos obtenidos se puede observar que a bajas revoluciones (1000 r.p.m.) el consumo es bastante grande, y este consumo comienza a disminuir a medida que la velocidad aumenta.

Las razones por las cuales se obtienen estos valores son similares a las que generan el comportamiento del motor en el parámetro de desempeño anteriormente mencionado.

4.4.5. CURVA CARACTERÍSTICA DEL RENDIMIENTO TÉRMICO Vs. VELOCIDAD

Este parámetro determina cuan eficiente es el motor para aprovechar la energía térmica liberada al momento de producirse la combustión de la mezcla aire/combustible y ser transformada en potencia útil.

Se puede observar que a bajas revoluciones del motor (1000 r.p.m.) se tiene un rendimiento muy bajo, pero éste valor se va incrementando a medida que la velocidad del motor aumenta.

Las razones por las cuales se obtienen estos valores son similares a las que generan el comportamiento del motor en el parámetro de desempeño anteriormente mencionado.

V. PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO

5.1. DISEÑO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS

En vista de la necesidad de implantar un método de pruebas a un motor repotenciado antes de que entre a cumplir su trabajo, nos permitimos construir éste banco de pruebas, el mismo que aspiramos nos brinde el nexo apropiado entre la Teoría y la práctica mediante la ejecución planificada de experimentos.

Con éste proyecto trataremos de ayudar a cubrir esta necesidad, incluyendo la elaboración de las guías de prácticas, que como es lógico todo laboratorio debe disponer de éstas.

5.2. ORGANIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Consideramos que las guías prácticas, se enmarcan en la organización descrita a continuación, la que ha sido planteada básicamente como un esquema de presentación que deben observar los alumnos al presentar sus informes de prácticas de laboratorio.

Las guías de prácticas deben contener los siguientes puntos:

1. Título General
2. Objetivos. Generales y específicos
3. Marco teórico.
5. Descripción del equipo.
6. Procedimiento.
7. Análisis y comparación de resultados.
8. Conclusiones y recomendaciones.
10. Bibliografía.

5.2.1. TÍTULO.- Deberá ser escogido en una forma clara y concisa, capaz que contenga la idea de lo que se va a realizar

5.2.2. OBJETIVO.- Establece los propósitos generales y centrales del experimento

5.2.3. MARCO TEÓRICO.- En esta sección se anotan detalles concernientes a la práctica de que se trate en particular, incluyendo definiciones, métodos matemáticos, ecuaciones, etc., que puedan usarse así como también curvas y gráficos de interés.

5.2.4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.- Se realizará una descripción de los elementos ha utilizarse en cada práctica con las respectivas recomendaciones para su uso.

5.2.5. PROCEDIMIENTO.- En ésta sección se anota una secuencia de los pasos a seguirse durante el desarrollo del experimento y se destacan las precauciones que deben tomarse para evitar problemas y lograr buenos resultados.

5.2.6. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS.- Considerado a lo mejor como la parte principal de la práctica, deberá realizarse los cálculos respectivos y el análisis correspondiente al resultado de cada uno de ellos para llegar a las conclusiones y recomendaciones que deberá dar el estudiante luego del experimento.

5.2.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- Este punto debe ser completado por el alumno al igual que el referente al análisis y comparación de resultados. En cuanto a las conclusiones, se deberían encaminar a establecer si el objetivo del experimento fue o no alcanzado y hasta que punto; y a conformar un brevísimo

resumen de resultados y conceptos que se hayan comprobado o desprendido del experimento, haciendo constar cualquier valor o condición concreta que haya servido de base a una conclusión.

Las recomendaciones deberán rezar sobre posibles sugerencias para mejorar el procedimiento del experimento y en general pues deberían estar orientadas a ser sugerencias para lo que es la vida práctica, con el objetivo de tener mejores resultados en todos los aspectos posibles.

5.2.8. BIBLIOGRAFÍA.- Se anotaran todas las obras que hayan sido consultadas, haciendo constar: Título, Autor, Editorial y Año de edición, haciendo referencia al número de página y de volumen si fuera necesario.

En función de los criterios y conceptos antes mencionados, se puede establecer las siguientes prácticas de Laboratorio propuestas para cumplir con el objetivo de este proyecto.

PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 1

VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AIRE / COMBUSTIBLE

Práctica No 1

1.- Tema: Variación de la relación aire/ combustible.

2.- Objetivo:

Mediante la ejecución de esta práctica, se trata de estudiar la influencia de la relación aire /combustible, de la mezcla a combustionarse en un motor a gasolina, sobre sus principales parámetros de desempeño, manteniendo constante la velocidad y la aceleración.

3.- Revisión Teórica:

Siendo la concentración de la mezcla a utilizarse en un motor a gasolina una de las variables de operación más importante, es de interés analizar los efectos de su variación sobre el comportamiento general del mismo en términos de potencia, economía de combustible, contaminación, estabilidad de operación, etc.

Teóricamente las mejores condiciones de funcionamiento de un motor se conseguirían con la relación aire/combustible estequiométrica, que aproximadamente es de 14,7: 1. En la práctica la potencia de salida máxima se obtiene para mezclas ligeramente ricas, mientras que la economía de combustible y la eficiencia térmica son máximas para mezclas relativamente pobres.

La probabilidad de que se presente el fenómeno de la detonación, es mayor conforme la relación aire/combustible a la que está trabajando el motor se aproxima al valor estequiométrico, pues teóricamente a tal valor le corresponde la temperatura adiabática de llama. Dicha probabilidad disminuye conforme se empobrece o enriquece la mezcla y por consiguiente, el octanaje requerido para el combustible varía en igual forma.

En cuanto al flujo de calor a través de las paredes del cilindro, se alcanza su máxima intensidad, cuando la concentración de mezcla es la correcta y disminuye conforme se haga más rica o más pobre.

4.- Descripción del Equipo:

El equipo a usarse para la realización de esta práctica es el siguiente:

Motor a gasolina KAWASAKI

# De cilindros	1
Diámetro del cilindro	69.5 mm
Carrera del pistón	51.5 mm
Cilindrada del motor	224 cm ³
Relación de compresión	8.5:1

Carburador con regulador de mezcla aire/gasolina.

Este carburador permite variar la relación aire/combustible, para de esta manera observar el desempeño del motor que va variando para una relación aire/combustible pobre, normal y rica.

5.- Procedimiento:

Se deberá seguir la siguiente secuencia

- Abastecer de combustible suficiente en el tanque superior.
- Para poner en marcha el motor y la toma de datos se deberá:
- Acelerador en posición de arranque.
- Encender el motor con la cuerda de arranque.
- Hacer que el motor funcione a ralenti para asegurar una buena lubricación y permitir que alcance su temperatura normal de funcionamiento.
- Mientras el motor está en proceso de calentamiento, regular en el carburador la relación aire/combustible de tal manera que se obtenga el mejor rendimiento del motor.
- Incrementar lentamente la aceleración hasta la posición máxima (100%), manteniendo una velocidad constante y estable de unas 1500 r.p.m., mediante la aplicación del freno (cargas eléctricas).
- Permitir que el motor funcione bajo éstas condiciones por un lapso de 10 minutos.
- Gire la llave de paso que controla la admisión de combustible hasta observar que el motor comienza a trabajar inestablemente.
- Mediante el freno eléctrico conserve la velocidad de 1800 r.p.m., bajo esas condiciones y durante todo el experimento.

- Luego de un tiempo razonable de funcionamiento, tome las lecturas necesarias y escriba en el formato A.
- A continuación gire en sentido anti horario la perilla de control hasta incrementar su lectura en 0,2 graduaciones.
- Permita la estabilidad de funcionamiento por un tiempo razonable y proceda a tomar datos.
- Sucesivamente incremente la admisión de combustible girando en pasos de 0,2 graduaciones, la perilla de control mencionada anteriormente y siempre bajo condiciones estables (manteniendo la aceleración y la velocidad del motor constantes), efectúe todas las lecturas necesarias.
- El incremento anterior debe realizarse hasta que empieza una rápida caída de torque. Antes de alcanzar dicho punto debe contar por lo menos con 10 lecturas.
- Una vez completado el experimento y de no existir duda acerca de algún dato, permita el enfriamiento progresivo del motor y apáguelo inmediatamente.

6.- Tabulación de datos: De acuerdo a la realización de la práctica se deberá ir tomando los datos que sean necesarios, los mismos que serán tabulados en el formato 1.

(ver hoja anexo 1)

7.- Cálculos: Mediante una hoja electrónica interactiva, y la utilización de las ecuaciones anteriormente mencionadas esta hoja calcula automáticamente los parámetros en cuestión, para lo que adjuntamos el formato 2.

(ver hoja anexo 2.)

La persona que utilice el equipo, para cada parámetro deberá escribir su respectiva ecuación, definir símbolo y valores correspondientes, anotar además cualquier valor constante. Una vez realizado los reemplazos necesarios, encuadrar la formula simplificada de cálculo.

Gráficos:

En función de la relación aire/combustible:

- a) Torque.
- b) Potencia al freno.
- c) Consumo Específico de Combustible (C.E.C.).
- d) Consumo másico de combustible
- e) Eficiencia térmica.
- f) Eficiencia volumétrica.
- g) Presión media efectiva al freno.

7. Análisis y comparación de resultados:

Es importante en este punto la realización de un análisis y la respectiva comparación entre los diferentes resultados que se va obteniendo al variar la relación aire/combustible, con la ayuda de toda la teoría e información sobre trabajos similares de que se disponga.

8.- Conclusiones y recomendaciones:

En cuanto a las conclusiones, deben estar encaminadas a establecer si el objetivo del experimento fue o no alcanzado y hasta que punto; y a conformar un brevísimo resumen de resultados y conceptos que se hayan comprobado o desprendido del experimento, haciendo constar cualquier valor o condición concreta que haya servido de base a una conclusión.

Las recomendaciones abarcan por ejemplo sugerencias para mejorar el procedimiento y en general todo lo que pueda conducir a un mejor desarrollo de la práctica.

9. Bibliografía:

Se anotarán todas las obras que hayan sido consultadas haciendo constar: Título, Autor, Editorial y Año de Edición, haciendo referencia al número de página y de volumen si fuera necesario.

PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 2

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON ACELERACIÓN CONSTANTE

Práctica No 2

1.- Tema: Variación de la velocidad con aceleración constante.

2.- Objetivo:

Determinar la variación de los principales parámetros de operación de un motor de encendido por chispa, en función de la velocidad, manteniendo la aceleración constante y efectuar el análisis correspondiente.

3. Marco teórico:

Una característica del motor a gasolina es su funcionamiento dentro de un amplio rango de velocidades. A cualquier velocidad, el motor debe trabajar en forma estable, con todas las cargas que sean posibles (freno eléctrico), y de tal manera que su funcionamiento, resulte lo más económica posible.

Durante su funcionamiento, un motor (de automóvil por ejemplo) lo realiza casi todo el tiempo con condiciones no estacionarios, que cambian constantemente, y además de la potencia que se emplea en vencer el rozamiento en su interior, en la transmisión, la resistencia al rodamiento y la resistencia del aire, debe tener cierta reserva de potencia, a utilizarse cuando aparecen resistencias adicionales cuando por ejemplo el vehículo sube una pendiente, arranca, o se apresta a rebasar a otro.

Ciertos parámetros y características, definen la aptitud del motor para funcionar en diversas condiciones, y permiten además comparar entre sí diferentes motores. Sin embargo los datos completos que caracterizan el desempeño del motor a régimen variable, implican ciertas dificultades en su obtención, razón por la cuál dichas características se determinan durante las pruebas del motor, en un Banco de Pruebas apropiado con régimen estable y bajo normas establecidas.

En general las pruebas de los motores de combustión son de dos tipos:

- 1.- Pruebas de velocidad variable (motores automotrices y marinos).
- 2.- Pruebas de velocidad constante (motores para generadores, bombas de agua, etc.).

Las pruebas de velocidad variables se dividen en:

A plena aceleración, entre cuyos objetivos se trata de determinar la potencia máxima ($P_f_{m\acute{a}x.}$) y el consumo específico de combustible (C.E.C.) mínimo, a cada velocidad (N).

Pruebas con aceleraciones parciales, para determinar las variaciones del consumo específico de combustible.

Las pruebas de velocidad constante se realizan para determinar principalmente las variaciones del consumo específico de combustible (C.E.C.).

Para efectuar una prueba a aceleración máxima (potencia máxima) en un motor a gasolina, se acelera totalmente manteniendo la velocidad en el valor deseado por regulación del freno o carga externa; se ajusta la chispa eléctrica para asegurar máxima potencia a esa velocidad y luego, establecido el equilibrio térmico se procede a tomar los datos respectivos. Se repite la prueba para cada valor de velocidad deseada, graficando luego los resultados.

A la potencia al freno máxima le corresponde una velocidad superior a la del torque al freno máximo, de la máxima eficiencia y del consumo específico de combustible mínimo.

En un intervalo considerable, el consumo específico de combustible y la eficiencia térmica varían poco, característica que es conveniente; pero a altas velocidades el consumo mencionado aumenta rápidamente. Por tanto, la potencia necesaria para impulsar el coche a altas velocidades aumenta rápidamente, aproximadamente con el cubo de la velocidad y baja el rendimiento del motor.

Para cada motor existe una velocidad de rotación cuyo valor depende de las características constructivas, en correspondencia, la masa del fluido activo que entra en cada uno de los cilindros es la máxima posible para cada ciclo. (Ver curva de eficiencia volumétrica).

A ésta velocidad, el área del ciclo indicado, la presión media efectiva indicada (PCEI.) y el par motor indicado (torque indicado) tienen por tanto su máximo valor y de igual forma el producto del rendimiento volumétrico por el térmico del motor.

La potencia indicada continúa incrementándose al crecer la velocidad, pues aunque disminuye la masa del fluido activo utilizada por cada ciclo, aumenta el número de ciclos y por tanto la masa total utilizada por unidad de tiempo.

El régimen de máxima potencia al freno no coincide con el de máxima potencia indicada.

Pueden obtenerse múltiples observaciones a partir de las curvas presentadas, sin embargo, no es posible describirlas todas, dentro de esta corta revisión teórica.

4.- Descripción del equipo:

El equipo a usarse para la realización de esta práctica es el siguiente:

Motor a gasolina Kawasaki

# De cilindros	1
Diámetro del cilindro	69.5 mm
Carrera del pistón	51.5 mm
Cilindrada del motor	224 c m ³
Relación de compresión	8.5:1

5.- Procedimiento:

Para la realización de esta práctica es necesario seguir la siguiente secuencia:

- Verificar el combustible.
- Para el encendido del motor y toma de datos:
- Situar el acelerador en la posición de arranque.
- Revise todos los instrumentos de medición, anote los posibles errores de enceramiento y de ser posible corríjalos.
- Arranque hasta que el motor de combustión interna se encienda.

- Permitir que el motor trabaje por 5 ó 10 minutos con una velocidad baja (1000 a 1200 r.p.m.) para asegurar una buena lubricación y permitir que alcance su temperatura normal de trabajo sin ningún peligro.
- Mientras el motor está en proceso de calentamiento, regular en el carburador la relación aire/combustible de tal manera que se obtenga la máxima potencia al freno.
- Incrementar lentamente la aceleración hasta su máximo valor (100%). Y mediante el freno eléctrico ubique la velocidad inicial de prueba.
- Previa a una estabilidad del régimen de operación respectivo proceda a registrar todos los datos que exija la práctica. Anotar cualquier observación durante cada una de las pruebas.
- Cambie la velocidad al siguiente valor requerido y repita el procedimiento anterior.
- Durante las pruebas tener especial cuidado en no llegar a valores límites de velocidad, de temperaturas del motor y del aceite de lubricación.
- Una vez que se a cumplido con el objetivo de ésta práctica proceder a desacelerar el motor y disminuir la carga aplicada (freno eléctrico), permitiendo que este se enfrié progresivamente.
- Apagar el motor.

6.- Tabulación de datos: De acuerdo a la realización de la práctica se deberá ir tomando los datos que sean necesarios, los mismos que serán tabulados en el formato 1.

(Ver hoja anexo 1)

7.- Cálculos: Mediante una hoja electrónica interactiva, y la utilización de las ecuaciones anteriormente mencionadas, ésta hoja calcula automáticamente los parámetros en cuestión, para lo que adjuntamos el formato 3.

(Ver hoja anexo 3)

Además Adjuntamos el formato 4 para realizar la tabulación de datos o toma de datos de acuerdo a otras necesidades que se presenten.

Gráficos:

1.- En función de la velocidad graficar:

- a) Torque
- b) Potencia al freno.
- c) Consumo Específico de Combustible (C.E.C.).
- d) Consumo másico de combustible
- e) Eficiencia térmica.
- f) Eficiencia volumétrica.
- g) Presión media efectiva al freno.
- h) Relación aire/combustible.

8.- Análisis y comparación de resultados:

En la elaboración de esta guía de práctica es imprescindible la realización de un análisis y comparación, con la ayuda de toda la teoría e información sobre trabajos similares de que se disponga.

Los resultados una vez graficados deben ser analizados tanto cuantitativamente como cualitativamente. Cualquier diferencia o anormalidad deben ser comentada y sus posibles causas discutidas en forma resumida y sustentada. Es importante la utilización de gráficos y datos a partir de la investigación bibliográfica respectiva.

Comentar a cerca de la forma de cada una de las curvas es muy importante, de la variación de su pendiente instantánea, de la ubicación de sus valores máximos, etc. Y de allí obtenga conclusiones a ser anotadas en el ítem correspondiente.

9.- Conclusiones y recomendaciones:

En cuanto a las conclusiones, deben estar encaminadas a establecer si el objetivo del experimento fue o no alcanzado y hasta que punto; y a conformar un brevísimo resumen de resultados y conceptos que se hayan comprobado o desprendido del experimento, asiendo constar cualquier valor o condición concreta que haya servido de base a una conclusión.

Las recomendaciones abarcan por ejemplo sugerencias para mejorar el procedimiento, técnicas de medición y en general todo lo que pueda conducir a un mejor desarrollo de la practica.

10.- Bibliografía:

Se anotaran todas las obras que hayan sido consultadas asiendo constar: Titulo, Autor, Editorial y Año de Edición, asiendo referencia al número de página y de volumen si fuera necesario.

VI.- INSTRUCCIONES GENERALES

6.1. INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Para que el Banco funcione de manera eficiente es necesario seguir un plan de mantenimiento con el fin de conservar las partes y piezas del banco en perfecto estado de funcionamiento y que los resultados obtenidos en cada una de las pruebas de investigación sean del todo fiables y con la máxima precisión. Para realizar éste plan de mantenimiento, dividiremos al banco en tres partes:

Motor de combustión interna.

Generador de corriente alterna (freno eléctrico).

Panel de instrumentos.

El mantenimiento será de tipo:

Mantenimiento mecánico.

Mantenimiento eléctrico.

Engrase y lubricación.

Deberá realizarse dicho mantenimiento de acuerdo con la frecuencia de uso del banco, para lo que hemos diseñado un esquema de mantenimiento a seguir.

6.1.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

a. MANTENIMIENTO MECÁNICO

Realizaremos las siguientes operaciones:

Calibración de válvulas, se lo realizará semestralmente con el motor a la temperatura de régimen normal de funcionamiento;

para la válvula de admisión la luz de juego entre la válvula y el balancín es de 0,008", para la válvula de escape la luz de juego entre la válvula y el balancín es de 0,010". Este mantenimiento obviamente es para el motor de prueba que se va a utilizar en la defensa del proyecto, en caso de otros motores, los valores de los ajustes estarán sujetos a las especificaciones del fabricante.

Filtro de aire, este elemento será limpiado por lo menos cada 30 días o en su defecto remplazado cada año dependiendo de las condiciones del sitio en donde se encuentre el banco si el motor lo tuviere.

Filtro de gasolina, de igual manera dependerá del tipo de combustible con que se trabaje y serán limpiados cada 30 días o en su defecto remplazado anualmente, dependerá de las condiciones de la calidad de la gasolina que se utilice.

Carburador, éste elemento deberá ser limpiado y calibrado semestralmente para obtener un máximo rendimiento del motor. Sistema de refrigeración, al tener el motor un sistema de refrigeración por aire es muy importante mantener las aletas de refrigeración y todos los conductos canalizadores de aire en perfectas condiciones de limpieza evitando así que el motor sufra recalentamientos por defecto de este sistema.

Bridas de acople entre el motor y el generador, su reapriete se lo realizara semestralmente para evitar que sufran desgastes innecesarios y producir su rotura posterior.

Reajuste de la base del motor, se lo realizara anualmente.

b. MANTENIMIENTO DE TIPO ELÉCTRICO.- Dentro de éste tipo de mantenimiento se realizará los siguientes trabajos:

Calibración de bujía, se lo realizará semestralmente efectuando un análisis visual de las condiciones de funcionamiento, de tal manera que si amerita su reemplazo se lo realizará por una del mismo grado térmico, siendo su calibración de 0.028" a 0,032". (En el motor utilizado en el proyecto)

Sistema de encendido, deberá ser limpiado y calibrado los platinos semestralmente con una luz de 0,018", y reemplazado en función de la frecuencia con que se realicen las prácticas de laboratorio. El condensador también tiene que ser reemplazado juntamente con los platinos

Cable de la bujía, debe ser revisado visualmente y si presenta algún deterioro deberá ser reemplazado por otro de iguales características.

c. MANTENIMIENTO DE ENGRASE Y LUBRICACIÓN.- En éste tipo de mantenimiento se realizará los siguientes trabajos:

El aceite de lubricación del motor deberá ser reemplazado semestralmente por el aceite multigrado 20 W 50.

6.1.2. GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA (FRENO ELÉCTRICO)

a. MANTENIMIENTO TIPO MECÁNICO.- En éste tipo de Mantenimiento se realizara los siguientes trabajos:

Bridas de acople entre el motor y el generador, su reapriete se lo realizará semestralmente para evitar que sufran desgastes innecesarios y producir su rotura posterior.

Engrase de las bridas semestralmente.

b. MANTENIMIENTO TIPO ELÉCTRICO.- En este tipo de mantenimiento se realizará los siguientes trabajos:

Cables eléctricos, la inspección visual se realizará permanentemente, observando que éstos no estén deteriorados o hayan perdido su flexibilidad lo que obligará necesariamente a su reemplazo, a demás se revisara que los terminales eléctricos se encuentren correctamente apretados lo que evitara que se genere calor por resistencia eléctrica.

Carbones del colector de corriente, el reemplazo de estos elementos estará en función de la frecuencia con que se realicen las prácticas de laboratorio pero una inspección visual será necesaria por lo menos una vez al año.

Colector del inducido, en función de la frecuencia con que se realicen las prácticas de laboratorio será necesario una inspección visual por lo menos una vez al año, observando si tiene un fuerte desgaste lo que amerita una rectificación inmediata. A parte de ésta será necesaria una limpieza con un líquido desengrasante eléctrico para limpiar la acumulación de residuos carbonosos en el colector del inducido.

c. MANTENIMIENTO DE ENGRASE Y LUBRICACIÓN.- En éste tipo de mantenimiento se realizará los siguientes trabajos:

Chumaceras de apoyo del generador, deberán ser engrasadas semestralmente con grasa de litio utilizada para sistemas que giran a altas revoluciones y están sometidas a cargas de mediana capacidad.

Rodamientos del inducido (del tipo sellado) deberán ser revisados semestralmente para escuchar si existen ruidos extraños o desgastes excesivos lo que ameritara su reemplazo inmediato.

6.1.3 TABLERO DE CONTROL

- a. MANTENIMIENTO DE TIPO MECÁNICO.-** En éste tipo de mantenimiento se realizará el siguiente trabajo:

Tanque de combustible, deberá ser limpiado anualmente para evitar que por oxidación o mala calidad del combustible vayan a deteriorar este recipiente.

Probeta de combustible, deberá ser limpiada anualmente o cada que amerite, para permitir que las lecturas tomadas tengan la correcta precisión.

- b. MANTENIMIENTO DE TIPO ELÉCTRICO.-** En éste tipo de mantenimiento se realizará los siguientes trabajos:

Cables eléctricos, la inspección visual se realizará permanentemente, observando que éstos no estén deteriorados o hayan perdido su flexibilidad lo que obligará necesariamente a su reemplazo, además se chequeará que los terminales eléctricos se encuentren correctamente apretados lo que evitará que se genere calor por resistencia eléctrica.

Instrumentos de medida, estos deberán ser encerados con la frecuencia necesaria (en cada práctica), para evitar los errores de cero.

Potenciómetros, en éstas resistencias eléctricas variables se observará que se muevan con suavidad y sin excesiva resistencia, y si se produjera será necesario utilizar un liquido desengrasante apropiado para sistemas eléctricos. Esta misma actividad deberá ser realizada con los interruptores, éste trabajo se lo realizara anualmente o con la frecuencia necesaria de acuerdo a la carga de trabajo que tenga el Banco de Pruebas.

CONCLUSIONES

- Mediante la construcción de este equipo podemos determinar las curvas características de un motor en forma práctica.
- Este banco es de uso didáctico y será utilizado en el laboratorio de Motores de Combustión Interna
- Luego de realizar las prácticas correspondientes, estaremos en la capacidad de realizar un diagnóstico sobre éste tipo de motores, a su vez dar soluciones a los diferentes problemas que se presenten.
- Al hacer uso de éste equipo, estaríamos siguiendo un procedimiento técnico para la comprobación de los motores.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que éste equipo sea utilizado por personal que tenga bases sobre motores de combustión interna.
- Realizar el mantenimiento preventivo adecuado para evitar inconvenientes posteriores.
- Antes de utilizar el banco se deberá realizar un ligero análisis del mismo para evitar posibles daños durante la práctica.
- Para realizar las prácticas, la batería de auto excitación del generador debe estar completamente cargada.
- Deberemos ser muy cuidadosos con las resistencias eléctricas en el momento de realizar las prácticas, puesto que pueden causarnos quemaduras.

BIBLIOGRAFÍA

- G. HAMM, G BURK, Matemática Aplicada Para la Técnica Del Automóvil. Edición Especial para la sociedad Alemana de cooperación técnica (GTZ), Editorial REVERTE Barcelona, Bogota, México.

- G. HAMM, G BURK, Tablas de la Técnica Del Automóvil. Edición Especial para la sociedad Alemana de cooperación técnica (GTZ), Editorial REVERTE Barcelona, Bogota, México.

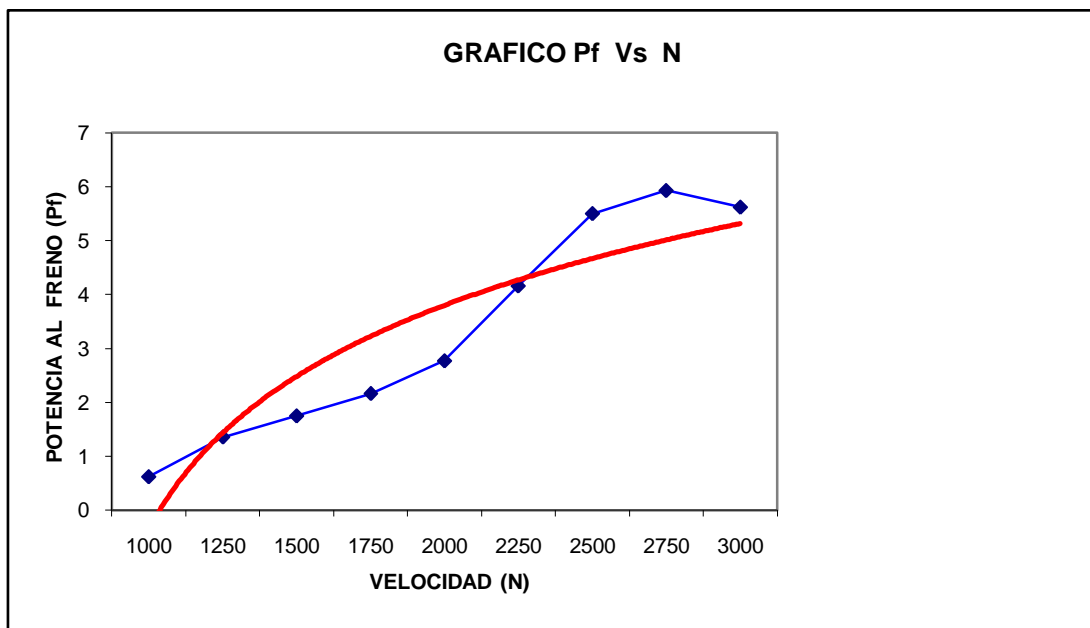
- RICAURTE C., RAMOS E., ESPE, Tesis de Grado, Determinación Experimental del Angulo Optimo de avance Al encendido En función de la Altura Para Diferentes relaciones De Compresión en Un Motor A Gasolina. Quito, Ecuador, 1983.

- ESPE, Breve Resumen Sobre Parámetros de Desempeño De Motores, Quito, Ecuador ,1990

ANEXOS

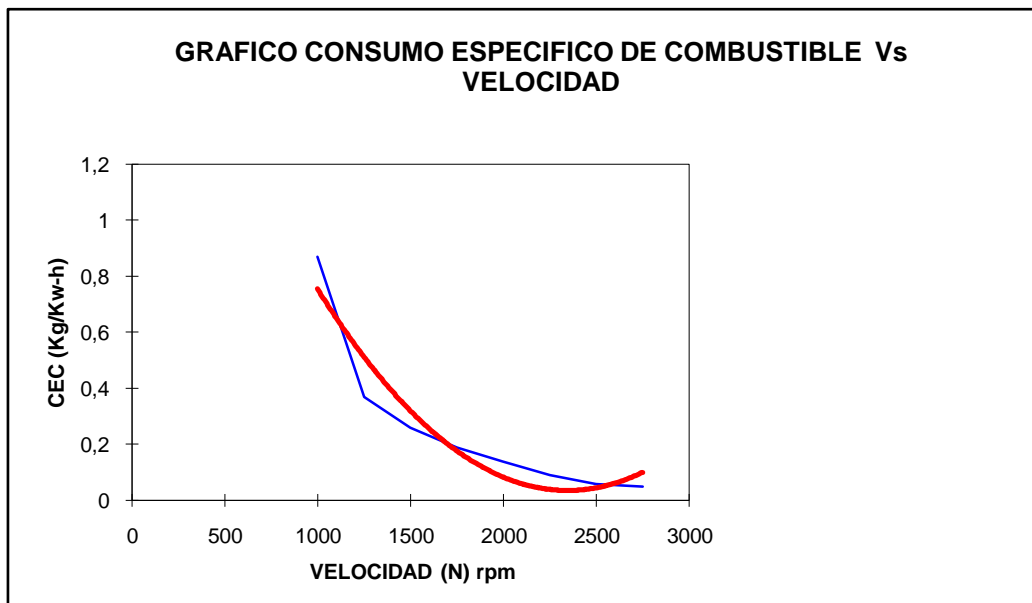
CURVA CARACTERISTICA DE POTENCIA Vs. VELOCIDAD

VELOCIDAD	POTENCIA
N (RPM)	Pf (Kw)
1000	0,62
1250	1,35
1500	1,75
1750	2,16
2000	2,77
2250	4,16



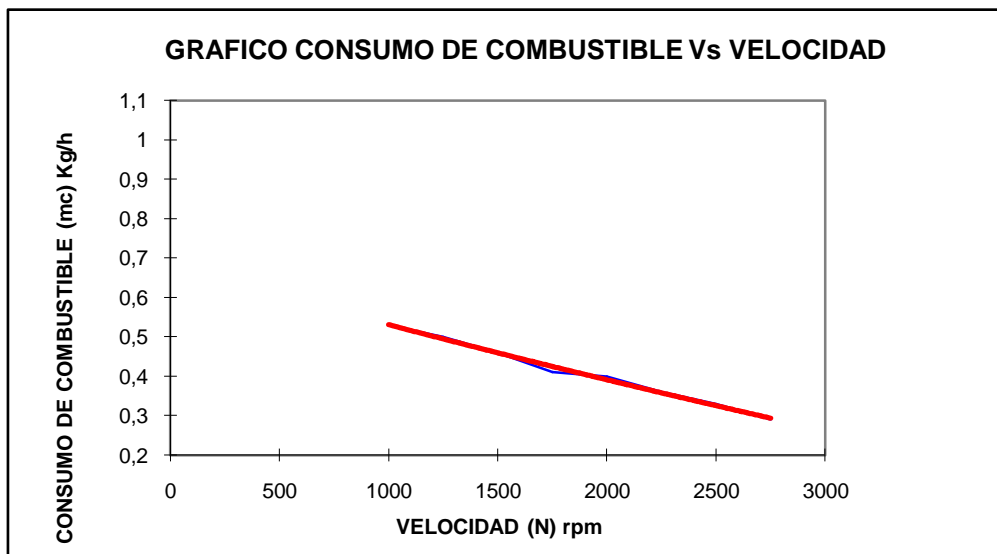
**CURVA CARACTERISTICA DE CONSUMO ESPECIFICO
DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD**

CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE	VELOCIDAD
Kg./Kw-h	N (RPM)
0,87	1000
0,37	1250
0,26	1500
0,19	1750
0,14	2000
0,09	2250



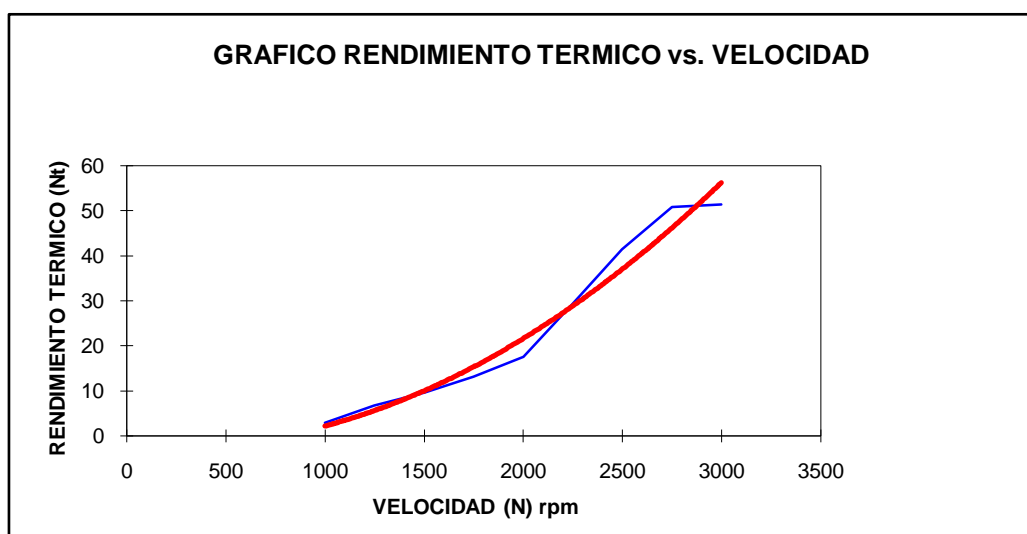
**CURVA CARACTERISTICA DE CONSUMO
DE COMBUSTIBLE Vs. VELOCIDAD**

CONSUMO DE COMBUSTIBLE	VELOCIDAD
Kg./h	N (RPM)
0,53	1000
0,50	1250
0,46	1500
0,41	1750
0,40	2000
0,36	2250



CURVA CARACTERISTICA DE RENDIMIENTO TERMICO Vs. VELOCIDAD

RENDIMIENTO TERMICO	VELOCIDAD
n_t (%)	N (RPM)
2,9	1000
6,72	1250
9,58	1500
13,19	1750
17,48	2000
29,35	2250



Latacunga, Octubre del 2005

ELABORADO POR:

SR. NESTOR ANIBAL ROMERO GUANO

SR. DIEGO MARTIN LARREA LOPEZ

EL DIRECTOR DE CARRERA

ING. JUAN CASTR

EL SECRETARIO ACADÉMICO

AB. EUARDDO VAZQUEZ ALCAZAR

