

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



Ejem
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO Y CALCULO DE UN SISTEMA DIDACTICO PARA MOTORES DE CUATRO TIEMPOS DE GASOLINA

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
ALFONSO DE ALBA NAVARRO
GUADALAJARA, JAL. 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

Introducción	1
Capítulo I	
Selección de prácticas y justificación en los <u>requerimientos</u> de los programas de la U.N.A.M.	1
Capítulo II.	
Selección del Motor de Cuatro Tiempos y Freno	6
II.1 Selección del Freno	6
II.2 Selección del Motor	13
Capítulo III	
Necesidades de Acondicionamiento del Local	15
III.1 Base Soporte del Motor y Freno	15
III.2 Escape de Gases	17
III.3 Depósitos de Combustible y Equipo de Contraincendio	18
III.4 Instalación Hidráulica para el Freno	22
III.5 Instalaciones Eléctricas	26
Capítulo IV.	
Selección de Equipos de Medición	27
IV.1 Medición del Consumo de Combustible	27
IV.2 Medición del Consumo de Aire	31
IV.3 Otros	43

<i>Capítulo V</i>	
<i>Elaboración del Manual de Prácticas</i>	<i>45</i>
<i>V.1 Descripción Básica del Funcionamiento del Motor y de Dinamómetro de Froude</i>	<i>46</i>
<i>V.2 Procedimientos Generales</i>	<i>50</i>
<i>V.3 Mantenimiento General de Equipo</i>	<i>54</i>
<i>V.4 Práctica # 1</i>	<i>61</i>
<i>V.5 Práctica # 2</i>	<i>64</i>
<i>V.6 Práctica # 3</i>	<i>68</i>
<i>V.7 Práctica # 4</i>	<i>72</i>
<i>V.8 Práctica # 5</i>	<i>75</i>
<i>V.9 Práctica # 6</i>	<i>79</i>
<i>V.10 Práctica # 7</i>	<i>88</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>93</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>95</i>

INTRODUCCION.

En base a las grandes cantidades de fabricación de motores de combustión interna, encendidos por chispa, desde el primer - cuarto de siglo a la fecha, por las grandes potencias industriales asi como la comercialización en países en desarrollo, es preciso - tener los conocimientos básicos del diseño y funcionamiento de este tipo de motores.

El desarrollo de esta Tesis esta enfocada al estudio en labo__ ratorio de un motor de cuatro cilindros cuatro tiempos accionado por gasolina, partiendo de su selección y acoplamiento a un banco de prue__ bas conformado por sistemas indicadores tanto de potencia, consumo de combustible y consumo de aire.

Igualmente detalla el uso de mantenimiento del equipo, así como las normas de seguridad que rigen el manejo de combustible y la pre__ caución en la emisión de gases contaminados en el laboratorio.

La estructuración de las prácticas estan justificadas dentro del programa de estudios de la Universidad Nacional Autónoma de México co__ mo lo expongo en el capítulo primero.

Con todo lo anterior busco satisfacer todas las dudas de las per__ sonas que quieran montar un laboratorio de pruebas de motores de cua__ tro tiempos de gasolina y que en esta tesis venan las respuestas a las preguntas esenciales de :

¿ Para Que? ¿ Como ? ¿ Cón que ? ¿ De que Manera ?

Así también propongo algunas pruebas esenciales para el conoci__ miento de las capacidades de trabajo y rendimiento de los motores a - las cuales se refiere esta Tesis.

CAPITULO I.

SELECCION DE PRACTICAS Y JUSTIFICACION DE LOS REQUERIMIENTOS
DE LOS PROGRAMAS DE LA U.N.A.M.

La Universidad Nacional Autónoma de México a través de su facultad de Ingeniería y dentro de la división de Ingeniería Mecánica y Eléctrica nos ofrece un programa para el laboratorio de fluidos y térmica el cual consta de 64 horas totales que serán impartidas durante las 16 semanas con que consta la duración del curso -- las cuales se dividirán en 4 horas semanales y que deberán constar sobre los siguientes temas específicos que complementarán la parte experimental del curso de máquinas térmicas.

TEMAS.

Número	Título.
1	INSTALACION Y SISTEMAS DE LABORATORIO.
2	GENERADORES DE VAPOR Y CALORIMETROS.
3	COMBUSTION.

- 4 MOTORES DE VAPOR.
- 5 TURBINAS DE GAS.
- 6 CICLO DE RANKINE Y TURBINA WESTINHOUSE.
- 7 TURBINA BELLIS Y MARCONN.
- 8 EL MOTOR DIESEL Y SU BALANCE TERMICO.
- 9 MOTOR ENCENDIDO POR CHISPA.
- 10 COMPRESORES.
- 11 VENTILADORES.

Para concretizar sobre los temas que nos concierne en este sistema didáctico podemos observar que el tema No.9 (Motor encendido por chispa) es la base que sustenta en su enunciado la justificación de este tema de tesis y por lo tanto es válida su aplicación en el programa de estudios actual. A continuación enuncio el contenido del tema:

MOTOR ENCENDIDO POR CHISPA.

- a) OBJETIVO.
- b) GENERALIDADES.
- c) SISTEMAS PRINCIPALES.
- d) MEJORAMIENTOS PRACTICOS DE LA EFICIENCIA.
- e) DESARROLLO DE LAS PRACTICAS Y DEDUCCION DE FORMULAS.
- f) APENDICE: EL MOTOR WANKEL.

Del contenido anterior el Apéndice de Motor Wankel será omitido ya que en México no se fabrica este tipo de motores y como ma

terial de laboratorio sería en vano el profundizar en él.

En el capítulo de Sistemas de Medición daré una pequeña explicación sobre placas de Orificio que pueda caer dentro del tema de Medidores de Gasto.

Para entender los principios, probar y evaluar el funcionamiento del motor de cuatro tiempos encendido por chispa contamos con una serie de experimentos que describiré a continuación:

1.- PAR DE ROTACION Y VELOCIDAD (RPM) EN EL ACELERADOR TOTALMENTE ABIERTO.

En este experimento se busca la cuantificación del par de rotación y potencia, uso del control de carga del dinamómetro para variar las RPM del Motor mientras el acelerador permanece en posición totalmente abierto. Cálculo de la potencia y trazo de las gráficas (o curvas de Par y potencia). Comprobación del funcionamiento efectivo del motor.

2.- PAR DE ROTACION Y VELOCIDAD RPM CONSTANTE Y APERTURA VARIABLE DEL ACELERADOR.

Medición del Par cuando varía la carga pero se mantiene constante la velocidad del motor. Operación del motor con incrementos de 10% en la apertura del acelerador mientras se ajusta la carga para conservar el motor a revoluciones constantes. Trazo de las gráficas de Par de potencia.

3.- AJUSTES DE LA MEZCLA EN EL CARBURADOR.

Efectos de las mezclas rica y pobre de aire y combustible.
 Ajuste en la mezcla del carburador para potencia máxima con acelerador totalmente abierto y velocidad variable. Ajuste en la mezcla del carburador para el mejor funcionamiento del motor en forma económica y máxima potencia.

4.- MEDICION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

La medición del consumo de combustible, conexión y operación de este aparato. Empleo de la báscula para medir el consumo de combustible.

5.- MEDICION DEL CONSUMO DE AIRE.

Medidor del flujo de aire. Conexión y operación de este aparato. Empleo del medidor de flujo de aire para medir el consumo de este.

6.- PAR DE ROTACION, CONSUMO DE AIRE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE. CON ACCELERADOR TORALMENTE ABIERTO Y VELOCIDAD VARIABLE.

Medición del Par de rotación, del consumo de aire y del de combustible con el motor con acelerador totalmente abierto y variación de la carga para cambiar las RPM. Cálculo de potencia, relación de aire y combustible, presión media efectiva al freno consumo específico de combustible, eficiencia térmica y eficiencia volumétrica trazo de las gráficas de funcionamiento.

7.- PAR DE ROTACION, CONSUMO DE AIRE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

A VELOCIDAD CONSTANTE Y APERTURA VARIABLE DEL ACELERADOR.

Medición del Par, del consumo de aire y del de combustible con el motor operado con incrementos de 20% en la apertura de acelerador y con variación de la carga para mantener constante la velocidad del motor, Cálculo de potencia, relación del aire a com bustible, presión media efectiva al freno, consumo específico de com bustible, eficacia térmica y eficacia volumétrica, trazo de las gráficas de funcionamiento.

CAPITULO 2

SELECCION DEL MOTOR DE CUATRO TIEMPOS Y FRENO.

Al principio de la carrera de Ingeniero Mecánico, al Educando se le debe conducir al laboratorio de pruebas. En esta forma se obtiene un conocimiento práctico sobre el motor y sus componentes que ayudará a la comprensión de los procesos y temas que serán analizados posteriormente.

La medición de la potencia o trabajo realizado en la unidad de tiempo, es de importancia básica al determinar la capacidad de producción del motor a observación. El dispositivo empleado para este fin es el freno.

2.1.- SELECCION DE FRENO.

Hay diferentes tipos de freno que nos ayudarán a medir el trabajo efectuado por los motores de los cuales expondré algunos tipos, así como sus ventajas y limitaciones. A continuación una breve descripción de éstos:

FRENO PRONY. Este freno consiste en el acoplamiento de un tambor al eje de la flecha (ver Figura 2.1) y mediante una manivela puede apretarse la banda y el valor de ese ajuste determina la fric_

ción de arrastre que actúa en la periferia del tambor y opone resistencia a la rotación de la flecha. Mediante un brazo de palanca apoyado en la plataforma de la báscula, se impide el movimiento de la banda y sus superficies de fricción excepto en un arco limitado

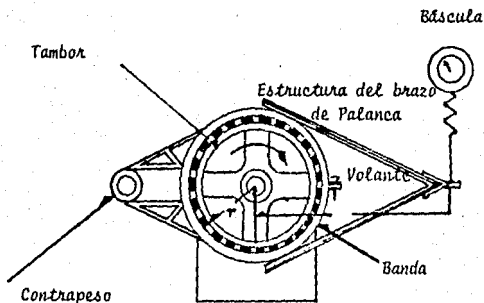


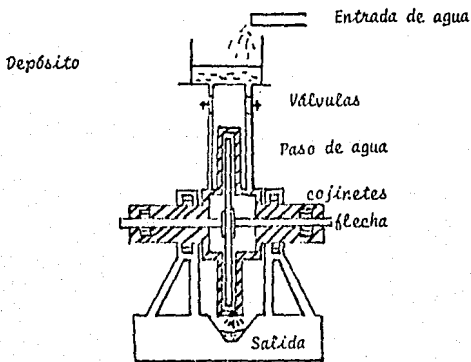
Fig 2.1. FRENO DE PRONY

El freno de Prony es económico simple en su funcionamiento y fácil de construir, Por esta razón se usa ampliamente en pruebas de baja velocidad. En altas velocidades ocurren ondulaciones de la banda que dificultan mantener una carga constante, la desventaja principal del freno prony es un par de torsión constante con cualquier presión de la banda y, por lo mismo, su inhabilidad para compensarse

compensarse bajo condiciones de carga variable. En otras palabras, si el motor sometido a prueba se carga hasta un valor que ocasione pérdidas de velocidad, el freno de Prony mantendrá un Par de torsión, tendiendo a parar el motor.

FRENO DE AGUA.

Consiste en un disco montado en una cubierta la cual contiene un fluido como, por ejemplo agua (ver Fig 2.2) la resistencia que encuentra el disco al girar es igual y opuesta a la reacción que tiende a hacer girar a la funda a cubierta montando la funda en cojinetes independientes a las de la flecha, puede medirse el esfuerzo de rotación pesando la fuerza ejercida por la cubierta. Para aumentar la carga puede aumentarse la cantidad de agua en la cubierta mediante válvulas, con objeto de que la carga sea constante se mantiene inalterable la viscosidad (Temperatura constante) del agua haciéndola fluir constantemente a la entrada y a la salida de la funda. Se notará que la potencia absorbida por el freno se disipa como fricción fluida a medida que el disco hien de el agua resultando una elevación de la temperatura.



Los frenos de agua se emplean cuando se tiene cargas muy grandes y altas velocidades ya que la capacidad es aproximadamente proporcional al cubo de la velocidad de giro (ver Figura 2.3).

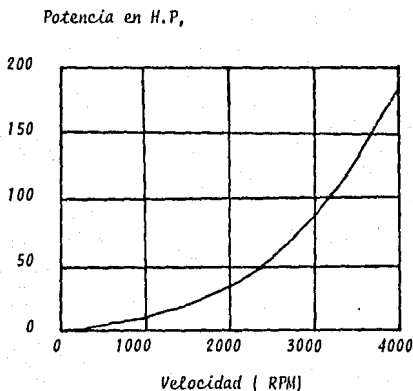


Fig. 2.3. Curva de comportamiento para el Freno de Agua, Tipo viscoso, con motor de 10 Plg (25.4 cm)

Sin embargo a bajas velocidades la capacidad de absorción es relativamente limitada. En contraste con el Freno de Prony, el Freno de Agua no se atasca o para el motor bajo estudio. Si el motor se carga hasta su capacidad por lo cual disminuye su velocidad, también disminuirá la carga del Freno sobre el motor y el operador tendrá tiempo de reajustar la carga y corregir la velocidad hasta el valor deseado.

Un freno de este tipo es esencialmente estable y sostendrá cargas parciales con poca variación o ligeras posibilidades de descarga.

La absorción de energía se manifiesta por la elevación de la temperatura del agua, debiendo disponerse de suficiente líquido para absorber la potencia máxima.

EL VENTILADOR COMO FRENO.

Las hélices o ventiladores se emplean ocasionalmente en pruebas de mucha duración, donde la precisión no es primordial y también para los períodos de asentamiento de los motores nuevos. La principal objeción del ventilador como freno es la dificultad o inconveniencia para ajustar la carga. Para eso es necesario cambiar el radio el tamaño o el ángulo de las aspas. Estas operaciones requieren regularmente que se para el motor a menos que se empleen hélices de paso variable. Los cambios en la densidad del aire durante la prueba pueden ocasionar alteraciones en la carga. Los ventiladores usados como freno tienen una cubierta en torno al ventilador pudiéndose modificar el gasto variable la restricción a la entrada o salida del flujo de aire.

Para medir la potencia de un motor que acciona un ventilador el segundo requiere de calibraciones muy elaboradas para consignar los efectos de la humedad, temperatura, densidad y velocidad y, sin embargo los resultados son dudosos incluso si se ha calibrado en el mismo local.

DINAMOMETRO DE CORRIENTES PARASITAS

Una de las formas más antiguas de dinamómetro es el de corrientes parásitas, la versión más simple consiste en un disco que al ser accionado por el motor gira en un campo magnético. La intensidad del

Campo se controla variando la corriente que pasa por una serie de bobinas colocadas en ambos lados del disco. Este actúa como un con ductor cortando el campo magnético. En el disco se inducen corrientes y por no haber un circuito externo, lo calientan. Para la absorción de una gran potencia, se hace excesivo el calentamiento del dis co dificultando el control.

EL DINAMOMETRO ELECTRICO.

Puede emplearse el generador eléctrico para cargar el motor, sin embargo, la producción del generador debe medirse con instrumentos eléctricos y corregirse en magnitud para el rendimiento, ya que este depende de la carga, la velocidad y la temperatura, este dispositivo es más que inconveniente para usarse en un laboratorio y obtener mediciones precisas. Para salvar esta dificultad deberá soportarse el generador en cojinetes de bolas pudiéndose medir el esfuerzo de tor sión ejercido por el estator del generador. La tendencia al giro o la reacción del estator será igual y opuesta al par torsional ejercido sobre la armadura que es movida por el motor.

El dinamómetro puede emplearse como un motor eléctrico para arran car y mover el motor de combustión a diferentes velocidades o como un generador para absorber la potencia del motor de combustión.

SELECCION DEL DINAMOMETRO .

La selección del dinamómetro depende del empleo para el cual se adquiera la máquina. La más versátil es el dinamómetro eléctrico ya que puede usarse como motor o ya sea como generador para absorción de

máquinas motrices.

Cuando el único requisito es la capacidad de absorción, pueden usarse el dinamómetro de corrientes parásitas o con el Freno de agua por su costo inicial reducido y su habilidad para funcionar a altas velocidades. La armadura del dinamómetro eléctrico es grande y pesada comparada con el de corrientes parásitas o con el Freno de Agua y requiere uniones fuertes y elásticas entre el dinamómetro y el motor de combustión:

El ventilador como freno se usa para pruebas de fatiga o resistencia en que las constancias de la carga no es el factor principal. El Freno de Prony queda limitado en sus aplicaciones y se usa solamente cuando no se disponga de algunas de las otras formas de freno.

En el siguiente cuadro se hace un resumen de los factores involucrados en la selección del dinamómetro.

FLEXIBILIDAD DE APLICACION	COSTO INICIAL
1.- DINAMOMETRO ELECTRICO	PRECIO MUY ELEVADO
2.÷ DINAMOMETRO DE CORRIENTES PARASITAS	PRECIO MUY ELEVADO
3.÷ FRENO DE AGUA (GRAN CAPACIDAD)	BAJO COSTO PARA SUS POSIBILIDADES DE CAPACIDAD.
4.- FRENO DE PRONY	BARATO PERO CON PROBLEMAS DE MANEJO
5.- VENTILADOR	BARATO PERO SIN PRECISION.

Para nuestro estudio nos quedan dos posibilidades en especial que son: dinamómetro de corrientes parásitas y el freno de agua el cual es el más adecuado por su gran capacidad, precisión, simplicidad de elementos y bajo costo inicial.

Dentro de los Frenos de Agua el más popular es el llamado FROUDE que es el más comercial y que proponemos en Este sistema.

2.2.- SELECCION DEL MOTOR.

Para la buena selección de un motor que participe en un sistema didáctico debemos de pensar sobre las características que queremos que guarde el motor y que podríamos definir las de la siguiente forma:

- a) Que tenga todos los elementos normales sin complejidad.
- b) Que sea de un tipo de aplicación comercial que lo haga muy común en el mercado.
- c) Que sea económico.
- d) Que se cuente con suficiente información y que ésta sea fácil de obtener.

Primeramente tomaremos en cuenta el número de cilindros que nos darán la economía en cuenta a su inversión inicial, y si tomamos en cuenta que el mercado de los vehículos automotrices (aplicación más amplia de los motores de cuatro tiempos de gasolina) en los últimos años ha sido orientado hacia los motores de cuatro cilindros por su economía en su rendimiento, lo que se ha visto reflejado en su proliferación en marcas que solamente construyan motores de seis y ocho cilindros, lo cual hacen de estos motores los más comunes por lo que tenemos definida la primera característica que es de cuatro cilindros.

Como segundo término pensaremos en que dentro de los modelos

que se fabrican comercialmente tenemos los modelos enfriados por aire y los líquidos. Los motores de enfriamiento de aire son poco comunes ya que son particulares de una marca de vehículos lo cual no los hace comunes en otras marcas y otras capacidades por lo que definimos la segunda característica que es de enfriamiento de líquido.

En el motor buscamos también la economía tanto en la inversión inicial como en lo de gastos fijos en combustible, aceites y piezas de desgaste por lo que elegimos un motor que no sobrepase los 1800 - cm^3 de cilindrada, con lo cual se nos limita el universo de motores a solamente dos tipos que son de marcas NISSAN Y VOLKS WAGEN ya que solamente estos dos fabricantes elaboran motores de las características que anteriormente mencionamos, en sus modelos Datsun Sedán y Caribe respectivamente. La posible ventaja que encontramos en el primero es su menor revolucionamiento lo cual permite una mayor duración en las piezas de desgaste y la cercanía de la planta productora por el aspecto de los datos técnicos referentes a los mismos motores y que nos haría inclinarnos hacia la primera de las dos marcas mencionadas.

En base a todo lo anterior proponemos el motor Nissan del tipo A-10 para las pruebas referentes a este sistema didáctico.

CAPITULO 3.

NECESIDADES DE ACONDICIONAMIENTO DE LOCAL.

La instalación de un laboratorio para motores de combustión interna requiere de ciertas adaptaciones necesarias que nos permitan mantener bajo condiciones adecuadas las instalaciones, y provean de seguridades a los educandos. Para lo anterior comenzaremos por enumerar los puntos de importancia en la adecuación del motor y su freno así como los instrumentos de medición.

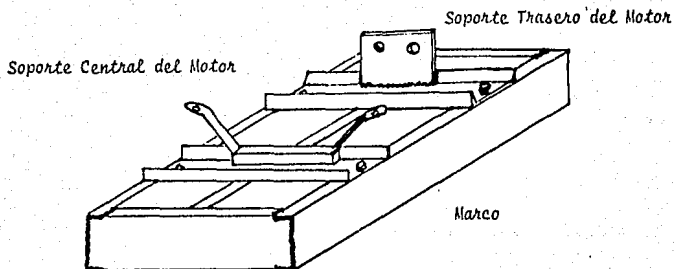
- 1.- BASE SOPORTE DE MOTOR Y FRENO.
- 2.- ESCAPE DE GASES.
- 3.- DEPOSITOS DE COMBUSTIBLE Y EQUIPO CONTRA INCENDIOS.
- 4.- INSTALACION HIDRAULICA PARA EL FRENO.
- 5.- INSTALACIONES ELECTRICAS.

III.1.- BASE SOPORTE DE MOTOR Y FRENO.

El motor y el freno se encontrarán sobre una base de canal de 4" de alto con cejas de 2", lo cual soportará los esfuerzos que del funcionamiento del motor y del frenado se tengan, también la -

base tiene la función de permitir la colocación de otros motores que se deseen probar y lo único que se tendrá que hacer es desacoplar el motor del freno y aflojar los tornillos de fijación del soporte del motor.

El soporte del motor consiste en dos partes. La primero soporta el cuerpo del motor sobre soportes de goma y estos son apoyados sobre una estructura de solera que a su vez se encuentra soldada a una viga la cual tiene perforaciones por las cuales se sujeta a la base mediante tornillos (ver Figura III.1).



III:1.- Soporte del Motor.

La base del motor se encuentra anclada a dos columnas de 50 cms; las cuales elevan la base a una altura mas accesible a los ojos del estudiante y laboratorista. Las anclas las usaremos de $1/2''$ de diámetro y será sin un cálculo previo, pues no se busca un fin comercial sino un funcionamiento el cual por experiencia podemos afirmar que será el adecuado.

III.2.- ESCAPE DE GASES.

El escape de gases puede producir efectos nocivos en la salud y bienestar de las personas que los observan por lo que hay que tratar de que el sistema de escape contenga las siguientes especificaciones:

- 1.- Que el sistema expulse los gases fuera del local en donde se esta llevando prácticas hacia un sitio abierto.
- 2.ª Que el sistema no contenga fugas que permita la contaminación del lugar de trabajo en perjuicio de los educandos y laboratorista.
- 3.- Que tenga una protección al calor o sea ubicado en un trayecto en el que los estudiantes no queden expuestos a quemaduras por parte de los tubos del sistema.
- 4.- Que el sistema tenga flexibilidad para servir a distintos motores sin perder eficiencia y facilidad de manejo.

Para que el sistema de escape de gases guarde las anteriores características diseñamos un sistema que contenga los siguientes elementos (ver figura III.2)

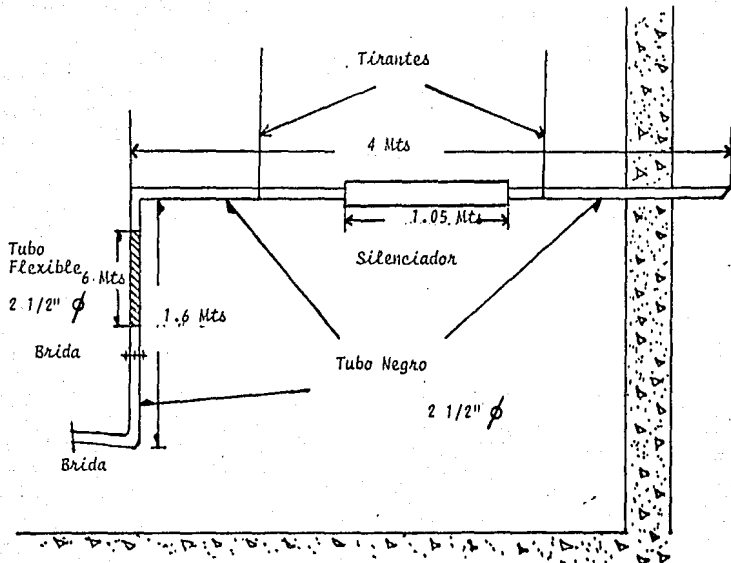


Fig III, 2 Sistema de Escape. Escala 1:28,5

El silenciador con la salida se encontrará a 2 Mts de Altura lo cual dificultará que un educado pueda salir quemado por exposición involuntaria al tubo de escape. La conexión de tubo flexible tubería de 2 1/2" de diámetro y un silenciador de tipo Hospital harán que pueda ser utilizado para cualquier tipo de motores. La malla de alambre evitará el contacto con la tubería caliente. Si existiera alguna fuga en el sistema el laboratorista deberá de corregir la antes de llevar a cabo las prácticas de los educandos!

III.3 DEPOSITOS DE COMBUSTIBLE Y EQUIPO DE CONTRAINCENDIO.

El uso de combustible presupone reglas de seguridad las cuales tienden a evitar los accidentes. La mayoría de los accidentes se producen por ignorancia, descuido y en algunos casos por simple torpeza.

La seguridad es necesaria en todos los campos de actividad y, puede lograrse por el simple expediente de detenerse a reflexionar un minuto o dos sobre la situación a considerar.

Cuando se trabaja con motores de combustión interna se tendrá que utilizar sustancias químicas volátiles como la gasolina y el combustible a (aceite) diesel, se estará cerca de ejes y otras partes que tienen rápido movimiento rotoatorio, de superficies muy calientes etc. que representa un peligro potencial. La gasolina tiene mayor fuerza explosiva que el TNT pero parece que este hecho tiene sin cuidado a un sin número de personas y esto se debe a que es un líquido de uso cotidiano del cual se suele subestimar su poder destructivo.

A continuación unas reglas básicas para el almacenamiento correcto de gasolina:

- 1.- Coloque y mantenga la gasolina en un recipiente metálico.
- 2.- No la tenga almacenada durante periodos en que no se va usar regularmente; por ejemplo, no debe almacenarse gasolina para las prácticas del siguiente periodo de estudios. Es demasiado peligroso tenerla en existencia innecesariamente.
- 3.- Cerciórese de que la gasolina este fuera del alcance de niños y animales.
- 4.- Guarde tal carburante en sitios bastante apartados de llamas, objetos de alta temperatura y donde no este expuesto a chispas causadas por electricidad estática, operación de contactos eléctricos o fricción mecánica.
- 5.- No utilice la gasolina como limpiador o disolvente.
- 6.- Nunca fume y mantenga el tanque a distancia del motor.

- 7.- Cuando la gasolina se vierta de una vasija metálica al tanque de un motor compruebe que el pico de la vasija se apoye firmemente sobre el borde o boca del tanque, así se evita que se produzca una chispa por electricidad estática.

Los incendios accidentales no son agradables pero debemos pensar y hablar acerca de los mismos, para comprender su naturaleza y poder combatirlos.

La mayoría de los incendios pertenecen a una de las tres categorías siguientes; relativos a los materiales inflamables o causantes de fuego:

CLASE "A" .- MADERO, TELA, PAPEL, BASURA.

CLASE "B" .- GASOLINA, ACEITE, GRASA, PINTURA.

CLASE "C" !- EQUIPO ELECTRICO.

Los incendios de CLASE "A" son los menos peligrosos y destructivos y generalmente pueden apagarse con extinguidor de agua o ácido - que enfría el material ardiente para reducir su temperatura por debajo del punto de inflamación. El extinguidor simplemente se coloca de cabeza y el chorro se dirige hacia atrás y hacia adelante en la parte inferior del fuego.

Los incendios de CLASE "B" producen mucho mas calor y requieren una extinción más severa que la proporcionada por el extinguidor para la CLASE "A". Un incendio de CLASE "B" debe ser enfocado cortando el abasto de oxígeno que alimenta al fuego. El extinguidor de dióxido de carbono (CO_2) es muy eficaz para combatir incendios de CLASE "B".

El dióxido de carbono no ayuda a la combustión y cuando reemplaza al oxígeno en el aire que rodea el fuego sofocará efectivamente las llamas. Este extinguidor debe aplicarse con un movimiento lento y barrido dirigiéndose de lado a lado, comenzando desde el frente y avanzando hacia la parte posterior del área en llamas. Deben observarse dos reglas de seguridad, cuando se utilizan un extinguidor de CO_2 .

- a).- La boquilla de descarga se pone extremadamente fría y no se debe tocar.
- b).- En espacios pequeños y limitados el uso del extinguidor puede ocasionar una escasez de oxígeno, lo cual representaría serio peligro para quienes combaten el incendio. Ventilarse perfectamente tales áreas tan pronto el fuego este dominado.

Los extinguidores que producen espuma también son efectivos para atacar incendios de CLASE "B". Una capa de espuma con base de agua depositada sobre el material ardiente elimina el oxígeno y sofoca las llamas! Dirija el chorro más allá de las llamas y deje que la espuma se extienda sola sobre el área de incendio. Así, se evita que la espuma caiga directamente sobre un recipiente de gasolina ardiendo y el líquido encendido salpique el área adyacente. En ninguna circunstancia trate de apagar un incendio de CLASE "B" con agua. El oxígeno que es parte de la composición molecular del agua, solo puede hacer que la intensidad del fuego aumente y este se propague más rápidamente.

3.- Los incendios de CLASE "C" se producen en aparatos eléctricos

cos, por lo que sería peligroso extinguirlos con agua, pues se podría sufrir un choque eléctrico. Si el equipo está energizado, el fuego debe atacarse con extinguidores de CO_2 , productos en polvo o bien con líquido vaporizante. Si todo el equipo puede desconectarse de la línea de potencia, entonces y sólo entonces, se puede proceder con confianza a combatir el incendio con la substancia que sea adecuada para el tipo de material en llamas.

En nuestro caso tendremos además del manejo de combustible una bomba eléctrica que nos proporcione agua para la utilización del freno y por lo tanto un sistema eléctrico para lo cual nos será de gran utilidad un extinguidor de dióxido de Carbono (CO_2) o de polvo, el cual deberá de ser revisado periódicamente (6 meses) y deberá encontrarse a la mano en el laboratorio de pruebas.

III.4. INSTALACION HIDRAULICA PARA EL FRENO.

La cantidad de agua necesaria para quitar el calor producido por la disipación de la potencia, puede calcularse con precisión casi perfecta. Cada caballo-vapor al freno absorbido produce 2545 B.T.U. por hora (632 calorías) o sea 42.4 B.T.U. por minuto (10.53 calorías) del cual casi el total pasa en el agua de enfriamiento.

La cantidad de agua entregada al Dinamómetro debe ser suficiente para dar una temperatura de salida que no exceda $140^{\circ}F$ ($60^{\circ}C$); la temperatura más elevada son susceptibles a reducir la duración del funcionamiento, aunque no podrían afectar el funcionamiento seguro y preciso del dinamómetro. Por consiguiente, si se alimenta el dinamómetro con agua de un depósito o conducto principal y teniendo en cuenta una temperatura de entrada de aproximadamente $50^{\circ}F$ ($10^{\circ}C$), una cantidad mínima es de tres galones (13.6 litros) de agua por H.P. al freno por

hora; sin embargo las cañerías deben idearse para pasar cuatro galones (18.2 litros) por H.P. al freno por hora sin pérdida de presión excepcional. Si se alimenta el dinamómetro de un refrigerador de agua se necesitará las cañerías mas grandes.

La presión mínima del agua de admisión a la entrada del dinamómetro durante el paso de la cantidad plena de agua, se indica en la tabla siguiente.

PRESTIONES DE ADMISION DE AGUA.

15 lb/plg ²	25 lb/plg ²	40 lb/plg ²
1.05 kg/cm ²	1.75 Kg/cm ²	2.8 Kg/cm ²
hasta 3500 rpm	hasta 5500 rpm	hasta 7500 rpm.

Para nuestro motor diremos que una presión de 25 lb/plg² es más suficiente para las pruebas, no descartamos la utilización de este freno para otros motores más revolucionados por lo que nuestros cálculos los haremos para la utilización del freno que es a una presión de 40 lb/plg².

La solución mas fácil para este problema sería una torre que mediante su columna satisfaga nuestras necesidades de capacidad de presión y flujo mas no es conveniente ya que sería poco práctico y de un costo razonable por lo que utilizaremos una boma centrífuga que nos de la capacidad de nuestros requerimientos.

TIPO DE BOMBA	CAPACIDAD EN H.P.	PRESTION PRODUCTA	CAUDAL O VOLUMEN DE AGUA.
CENTRIFUGA	1	2.8 Kg/cent ²	25lt/min

En nuestro caso tendremos la instalación en una zona donde el suministro de agua nos es difícil de mantener continuo por lo que debemos de tener un almacenamiento de agua suficiente para la práctica que se desea llevar a cabo y a cualquier horario. Considerando que el motor a prueba no tenga una capacidad mayor de 100 C.V. y las prácticas no sean de una duración mayor de hora y media efectivas tendremos el siguiente gasto:

$$13.6 \frac{\text{Lts}}{\text{C.V. Hora.}} \times 100 \text{ C.V.} \times 1.5 \text{ Horas} = 2040 \text{ Lts.}$$

Para cubrir esta necesidad podríamos construir un aljibe de la misma capacidad, lo cual sería muy costoso por lo que como alternativa sugiero la instalación de dos tanques de asbesto con capacidad de 1,100 litros los cuales intercomunicados y alimentados de la red principal de agua y mediante un mecanismo de flotador nos harían autosuficientes e independientes del suministro normal de agua. Por parte de la tubería y las pérdidas de presión en ella son despreciables ya que la bomba se encuentra inmediatamente antes de la entrada al freno. Para tener una vista de todo lo anterior vease (Figura III.3).

Tendremos un sistema recirculado por lo que el agua caliente se irá desalojada hacia los tinacos con reutilización posterior.

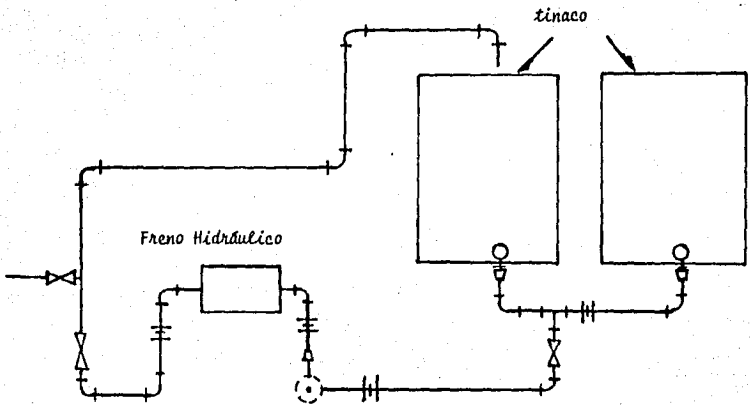
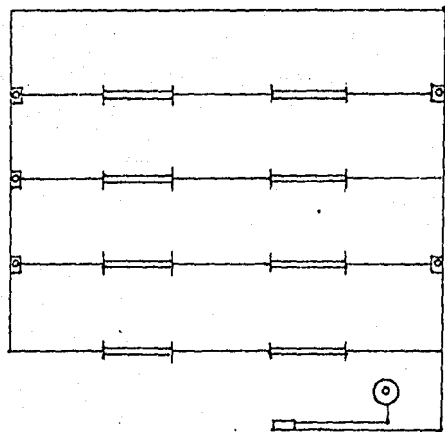


Figura III.3 Instalación Hidráulica.

III. 5.- INSTALACIONES ELECTRICAS.

Las instalaciones eléctricas necesarias para este laboratorio son esencialmente de tipo alumbrado y para el motor de la bomba centrifuga por lo que no haremos grandes consideraciones y a continuación muestro el diagrama de instalaciones (ver figura III.4.)







- | | |
|---|---|
|  | Lámpara de Neón |
|  | Caja de Fusibles con Switch de guillotina |
|  | Contacto Normal de un Polo |
|  | Motor Monofásico |

Figura III.V.- Instalación Eléctrica del Local.

CAPITULO 4

SELECCION DE EQUIPOS DE MEDICION.

Los sistemas de medición deben ser adecuados con el logro de los objetivos de cada una de las prácticas a realizarse por lo que debemos de analizar los dispositivos que utilizaremos y que nos darán los resultados más precisos. Lo que a continuación expondré son los equipos más utilizados para pruebas de laboratorio pero también expondré sus ventajas y limitaciones por lo que llegaremos a la selección de los sistemas de medición que usaremos para nuestras prácticas. Los sistemas que analizaremos son:

- 1.- MEDICION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.
- 2.- MEDICION DEL CONSUMO DE AIRE.
- 3.- OTROS.

IV.1.- MEDICION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

Para la medición del consumo de combustible en los laboratorios de pruebas tenemos dos tipos básicos que son los de medición por volu

men y el segundo por medición del peso del combustible, aunque te
 nemos otr que nos ayuda midiendo el flujo del combustible que no
 es muy bien aceptado pero lo explicaremos tambien al final de es_
 te tema.

El método de medición de consumo de combustible por medio del
 volumen es el más simplificado y consiste en una bureta calibrada
 la cual se encuentra conectada al motor. En cuanto el combustible
 empieza a fluir hacia el motor el nivel en la bureta comenzará a
 bajar hasta llegar a una señal previamente indicada y en ese momento
 se pondrá a funcionar un reloj durante el tiempo que dure la prácti_
 ca y al finalizar ésta se detendrá el reloj y se procede a la medi_
 ción del faltante de combustible en la bureta. Convirtiendo el volu_
 men faltante de combustible o Kilogramos (libras) podemos determinar
 el consumo en kilogramos por hora (libras por hora). Este método tie_
 ne el inconveniente de que la densidad del combustible varía en rela_
 ción directa a la temperatura en el laboratorio, por lo que habra_
 que controlarse esta al momento de terminar las pruebas.

Para una vista mas objetiva de lo anterior veamos la Fig IV.1

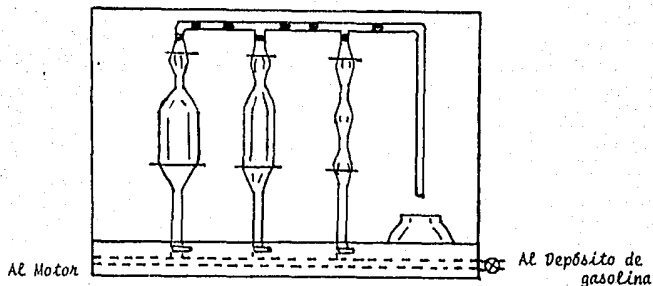


Fig IV.1 Sistema de Medición de Combustible (Por Volumen)

El segundo método el más aceptado para la medición del combustible usado por un motor en las pruebas de laboratorio, es el de pesarlo al momento que esta se realiza mediante un equipo parecido al mostrado en la figura IV.2

Báscula de Caratula

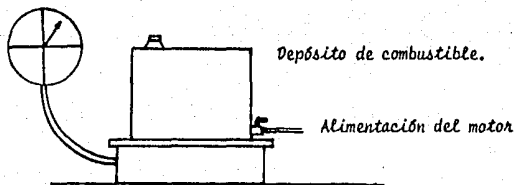


Fig IV.2 Sistema de medición de combustible mediante el pesaje del combustible.

El procedimiento es el siguiente:

La báscula se ajusta hasta que nos de el peso de una pesa con una medida ya conocida para saber su exactitud antes de la prueba. A continuación se procede a medir el peso del depósito con combustible que alimenta el motor y en este mismo momento se hace trabajar el reloj anotando el peso de la lectura de la báscula

Pasado un tiempo que dependerá de la duración representativa de la prueba, se toma nuevamente la lectura de la báscula y se detiene el reloj. La diferencia entre las dos lecturas es el peso del combustible que se consumió en el tiempo indicado por el reloj. Este procedimiento nos da el consumo promedio de combustible durante la duración de la prueba.

Aunque la medición del consumo de combustible a través de un medidor de flujo es usado por muchos laboratorios automotrices y para pruebas a motores de aviación, tiene la característica de proveer una medición instantánea del consumo de combustible por lo cual nos será necesario una lectura promedio durante el tiempo de la prueba para obtener el consumo medio o total. El procedimiento para estos medidores es como sigue:

En la figura IV.3 se ilustra el principio del rotámetro Fischer-Porter.

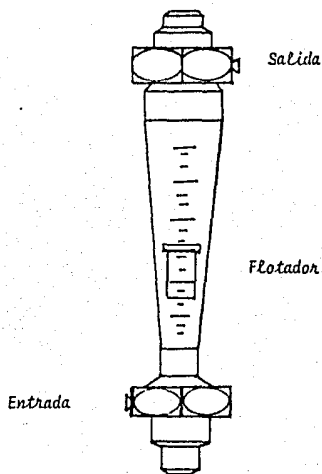


Fig IV.5 Rotámetro Fischer-Porter

Al aumentar el flujo a través del medidor el flotador aumentando el área de paso del fluido entre el flotador y un tubo cónico graduado transparente. Como existe una relación directa entre flujo y el área de esta las graduaciones serán lineales y su calibración puede hacerse directamente en kilogramos por hora (libras por hora).

En nuestro sistema didáctico propongo el pesaje del combustible al momento de la prueba por ser el método mas aceptado y por la sencillez del mismo. La báscula que utilizaremos para esto deberá - de contener una capacidad de 30 kgrs por si la duración de la prueba nos pidiera tal consumo de combustible.

IV.2 MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AIRE.

La cantidad de trabajo realizado por un motor su combustión depende de la energía liberada al realizarse el quemado de una mezcla de aire y combustible (en este caso gasolina). El aire es consumido en un volumen mucho mayor que el de combustible y la inducción de aire al cilindro presentará algunas dificultades. Si el motor no induce la mayor cantidad posible de aire el trabajo del motor se verá limitado no importando la gasolina que se añada.

La medición del consumo de aire nos permite detectar restricciones en el sistema de admisión así como también el conocimiento sobre la cantidad de aire para computar las relaciones aire-combustible y - su interacción con el rendimiento del motor. La medición del fluido de aire es un problema engañoso y a continuación expongo el método más aceptado para realizar esta tarea ver Fig IV.4.

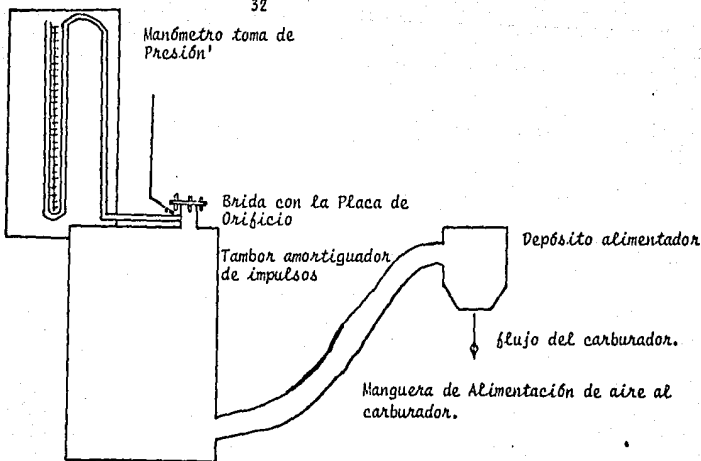


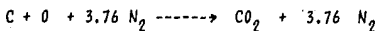
Fig IV.4.- Sistema de Medición de Aire.

El método consiste en aspirar el aire de admisión para el carburador a través de un depósito sobre el cual haremos nuestras mediciones del aire a éste mediante un orificio o boquilla.

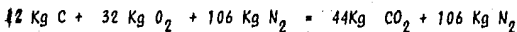
El depósito intermedio es necesario porque el flujo de aire al carburador es pulsante o intermitente y los cambios de presión diferencial podrían ser engañosos. Para que el flujo de aire no sea influenciado por el equipo de medición se requiere aumentar el tamaño del depósito de aire para simular lo más cercano a las condiciones reales. Para lo anterior el sistema contará con un tambor de 200 litros

el cual hará la función de depósito surtidor. A continuación presento los cálculos teóricos respecto al consumo de aire estimado y las boquillas utilizadas en este sistema.

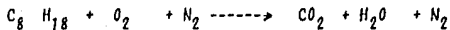
Para comenzar analizaremos el proceso de la combustión, advirtiendo que el nitrógeno y otros gases en el aire simplemente diluyen la concentración de oxígeno. Cuando el oxígeno es suministrado por aire seco, 3.76 moles de nitrógeno acompañan a cada mol de oxígeno.



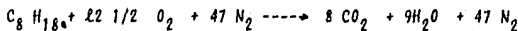
Y una vez multiplicado cada término por el peso molecular apropiado:



Los pasos para balancear la ecuación química pueden ilustrarse mediante la combustión completa de $C_8 H_{18}$



Balanceando cada uno de los elementos llegamos a ecuación completa de la combustión que es:



En este caso se ha empleado la cantidad estequiométrica o químicamente correcta; esto es la cantidad exacta de aire para la conversión

del combustible, en productos completamente oxidados.

La cantidad relativa de combustible y aire en una mezcla de tonante la denominaremos como:

$$A F = \frac{\text{PESO DEL AIRE}}{\text{PESO DEL COMBUSTIBLE}}$$

Sustituyendo en la fórmula anterior obtenemos:

$$A F = \frac{\{12 \cdot 1/2 + 47\} \{28.97\}}{8 \{12\} + 18 \{1.008\}} = 15.1 \frac{\text{Kg de Aire}}{\text{Kg de combustible}}$$

Supongamos que preparamos una mezcla rica con 85% de aire teórico y una pobre con 110 % del aire teórico. Estas mezclas nos darán las siguientes relaciones:

MEZCLA	% DE AIRE TEORICO	PESO DE LA MEZCLA	RELACION AIRE COMB.
POBRE	110	1.0605 Kg	16.5
CORRECTA	100	1.0665 Kg	15.1
RICA	85	1.0782 Kg	12.8

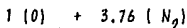
Si tenemos un rango de velocidades en el motor que va desde -- 1500 RPM hasta 5000 RPM siendo un motor con 1600 cc de cilindrada los cuales son absorbidos cada dos revoluciones del motor tendremos:

$$\frac{1500 \text{ Rev}}{\text{min}} \times \frac{1600 \text{ cc}}{2 \text{ rev}} = 1\,200\,000 \frac{\text{cc}}{\text{min}} = 1.2 \text{ Mts}^3/\text{min}$$

$$5000 \frac{\text{REV}}{\text{Min}} \times \frac{1600 \text{ cc}}{2 \text{ REV}} = 4\,000\,000 \frac{\text{cc}}{\text{min}} = 4 \text{ Mts}^3/\text{min}$$

Entonces los rasgos de volumen absorbido por el motor son entre 1.2 hasta 4 Mts³/min.

Consideremos ahora el aire cuya composición estequiométrica como ya antes habíamos dicho es:



Lo cual expresado en % es:

$$21 \% O$$

$$79 \% N_2$$

De acuerdo a su peso molecular podemos obtener lo siguiente:

Porcentajes	Peso Molecular	Peso molecular de la Mezcla
.21 % O	X 16	= 3.36
.79 % N ₂	X 14	= $\frac{11.06}{14.42}$

Donde 14.42 son los gramos por cada 22.4 Lts de mezcla o 2240 cc de mezcla. Ahora si consideramos que la mezcla se refiere en una proporción en rangos de 12.8 a 1 en peso hasta 16 a 1.

$$\text{Volumen de mezcla} = 1.00801482 \text{ Lts}$$

$$\text{Proporción Volumen de Gasolina es: } \frac{0.00801482}{1.00801482} = 0.007951 \%$$

Por lo que la proporción Volumen de Aire es:

$$1 - 0.007951 = 0.9920$$

A 1500 RPM el Volumen total es: 1.2 Mts³ de los cuales:

$$1.2 \times 0.9920 = 1.190458 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire}$$

$$1.2 \times 0.007951 = 0.009542 \text{ Mts}^3 \text{ de gasolina} = 95.4 \text{ cc}$$

A 5000 RPM el Volumen es: 4 Mts³ de los cuales:

$$4 \times 0.9920 = 3.968 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire}$$

$$4 \times 0.009542 = 0.032 \text{ Mts}^3 \text{ de gasolina} = 320 \text{ c.c}$$

Ahora tomando en cuenta que la proporción de la mezcla sea 12.8 a 1 de Aire con respecto a combustible;

$$\frac{0.64375 \text{ grs/Lt}}{12.8 \text{ Lt}} = 0.0503 \text{ grs Peso de Gasolina por Lt de Aire}$$

$$\frac{0.0503 \text{ grs}}{5.02 \text{ grs/Lt}} = 0.010 \text{ Lts --- Volumen de Gasolina por Litro de Aire}$$

$$1.010 \text{ Lts} = 0.69405 \text{ --- Peso de la mezcla}$$

Volumen de la mezcla 1.010 Lts

Proporción Volumétrica de Gasolina es:

$$\frac{0.010}{1.010} = 0.0099 \%$$

Por lo que la proporción Volumen de Aire es :

$$1 - 0.0099 = 0.9901$$

Ahora bien tendremos que calcular el peso de una gasolina - standard (760 mmHg y 15°C) también.

Gasolina	% compuesto	Peso Molecular	Peso Molecular Promedio
Heptano	40%	100	40
Octano	40%	114	45.6
Nonano	10%	128	12.8
Decano	5%	142	7.1
Otros	5%	140	7.0

De lo anterior podemos deducir que habrá 112.5 grms gasolina a presión y temperatura Standard en cada 22.4 Lts.

Si 112.5 grs de gasolina se evaporan en 22.4 litros en un litro habrá:

$$\frac{112.5 \text{ grs}}{22.4 \text{ Lt.}} = 5.02 \text{ grs/Lt de gasolina y el aire pesa:}$$

$$\frac{14.42}{22.4} = 0.64375 \text{ grs/Lt}$$

Tomando como base el peso de un litro de Aire:

$$\frac{0.64375 \text{ grs/Lt}}{16 \text{ Lt.}} = 0.0402344 \text{ grs} \text{ Peso de gasolina por Lt de Aire.}$$

$$\frac{0.0402344 \text{ grs}}{5.02 \text{ grs/Lts}} = 0.00801482 \text{ Lts--- Vol de gasolina por Lt de Aire.}$$

1.00801482 lbs = 0.6839844 grs ----- Peso de la mezcla.

Por lo que a 1500 RPM el volumen total es; 1.2 Mts^2 de los cuales:

$$1.2 \times 0.9901 = 1.188 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire/min}$$

$$1.2 \times 0.01 = 0.012 \text{ Mts}^3 \text{ de Gasolina/min}$$

A 5000 RPM el volumen total es 4 Mts^3 de los cuales:

$$4 \times 0.9901 = 3.9604 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire.}$$

$$4 \times 0.01 = 0.0396 \text{ Mts}^3 \text{ de gasolina.}$$

De lo anterior podremos deducir lo que los rangos de aire que deberá ser tomada en cuenta para el medidor de aire es:

Mínimo de Aire

Máximo de Aire.

$$1.188 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire/min} \quad 3.968 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire/min}$$

$$41.9538 \text{ Ft}^3 \text{ de Aire/min} \quad 140.128 \text{ Ft}^3 \text{ de Aire/min}$$

$$71.28 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire/hora} \quad 238.08 \text{ Mts}^3 \text{ de Aire/hora}$$

$$2517.13 \text{ Ft}^3 \text{ de Aire/hora} \quad 8407.7 \text{ Ft}^3 \text{ de Aire/hora}$$

Con estos datos de caudal de aire podemos proceder al cálculo de la placa de orificio para lo cual expongo la teoría referente a esta: La placa de orificio consiste en una placa de metal, bronce, acero inoxidable, etc., que lleva un orificio circular de diámetro

concentrico al eje de la tubería donde se instala entre dos bridas provistas de un empaque adecuado Ver figura IV.4

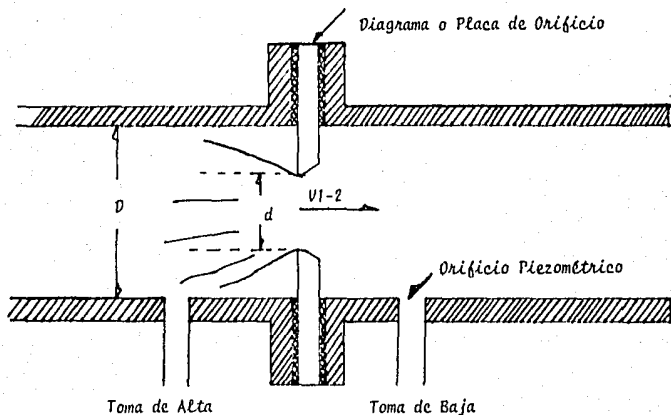


Figura IV:4.- Brida que soporta la Placa de Orificio

La fórmula para el cálculo de las placas de orificio es la siguiente:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \frac{1}{\sqrt{5 + \alpha^4 - \beta^4}} 2g (h_0 - h_2)$$

donde:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \text{Area del flujo después de la placa.}$$

$$Cq = \frac{1}{\sqrt{5 + \alpha + \beta}} \quad \alpha = \frac{\text{Diámetro de la Placa}}{\text{Diámetro del flujo despues de la Placa.}}$$

$$\beta = \frac{\text{Diámetro de la tubería}}{\text{Diámetro de la placa.}}$$

Así como Cq se obtiene experimentalmente por lo que recurrimos a los datos proporcionados por una compañía líder en la fabricación de todo tipo de medidores de flujo como FOXBORO el cual posee entre sus accesorios de apoyo técnico una regla similar a la de cálculo, - con lo cual a través de ciertos datos podemos conocer la relación de diámetros.

Como estas reglas son un producto de comercialización no puedo presentarlas gráficamente en esta tesis. Los datos necesarios son:

- 1.- Presión de trabajo de la placa. $P_2 - P_1$ a través de la placa
- 2.- Caudal de aire a medir
- 3.- Capacidad de nuestro manómetro diferencial
- 4.- Condiciones de presión y temperatura del aire

De los datos anteriores se obtiene la siguiente información:

$$\beta = \frac{\text{Diámetro de la Placa}}{\text{Diámetro de la tubería}}$$

En este caso tendremos dos placas:

La primera con $\beta = 0.58$

Diámetro de orificio.

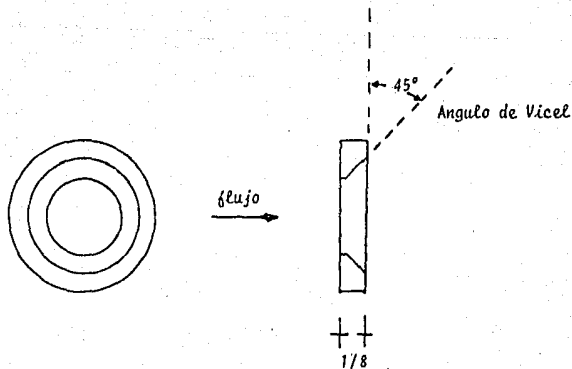
De la primera Placa = $0.58 \times 2.5'' = 1.45''$

Diámetro de orificio

De la Segunda Placa = $0.42 \times 2.5'' = 1.05''$

Los diámetros de los orificios no es lo único que se debe tomar en cuenta ya que hay varias condiciones que se deben cumplir para que este tipo de dispositivo funcione con una eficiencia mayor. Entre las condiciones que se deben cumplir son las siguientes:

- 1.- La placa debe tener un grosor de $1/8''$*
- 2.- El orificio debe ser concéntrico a la tubería que conduce al flujo.*
- 3.- Las tomas de presión debe estar ubicada a una pulgada de la cara de la placa de orificio.*
- 4.- La placa debe tener un abocardamiento como se muestra en la figura IV.3.*



Escala 2: 1

Figura IV:3.- Abocardado de la Placa de Orificio

Para medir las presiones a cualquier rango tomaremos en cuenta que la presión es proporcional en manera constante al gasto de donde deducimos la constante:

$$F = \sqrt{\text{Diferencial de Presión en Medidor}} = \sqrt{30'' \text{ H}_2\text{O máximo}}$$

K = Constante.

Q = Caudal de Aire que pasa por la tubería = 2" max o 4.25 max

$$F \times k = Q$$

donde:

$$K = \frac{Q}{F}$$

Para nuestras placas de orificio las constantes respectivas son:

Para la Placa pequeña del orificio de 1.05" su constante para el flujo es: $1.08 \frac{\text{mts}^3}{\text{min.}} \frac{1}{\sqrt{\text{plg. H}_2\text{O}}}$

lo cual quiere decir que si la raíz de la diferencia de presión se multiplica por esta constante se obtendrá el flujo en $\text{mts}^3 / \text{min.}$

Para la placa mayor de orificio de 1.45" su constante para el flujo es: $0.903 \frac{\text{mts}^3}{\text{min.}} \frac{1}{\sqrt{\text{plg. H}_2\text{O}}}$

IV.3. - OTROS.

Quise nombrar con el apelativo de otros a este tema por la sencillez de los "Otros" medidores que tendremos en nuestro sistema y que son los siguientes:

MEDIDOR DE PRESION DE ACEITE.

MEDIDOR DE TEMPERATURA DE AGUA.

Estos medidores no son para ningun fin de didáctica sino como prevención contra descuidos en el mantenimiento - que puedan dañar en alguna forma el motor.

Los medidores han sido provistos ya por el fabricante a través de dos bulbos colocados estratégicamente en el motor y que cierran un circuito el cual provee una señal luminosa la cual no debe ser pasada por alto. Aunque los bulbos pueden ser removidos y sustituidos por indicadores de caratula los cuales podrian ser más precisos pero al fin y al cabo igual de significativos en nuestro sistema. De la forma en que son provistos estos indicadores dependerán del interés que se tenga en desarrollar otros sistemas con otras prácticas por lo que tomaremos temporalmente la opción del fabricante de la instalación de señales luminosas.

CAPITULO V.

ELABORACION DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.

En el presente capítulo tendremos los siguientes puntos a desarrollar:

- 1.- DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR Y DEL DINAMOMETRO DE FROUDE.
- 2.- PROCEDIMIENTOS GENERALES.
- 3.- MANTENIMIENTO GENERAL DEL EQUIPO.
- 4.- PRACTICA # 1
- 5.- PRACTICA # 2
- 6.- PRACTICA # 3
- 7.- PRACTICA # 4
- 8.- PRACTICA # 5
- 9.- PRACTICA # 6
- 10.- PRACTICA # 7

1.- FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.

En los motores de combustión interna de tipo de Pistón para el caso de motores encendido por chispa o ciclo de Otto el proceso se efectúa a volúmen constante, que a diferencia de motores cuyo trabajo se realiza a presión constante (ciclo Diesel) es que la combinación de combustible y aire se efectúa antes del tiempo de compresión.

El combustible mas frecuentemente utilizado en este tipo de motores es de gasolina que usada con la proporción química correcta el valor de la presión ya en la combustión es entre 3.5 y 5 veces mayor que el valor que alcanza la presión en la composición. La carga y la velocidad, por lo general se controlan regulando la admisión por medio del acelerador. Se describe el funcionamiento de un motor de cuatro tiempos.

Este tipo de motor requiere cuatro carrera de émbolo o dos revoluciones de cigüeñal por ciclo, su uso es mas propio en automóbiles, pequeños motores y aviones excepto en motores fuera de borda para navegación. Por su diseño siempre son de simple efecto (la combustión se produce en un lado del émbolo).

CICLO DE ADMISION ASPIRACION.

Carrera descendente del émbolo durante la cual la mezcla de aire y gasolina proveniente del carburador entra a través de la válvula de admisión abierta al cilindro.

COMPRESION.

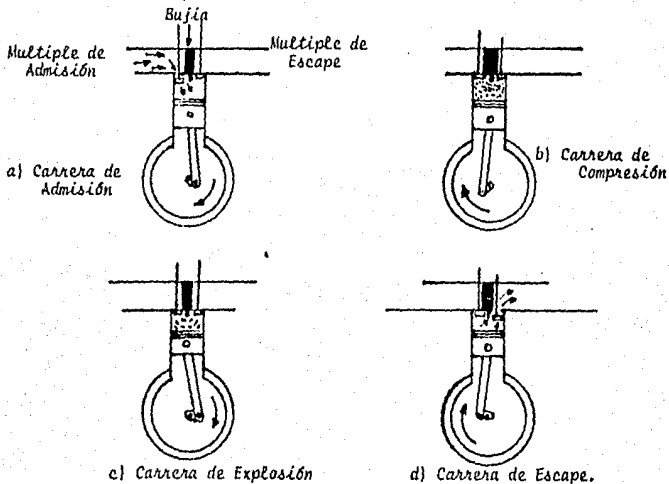
Con válvulas de admisión y escape cerradas, empieza carrera ascendente del émbolo a través del cilindro comprimiendo la mezcla de gasolina y aire hasta alcanzar un pequeño volumen en la parte superior del cilindro. La chispa se produce inmediatamente antes de que el émbolo llegue al punto muerto superior de la carrera.

IGNICION.

La chispa producida por un sistema eléctrico auxiliar detona la mezcla, iniciando una combustión controlada; provocando un movimiento opuesto a la compresión misma que hace girar el cigueñal.

ESCAPE.

El émbolo empieza a ascender desalojando los gases quemados para volver a empezar un nuevo ciclo.



El método de efectuar el ajuste de la carga para convenir a la capacidad del motor puede utilizarse durante la marcha del Dinamómetro de modo que en poco tiempo se pueda obtener una curva de potencia por una gran variedad de velocidades.

2.- PROCEDIMIENTOS GENERALES.

PROCEDIMIENTO PARA OPERAR EL MOTOR DE GASOLINA EN EL LABORATORIO

- 1.- Revise los siguientes puntos antes de arrancar el motor.
 - A.- Nivel de aceite indicado en la marca superior del medidor. (tipo bayoneta).
 - B.- Nivel de refrigerante en el radiador.
 - C.- Nivel de combustible en el depósito.
 - D.- Gire la llave del interruptor de encendido en el tablero (cerciorese que las conexiones eléctricas estén en orden).
 - E.- El motor debe permanecer encendido (sin carga del Dinamómetro por un espacio de 3 minutos a 1500 RPM para lograr que el motor alcance la temperatura adecuada de trabajo).
 - F.- Después de cada práctica antes de apagar el motor, dejelo trabajando por un intervalo de 3 minutos más, sin carga para que se normalicen las condiciones de lubricación y refrigeración¹

* REGLAS DE SEGURIDAD BASICAS DENTRO DEL LABORATORIO.

- 1.- Si detecta alguna fuga de combustible no arranque el motor y si este se encuentra funcionando detengalo inmediatamente

hasta que no se cierre la fuga (no deje charcos)

- 2.- No se acerque al escape del motor ni a ninguna de las partes que se encuentren a altas temperaturas!
- 3.- Evite contacto con partes en movimiento (ejes, hélices, banda etc), no lleve ropa suelta (bufandas, Sweaters etc),
- 4.- Cerciórese que el equipo de protección este instalado antes de proceder a las pruebas.
- 5.- No trate de hacer ninguna reparación ni maniobras (por mas sencillas que estas sean) mientras el motor se encuentre funcionando.

PROCEDIMIENTO PARA OPERAR EL DINAMOMETRO FROUDE.

Para poner en marcha el dinamómetro la válvula de admisión del agua debe estar siempre completamente abierta. Ahora hay que observar se que quede abierta muy poco la válvula de salida. Es aconsejable en la mayoría de los casos poner en marcha con carga reducida y esto puede lograrse atornillando las compuertas en la máquina a más no poder. En tonces puede ponerse en marcha el motor. Todas las válvulas en la tubería entre la fuente de suministro de agua y la entrada del Dinamómetro deben estar completamente abiertas. Antes de participar en alguna prueba se debe comprobar el Dinamómetro para asegurarse que el equilibrio en reposo sea justo. El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Desconectar el Dinamómetro del motor.
- 2.- Reglar las válvulas de manera que el agua pase a través del Dinamómetro como en las condiciones normales.
- 3.- Soltar el amortiguador desprendiendo la tuerca espiral infe_

Las ventajas de estos motores comparados con los de dos tiempos, con compresión en el carter y también encendidos por chispa son:

- a).- La mayor variación en las velocidades y las cargas.
- b).- Embolos más frios.
- c).- Carter común en motores de varios cilindros.
- d).- Mejor lubricación al no perder aceite en la combustión.
- e).- Bajo consumo de combustible al no perderlo en el escape.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL DINAMOMETRO HIDRAULICO FROUDE.

En la Fig V.2. se ve un típico diseño de carte transversal a través del dinamómetro Froude.

El eje principal es llevado por cojinetes situados en el carter (no en soportes externos). Por su turno el carter es llevado por muñones de anti-fricción, de modo que se encuentra libre para pivotear alrededor del mismo eje que el árbol principal. Al ensayarse el motor va directamente acoplado al eje principal transmitiendo la potencia a un rotor que gira dentro del carter, por lo cual el agua viene circulada para suministrar la resistencia hidráulica y quitar simultáneamente el calor producido por la destrucción de la potencia.

En cada lado del motor fórmanse bolsas de sección transversal semi-elíptica divididas la una de la otra por medio de aletas oblicuas. Los frentes internos del carter van provistos de camisas que tienen bolsas igualmente. De esta manera las bolsas en el rotor y en las camisas forman juntas recipientes elípticos alrededor de los cuales el agua corre a gran velocidad.

Durante el funcionamiento el rotor descarga el agua a gran velocidad de su periferia en las bolsas formadas en las camisas del carter, por las cuales viene devuelta en seguida a velocidad reducida en las bolsas del rotar a un punto cerca del eje.

La resistencia ofrecida por el agua al movimiento del rotor reacciona sobre el carter, el cual tiende a girar en sus soportes a rodillo de anti-fricción. Esta tendencia es contrariada por medio de un brazo de palanca que tiene por terminación un dispositivo pesadero que mide el par.

Por la descripción anterior se verá que las fuerzas que resisten a la rotación del eje del Dinamómetro pueden apartarse en tres clases, principales:

- a).- La resistencia hidrúlica creada por el rotor.
- b).- La fricción de los cojinetes del eje, los cuales son generalmente del tipo de bolsas.
- c).- La fricción de los prensaestopas.

Es de notar que cada una de estas fuerzas reacciona sobre el carter el cual, siendo libre para pivotar sobre los muñones de anti-fricción, transmite las fuerzas enteras a la pesadera.

Pues cada fuerza que resiste a la rotación de eje del motor viene impelida a reaccionar sobre el dispositivo pesadero. Esto asegura la precisión científica.

Refiriéndose al diagrama en la FIG V.3. se observará que entre el rotor y las camisas del carter se han interpuesto compuertas de metal delgado, las cuales pueden adelantarse o retirarse por medio de un solo volante a mano. Si se mueven estas compuertas hacia el eje principal cortarán la comunicación entre el rotor y el número de bolsas en las camisas del carter con el resultado de disminuir la resistencia efectiva del Dinamómetro y vice versa.

El método de efectuar el ajuste de la carga para convenir a la capacidad del motor puede utilizarse durante la marcha del Dinámometro de modo que en poco tiempo se pueda obtener una curva de potencia por una gran variedad de velocidades.

2.- PROCEDIMIENTOS GENERALES.

PROCEDIMIENTO PARA OPERAR EL MOTOR DE GASOLINA EN EL LABORATORIO

- 1.- Revise los siguientes puntos antes de arrancar el motor.
 - A.- Nivel de aceite indicado en la marca superior del medidor. (tipo bayoneta).
 - B.- Nivel de refrigerante en el radiador.
 - C.- Nivel de combustible en el depósito.
 - D.- Gire la llave del interruptor de encendido en el tablero (cerciórese que las conexiones eléctricas estén en orden).
 - E.- El motor debe permanecer encendido (sin carga del Dinámometro por un espacio de 3 minutos a 1500 RPM para lograr que el motor alcance la temperatura adecuada de trabajo).
 - F.- Después de cada práctica antes de apagar el motor, dejelo trabajando por un intervalo de 3 minutos más, sin carga para que se normalicen las condiciones de lubricación y refrigeración.

* REGLAS DE SEGURIDAD BASICAS DENTRO DEL LABORATORIO.

- 1.- Si detecta alguna fuga de combustible no arranque el motor y si este se encuentra funcionando detengalo inmediatamente

hasta que no se cierre la fuga (no deje charcos)

- 2.- No se acerque al escape del motor ni a ninguna de las partes que se encuentren a altas temperaturas:
- 3.- Evite contacto con partes en movimiento (ejes, hélices, banda etc), no lleve ropa suelta (bufandas, Sweaters etc).
- 4.- Cerciórese que el equipo de protección este instalado antes de proceder a las pruebas.
- 5.- No trate de hacer ninguna reparación ni maniobras (por mas sencillas que estas sean) mientras el motor se encuentre funcionando.

PROCEDIMIENTO PARA OPERAR EL DINAMÓMETRO FROUDE.

Para poner en marcha el dinamómetro la válvula de admisión del agua debe estar siempre completamente abierta. Ahora hay que observar se que quede abierta muy poco la válvula de salida. Es aconsejable en la mayoría de los casos poner en marcha con carga reducida y esto puede lograrse atornillando las compuertas en la máquina a más no poder. En tonces puede ponerse en marcha el motor. Todas las válvulas en la tubería entre la fuente de suministro de agua y la entrada del Dinamómetro deben estar completamente abiertas. Antes de participar en alguna prueba se debe comprobar el Dinamómetro para asegurarse que el equilibrio en reposo sea justo. El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Desconectar el Dinamómetro del motor.
- 2.- Reglar las válvulas de manera que el agua pase a través del Dinamómetro como en las condiciones normales.
- 3.- Soltar el amortiguador desprendiendo la tuerca espiral infe_

rion.

- 4.- Quitar todas las contrapesas sueltas de la varilla de suspensión, debajo de la balanza de muelle dejando el peso fijo de reposo en posición.
- 5.- Ajustar el volante a mano en el armazón de la balanza de modo que los centros de los brazos esten horizontales; esto se facilita por medio de un pequeño índice'
- 6.- Ajustar el índice en la balanza de muelle a indicar el cero. Para facilitar el ajuste de pequeñas diferencias, el índice va entallado y dotado de un tornillo de sujeción. El Dinamómetro está listo entonces para el funcionamiento y se puede acoplarlo de nuevo al motor despues de que éste haya sido alineado cuidadosamente con el eje del Dinamómetro.
- 7.- Para asegurarse que la balanza de muelle este llevando el peso entero del peso de reposo etc., una vez ejecutados los procedimientos arriba mencionados el brazo de balanza debe ser elevado y deprimido a mano. El índice debe fijarse al cero, y debería ser posible mover el índice unos - cuatro grados al lado de menos de la marcar del cero sin ocasionar rigidez sin restricción.
- 8.- Empujar la tuerca espiral del amortiguador en rebajo. Hacer el ajuste definitivo al funcionar ajustando la tuerca espiral superior. El amortiguador debe rellenarse de - aceite de máquina de buena calidad. Es muy importante que el amortiguador esté completamente relleno y que todo el aire esté evacuado. La amortiguación puede aumentarse o -

disminuirse arreglando la tuerca superior la cual va cerrada en posición mediante un resorte plano. Cualquiera que sea la posición de esta tuerca espiral superior, las lumbreras de derivación del amortiguador pueden descubrirse completamente (sin desarreglar el ajuste) descubriendo la tuerca espiral inferior. Este arreglo permite quitar casi enteramente el efecto de la amortiguación a efectos de comprobar el equilibrio del Dinamómetro parado.

PARA GOBERNAR LA CARGA.

Abranse las compuertas por medio del volante a mano, obrando el estrangulador del motor al mismo tiempo, hasta obtener la carga a la velocidad deseada. Ajustese ambas las válvulas de salida para pasar bastante agua para mantener la temperatura a un grado razonable 140° F (60° C) es una cifra normal con el empleo de agua de conducción principal.

CALCULO DEL H.P. AL FRENO.

La largura del brazo de balanza es tal que se puede emplear una fórmula muy conveniente para calcular el H.P. al freno:

Si W . = Peso neto elevado por el Dinamómetro.

N : = Velocidad en revoluciones por minuto.

K . = Un constante cuyo valor va estampado en la placa.

Pues $H.P.$ al freno = $\frac{W \times N}{K}$

Para nuestro freno $K = 2000$

V.3.- MANTENIMIENTO GENERAL DEL EQUIPO.

ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Se llama la atención de los propietarios de Dinamómetro a los puntos siguientes que afectan en gran medida la durabilidad de los elementos de absorción de potencia del Dinamómetro:

- 1.- Limpieza del agua de circulación.
- 2.- Mantenimiento del valor P.H entre ciertos límites.

Es esencial que el agua de circulación que pasa por los Dinamómetros y el equipo de enfriamiento sea enteramente exenta de materiales abrasivos tales como arena, cascajo, recortes de hormigón y polvo etc., que son susceptibles a presentarse en cualquier lugar donde se hayan efectuado las operaciones de construcción de edificios, carreteras etc.

La duración de los elementos de absorción de potencia será aumentada por una atención periódica al agua de circulación, incluyendo lo siguiente:

- a) En el caso de una nueva instalación, antes de poner en marcha el Dinamómetro se debe rascar a fondo el sistema entero en lo posible y descargarlo a chorro de agua de circulación que debe reemplazarse dos veces antes de admitirla al Dinamómetro.
- b) El abastecimiento de agua de relleno a la instalación de enfriamiento debe ser enteramente exento de materia abrasiva

y se debe tratarla apropiadamente para elevar su valor PH hasta entre 8 y 8.4.

- c) Toda el agua de circulación debe someterse a pruebas por intervalos frecuentes y el tratamiento debe regularse para mantener el valor PH entre los límites arriba indicados.
- d) Para economizar el empleo de carbonato sódico calcinado y aditivos parecidos, una pequeña cantidad de borax (4 partes) y ácido (1 parte) disueltas juntas en un cubo, es capaz de elevar efectivamente el valor de PH. En su caso particular añaden aproximadamente 25 lbs (11.3 kilogramos) de la mezcla a cada refrigerador cada vez que reemplacen con agua nueva y la mitad de esta cantidad poco más o menos cada vez por semana.
- e) Una vez al mes se debe drenar cada refrigerador y rascar el tanque para quitar el sedimento y purgar finalmente a chorro de agua limpia. Al rellenar el sistema se debe elevar el valor PH hasta aproximadamente 8.4 como preparativo para la marcha del mes venidero, durante el cual no se debe permitir que el valor PH baje por debajo de 8.0.
- f) El empleo de tamises finos en el tanque de admisión de los refrigeradores de agua ayuda mucho a extraer la materia extraña mecánica perjudicial del agua, y se debe examinar y limpiar dichos tamises regularmente.
- g) La válvula de salida del agua en el Dinamómetro debe ajustarse para que, al funcionar a plena carga el agua salga del Dinamómetro a 156°F (65.7 C) a menos: la válvula de admisión debe quedar naturalmente abierto a paso libre.

- h) Una vez en cada dos meses el interior de la caja del refrigerador y los esqueletos de las planchas distribuidoras deben rasarse y pintarse de pintura bitumástica.

COJINETES.

Engrasense todas las piezas una vez por semana por lo menos y más frecuentemente si la máquina viene empleada a menudo. Es muy importante que nunca se permita la entrada de agua o humedad alguna a los cojinetes. Por eso, la calidad de la grasa debe ser escogida con cuidado: una cantidad de grasa apropiada va recomendada en la placa de inscripción del Dinamómetro.

No se debe atacar la grasa muy apretadamente, de otro modo puede resultarse el calentamiento. Las cajas no deben rellenarse de grasa de más de tres cuartos.

DESMONTAJE DE LOS COJINETES.

- 1.- No se quiten los cojinetes del eje a menos que no sea de todo punto necesario.
- 2.- Si se debe quitarlos, hay que lavar los cojinetes a fondo con gasolina limpia, antes de reponerlos.
- 3.- Para retirar un cojinete de eje, quítese la contratuerca del eje y empléense los tornillos de retiro dispuestos por detrás de las cajas de los cojinetes, en los Dinamómetros de mayor tamaño. En los Dinamómetros mas pequeños se debe retirar los cojinetes separando las cajas y elevando una media caja, tocando ligeramente el extremo del eje al mismo tiempo.

- 4.- No se debe golpear ninguna parte de un cojinete de bolas o de rodillos con un martillo.

AJUSTES DE LOS COJINETES.

- 1.- La pista interior debe ser ajustable a toque sobre el eje. Si es demasiado apretado resultará un daño, debido a la expansión de la pista; y si es demasiado floja, como el ajuste ordinario a empuje de mano el cojinete podrá girar sobre el eje.
- 2.- El resalto contra el cual podría apoyarse el cojinete ha de ser absolutamente cuadrado y exento de contusiones.
- 3.- Para ajustar un cojinete conviene emplear un tubo a pasar sobre el eje, pero también convendría emplear en alternativa un puntero de materia blanda, tocando ligeramente al mismo tiempo alrededor del cojinete junto a la superficie del eje, evitando un movimiento demasiado zig'zag.
- 4.- La pista exterior debe tener un buen ajuste a empuje de mano en la caja.
- 5.- Al ajustar la pista interior o exterior, dispóngase que las partes vengan engrasadas antes con un poco de aceite.
- 6.- Al ajustar una polea, acoplamiento o piñón, apóyese el extremo del eje para aliviar al cojinete el choque debido al movimiento de martillo.

PRENSA - ESTOPAS DEL EJE.

Debe tenerse cuidado a mantener estos bastante impermeables el -

frotamiento indebido. Los prensa-estopas deberán ser empaquetados de nuevo en caso de necesidad con empaquetadura de la misma marca que aquella recomendada por nosotros. Si la empaquetadura no esta deteriorada, podrá bastar solamente insertar un solo aro nuevo. Sin embargo, si el prensa-estopas tiene demasiada fuga como resultado del empleo continuo, conviene quitar la empaquetadura por completo y reponer nuevos aros. Si se realiza esto se debe cortar la nueva empaquetadura en trozos exactos, precisamente suficientes para envolver el eje de manera que los extremos se junten de tapa. Los nuevos aros deben colocarse en el prensa-estopas con las juntas en los aros contiguos espaciados de 180. Después de insertar cada aro empujeselo en el espacio del prensa-estopas a más no poder, y dese al eje una vuelta completa antes de insertar el aro siguiente. Después de empaquetar de nuevo hágase entrar el prensa-estopas cuidadosamente a velocidad reducida recogiendo en caso de necesidad por medio de las tuercas de ajuste. Nunca se debe funcionar el Dinámometro sin agua, pues esto resulta perjudicial a la empaquetadura.

DRENAJE.

El agua debe drenarse de la caja a conclusión del ensayo para evitar la corrosión; esto es importante en tiempo muy frío para impedir la congelación. Abriendo el grifo de aire se facilitará el drenaje.

AMORTIGUADOR.

El aceite en el amortiguador no debe permitirse de hacerse es-

peso y debe cambiarse tan frecuentemente como se presente la necesidad. El amortiguador debe tenerse siempre relleno de acéite li
viano de máquina de buena calidad.

EQUIPO DE BALANZA.

Se debe engrasar periodicamente la distribución de corredera en esta parte del Dinamómetro y protegerla contra el óxido, sobre todo en las juntas de perno. Cuando se prepara para un ensayo examinense las juntas para ver que no haya restricción. A la conclusión de un ensayo se debe quitar la carga a la balanza de muelle, quitando los pesos suel
tos y operando el volante a mano sobre el armazón de la balanza, de modo que el efecto entero del peso de reposo venga llevado por los topes inferiores del brazo de balanza y el índice de la balanza indique su máximo.

TAQUIMETRO.

El piñón al extremo de la varilla de comando del taquímetro de
be examinarse para averiguar el gasto una vez por mes destornillando la varilla de la caja, antes de destornillar la varilla descóplese el resorte de comando del taquímetro y quítese el taquímetro del soporte de apoyo. líenese y atornillese frecuentemente la copa de engrase.

Solamente se debe utilizar el aceite de reloj de primera calidad y parcamente, para lubricar las piezas interiores en movimiento del ta
químetro nunca debe emplearse el aceite ordinario de máquina pues es susceptible de engomar el mecanismo. Esto no se refiere a los engranajes
sobre el eje del Dinamómetro los cuales accionan el vástago del ta
químetro para los cuales la grasa de buena calidad debe ser empleada.

CONTRAPESOS.

Manténganse en condición y no reventada y compruébese de vez en cuando la exactitud.

EQUIPO DE ESCLUSA.

Manténganse las prensa-estopas en condición satisfactoria. Lubriquese de vez en cuando con aceite las cremalleras de esclusa roscadas, el contra-eje y sus bujes respectivos. Engrasese el rodaje.

PRUEBA # 1.- PAR DE ROTACION Y VELOCIDAD (RPM) CON EL ACELERADOR
TOTALMENTE ABIERTO.

Objetivo.- Al finalizar esta prueba el alumno estará capacitado para:

- 1.- Operar el Dinamómetro en condiciones de prueba.
- 2.- Saber calcular la potencia en H.P del motor.
- 3.- Realizar gráficas de comportamiento de par de potencia del motor.

EQUIPO NECESARIO:

- 1.- Dinamómetro Froude.
- 2.- Motor de cuatro tiempos Nissan Tipo A-10!

DESCRIPCION DE LA PRUEBA.

Esta prueba es una buena forma de obtener la potencia máxima del motor a cualquier velocidad (RPM) dentro de las posibilidades de revolucionamiento del motor. La Fig V.2. es una gráfica de las especificaciones que debe proporcionar el fabricante pero que por no inducir al estudiante sobre la obtención de los datos, no es la que corresponde al motor de la prueba pero sirve como un formato base para los datos obtenidos,

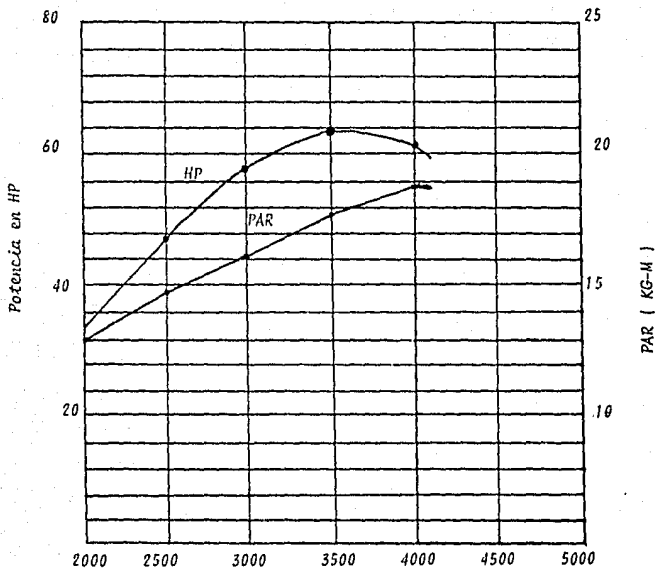


Figura V.2.- Gráfica Ejemplo de comportamiento de un Motor.

Como podemos observar es una gráfica combinada donde los valores de la potencia se colocan sobre el lado izquierdo y los del Par sobre el lado derecho. Generalmente las especificaciones dan la potencia y el Par máximo y los RPM a los que se producen. El Par máximo se logra cuando el motor alcanza su máxima eficiencia volumétrica. Obsérvese que el Par de rotación aumenta constantemente, al aumentar las revoluciones hasta alcanzar un punto en el cual el motor tomó la carga máxima de combustible. Por arriba de esta velocidad, un número de factores influyen reduciendo el volumen de carga resultando en una disminución del Par.

PROCEDIMIENTO.-

NOTA.- Antes de iniciar la prueba repase los procedimientos generales para el encendido del motor, operación del Dinamómetro, así como las reglas de seguridad.

1.- Después del procedimiento de encendido del motor apáguelo desprendiendo las llaves del switch de ignición y proceda a acoplarlo al Dinamómetro mediante su junta universal y proceda a colocar la protección del eje.

2.- Proceda a colocar la perilla del control de carga en la posición mínima.

3.- Abra la válvula de paso del agua del Dinamómetro y vuelva a encender el motor.

4.- Encienda la motobomba y ajuste la presión del flujo a 1.75 Kg/cm^2 .

5.- Aumente la apertura del acelerador al mismo tiempo dando carga al motor hasta que el acelerador este totalmente abierto y el tacómetro indique 5000 RPM.

6.- Registre las mediciones de carga mediante las siguientes fórmulas:

$$H, P, = \frac{W \times N}{K} \quad \text{donde} \quad W = \text{Peso medido en la báscula}$$

$N = \text{Revoluciones por minuto.}$

$K = \text{Constante del freno.}$

$$\text{Siendo } 2000 = \frac{60 \times 76}{277r} \quad K = 2000$$

$$r = \frac{160 \times 76}{277 \times 2000} = 36$$

$$\text{Par} = W \times 0.36 \text{ Mts.}$$

PRUEBA # 2.- PAR DE ROTACION A VELOCIDAD (RPM) CONSTANTE Y APERTURA
VARIABLE DEL ACELERADOR.

OBJETIVO: El alumno al finalizar el experimento será capaz de :

- 1.- Demostrar los cambios de potencia a la variación de carga mientras las revoluciones permanecen constantes.
- 2.- Determinar el comportamiento del motor bajo condiciones de carga variable y velocidad constante.

EQUIPO NECESARIO.

DINAMOMETRO FROUDE.

MOTOR DE CUATRO TIEMPOS NISSAN TIPO A-10

PROCEDIMIENTO:

Un ejemplo práctico de lo que podemos comprobar en este experimento lo tenemos en la conducción de un automóvil en carretera. El chofer o conductor desea viajar a una velocidad constante, diga mos 100 Km/hr, para poder llegar en el menor tiempo posible, si no fuera por factores incontrolables, simplemente se ajustaría la posición del acelerador y el conductor se concretaría a guiar el vehículo. Sin embargo los factores de cuestas y curvas, hacen variar la carga del motor sin que tengamos ningún control sobre ellos. Para compensar los factores anteriores es necesario ajustar frecuentemente el acelerador a mayor o menor carga del motor. Al subir una cuesta se abrirá el acelerador para evitar la pérdida de velocidad, al descender dejaremos de acelerar para evitar que aumente la velocidad

En las curvas se acelerará un poco para compensar la carga adicional por el cambio en la dirección.

Hay motores de servicio pesado que deben de ajustarse a medida que cambie la carga y para realizar esta función cuentan con reguladores automáticos (mejor conocidos como gobernadores). Un ejemplo de lo anterior son los grandes motores que mueven los generadores y que deben de trabajar a una velocidad angular constante.

Para la realización del presente experimento sugiero una velocidad de operación intermedia aceptable (3000 RPM), sin carga. A partir de este ajuste se incrementa la apertura del acelerador 10% en cada incremento aumentando la carga a la vez para conservar la velocidad constante hasta que el acelerador se encuentre totalmente abierto. Los datos que obtengamos nos determinaran el funcionamiento del motor bajo las condiciones de velocidad constante y carga variable.

PROCEDIMIENTO:

NOTA: Antes de arrancar el motor repase los procedimientos generales.

Habiendo arrancado el motor y estando este caliente siga los siguientes pasos:

- 1.- a) Abra las perillas del agua del freno hidráulico y ajústelo al mínimo.
- b) Arranque el motor y ajuste el acelerador para 3000 RPM aproximadamente.

- 2.- Registre esta velocidad al pie de la tabla V lo cual definirá la velocidad para la cual se hace el experimento.
- 3.- Ajuste el acelerador hasta un 30% de su carrera y aumente la carga al motor por medio del freno hidráulico hasta reducir la velocidad a 3000 RPM.
- b) Anote la lectura en la tabla V.3 en la columna de (PAR)
- c) calcule la potencia y registre el resultado en la columna (Potencia) de la tabla V.3

RPM _____

Accelerador en	Par (Kg-m)	Potencia HP
30%		
40%		
50%		
60%		
70%		
80%		
90%		
100%		

Figura V:3.- Tabla de anotaciones de Registro de Potencia y Par'

- 4.- a) Aumente la apertura del acelerador en los valores de aceleración restantes en la tabla y utilizando el freno hidráulico limite la velocidad a 3000 RPM.
- b) Anote en la tabla los valores del (PAR) y calcule la potencia inscribiendolas en la misma tabla.
- c) Suprima la carga, cierre totalmente el acelerador y para el motor.
- 5.- Trace las gráficas de par de rotación y potencia en la gráfica en blanco de la fig. V.4

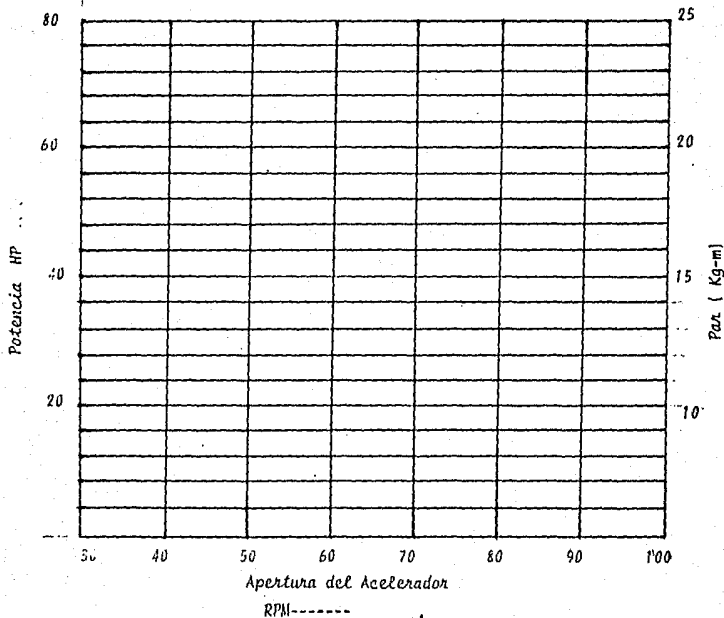


Figura V:4.- Gráfica de Par de Rotación y Potencia (HP)

PRUEBA # 3 .- AJUSTES EN LA MEZCLA DEL CARBURADOR.

OBJETIVO: El alumno al finalizar el experimento será capaz de :

- 1.- Ajustar el carburador del motor de cuatro tiempos para las diferentes condiciones de trabajo.
- 2.- Constatará los efectos que se tienen por mezclas pobres y ricas de aire y combustible.

EQUIPO NECESARIO:

- 1.- Dinamómetro Froude.
- 2.- Motor de cuatro tiempos Nissan Tipo A-10
- 3.- Desarmador plano # 6

DESCRIPCION:

El carburador es el elemento donde se controla una mezcla de aire-combustible que nos asegure un funcionamiento aceptable del motor. El ajuste del carburador se da a través de dos válvulas de aguja que se encuentran ubicadas en la parte inferior del carburador y son fácilmente reconocidas por los resortes que las mantienen en su sitio. Lógicamente el carburador puede ser ajustado para una mezcla económica mayor de una relación 15:1 (se dice 15 a 1) lo cual significa que por cada 15 Kg de aire se mezclará 1 Kg de gasolina así como para una mezcla rica de hasta 5:1 la condición del mezclado cambiará de acuerdo a las necesidades de operación del motor. Digamos por ejemplo de una mezcla rica que se requiere arrancar

un motor frío lo cual necesita una mezcla extremadamente rica ya que la gasolina de la mezcla se condensa sobre las paredes frías del sistema de admisión. Se emplea un ahogador para limitar el su ministro de aire y forzar al motor a aspirar mas combustible.

Si el motor va a trabajar a su potencia máxima se requiere una mezcla rica, sin embargo si la mezcla es demasiado rica la potencia se reducirá ya que no se cuenta con suficiente oxígeno en el aire que se aspire como para quemar todo el combustible.

Un carburador sencillo no puede conservar una velocidad cons tante de aire a combustible para velocidad variable y con una posi ción fija del acelerador, sino que varía para diferentes ajustes del acelerador a menos que tenga un sistema de compensación. Lo an terior puede obtenerse haciendo ajustes a las válvulas de agujas.

PROCEDIMIENTO.

NOTA: Antes de arrancar el motor repase la revisión preopera cional y los procedimientos de arranque de los proced dimientos generales:

- 1.- a) Coloque la carga del dinamómetro en mínimo { girandola hasta el tope en sentido contrario al sentido del reloj}
- b) Haga girar con el desarmador { en el sentido del reloj} las válvulas de aguja del carburador hasta que estén completamente cerradas.
- c) Haga girar las válvulas de aguja { en sentido contrario

a las manecillas del reloj) 1 1/2 vueltas, coloque una pequeña señal en este punto para tenerlo como referencia.

NOTA: Al girar la válvula y el desarmador se alinie a la muesca se le habrá dado 1/2 vuelta.

- 2.- Después del arranque y de haber calentado el motor, aumente lentamente la apertura del acelerador hasta 100%, aumentando la carga a la vez para tener 4500 RPM.
- 3.- a) Ajuste la carga del dinamómetro y la válvula de aguja del carburador para alcanzar la indicación del Par máximo en el medidor de carga a una velocidad de 4500 RPM. Anote la posición de las válvulas de aguja y el par de rotación a 4500 RPM.

NOTA: Registre la posición de las válvulas de aguja contando las vueltas dadas hacia afuera. Por ejemplo si para llegar a 4500 RPM se requieren 1/2 vuelta hacia afuera donde el punto de partida 1 1/2 vueltas hacia afuera más media vuelta hacia afuera la posición final será 2 vueltas hacia afuera.

- b).- Ahora haga girar la válvula de aguja hacia adentro (en el sentido del reloj) hasta que el motor empiece a fallar y marche irregularmente anotando la posición de la válvula.
- c).- Anote los valores anteriores en la tabla V.5

- 4.-a) Repita las pruebas de ajuste del carburador para otras velocidades (RPM) que estan anotadas en la tabla inferior.

RPM	PAR (KG-M)	VUELTAS HACIA AFUERA (HP MAX)	HP	VUELTAS HACIA AFUERA. (POBRE)
5000				
4500				
4000				
3500				
3000				
2500				
2000				

Figura V.5.- Tabla para anotación de valores de ajuste a la válvula del Carburador.

Despues de terminar las pruebas para 2000 RPM suprime la carga y reduzca la apertura del acelerador y para el motor.

PRUEBA # 4.- MEDICION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

OBJETIVOS: El alumno al finalizar el experimento será capaz de:

- 1.- Calcular los consumos de combustible mediante la báscula y hacer los diagramas respectivos.

EQUIPO NECESARIO:

Dinamómetro Froude.

Motor de cuatro tiempos Nissan Tipo A-10.

Báscula y sistema de combustible.

Reloj

DESCRIPCION:

Cuando nosotros vamos a adquirir un motor nos es de especial interés el conocer la eficiencia que nos va a dar. Es decir el consumo de combustible con respecto al resultado que queramos ya sea en kilómetros en el caso de un automóvil o kilowatts en el caso de mover un generador, etc., y por lo tanto nos es esencial dentro del funcionamiento del motor la medición precisa y significativa del consumo de aire y combustible.

Si midieramos el combustible en base al faltante volumétrico del mismo tendríamos una cifra aproximada a la cantidad utilizada pero tal vez el tanque no se había llenado al punto de rebase. hubo algún derrame etc., Además en este cálculo no se toma en cuenta los períodos de marcha mínima y así, el valor restante es un promedio y no indica el consumo exacto.

Nuestro sistema de combustible nos proporciona un medio para determinar el consumo de combustible exacto en un tiempo determinado de la prueba. En esta práctica se familiarizará con el sistema de referencia.

1.- El pesaje del combustible se hace a partir de que el motor se encuentre en las condiciones de revolucionamiento deseadas.

2.- Se ajusta la lectura de la báscula y en ese preciso momento se pone a funcionar un reloj.

3.- Al transcurrir 10 minutos en que el motor ha estado funcionando en las condiciones de revolucionamiento y cargas deseadas se apaga el motor y se para el reloj. Se realiza entonces una medida del combustible restante y por medio de la diferencia se conoce el consumo de combustible en las condiciones deseadas del motor.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE	•	PESAJE INICIAL	-	PESAJE FINAL
---------------------------	---	-------------------	---	-----------------

PROCEDIMIENTO:

1.- Utilizando el siguiente procedimiento como guía instale el sistema de medición de combustible:

- a).- Corrobo de que el depósito de gasolina este limpio.
- b).- Llene el depósito de gasolina lo suficiente para poder efectuar todos los experimentos sin tener que rellenar.
- c).- Coloque la báscula sobre una base firme y por encima del flotador del carburador, después coloque el depósito de combus

tible en la tarima de la báscula.

NOTA: Antes de arrancar el motor repase la resisión preoperacio
nal y los procedimientos de arranque de los procedimientos gene
rales.

2.- a) Coloque la carga del Dinamómetro en el mínimo.

b) Arranque el motor y defelo calentar a 3000 RPM durante
te 30 segundos.

3.- Con el motor funcionando a 3000 RPM sin carga es un buen
ejemplo para iniciar la práctica.

4.- Otro ejemplo para esta práctica puede ser el aumentar el
acelerador mientras se da carga al acelerador hasta que esté total
mente abierto, y la velocidad permanezca en 3000 RPM. Puede anotar
los valores en una tabla como la siguiente:

VELOCIDAD	CARGA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE.
3000	0	
3000		

PRUEBA # 5.- MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AIRE.

OBJETIVO: El alumno al finalizar el experimento será capaz de:

Medir el flujo de aire utilizando el medidor y la toma de presión que de este se realice.

EQUIPO NECESARIO:

DINAMOMETRO FROUDE.

MOTOR DE 4 TIEMPOS NISSAN TIPO A-10

EQUIPO MEDIDOR DE FLUJO.

1 DESARMADOR PLANO # 6

DESCRIPCIÓN:

Los Motores de combustión interna necesitan de aire el cual es un elemento indispensable en el proceso de combustión. En el experimento # 3 lo que hicimos fue ajustar la proporción de gasolina en la mezcla a quemarse en la combustión donde mencionamos que la proporción de la mezcla es variable de acuerdo al tipo de operación que se desee del motor.

A continuación les presento el sistema de medición con sus elementos para medición del aire: El sistema cuenta con una boquilla de precisión por la cual se hace pasar el flujo de aire al carburador anteponiendo un tambo de 200 litros como amortiguador de impulsos, y luego por una manguera flexible al carburador como se indica en la Figura V.6

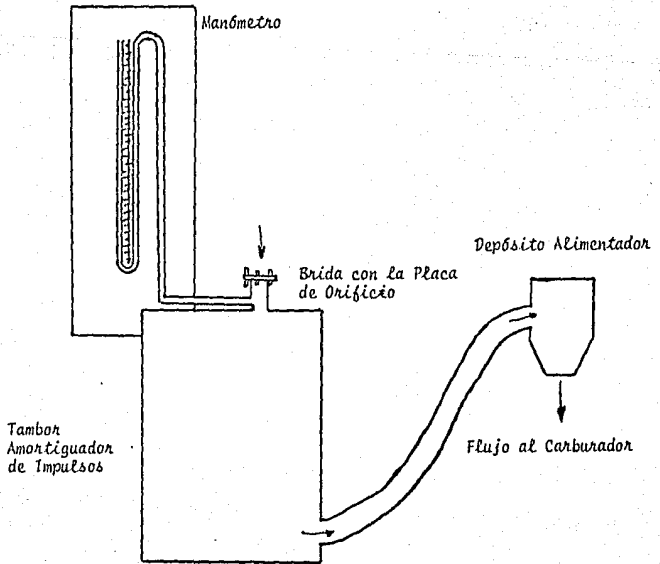


Figura V.6.- Sistema de Medición de flujos de Aire.

La diferencia de presión que haya en la boquilla, se mide en pulgadas de agua por medio de un manómetro líquido.

La presión de aire suele expresarse como la altura de la columna de agua, en centímetros o pulgadas que puede soportar.

PROCEDIMIENTO.

- 1.- a) Compruebe que la boquilla mediadora se encuentra instalada en la brida sobre el tambor de amortiguador de impulsos.

- b) Quite el filtro de aire del motor y conecte la manguera que viene del tambor.
- b.1) Con el filtro de aire retirado, fije la manguera con la abrazadera.
- b.2.) Revise ambos extremos de la manguera, las conexiones deben de ser herméticas.
- c) Conecte el manómetro en la toma de presión que se encuentra inmediata a la brida de la boquilla.

NOTA: Antes de arrancar el motor repase la revisión preoperacional y los procedimientos de arranque de los procedimientos generales.

- 2.- a) Ponga el control de carga en mínimo (girando la perilla hasta el tope en el sentido contrario a las manecillas reloj)
- b) Arranque el motor y espere a que se caliente.
- 3.- Con el motor girando a 3000 revoluciones y sin carga registre la lectura del manómetro y de acuerdo a la constante de la placa de orificio se obtendrá el flujo. Para nuestro estudio tendremos dos placas de orificio que tienen las siguientes constantes:

DIAMETRO DE LA PLACA	CONSTANTE DE LA PLACA	CAPACIDAD EN REVOLUCIONES
2.557 Cms	1.08 Mts ³ /min $\frac{p}{g} \frac{H_2O}{2}$	4000
3.68 Cms	0.903 Mts ³ /min $\frac{p}{g} \frac{H_2O}{2}$	5000

Para el cálculo de la cantidad de aire multiplique la constante de la placa por la raíz-cuadrada de la presión del manómetro y el resultado nos lo dará en Mts^3 de Aire/min, y si se requiere su peso solamente hay que multiplicar por la constante:

$$0.64375 \text{ Kg/Mts}^3 \text{ sw Aire.}$$

4.- Aumente con lentitud la apertura del acelerador dando carga simultaneamente al motor hasta que el acelerador esté totalmente abierto y la velocidad permanezca en 3000 RPM. Registre la lectura del manómetro y conviertala en flujo de aire.

REVOLUCIONES	CARGA	FLUJO DE AIRE
3000	0	
3000		

PRACTICA # 6 PAR DE ROTACION, CONSUMO DE AIRE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE
CON ACELERADOR TOTALMENTE ABIERTO Y VELOCIDAD VARIABLE

OBJETIVO: El alumno al finalizar el experimento será capaz de:

- 1.- Calcular las relaciones de aire-combustible de acuerdo a los datos proporcionados por el sistema medidor de flujo de aire y el de medición de combustible.
- 2.- Calcular la presión media efectiva al freno de acuerdo a los datos obtenidos acerca del Par de rotación y desplazamiento volumétrico del motor.
- 3.- Calcular el consumo específico de combustible (CEC) y la eficiencia térmica de acuerdo a los valores obtenidos del gasto de combustible y la potencia de prueba.
- 4.- Calcular la eficiencia volumétrica de acuerdo a los datos obtenidos de flujo de aire, el desplazamiento volumétrico y la velocidad del motor.

EQUIPO NECESARIO:

DINAMOMETRO FROUDE,

MOTOR DE 4 TIEMPOS NISSAN TIPO A-10

EQUIPO MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE.

EQUIPO MEDIDOR DE COMBUSTIBLE.

RELOJ.

DESCRIPCION:

Las características como RPM, el Par y el cálculo de la potencia nos proporcionan una buena concepción de las características de operación de un motor. Sin embargo conociendo los consumos exactos de aire y combustible nos es posible el determinar la eficiencia volumétrica, consumos específicos de combustible (CEC), la presión media efectiva al freno ---

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

(PNEF), la elaboración de gráficas de relaciones aire a combustible y conocer la eficiencia térmica. Con todos los factores anteriores tendremos la información completa sobre las características totales de operación del motor.

La relación de aire a combustible es el índice que nos indica la proporción de la mezcla que entra al cilindro. La relación de aire a combustible varía debido a diversos factores como: la carga que tiene que mover el motor, apertura del acelerador, la apertura de la válvula de aguja en el carburador etc. La relación de aire-combustible se expresa como:

$$\text{RELACION DE AIRE A COMBUSTIBLE} = \frac{\text{CONSUMO DE AIRE (en Kg/h o Lb/h)}}{\text{CONSUMO DE COMBUSTIBLE (en Kg/h o Lb/h)}}$$

El consumo específico de combustible (CEC) es otra índice del motor el cual nos indica la cantidad de combustible que consume un motor por cada unidad de potencia desarrollada. El (CEC) puede variar según la velocidad del motor y la apertura del acelerador. El consumo específico de combustible se expresa como:

$$\text{CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE} = \frac{\text{Consumo de Combustible en Kg/h o Lb/h}}{\text{Potencia en HP}}$$

La eficiencia térmica es la relación de la potencia desarrollada por el motor a la potencia disponible en el combustible. Por lo general se identifica con la letra griega minúscula: η

La eficiencia térmica varía de acuerdo a los mismos factores expresados para el CEC. La eficiencia térmica se expresa como:

$$\text{EFICIENCIA TERMICA} = \frac{13.1\%}{\text{(CEC en Lb/h-HP)}} \quad \text{(Fórmula Simplificada)}$$

La presión media efectiva al freno (PNEF) es la presión promedio ejercida por el motor sobre el pistón durante un ciclo de operación completo. Durante la carrera de fuerza del pistón se le proporciona potencia al cigüeñal pero los otros tres: Admisión, compresión y escape se absorbe parte de esta potencia. La PNEF es la diferencia entre la presión correspondiente a la fuerza desarrollada en la carrera de impulso del pistón y la suma de los valores de presión correspondientes a las otras tres carreras.

y a la fricción interna del motor. La PNEF se calcula utilizando el desplazamiento volumétrico y substituyendolo en la siguiente fórmula:

$$\text{PNEF} = \frac{150.8 \times \{ \text{Par en Lb-pie} \}}{\text{Desplazamiento en Plg}^3} \quad (\text{Fórmula simplificada})$$

La eficiencia volumétrica del volumen de la mezcla de aire y combustible admitida en el cilindro cuando el motor al volumen real de aquel. Es decir que el cilindro debe de llenarse en un 100% de su capacidad pero debido a ciertos factores esto no se realiza sino en un 60% al 80%. La eficiencia volumétrica se expresa como :

$$\text{EFICIENCIA VOLUMETRICA} = \frac{75500 \times \text{CONSUMO DE AIRE EN LB/H}}{\text{DESPLAZAMIENTO X RPM}} \quad (\text{Fórmula Simplificada})$$

En el presente experimento se operará el acelerador en siete diferentes velocidades (RPM) en las cuales se medirá el Par, los consumos de combustible y Aire. A partir de los datos anteriores se calculará la potencia en HP la relación aire-combustible, la eficiencia volumétrica, la eficiencia térmica, el consumo específico de combustible y la PNEF, Se trazaran gráficas de cada una de estas características del motor y se analizará el resultado.

NOTA: De acuerdo al cuadro comparativo de automóviles editado en 1984 por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial el Motor Nissan para el Datsun tiene 1565 cm³ de cilindrada.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- a) Conecte el sistema medidor de aire al motor comprobando que tenga la boquilla más grande.
- b) Ponga suficiente gasolina en el depósito para ello y colóquelo sobre la báscula.

NOTA: Antes de arrancar el motor repase los procedimientos generales para el arranque del motor.

- 2.- a) Arranque la bomba de aire colocando el dinamómetro en carga mínima.
- b) Arranque el motor y dejelo calentar como se indica en los procedimientos generales.
- 3.- a) Va una vez caliente el motor aumente tentamente la posición del acelerador mientras aumenta la carga para mantener una velocidad del motor de 3500 RPM.
- b) Ajuste la válvula de aguja del carburador para obtener una indicación máxima en el medidor de carga a 3500 RPM. La relación de combustible en este ajuste deberá ser entre 11:1 hasta 14:1.
- 4.- a) Registre los valores del Par de rotación, del consumo de aire y del consumo de combustible para las distintas velocidades en la hoja de datos para análisis del motor Fig V.7
- b) Por medio de las lecturas inicial y final de la báscula se determina el consumo de combustible.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE = $\frac{\text{Lectura Final} - \text{Lectura Inicial}}{\text{Tiempo transcurrido entre la toma de las lecturas.}}$

- c) Para el flujo de aire lea las columna de agua levantada en manómetro de la toma de presión del sistema de flujo de aire y obtenga la raíz cuadrada del diferencial de la presión en pulgadas de columna de agua y multiplique el resultado por la constante de la placa que a continuación les expongo:

DIAMETRO DE ORIFICIO	RANGO DE MEDICION RPM	CONSTANTE DE LA PLACA.
1.45	4000 - 5000	0.903
1.05	2000 - 4000	1.08°

CONSUMO DE AIRE = CONSTANTE DE LA PLACA X $\sqrt{\Delta \text{ PRESION}}$

d) De acuerdo al consumo de combustible y la potencia en HP,
cálculé el consumo específico de combustible (CEC)

CEC = CONSUMO DE COMBUSTIBLE / HP

e) Empleando el consumo de aire y el desplazamiento volumétrico
cálculé la eficiencia volumétrica.

EFICIENCIA VOLUMETRICA * $\frac{\text{Peso real del aire}}{\text{Peso teórico del aire.}}$

Para facilitar los cálculos podemos utilizar la siguiente fórmula
la que por razones de simplicidad será satisfactoria pero que tendrá
que manejarse bajo el sistema inglés de medidas.

EFICIENCIA VOLUMETRICA * $\frac{75,500 \times (\text{Consumo de aire})}{\text{desplazamiento} \times \text{RPM}}$ %

f) de acuerdo al Par de rotación y el desplazamiento volumétrico
cálculé la presión media efectiva al freno:

PMEF = $\frac{\text{Presión teórica constante.}}{\text{Presión Real Constante.}}$

Para facilitar los cálculos podemos utilizar la siguiente fórmula que por razones de simplicidad será satisfactoria pero que tendrá que manejarse bajo el sistema inglés de medidas.

$$PMEF = \frac{150.8 \times (\text{Par en Lb - pie})}{\text{Desplazamiento en Pulgadas}^3} \cdot \frac{\text{Lb}}{\text{Plg}^2}$$

g) De acuerdo al consumo específico de combustible calcule la eficiencia térmica:

$$\text{EFICIENCIA TERMICA} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Calor suministrado.}}$$

Se puede buscar los valores apropiados del calor proporcionado por peso de combustible y el valor del calor necesario para producir un HP • pero por razones de facilidad de cálculo podemos utilizar la siguiente fórmula satisfactoria, pero tendrá que manejarse bajo el sistema inglés de medidas:

$$\text{EFICIENCIA TERMICA} = \frac{13.1 \%}{\text{CEC.}}$$

- h) Anote los valores calculados por las fórmulas anteriores en la tabla V.7
- i) Utilizando el control de carga ajuste la velocidad del motor para las otras velocidades de la tabla V.7 y registre los valores de consumo tanto de aire como de combustible y el valor de Par.
- f) Cuando están completos los datos correspondientes para todas las velocidades proceda a poner el motor en marcha mínima disminuyendo también la carga y proceda al procedimiento de paro del

motor en los procedimientos generales y proceda.

k) Calcule los otros datos de la tabla y proceda al llenado de la misma.

5.- Con los datos registrados en la tabla de datos para el análisis del motor, trace las curvas correspondientes en la gráfica (Fig V.8) de datos de prueba del motor.

FIGURA V:7.- TABLA DE DATOS PARA ANALISIS DEL MOTOR.

Fecha de Prueba _____

Nombre del Alumno _____
 No. De Registro _____
 Materia _____
 Horario _____
 Firma del Laboratorista _____
 Observaciones _____

RPM	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
PAR (KG-M)							
MANOMETRO (P ₂ g H ₂ O)							
BOQUILLA							
POTENCIA HP							
CONSUMO DE AIRE (Kg/h)							
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Kg/h)							
RELACION AIRE-COMBUSTIBLE							
CEC KG/h- HP							
EFICIENCIA VOLUME TRICA (%)							
PMEF KG/ cm ²							
EFICIENCIA TERMICA (%)							

V.8.- GRAFICA DE LOS DATOS DE RRUEGA

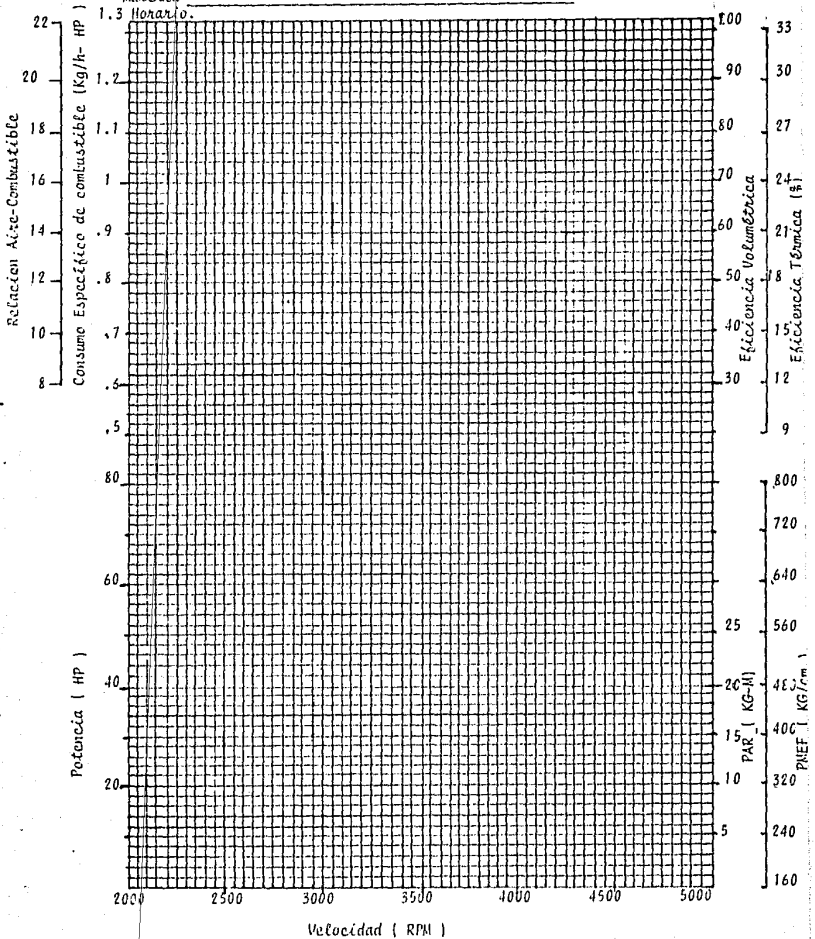
Nombre del Alumno _____

Fecha de Prueba _____

No. de Registro _____

Materia _____

Horario _____



PRACTICA # 7.- PAR DE ROTACION, CONSUMO DE AIRE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE A VELOCIDAD CONSTANTE Y APERTURA VARIABLE DEL ACELERADOR.

OBJETIVO: Al finalizar este experimento el alumno será capaz de:

- 1.- Corroborar la dependencia que existe de las revoluciones - (RPM) con respecto a la carga, y de la relación aire-combustible con respecto a la apertura del acelerador.
- 2.- Corroborar los efectos de la apertura del acelerador con respecto a la eficiencia térmica del motor. Además de los cambios de potencia con respecto al acelerador cuando se sos tiene las revoluciones.

EQUIPO NECESARIO:

- 1.- DINAMOMETRO FROUDE.
- 2.- MOTOR DE CUATRO TIEMPOS NISSAN TIPO A-10
- 3.- BASCULA Y SISTEMA DE COMBUSTIBLE.
- 4.- RELOJ.
- 5.- SISTEMA DE MEDICION DE AIRE.

DESCRIPCION:

La apertura de la válvula del carburador nos es indispensable para alcanzar las mezclas aire-combustible óptimas para el trabajo - que se desea nos proporcione el motor. En el experimento # 3 se probó el carburador en condiciones de acelerador totalmente abierto. En el

presente experimento se someterá a prueba el carburador conservando la velocidad del motor en 3000 RPM y variando la apertura del acelerador. Se observará la respuesta del carburador ante la condición del acelerador con apertura variable.

PROCEDIMIENTO.

- 1.- a) Conecte los sistemas de medición de aire así como también el de combustible.
- b) Asegurese de colocar la placa de orificio de mayor diámetro del orificio y de llenar el depósito de combustible.
- c) Revise que las conexiones de las mangueras de aire y combustible para que queden herméticas.

NOTA: Antes de arrancar el motor repase el procedimiento de arranque que en los procedimientos generales.

- 2.- a) Ponga el control de carga al mínimo.
- b) Arranque el motor y dejelo calentar de acuerdo a los procedimientos generales.
- 3.- a) Aumente la apertura del acelerador hasta la posición de totalmente Abierto (100%) mientras aumenta la carga para mantener el motor a 3000 RPM.
- b) Ajuste cuidadosamente la válvula de aguja del carburador para una carga máxima en el indicador a 3000 RPM. Esto a justa la relación de aire-combustible para la máxima potencia a 3000 RPM.
- c) Anote los valores de Par, consumo de aire y del combustible para una apertura del acelerador del 100 % (Ver Figura V.9)

Figura V:9.- TABLA DE DATOS DEL MOTOR

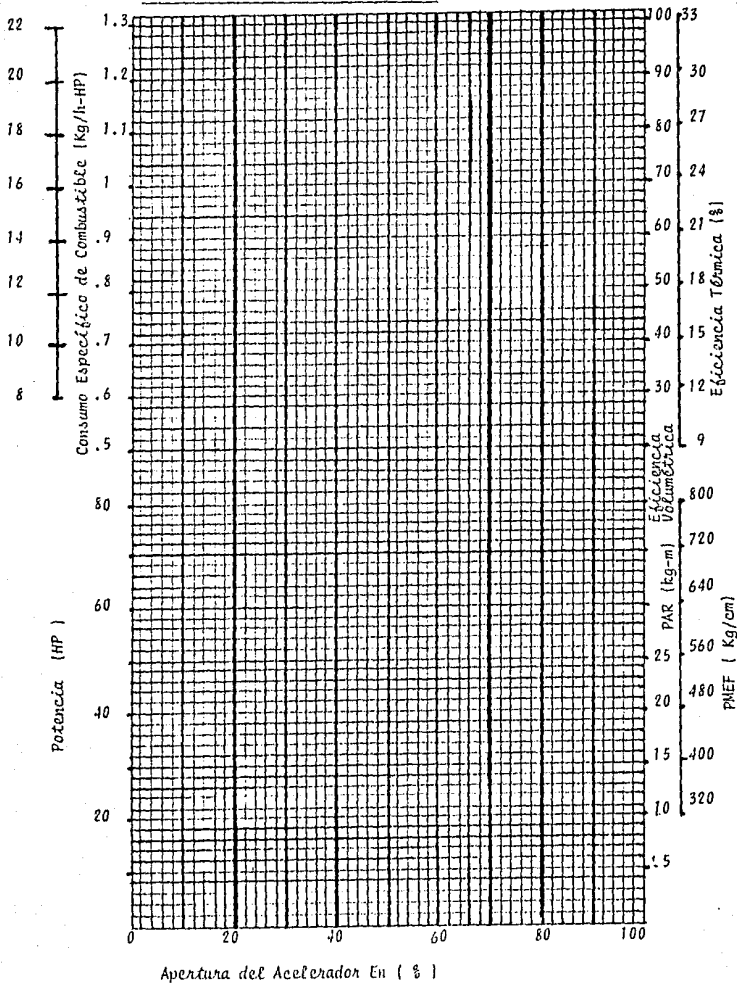
FECHA DE PRUEBA _____

NOMBRE DEL ALUMNO _____
 No. DE REGISTRO _____
 MATERIA _____
 HORARIO _____
 FIRMA DEL LABORATORISTA _____
 OBSERVACIONES _____

APERTURA DEL ACCELERADOR + RPM	XX	20%	40%	60%	80%	100%
Par (Kg-M)						
MANOMETROS (Pulg H ₂ O)						
BOQUILLA						
POTENCIA HP						
CONSUMO DE AIRE (KG/h)						
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (KG/h)						
RELACION AIRE-COMBUSTIBLE						
CEC Kg/h-HP						
EFICIENCIA VOLUMETRICA (%)						
PMEF Kg/ cm ²						
EFICIENCIA TERMICA (%)						

V.10.- GRAFICA DE LOS DATOS DE PRUEBA .

Nombre del alumno _____ Fecha de Prueba _____
 No. de Registro _____
 Materia _____
 Horario _____



- 4.- a) Haga las mediciones anteriores para las otras aperturas indicadas en la hoja de datos. Conservando la velocidad de 3000 RPM.
- b) Al terminar las otras anotaciones, disminuya la apertura del acelerador al momento que disminuya la carga y pare el motor.
- c) Calcule la potencia, consumo de aire, el consumo de combustible, la relación de aire⁴combustible, consumo específico de combustible (CEC), la Eficiencia Volumétrica, la presión media efectiva al freno (PMEF) y la eficiencia térmica para cada uno de los ajustes anotados y coloque los resultados en la hoja de datos para análisis del motor. De ser, necesario repase los conceptos expuestos en el experimento anterior.
- 5.- a) Pase a la gráfica de datos (Figura V: 10) y anote los datos del encabezado.
- b) A partir de los datos de prueba del motor, trace las curvas características.

CONCLUSIONES.

Las presentes son una serie de notas que se han ido acumulando a través de la realización práctica de la tesis y que a continuación expongo:

ACERCA DEL MEDIDOR DE AIRE.

El medidor de aire funciona mejor si se instala una serie de tubos que nos ayuden a orientar el flujo a través de la placa de orificio y hacemos un recipiente a la entrada del carburador en vez de colocar la manguera directamente acoplada a la entrada del carburador. Además de que la toma de presión debe de ser ubicada a una distancia de la placa equivalente a la mitad del diámetro de éste.

ACERCA DEL MEDIDOR DE COMBUSTIBLE.

El sistema de medición de combustible funciona mejor si se prescinde de la bomba de gasolina que contiene integrada el motor en su diseño y que por no tener un movimiento revolvente en el recipiente de combustible nos vemos obligados a hacer llegar el combustible al carburador por medio de gravedad.

ACERCA DEL FRENO HIDRAULICO FROUDE.

El freno Hidráulico Froude es muy práctico en su manejo pero es de especial interés de que reciba un mantenimiento adecuado el cual expuse en el último capítulo de esta tesis.

ACERCA DE LA INSTALACION FISICA.

La instalación física del laboratorio debe permanecer cerrado a curiosos y solamente permitir la entrada a los alumnos y maestros pertenecientes a la carrera para la cual fue diseñado y solamente debe permitirse el acceso cuando el laboratorista tenga tiempo para guiarlos en sus prácticas y labores dentro del laboratorio ya que de no ser así se podrían ocasionar accidentes.

El laboratorista deberá tener la herramienta indispensable para dar mantenimiento a las máquinas (ya sea preventivo o correctivo).

ACERCA DE LAS PRACTICAS.

Las primeras pruebas se puede decir que son una guía para las Altimas y he omitido las pruebas de evaluación sugeridas ya que estas deben de ser las que ha criterio del maestro titular de la materia para corroborar los conocimientos adquiridos en el laboratorio.

ACERCA DEL MOTOR.

El motor que se tenga en estudio debe trabajar de la mejor manera posible, es decir, de acuerdo a los ajustes normales del fabricante y que deberemos cuidar de cumplirlas ya que de no hacerlo tendríamos un motor bajo en rendimiento y potencia. Los ajustes para el motor Nissan Tipo A-10 de la serie J-1600 son:

Marcha Mínima	600 RPM
Avance	8°
Presión de Compresión a 72°C	11 Kg/cm ²
Calibración de Válvulas en caliente	0.014 Pzg (0.35 mm)

Calibrador de Bujía	0.023 Plg hasta 0.027 Plg
Abertura del Platino	0.018 Plg (0.45 mm)
Temperatura Normal	76° c a 82° C
Presión de Aceite a 2000 RPM	3.8 Kg/cm ² a 4.2 Kg/cm ²
% Monóxido de carbono a 600 RPM	3 + .5%
Vacío del Múltiple a 600 RPM	480 mm Hg
Relación de compresión	8.3 a 1

Podemos hacer pruebas las cuales nos muestren el como las alte raciones de las condiciones anteriormente expuestas nos ocasionan una pérdida tanto en el Par como la potencia y el rendimiento del combusti ble.

Para realizar estas pruebas consulte al maestro de la materia y hagalo en presencia del laboratorista encargado.

BIBLIOGRAFIA.

"EXPERIMENTOS CON MOTORES DE COMBUSTION INTERNA"

Autores: WASDYKE Y SNYDER

Editorial: LIMUSA.

"MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS"

Autor: CLAUDIO MATAIX

Editorial: HARPER & ROW PUBLISHERS INC.

"MOTORES DE COMBUSTION INTERNA"

Autor: EDWARD F. OBERT.

Editorial: CECSA

"ARIAS PAZ. MANUAL DE AUTOMOVILES"

Autor: MANUEL ARIAS-PAZ

Editorial: DOSSAT S.A.

"DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA.

Autor: JENSEN

Editorial: MC GRAW HILL.