

**ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN  
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE  
MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**HERMES JOAQUIN SOTOMONTE VEGA**

**RAFAEL ANDRÉS CARRERO CHAPARRO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2011**

**ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN  
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE  
MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**HERMES JOAQUIN SOTOMONTE VEGA**

**RAFAEL ANDRÉS CARRERO CHAPARRO**

**Trabajo de Grado para Optar al Título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**LUIS CHACÓN VELASCO**

**Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2011**

## DEDICATORIA

*A Dios por ser el faro que guía mi vida.*

*A mis padres por su eterna paciencia, su incondicional apoyo, sus inquebrantables esfuerzos en el bienestar de sus hijos y por educarme con valores como el respeto, la honestidad y humildad.*

*A mis hermanos por su amistad, su apoyo incondicional y por sus buenos consejos.*

HERMES SOTOMONTE

## DEDICATORIA

### DEDICATORIA

*A Dios por estar siempre a mi lado dándome salud, sabiduría y la fortaleza de llegar a este punto de mi vida tan importante. Y también por regalarme la mejor familia del mundo.*

*A mi padres José Rafael Carrero Leal y Ana Irene Chaparro Chaparro por su incondicional apoyo, amor, confianza y paciencia para obtener este gran logro, porque lo que soy se lo debo a ellos, a sus enseñanzas y formación. Sin duda alguna este triunfo va dedicado a ellos, quienes me han acompañado desde mis primeros pasos, quienes me han dado su respaldo moral y económico. De todo corazón este triunfo es de ellos.*

*A mis hermanos, por su incondicional apoyo en esos momentos difíciles.*

*A mi hija Nicolle Andrea y mi esposa Lili Yohana, los seres que día a día se han convertido en la razón de ser de mi vida, sin su apoyo y paciencia nada de esto sería posible.*

*Andrés Carrero*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme conseguir este logro en mi vida.

A mis padres y hermanos por su apoyo moral y económico.

A Jorge Luis Chacón Velasco, ingeniero mecánico, director del proyecto, por su colaboración y respaldo.

A Omar Armando Gelvez Arocha y Javier Rugeles Pérez, docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por su colaboración y aporte de conocimientos al proyecto.

Hermes Sotomonte

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A nuestro director de proyecto el Ing. Jorge Luis Chacón V. por su valiosa orientación y colaboración permanente.

Al profesor Ing. Omar Gelvez, por su gran colaboración.

A nuestras familias por apoyarnos incondicionalmente durante nuestra formación universitaria.

A nuestros amigos por colaborarnos, apoyarnos y acompañarnos en el proceso de formación como Ingenieras Industriales.

*Andrés Carrero*

## Tabla de contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	17
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	23
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA .....	23
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO .....	25
1.3.1 Objetivo general. ....	25
1.3.2 Objetivos específicos .....	25
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	26
2. MARCO TEÓRICO .....	28
2.1 ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS EN LA U.I.S. ....	28
2.2 LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS .....	29
2.2.1 Motores de combustión interna. ....	30
2.2.2 Compresores. ....	30
2.3 INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR .....	31
2.3.1 Tecnologías de información y comunicación.....	31
2.3.2 Fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos. ....	32
2.3.3 Diseño de la interfaz y propuesta didáctica en ambientes virtuales de aprendizaje.....	33
2.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL U.I.S. PARA PROGRAMAS DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS. ....	34
2.4.1 Etapas de la Metodología DSA2. ....	35
3. ESTUDIO DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS .....	37
3.1 GENERALIDADES .....	37
3.1.1 Descripción del L.M.T.A. ....	37
3.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS .....	40

3.2.1 Matriz D.O.F.A.....	41
3.3 ESTUDIO DEL LABORATORIO .....	47
3.4 ANÁLISIS GENERAL DEL L.M.T.A. ....	60
3.4.1 PRÁCTICAS DESARROLLAS POR OTRAS UNIVERSIDADES. ....	60
3.4.2 SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DEL L.M.T.A.:.....	62
4. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS.....	63
4.1 DIAGRAMA DE OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA.....	64
4.1.1 Objetivo general.. .....	64
4.1.2 Selección de los contenidos temáticos generales.. .....	65
4.1.3 Desglose del objetivo general.. .....	66
4.2 Planteamiento de las competencias .....	67
4.3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS MÓDULOS .....	69
4.3.1 Módulos.....	70
4.3.2 División de módulos en unidades.....	70
4.3.3 Actividades de formación. ....	70
4.4 PLANEACIÓN CURRICULAR .....	70
4.4.1 Definición del enfoque pedagógico.....	71
4.4.2 Establecimiento de los escenarios. ....	71
4.4.3 Determinación de tiempos.....	72
4.4.4 Planteamiento de las estrategias de enseñanza-aprendizaje.. .....	72
4.4.5 Diseño de los instrumentos de evaluación.. .....	74
4.4.6 Recursos didácticos para el aprendizaje.....	74
5. MANUAL DE PRÁCTICO DE LABORATORIO .....	76
5.1 MISIÓN.....	76
5.2 VISIÓN .....	76
5.3 FINALIDAD DEL L.M.T.A. ....	76
5.4 PROYECCIÓN DEL LABORATORIO.....	77
5.5 ORGANIZACIÓN INTERNA DEL L.M.T.A.....	77
5.6 PROPÓSITO Y COMPETENCIAS DEL L.M.T.A.....	77

5.6.1 Propósitos .....	77
5.6.2 Competencias .....	78
5.7 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.....	78
5.8 PRÁCTICAS A EFECTUARSE EN EL LABORATORIO.....	79
5.9 FORMATO DE INFORME .....	80
5.9.1 Encabezado. ....	80
5.9.2 Objetivos.. ....	80
5.9.3 Material y equipo a utilizar.....	81
5.9.4 Marco teórico.....	81
5.9.5 Procedimiento. ....	82
5.9.6 Tabla de datos.....	83
5.9.7 Conclusiones.....	83
5.9.8 Bibliografía.. ....	84
6. AULA VIRTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS.....	86
6.1 ESTRUCTURA DEL AULA VIRTUAL.....	87
6.1.1 Módulo presentación.. ....	87
6.1.2 Módulo Currículo. ....	87
6.1.3 Módulo docencia. ....	88
6.1.4 Módulo Investigación.....	89
6.1.5 Módulo Extensión.....	90
6.1.6 Módulo Administración.....	91
6.1.7 Módulo Enlaces de Interés.....	91
6.1.8 Módulo noticias. ....	92
Conclusiones .....	93
Recomendaciones .....	95
Bibliografía.....	96
Anexos.....	99

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Inventario de herramientas del L.M.T.A. ....	38
Tabla 2 Resultados de la matriz D.O.F.A. ....	46
Tabla 3. Encuesta No 1 para el L.M.T.A. ....	48
Tabla 4 Ficha técnica de encuesta No 1 ....	52
Tabla 5 Encuesta No 2 para el L.M.T.A. ....	52
Tabla 6 Ficha técnica de encuesta No 2. ....	54
Tabla 7 Resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A. ....	55
Tabla 8 Suma resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A. ....	55
Tabla 9 Resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A. ....	56
Tabla 10 Suma de resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A. ....	57
Tabla 11 Resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A. ....	58
Tabla 12 Suma de resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A. .....	58
Tabla 13 Contenidos temáticos generales del L.M.T.A. ....	65
Tabla 14 Competencias ....	68
Tabla 15 Estrategias y técnicas de enseñanza – aprendizaje ....	72
Tabla 16. Estrategias de enseñanza-aprendizaje seleccionadas para el L.M.T.A. .....	73

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales .....	33
Figura 2 Diagrama Secuencial de Actividades DSA2 .....	36
Figura 3 Matriz D.O.F.A. ....	41
Figura 4 Motor 4 tiempos .....	42
Figura 5 Fotografía planta física del L.M.T.A. ....	43
Figura 6 Centro de Diagnóstico de Automotores .....	44
Figura 7 Estantes con partes de motores .....	45
Figura 8 Resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A. ....	56
Figura 9 Suma de resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A. ....	57
Figura 10 Resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A. ....	59
Figura 11 Metodología para la creación del diseño instruccional .....	63
Figura 12 Diagrama de objetivos de la asignatura .....	64
Figura 13 Objetivo general.....	65
Figura 14 Desglose del objetivo general.....	67
Figura 15 Metodología para plantear las competencias .....	69
Figura 16 Estructura modular.....	69
Figura 17 Planeación curricular .....	71
Figura 18 Encabezado de formato.....	80
Figura 19 Objetivos.....	81
Figura 20 Material y equipo a utilizar .....	81
Figura 21 Marco teórico .....	82
Figura 22 Procedimiento .....	82
Figura 23 Tabla de datos .....	83
Figura 24 Conclusiones .....	83
Figura 25 Bibliografía.....	84
Figura 26 Formato completo de informe de prácticas.....	85
Figura 27 Portal del profesor.....	87
Figura 28 Módulo currículo del portal del profesor.....	88
Figura 29 Módulo docencia.....	88
Figura 30 Link de Máquinas Térmicas Alternativas .....	89
Figura 31 Módulo Investigación .....	90
Figura 32 Módulo Extensión .....	90
Figura 33 Módulo Administración.....	91
Figura 34 Módulo Enlaces de Interés .....	91

Figura 35 Módulo noticias.....92

## Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A Esquema de organización del D.O.A.....	99
Anexo B. Competencias para el L.M.T.A. ....	101
Anexo C Estructuración modular par el L.M.T.A. ....	105
Anexo D Estrategias de evaluación para el L.M.T.A.....	108
Anexo E Manual práctico de Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas ....	121
Anexo F. Informe de la práctica para el L.M.T.A.....	308
Anexo G. Manual de usuario del aula virtual del L.M.T.A. ....	398
Anexo H. Distribución de plantas del L.M.T.A.....	411

## GLOSARIO

**ACEITE LUBRICANTE:** Aceite lubricante usado para facilitar el trabajo de las uniones mecánicas y partes móviles.

**ACEITE MULTIGRADO:** Es un aceite que alcanza los requisitos de más de una clasificación del grado de viscosidad del S.A.E., y puede por lo tanto ser usado en un mayor rango de temperaturas.

**ADITIVO:** Una sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades.

**ALTERNADOR:** Aparato que convierte la energía mecánica a energía eléctrica, en forma de corriente alterna.

**CÁMARA DE COMBUSTIÓN:** Espacio o volumen que hay en el interior del cilindro y que está limitado por la cabeza o corona del pistón, la superficie interna del cilindro y la culata o cabeza, cuando el émbolo se encuentra en su punto muerto superior.

**CARTER:** La cubierta inferior de un motor. El Carter cubre el cigüeñal y casi siempre contiene el abastecimiento de aceite del motor.

**COMBUSTIBLE DIESEL:** Un término general que cubre aceite combustible ligero proveniente del gasóleo, utilizado en motores diesel.

**DIÁMETRO DEL CILINDRO:** Diámetro interior del cilindro, corresponde al "calibre del pistón". Su medida designa a veces al propio cilindro.

**FILTRO DE AIRE:** Dispositivo para separar partículas sólidas de una corriente de aire, como la entrada a un carburador, a una cámara de combustión o a un compresor.

**MOTOR:** Dispositivo que convierte la energía del combustible en fuerza mecánica y movimiento. Proporciona generalmente el movimiento mecánico rotatoria

## RESUMEN

### TITULO:

**ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER E IMPLEMENTACIÓN EN UN AULA VIRTUAL.\***

### Autor:

Hermes Joaquin Sotomonte Vega  
Rafael Andrés Carrero Chaparro\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Proceso enseñanza-aprendizaje, matriz D.O.F.A., Motores de Combustión Interna, Máquinas Térmicas Alternativas, competencias.

### DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto pretende servir como documento orientador en el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de quinto nivel de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Para tal fin, el presente proyecto hace un estudio previo del estado real en el cual se encuentra el laboratorio actualmente, el estudio se realiza mediante la herramienta metodológica “matriz D.O.F.A.” y la aplicación de encuestas a estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica, las cuales determinan aspectos positivos y negativos del funcionamiento general del laboratorio.

En base al estudio realizado al laboratorio, se elabora una guía para el desarrollo de prácticas en Motores de Combustión Interna, “**MANUAL PRÁCTICO DE LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS**”, y se presenta las competencias teóricas o de saber, prácticas o del hacer y transversales o del ser para el laboratorio.

El manual práctico de laboratorio fue elaborado con el siguiente orden metodológico: “**Objetivos de la práctica**”, “**Introducción**”, “**Aplicaciones de la práctica**”, “**Material y equipo a utilizar**”, “**Fundamentos teóricos**”, “**Procedimiento**” y finalmente “**Cuestionario**”.

Como resultado del estudio realizado al L.M.T.A. de la U.IS. se puede afirmar que la principal dificultada en el proceso enseñanza- aprendizaje del laboratorio es la poca disponibilidad de tiempo, 2 horas semanales, para el estudio, diagnóstico y reparación de las principales partes y sistemas que componen las M.T.A.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Faculta de Ingeniería físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería mecánica. Director. Ing. Jorge Luis Chacón Velasco.

## SUMMARY

### TITLE:

**STUDY, UPDATE AND ORGANIZATION OF PRACTICES IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES FOR THE ALTERNATIVE THERMAL MACHINES LABORATORY OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER AND ITS IMPLEMENTATION IN THE VIRTUAL CLASSROOM.\***

### AUTHORS:

Hermes Joaquin Sotomonte Vega

Rafael Andres Carrero Chaparro\*\*

**KEY WORDS:** Process Teaching – Learning, D.O.F.A matrix, Internal Combustion engines, Alternative Thermal Machines, Competencies.

### DESCRIPTION:

The present project intends to serve as a guide document in the process Teaching- Learning of the students of fifth level of Mechanical Engineering of the Industrial University of Santander. For this purpose, the present project does a preliminary study of the real state in which is currently the Laboratory. This research is done through out the methodological tool “Matrix D.O.F.A” and the implementation of polls to students and teachers from the Mechanical engineering school, which determines positive and negative aspects of the general performance of the Laboratory.

Based on the Studies done to the Laboratory, it's made a guide for the development of practices on internal combustion engines “PRACTICAL MANUAL OF THERMICAL ALTERNATIVE MACHINES OF LABORATORY” and its presented the theoretical competencies or of knowledge, practical or of to do, and transverse or of to be for the laboratory.

The practical laboratory Manual was elaborated following the methodological order: “objectives of the practice”, “Introduction”, “application of the practice”, “material and equipment to use”, “theoretical foundations”, “procedure” and finally “questionnaire”.

As a result of the study to L.M.T.A. the U.IS. we can say that the main difficulty in the teaching-learning lab is the limited availability of time, 2 hours per week for the study, diagnosis and repair of major parts and systems that make up the MTA

---

\* Work of investigation.

\*\* Faculty of Physicist-mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Manager: Ing. Jorge Luis Chacón Velasco.

## INTRODUCCIÓN

Los Motores de Combustión Interna, que obtienen el trabajo por la combustión de una mezcla de aire y combustible, aparecieron en 1863 gracias al trabajo realizado por el francés Etienne Leonier y posteriormente perfeccionado por alemán Nikolaus Otto, a partir de ese momento el M.C.I. se convirtió en un elemento indispensable en el desarrollo de la humanidad.

Sin duda el M.C.I. ha sido un gran logro de la ingeniería que ha permitido innumerables avances en diferentes campos como el transporte, fábricas, minas, agro entre otras diversas aplicaciones, pero con seguridad su aplicación más importante es en el transporte, en el año 2003 había casi 837 millones de vehículos alrededor del mundo incluyendo motocicletas, transportes ferroviarios, avionetas, aviones, barcos, lanchas, maquinaria agrícola, entre otras, este numero va en aumento al punto que el pronostico para año 2030 es de 1200 millones de vehículos.

Esta gran cantidad de vehículos impulsados por M.C.I., es en gran medida responsables de la alta contaminación que actualmente vive el planeta, esta contaminación se debe a gases producto de la combustión que se lleva acabo en el motor. Es importante resaltar que en nuestro país la mayoría de vehículos operan bajo condiciones de un mal mantenimiento, desajustados, mal calibrados y con unas condiciones de operación incorrectas lo que produce una alta ineficiencia del motor y lo que es aun más grave el aumento de gases contaminantes.

Es por esto es de suma importancia que la universidad garantice al estudiante de ingeniería mecánica un conocimiento amplio, claro y especifico del funcionamiento de un M.C.I., así como también de cómo optimizar sus propiedades termodinámicas, físicas y químicas que permitan aumentar su rendimiento, aprovechar al máximo la energía y lo más importante reducir la emisión de gases contaminantes.

El presente proyecto de grado busca contribuir con la obligación que tiene la Universidad Industrial de Santander de dar una formación óptima en los conocimientos de funcionamiento del M.C.I. a sus estudiantes.

Una característica importante de este trabajo de grado es el estudio del Laboratorio Máquinas Térmicas Alternativas el cual arroja como resultado la identificación de una serie de falencias en las que se destacan la ausencia de un manual práctico de laboratorio. Con este proyecto de grado se pretende dar solución a esta falencia, creando un manual y desarrollando el contenido del aula virtual para el laboratorio, los cuales servirán como apoyo al estudiante y al profesor en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Este documento consta de cuatro capítulos principales. El primer capítulo, "estudio del L.M.T.A.", evalúa las condiciones actuales del laboratorio, su organización y el equipo con el que cuenta, posteriormente se estudia el laboratorio donde se identifican los problemas y sus posibles soluciones mediante el análisis de la matriz D.O.F.A. Por último, en este capítulo, se selecciona las prácticas a desarrollar. El segundo capítulo es el diseño instruccional para el laboratorio que mostrará una forma de abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje, este capítulo tiene las siguientes características: Ofrece información acerca del contenido y su relación con el programa de estudio del laboratorio, presenta orientaciones en relación con la metodología y enfoque de las prácticas del laboratorio, presenta instrucciones acerca de cómo construir y desarrollar el conocimiento (saber) y las habilidades (saber hacer), por último define los objetivos específicos y las actividades de estudio. En el tercer capítulo se crea el manual de prácticas en el cual se define la misión, visión, organización, medidas de seguridad y el desarrollo de cada una de las prácticas que representaran gran utilidad para el estudiante en la asimilación de conocimientos. Finalmente el capítulo cuatro describe la creación del contenido del aula virtual del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante reconocer que el estudiante de Ingeniería Mecánica debe tener los conocimientos y las competencias para afrontar problemas de diagnóstico de fallas y mantenimiento de Máquinas Térmicas Alternativas en entornos industriales reales.

Teniendo en cuenta la importancia del laboratorio de la asignatura de Máquinas Térmicas Alternativas (M.T.A.), la Universidad Industrial de Santander U.I.S., a través de la Escuela de Ingeniería Mecánica busca formar profesionales con los fundamentos teóricos y prácticos óptimos. En la actualidad el L.M.T.A. presenta algunas falencias, las cuales limitan los procesos de experimentación en el aprendizaje durante la comparación y la contrastación del conocimiento teórico y el conocimiento real.

Por tal fin durante la realización de este proyecto de grado es necesario resolver el siguiente cuestionamiento:

1. ¿La información que requieren los auxiliares y estudiantes del L.M.T.A., esta disponible y es de fácil adquisición?

La experiencia de los auxiliares y estudiantes de la asignatura de L.M.T.A. permite afirmar que: No existe una información recopilada y unificada, ni de fácil acceso para los estudiantes y auxiliares.

2. ¿Existe una metodología apropiada para las diferentes prácticas en el L.M.T.A.?

Igualmente la experiencia de los estudiantes muestra que: No existe tal metodología, lo cual hace indispensable crear una guía de procedimientos para cada una de las prácticas.

Por lo tanto se hace necesario el **ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.**

### 1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas (L.M.T.A.), permite que el estudiante de Ingeniería Mecánica (I.M.) interactúe de manera más dinámica con

situaciones reales que se presentan en las Máquinas Térmicas Alternativas (M.T.A.), gracias a que su enseñanza se realiza en un contexto teórico-práctico, generando un aprendizaje crítico y enfocado al mejoramiento de procesos propios de las M.T.A., comprometiéndolo a buscar soluciones prácticas en la industria y con esto enriquecer su formación profesional.

El L.M.T.A. permite al estudiante de I.M. adquirir conocimientos de forma activa, favoreciendo la asimilación de lo aprendido en la asignatura que lleva el mismo nombre, gracias al paralelo que puede establecer entre el desempeño real de una M.T.A. y sus fundamentos teóricos aprendidos en el aula de clase.

En la actualidad la el L.M.T.A. de la Escuela de Ingeniería Mecánica (E.I.M.), no cuenta con un desarrollo metodológico experimental adecuado en las prácticas que realiza, además no cuenta con un ambiente propicio y conveniente para desarrollar las competencias prácticas de la asignatura de M.T.A., limitando las posibilidades de crear: líneas de investigación, actividades de capacitación y diplomados para los estudiantes de I.M.

**EI ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER** proporciona una herramienta de apoyo para profesores, auxiliares y estudiantes de I.M., reconociendo que el aprendizaje práctico-experimental es un instrumento fundamental en el desarrollo de los estudios ingenieriles, pues así es posible afianzar y complementar los conceptos teóricos vistos en la materia.

Es muy importante el estudio, actualización y organización de prácticas en motores de Combustión Interna para el L.M.T.A., por que permita determinar los principios de operación de las M.T.A., facilitando al estudiante su formación académica, permitiéndole abordar con éxito problemas reales en su vida profesional, colaborando así con el fortalecimiento de la institución educativa, mejorando la calidad de la educación y la competitividad de los estudiantes; contribuyendo con la misión de la de Universidad Industria de Santander (U.I.S.), que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa, liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

Por lo expuesto anteriormente se hace necesario reorganizar las practicas del L.M.T.A., basado en un diseño metodológico aplicando un análisis funcional, utilizando nuevos métodos de aprendizaje e integrando estos métodos en un aula

virtual, en pro de la actualización de información del L.M.T.A., buscando que el estudiante de I.M. asimile el conocimiento de forma explícita mediante el uso de nuevas herramientas pedagógicas.

Para tal efecto, se tomará como referencia las experiencias de varias universidades, centros de formación en Colombia, proyectos de grado anteriores referentes al tema, así como también las inquietudes y sugerencias presentadas por profesores y comunidad estudiantil en general de la E.I.M.

### **1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

**1.3.1 Objetivo general.** Colaborar con la misión de la Universidad Industrial de Santander U.I.S. en cuanto a la formación integral de sus estudiantes de Ingeniería Mecánica, mejorando su formación académica mediante la optimización en las prácticas del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Estudiar, actualizar y organizar las prácticas en Motores de Combustión Interna para el Laboratorio de Máquinas Térmica Alternativas de la Universidad Industrial de Santander.
2. Establecer y describir la metodología de cada una de las prácticas seleccionadas para el L.M.T.A.
3. Elaborar el contenido del aula virtual del L.M.T.A., para tal efecto se tomara como referencia las consideraciones necesarias en ambientes virtuales del aprendizaje basado en funciones cognitivas (cartelera, información del curso, prácticas, debates, enlaces externos, correo electrónico, bibliografía, glosario y demo del aula virtual), propuestas por un experto en el materia como lo es el Dr. MIGUEL ÁNGEL HERRERA BATISTA DE LA Universidad Autónoma de México D.F.
4. Presentar la metodología de las prácticas y el diseño del aula virtual del L.M.T.A. en la biblioteca digital de recursos didácticos de la Universidad Industrial de Santander, U.I.S., para su implementación en el portal de profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, una vez este portal se encuentre totalmente desarrollado.

5. Desarrollar toda la documentación necesaria que facilite el trabajo del profesor, auxiliares y estudiantes del L.M.T.A., que incluye: libro (**ESTUDIO, ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER E IMPLEMENTACIÓN EN UN AULA VIRTUAL**), manual del usuario (profesor, auxiliares y estudiantes) del sitio web del L.M.T.A. y manual práctico del L.M.T.A.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

El presente trabajo de grado busca estudiar, actualizar y organizar las prácticas en Motores de Combustión Interna y su implementación en un aula virtual para el L.M.T.A. de la Universidad Industrial de Santander, con esto se pretende facilitar el aprendizaje de los estudiantes y la labor de profesores y auxiliares.

Con este trabajo de grado se logra la actualización de las prácticas del L.M.T.A. mediante el estudio, análisis y desarrollo de la metodología en cada una de las prácticas en Motores de combustión Interna y con esto elevar la calidad de formación profesional de los estudiantes de la E.I.M., posesionando el laboratorio a la altura de los mejores en las universidades del país.

La aplicación de la nueva metodología e implementación en un aula virtual mediante el estudio, actualización y organización de las prácticas del L.M.T.A. permitirá:

- ✓ Interacción más dinámica entre el estudiante y el profesor.
- ✓ Estimular el auto aprendizaje por parte del estudiante.
- ✓ Reforzar los actuales métodos de enseñanza en las prácticas del laboratorio.
- ✓ Impulsar al estudiante a mostrar todas sus capacidades y habilidades para enfrentar problemas reales en las M.T.A.
- ✓ Flexibilizar los ritmos y tiempos del aprendizaje en las prácticas del laboratorio.
- ✓ Fomentar el aprendizaje crítico por parte del estudiante.

Para tal fin se desarrollará una fase preliminar de investigación del estado actual del L.M.T.A., posteriormente se realizará una segunda fase de investigación de los problemas más relevantes que presentan los estudiantes de la E.I.M. de la U.I.S., en sus prácticas de laboratorio. En esta segunda fase se seleccionara y se creara la metodología de cada una de las prácticas a implementar en el L.M.T.A. en base de los siguientes criterios:

- La elaboración de una encuesta a los estudiantes de Ingeniería Mecánica basada en la metodología existente.
- El criterio profesional del profesor de la materia de M.T.A.
- Los recursos con los que cuenta el L.M.T.A.
- Basada en las competencias profesionales.
- Prácticas desarrolladas por otras universidades.

Ya realizada la selección y creada la metodología de cada una de las prácticas se procede al siguiente paso del proyecto, el cual consiste en la elaboración del contenido del aula virtual del L.M.T.A.

Además se creara los manuales prácticos de usuario del aula virtual y de prácticas de laboratorio. Este manual será de fácil acceso por parte de estudiantes, profesores y auxiliares, para el buen desarrollo del L.M.T.A.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS EN LA U.I.S.

La norma ISO 17025:2005 se constituye como la guía para la evaluación de la conformidad de los requisitos para calidad y competencia aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la naturaleza del ensayo y/o la calibración que se realice. Proporciona las herramientas y la estructura para conseguir generar confianza a sus clientes mejorando así la competitividad y productividad. De esta manera, los laboratorios de la Universidad Industrial de Santander que brindan servicios de extensión resuelven adoptarla e implementarla, y se crea el programa de acreditación de pruebas de laboratorios de la Universidad Industrial de Santander bajo los lineamientos de la norma ISO 17025:2005, adscrito y liderado actualmente por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.<sup>1</sup>

Es importante acreditar el L.M.T.A. ya que con esto se demuestra que las prácticas son competentes técnicamente y que sus resultados obtenidos tienen validez.

Es frecuente la confusión entre los conceptos de acreditación y certificación. Para establecer la diferencia, es necesario identificar el objeto de cada actividad; de esta manera, cuando se habla de certificación se hace referencia a “evaluar y declarar públicamente que el laboratorio cumple los requisitos de una norma de gestión de calidad”. La importancia para los laboratorios radica en demostrar que se tiene un sistema de gestión implementado. Y acreditación es “reconocer formalmente que se tiene la competencia técnica para desempeñar determinadas tareas”. La importancia de la acreditación para los laboratorios está en demostrar que tienen implementado un sistema de gestión, que son competentes técnicamente y que los resultados reportados tienen validez.

Un laboratorio constituye una organización a la cual son aplicables los lineamientos de la ISO 9001 como estandarte de un Sistema de Gestión de Calidad. Una vez implementado el Sistema, el laboratorio puede proceder a certificarse ante las entidades autorizadas para tal fin.

La norma de certificación ISO 9001, describe de un modo general los requisitos de un sistema de gestión de calidad para que puedan ser utilizados por cualquier tipo de empresa. La norma de acreditación ISO17025, está totalmente enfocada a los

---

<sup>1</sup> Acreditación de Laboratorios en la U.I.S. [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2010. [Consultado 19 de Diciembre, 2010]. Disponible en Internet: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/sistemaGestionCalidad/acreditacionLaboratorios.html>

requisitos específicos que debe cumplir el laboratorio para demostrar su competencia técnica, incluyendo los requisitos para asegurar su sistema de gestión.

La Norma ISO 9001:2000 se enfoca hacia la implementación del Sistema de Gestión de Calidad basado en los procesos, es aplicable a todo tipo de organización sin reparar en tamaño, tipo, categoría ni producto. Sin embargo, no todos los requisitos de la Norma se aplican a todas las organizaciones, se dan exclusiones de dicha Norma para determinadas actividades.

Un laboratorio constituye una organización a la cual son aplicables los lineamientos de la ISO 9001 como estandarte de un Sistema de Gestión de Calidad. Una vez implementado el Sistema, el laboratorio puede proceder a certificarse ante las entidades autorizadas para tal fin. Obviamente, el hecho de certificarse le da posicionamiento al laboratorio ya que le permitirá mejorar sus aspectos organizativos y generar confianza en sus clientes; pero la certificación no establece ningún aseguramiento en cuanto a su competencia técnica.

Aseguramiento que sí obtiene cuando decide implementar una norma técnica (ISO 15189 o ISO 17025), garantizando la adopción de un sistema de gestión de calidad a todos sus procesos organizativos y además asegurando su competencia técnica, dando validez a los resultados emitidos por el laboratorio.

Por tanto, la norma ISO 17025 contiene los requerimientos que los laboratorios de calibración y ensayo tienen que cumplir si desean demostrar que funcionan con un sistema de calidad, son técnicamente competentes y pueden generar resultados válidos, se constituye en guía para la evaluación de la conformidad de los requisitos para calidad y competencia aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la naturaleza del ensayo y/o la calibración que se realice; proporciona herramientas y la estructura para que el laboratorio pueda generar confianza en sus clientes mejorando su competitividad y productividad.<sup>2</sup>

## **2.2 LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS**

Las prácticas de Laboratorio en M.T.A. son de fundamental importancia en gran cantidad de procesos, por ejemplo: en el transporte, en la agricultura y en general en la industria a nivel mundial.

---

<sup>2</sup>Orlando Enrique Pedroza, Niño Jorge Fernando Vera Sarmiento. Manual técnico para el desarrollo del laboratorio de caracterización de materiales I. Trabajo de grado Bucaramanga Colombia: Universidad Industrial de Santander. facultad de físico-mecánicas, 2008. 46p.

La mayoría de prácticas que se desarrollan en el L.M.T.A., en la U.I.S. hace referencia a partes y sistemas de Motores de Combustión Interna.

**2.2.1 Motores de combustión interna.** Los M.C.I. son mecanismos que se utilizan para convertir la energía química de un combustible en energía mecánica de rotación.

La energía mecánica de rotación se utiliza a menudo como potencia motriz con la aplicación de una transmisión motriz adecuada en las aplicaciones automotrices. Los M.C.I. se clasifican con base en los métodos para iniciar la combustión en dos grupos a saber: Motores e ignición eléctrica (Otto y Wankel) y motores de ignición por compresión (Diesel). Otra forma de clasificarlos se basa en el hecho de si la energía mecánica rotatoria se obtiene del movimiento rectilíneo alternativo de uno o más pistones (Otto y Diesel) o del movimiento de un rotor (Wankel).

Un M.C.I. basa su funcionamiento en principios termodinámicos, es una máquina destinada a transformar la energía calórica en energía mecánica (trabajo). En el proceso la mezcla de aire con algún derivado del petróleo, se quema a muy alta velocidad en la cámara de combustión que está ubicada en la parte superior del cilindro. Esta combustión hace que, al subir la temperatura de los gases, estos se expandan y empujen el pistón o émbolo hacia abajo. Por medio de un mecanismo de biela - manivela, esta última es la unión al cigüeñal, hace que el impulso del pistón sea transmitido y se produzca trabajo mecánico.

**2.2.2 Compresores.** Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Enciclopedia libre wikipedia. [Consultado 19 de Diciembre, 2010] Disponible en internet: [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

## **2.3 INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Antes de estudiar, actualizar y organizar las prácticas en M.C.I., se hace necesario conocer las innovaciones en la educación superior las cuales dependen en gran parte en la forma en que los diferentes actores educativos (docente y estudiantes) asimilas estas innovaciones.

Se define innovación educativa como “...conjunto de cambios o transformaciones en el sistema educativo mediante los cuales una institución pretende alcanzar, de mejor manera, los objetivos educativos que se ha propuesto”

El Ministerio de Educación Nacional, en el marco de su política de pertinencia en Educación Superior, ha venido desarrollando el proyecto de "Innovación Educativa con el Uso de Nuevas tecnologías en Educación Superior", para hacer la educación global y de calidad.

**2.3.1 Tecnologías de información y comunicación<sup>4</sup>.** La economía global no tiene fronteras. Esta característica es posible gracias al desarrollo de las telecomunicaciones; el desarrollo de Internet y el avance en las tecnologías de información que por definición no establecen fronteras, sólo una red interconectada cuyos límites aún están por descubrirse. La T.I.C. permiten almacenar, procesar, difundir y usar información digitalizada siguiendo una cadena de valor que se debe cumplir para que realmente tengan impacto sobre las personas y contribuya a la creación de una sociedad informada.

Esta cadena de valor está compuesta por:

- Generación: abarca la implementación y puesta en funcionamiento en forma confiable de los instrumentos para la recolección de la información, proporcionando su procesamiento en contenidos útiles.
- Difusión: es el componente mediante el cual se da a conocer la información producida en el paso anterior de la cadena.
- Uso: difundir la información generada, exige tener acceso a la misma, y tener las competencias básicas para tomar decisiones con esa información. La tecnología es dual por naturaleza ya que el impacto de éstas se verá

---

<sup>4</sup> Mateús, Javier Francisco. duran, Néstor Daniel .Diseño y producción de objetos de aprendizaje para la asignatura Teoría electromagnética basado en un programa de formación por competencias mediados con tecnologías de información y comunicación. Tesis U.I.S. .Bucaramanga.2009.26p.

afectado dependiendo del uso que les de el usuario, ya que pueden servir como medio de información y de entretenimiento.

**2.3.2 Fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos.** El crecimiento en la oferta y demanda de ambientes virtuales de aprendizaje muestra que las instituciones educativas están encontrando en la tecnología un valioso recurso para la ampliación y mejora de la oferta en educación. El aprendizaje mediado por computadora está alcanzando niveles importantes de difusión. Sin embargo, el desarrollo de ambientes virtuales para el aprendizaje se realiza, con frecuencia, de manera intuitiva, sin un análisis medurado de los factores educativos que intervienen en el proceso.

Miguel Ángel Herrera Batista consideran que el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje es una tarea particularmente interdisciplinaria y distinguen tres tipos de requerimientos<sup>5</sup>:

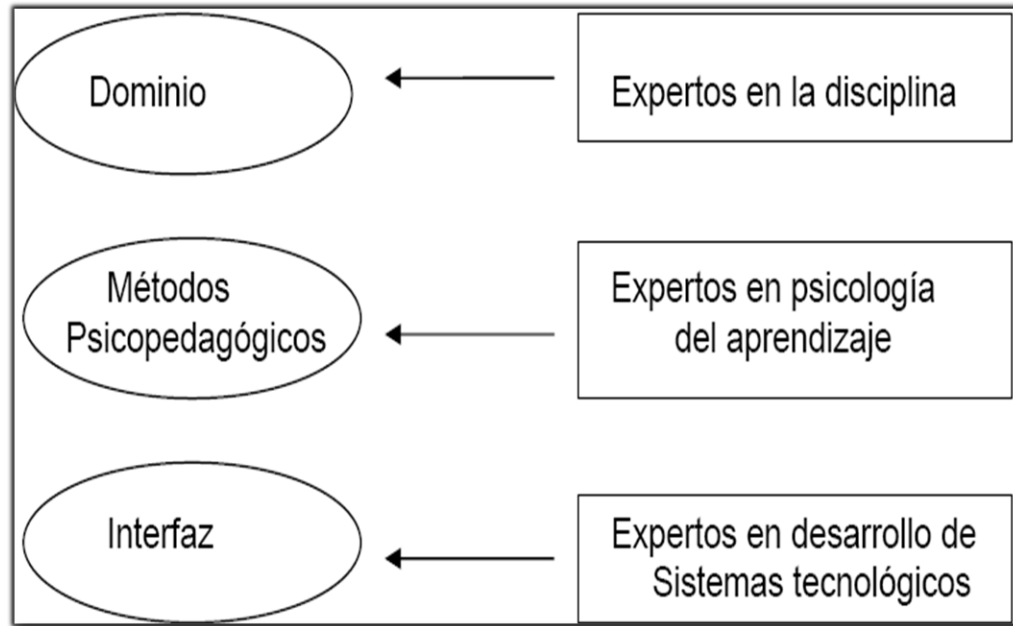
- Requerimientos de dominio, los cuales se refieren a los contenidos emanados de la asignatura misma y parten de los objetivos de aprendizaje.
- Requerimientos psicopedagógicos, los cuales corresponden al enfoque teórico y práctico del aprendizaje de acuerdo con los paradigmas asumidos.
- Requerimientos de interface, se derivan de las características propias del medio y el nivel de interactividad que serán utilizados.

Desde esta perspectiva resulta necesaria la participación expertos en tres ámbitos diferentes del conocimiento: expertos en el tema, para definir y jerarquizar los contenidos; expertos en educación, para estudiar y establecer las estrategias adecuadas para el aprendizaje, y expertos en el diseño de interface, para proponer el mejor uso de los recursos disponibles y garantizar una navegación adecuada, así como la presentación de la información con el mínimo de distorsión.

---

<sup>5</sup> Miguel Ángel Herrera Batista. Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos. OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Septiembre - Diciembre 2000. Disponible en internet: <http://www.rieoei.org>

Figura 1 Fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales



Fuente: Autores

### 2.3.3 Diseño de la interfaz y propuesta didáctica en ambientes virtuales de aprendizaje<sup>6</sup>.

Uno de los aspectos clave en la vinculación entre la propuesta didáctica y el diseño de la interfaz es el esquema general de navegación expresado a través del menú que presenta el ambiente virtual.

Dicho menú constituye uno de los factores que permiten “leer” la propuesta didáctica en un ambiente de aprendizaje. Aunque la variedad de casos es muy amplia, y el menú en un ambiente virtual de aprendizaje puede variar notablemente de un caso a otro, consideramos que los elementos siguientes deberán estar presentes en la mayoría de los casos:

- PROGRAMA DEL CURSO, el cual describe los contenidos del curso.
- CALENDARIO DE ACTIVIDADES Y FORMAS DE EVALUACIÓN, en donde se establecen los avances programáticos del curso.

<sup>6</sup> Miguel Ángel Herrera Batista. Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. O.E.I.-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Septiembre - Diciembre 2001.

- VÍAS DE COMUNICACIÓN PARA EL ENVÍO, RECEPCIÓN Y RETROALIMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES, como correo electrónico, video-enlaces y el chat, entre otros.
- ESPACIOS PARA EL INTERCAMBIO DE IDEAS Y OPINIONES, como foros, grupos de discusión, enlaces sincrónicos y asincrónicos, entre otros.
- CENTRO DE RECURSOS, en donde se ponen a disposición lecturas, videos, gráficas y todo tipo de materiales que se requieren para el curso.
- RECURSOS ADICIONALES Y LIGAS DE INTERÉS, que pueden ser: la socialización virtual, información o apoyo para profundizar en un tema, eventos culturales o recreativos, información adicional sobre preferencias, gustos y pasatiempos, entre otros.

#### **2.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL U.I.S. PARA PROGRAMAS DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS<sup>7</sup>.**

En la figura 2 se muestra el esquema resumen de esta metodología, que se fundamenta en la delimitación de lo que se aprende condensado en el objetivo de aprendizaje de la asignatura (bloque naranja), el cual se ubica en el origen coordinado dispuesto en el plano del hacer - saber de las competencias.

En la dirección (Y), mediante actividades de aprendizaje (bloques amarillos), se describe la forma de lograr aprender (El como). En dirección contraria (-Y) se sustenta el sentido por el que se realizan las actividades de aprendizaje en búsqueda del objetivo de aprendizaje planteado (el para qué).

En la dirección (X), se obtiene la secuencialidad temporal de las actividades de aprendizaje; es importante mencionar que el grafico tiene un nivel de profundidad en la dirección (-Z) para complementar el aprendizaje de la actividad estructurada mediante mapas conceptuales. Todo lo anterior, constituye el Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje (DSA2), producto del análisis funcional de las competencias y el desglose de las actividades de aprendizaje. Mediante el DSA2 se organizan las reglas de decisión pedagógica que estructuran sobre los objetos de aprendizaje desarrollados, los caminos de navegación a seguir por el

---

<sup>7</sup> Clara Inés Peña de Carrillo, PhD. Proyecto Soporte al Proceso Educativo U.I.S. Mediante Tecnologías de Información y Comunicacion-prosPETIC. Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2009.

estudiante de acuerdo a su estilo, perfil y nivel de conocimiento (enfoque adaptable y adaptativo). Ver figura No 2.

#### **2.4.1 Etapas de la Metodología DSA2.**

(1) Establecimiento del objetivo de aprendizaje, es decir, lo que se debe aprender de la asignatura.

(2) Establecimiento y articulación de actividades de aprendizaje a desarrollar en la asignatura que respondan al cómo se aprende y para qué, tomando como base el análisis funcional de competencias:

Se parte del programa planteado por el experto temático y de los contenidos disponibles para la asignatura. El propósito es elaborar el DSA2 de la temática de la asignatura, mediante un agrupamiento temático lógico y coherente.

El DSA2 se caracteriza por mostrar gráficamente el entorno temático delimitado para la asignatura, identifica los temas que puedan ser desarrollados en forma activa mediante actividades de aprendizaje. Para su asociación se establecen los siguientes tipos de conexiones:

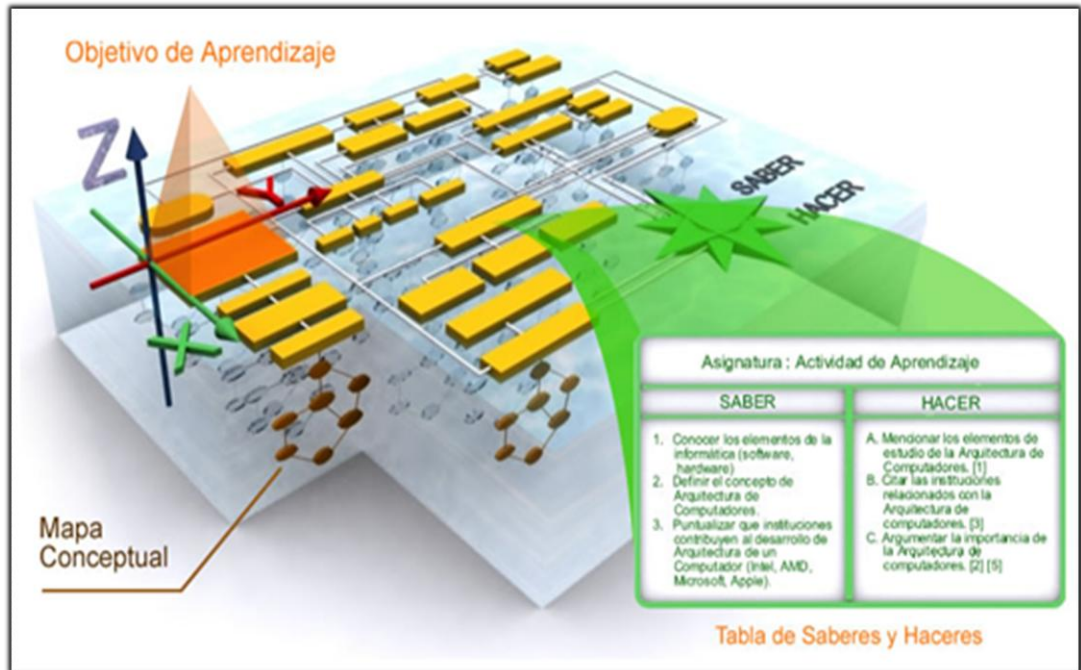
- Dependencia
- Preconcepto
- Transversalidad
- Causa-consecuencia
- Paralelismo

(3) Desglose de las actividades de aprendizaje mediante mapas conceptuales para establecer la orientación de la navegación a seguir sobre los objetos de aprendizaje.

(4) Planteamiento general de *saberes* de las actividades de aprendizaje con lo cual se obtiene la componente *del saber* de las competencias.

(5) Establecimiento de la relación de *propósitos-actividades* de aprendizaje empleando *el hacer* asociado con *los saberes* identificados; en este punto se identifica la componente *del hacer* de las competencias.

Figura 2 Diagrama Secuencial de Actividades DSA2



Fuente: Trabajo de grado, asignatura Arquitectura de Computadores

(6) Estructuración curricular, de la cual hacen parte la identificación de las actividades de formación, estructuración de las unidades de aprendizaje y la identificación de los módulos de formación.

(7) Planeación curricular, conformada por: los criterios, los contenidos, las estrategias y técnicas de aprendizaje, las evidencias de aprendizaje, las técnicas y los instrumentos de evaluación, la duración, los recursos, escenarios y una propuesta del perfil del docente (diseño de los objetos de aprendizaje).

### 3. ESTUDIO DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS

Para el estudio del L.M.T.A. de la U.I.S. es preciso comenzar por describir brevemente los recursos con los que cuenta.

#### 3.1 GENERALIDADES

Los estudiantes del el Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas tiene a disposición los siguientes recursos:

**3.1.1 Descripción del L.M.T.A.** El Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas, ubicado en el aula 110 de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, se conforma por un espacio físico dotado con diferentes equipos mecánicos, electrónicos, banco de pruebas y tableros con fines didácticos.

Los recursos didácticos con lo que cuenta el laboratorio son los siguientes:

- ✓ Láminas didácticas
- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor mono-cilindro en corte
- ✓ Tablero de encendido electrónico Toyota F110
- ✓ Banco de metrología
- ✓ Banco de inyección electrónica
- ✓ Dinamómetro
- ✓ Generador térmico

Además de contar con estos elementos el laboratorio cuenta con partes propias de motores como, cigüeñales, bielas, manivelas, pistones, etc. Por otra parte el laboratorio dispone de diversas herramientas. Ver tabla No. 1.

Tabla 1 Inventario de herramientas del L.M.T.A.

INVENTARIO DE HERRAMIENTA L.M.T.A. - 2010						
<b>Destornilladores:</b>						
1	Pala	grande	Stanley	mango negro		
1	Pala	grande	Ranger	mango amarillo		
1	Estrella	pequeño	Ranger	mango amarillo		
1	Estrella	mediano	Stanley	mango negro		
1	Pala	pequeño	Ranger	mango amarillo-negro		
1	Estrella	pequeño	Ranger	mango amarillo-negro		
1	Estrella	pequeño	_	rojo-amarillo		
4	Para puntas especiales (no hay las puntas)					
<b>Copas Proto cuadrante 1/2 estriadas :</b>						
1_1/2	1_3/8	1_5/16	1_3/16	1_1/4	1_1/8	1_1/16
1"	31/32	15/16	7/8	22 mm	21 mm	20 mm
25/32	13/16	3/4	19 mm	11/16	17 mm	16 mm
21/32	5/8	19/32	15 mm	9/16 "	14 mm	13 mm
12 mm	7/16"	11 mm	10 mm	1/2		
<b>Copas varias (cuadrante 1/2):</b>						
9/16 MP tool exagona						
1/2 Snap-on estriada						
3/8 Snap-on estriada						
13/16 Bujía						
5/8 Bujía						
10 mm caña larga Mp tools						
<b>Extensiones para copas (Cuadrante 1/2):</b>						
2 Medianas	Proto	1 Larga	Proto			
1 Medianas	MP Tools	1 Articulada	Proto			
2 Largas	MP Tools					
1 Cortas	Proto					

Tabla 1. (Continuación) Inventario de herramientas del L.M.T.A.

<p><b>Volvedores de cuadrante 1/2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Volvedor acodado – Proto</li> <li>1 Volvedor de cabeza articulada – Proto</li> <li>2 Volvedores de cabeza deslizante</li> </ul>														
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Torquimetro de 150 lb - pie, cuadrante 1/2 – Proto</li> <li>1 Raches cuadrante 1/2 - Proto</li> </ul>														
<p><b>Medidores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Micrometro – Srarrett</li> <li>1 Galgas de espesores</li> <li>1 Calibrador Pie de Rey – Inox</li> <li>1 Reloj diferencial</li> <li>1 Compresimetro de 200 psi con racor para bujía de 5/8</li> <li>1 Kit de medidores de interiores telescopicos</li> </ul>														
<p><b>Varios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Hombresolo Visegrip</li> <li>1 Alicate Mp Tools</li> <li>1 Kit de llaves torr</li> <li>1 Kit de llaves Bristol - Chesca USA</li> <li>1 Prensa anillos mediano</li> <li>1 Tarro de crema para esmerilar</li> <li>1 Aceitera</li> <li>1 Instalación eléctrica de cables de alta para el Toyota</li> </ul>														
<p><b>Pinzas chaveteras:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Mediana, para cerrar, puntas rectas – Proto</li> <li>1 Pequeña, para abrir, puntas rectas y desmontables, resortada (sin puntas).</li> <li>1 Pequeña, para cerrar, puntas rectas y desmontables, resortadas, sin cauchos (sin puntas)</li> <li>1 Pequeña, para cerrar, puntas en ángulo – Proto</li> <li>1 Mediana, multiproposito - Mp Tools (nueva)</li> </ul>														
<p><b>Llaves Cromo-Cromo:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">28-25 mm - Proto</td> <td style="width: 33%;">26-24 mm - proto</td> <td style="width: 33%;">22-20 mm - proto</td> </tr> <tr> <td>19-18 mm - proto</td> <td>19-18 mm china</td> <td>17-16 mm - proto</td> </tr> <tr> <td>15-14 mm proto</td> <td>14-14 mm Acesa</td> <td>13-12 mm Alloy St</td> </tr> <tr> <td>11-10 mm Droop F.</td> <td>9-8 mm China</td> <td>9-8 mm Crome V.</td> </tr> </table>			28-25 mm - Proto	26-24 mm - proto	22-20 mm - proto	19-18 mm - proto	19-18 mm china	17-16 mm - proto	15-14 mm proto	14-14 mm Acesa	13-12 mm Alloy St	11-10 mm Droop F.	9-8 mm China	9-8 mm Crome V.
28-25 mm - Proto	26-24 mm - proto	22-20 mm - proto												
19-18 mm - proto	19-18 mm china	17-16 mm - proto												
15-14 mm proto	14-14 mm Acesa	13-12 mm Alloy St												
11-10 mm Droop F.	9-8 mm China	9-8 mm Crome V.												

Tabla 1. (Continuación) Inventario de herramientas del L.M.T.A.

<b>Llaves boca boca:</b>			
36-30 mm	1_15/16 Droop F.	26-24 mm Challenge	23-21 mm Challenge
22-20 mm Challenge	19-18 mm Challenge	17-16 mm Challenge	9-8 mm Challenger
<b>Llaves Mixtas</b>			
1" - Eastman	3/4 - Stanley	5/8 - Stanley	9/16 - Droop Forget
1/2 - Stanley	3/8 - Stanley	7/16 - Stanley	3/8 - Droop forget
5/16 - Droop Forget			

Fuente: Autores

### 3.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS

En esta fase preliminar de investigación se realizó un diagnóstico del estado actual del laboratorio utilizando la matriz D.O.F.A. (**D**ebilidades, **O**portunidades, **F**ortalezas, **A**menazas) (ver tabla 1). La matriz D.O.F.A. Es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información existente referente a la empresa en este caso el L.M.T.A. El análisis D.O.F.A. consta de dos partes: una interna y otra externa.

1. La parte interna tiene que ver con las **Fortalezas** y las **Debilidades** del laboratorio, aspectos sobre los cuales se tiene algún grado de control.
2. La parte externa mira las **Oportunidades** que ofrece el mercado y las **Amenazas** que debe enfrentar el laboratorio, aquí aparecen circunstancias sobre las cuales se tiene poco o ningún control directo.

### 3.2.1 Matriz D.O.F.A.

Figura 3 Matriz D.O.F.A.



Fuente: Autores

### ANÁLISIS INTERNO

- **Fortalezas**

- ✓ La principal fortaleza del laboratorio es que posee los elementos y recursos suficientes para que el estudiante adquiera una idea general de lo que son los Motores de Combustión Interna (MCI).
- ✓ El laboratorio incluye un trabajo final, donde el estudiante visita un taller formándose una idea real de lo que se maneja en ambientes industriales reales.
- ✓ El maravilloso mundo de los motores hace que el estudiante se interese por la materia.
- ✓ La gran importancia que tienen en la actualidad los Motores de Combustión Interna para el desarrollo de una región hace que la universidad se interese por la orientación, el mantenimiento y la investigación en ésta área.

Figura 4 Motor 4 tiempos



Fuente: Autores

- **Debilidades**

- ✓ Las experiencias realizadas en este laboratorio son más informativas que prácticas.
- ✓ El laboratorio no tiene definida su misión, visión y proyección.
- ✓ No tiene establecidas medidas de seguridad.
- ✓ No cuenta con una práctica de compresores alternativos.
- ✓ La falta de un manual para este laboratorio dificulta el procedimiento que debe seguir el estudiante para su aprendizaje.

- ✓ El laboratorio no cuenta con una planta física adecuada (espacio reducido).
- ✓ Los elementos para llevar a cabo las prácticas no son de última tecnología.
- ✓ Desconocimiento por parte del estudiante de los elementos constitutivos del Motor de Combustión Interna.
- ✓ El auxiliar del laboratorio no es de tiempo completo, lo que dificulta que se detecten falencias en los equipos.
- ✓ El gran número de estudiantes en el laboratorio no permite una buena práctica.

Figura 5 Fotografía planta física del L.M.T.A.



Fuente: Autores

## ANÁLISIS EXTERNO

### • OPORTUNIDADES

- ✓ Se podrían implementar nuevas prácticas.
- ✓ Adquisición de nuevos equipos de laboratorio.
- ✓ Posible ofrecimiento servicio al mercado laboral.
- ✓ Posibles alianzas con diferentes universidades y el Sena para intercambio de conocimiento e infraestructura.
- ✓ Realización de investigaciones para el desarrollo tecnológico de la región en el área.
- ✓ Hacer un llamado a los estudiantes de último nivel y a egresados para que hagan diferentes aportes a este laboratorio.

Figura 6 Centro de Diagnóstico de Automotores



Fuente: <http://cotaxi.com.co>

- **AMENAZAS**

- ✓ Dificultad en la asignación de recursos para la adquisición de equipos de última tecnología.
- ✓ Dificultad para ingresar los servicios del laboratorio al mercado laboral, debido a no contar con instrumentos adecuados.
- ✓ No cuenta con auxiliares que posean los conocimientos suficientes para desarrollar las prácticas de forma adecuada.
- ✓ Posee un mantenimiento deficiente de los equipos utilizados en el laboratorio.
- ✓ No cuenta con una planta física adecuada

Figura 7 Estantes con partes de motores



Fuente: Autores

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS D.O.F.A.

Los resultados obtenidos en el análisis de la matriz D.O.F.A. se observa en la tabla No. 2.

Tabla 2 Resultados de la matriz D.O.F.A.

INTERNO EXTERNO	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<p><b>ESTRATEGIAS OFENSIVAS. F.O.</b></p> <p>Ofrecer el servicio de Diagnostico Automotor en el área metropolitana de Bucaramanga, de esta manera se logra un trabajo conjunto entre institución y comunidad. Donde todos ponen y todos ganan. La universidad aporta equipos y conocimiento y el usuario aporta elementos para realizar el diagnostico. Con esto la comunidad obtiene un servicio mas económico en la revisión técnico mecánica, por otra parte la institución educativa se fortaleza mejorando la calidad de la educación, generando entornos reales donde el estudiante adquiere de forma mas eficiente los conocimientos.</p>	<p><b>REORIENTACIÓN D.O.</b></p> <p>El mayor obstáculo para la construcción del C.D.A.es la dificultad en la asignación de recursos económicos para la compra de equipos. Estos recursos pueden ser obtenidos de Colciencias y de la propia E.I.M., gestionados por los profesores de la E.I.M. de la U.I.S.</p>

Tabla 2. (Continuación) Resultados de la matriz D.O.F.A.

<b>AMENAZAS</b>	<p><b>ESTRATEGIAS DEFENSIVAS F.A.</b></p> <p>Optimizando y actualizando las pruebas del L.M.T.A. con ayuda de nuevas herramientas tecnológicas de enseñanza como lo es el aula virtual, entidades como Colciencias y la misma E.I.M. se darán cuenta de lo importante que es el laboratorio para el estudiante, facilitándole recursos económicos para la compra de equipos modernos y mejoras en su planta física.</p>	<p><b>ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA D.A.</b></p> <p>Crear la misión, visión y hacer una proyección para darle una identidad clara y precisa al laboratorio. Elaborar un manual de prácticas en Motores de Combustión Interna. Diseñar y elaborar el contenido del aula virtual del laboratorio. Establecer las normas básicas de seguridad dentro del laboratorio.</p>
-----------------	---	---

Fuente: Autores

Basado en análisis D.O.F.A. el presente proyecto de grado aprovechara todas las fortalezas internas para evitar o reducir las Amenazas externas al igual que reducirá las debilidades internas y evitar las amenazas externas.

### 3.3 ESTUDIO DEL LABORATORIO

Para el proceso de estudio se realizo 2 encuestas una dirigida a profesores y otra dirigida a estudiantes de la E.I.M., el objetivo de la encuesta fue determinar la calidad de la educación, eficiencia de equipos, calidad y cantidad de prácticas y nivel de conocimiento de los auxiliares del laboratorio. Estas encuestas se presentan en la tabla No. 3 y la tabla No. 5, respectivamente

Tabla 3. Encuesta No 1 para el L.M.T.A.

<b>ENCUESTA SOBRE EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>							
<p>Estimado(a) estudiante, tu opinión acerca del laboratorio de M.T.A., de sus prácticas, de la forma como actualmente se desarrollan, de su contenido y evaluación; es muy importante para nuestra institución educativa. A continuación se presentan una serie de aspectos relevantes en este sentido. Contesta con la mayor objetividad posible, marcando con una equis (X) frente a cada aspecto la respuesta que mejor represente tu opinión.</p> <p>Tu respuesta a cada pregunta consistirá en dar una calificación escribiendo una equis (X) correspondiente, según la escala siguiente:</p>							
<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>5</b>	
Deficiente			Bueno			Excelente	
<b>A nivel general del laboratorio</b>							
No	Pregunta	1	2	3	4	5	
1	En el L.M.T.A. se realiza las prácticas correctamente y con seguridad.						
2	Número de prácticas						
3	Recursos con los que cuenta el laboratorio						
4	Espacio físico del laboratorio						
5	Disponibilidad de información en cada una de las prácticas						
6	Estado físico de los bancos de pruebas del laboratorio						
<b>A nivel de auxiliares</b>							
7	El auxiliar cuenta con recursos materiales suficientes para llevar a cabo su trabajo						
8	El auxiliar dispone de tecnología adecuada para realizar su trabajo (equipos informáticos y de otro tipo)						

Tabla 3. (Continuación) Encuesta No 1 para el L.M.T.A.

No	Pregunta	1	2	3	4	5
9	El auxiliar dispone de los medios adecuados de comunicación con otros servicios de la Universidad para realizar más fácilmente su labor					
10	El auxiliar se presenta puntualmente a la practica					
11	Nivel de conocimiento de los auxiliares					
12	El auxiliar se muestra dispuesto a ayudar a los estudiantes					
13	Los auxiliares está totalmente cualificados para las tareas que tiene que realizar					
14	El trato del auxiliar con los estudiantes es considerado y amable					
<b>A nivel de las prácticas</b>						
15	Se han tenido en cuenta tus conocimientos en M.T.A. adquiridos en la asignatura en la implementación de las prácticas.					
16	Resulta fácil relacionar la información de cada una de las prácticas con los conocimientos que ya poseías					
17	Resulta fácil acceder a la información que consideras que necesitas aprender en cada una de las prácticas					
18	Cada persona puede elegir las prácticas del L.M.T.A. según sus intereses y necesidades					
19	Las tareas que se proponen en cada práctica son consecuentes con la teoría.					
20	La información teórica y las tareas prácticas permiten comprender más fácil cada uno de los procesos que ocurren en la M.T.A.					
21	La información teórica y las tareas prácticas permiten formular hipótesis					
22	Las prácticas tienen una extensión adecuada					

Tabla 3. (Continuación) Encuesta No 1 para el L.M.T.A.

No	Pregunta	1	2	3	4	5
23	El lenguaje empleado en la práctica te resulta común					
24	El programa del L.M.T.A. contiene los temas fundamentales de las M.T.A.					
25	Son útiles las clases de consulta (presenciales, e-mail, y/o foro de discusión presenciales o virtuales)					
<b>De acuerdo a su importancia, califica las siguientes prácticas</b>						
No	Pregunta	1	2	3	4	5
26	Medidas de seguridad					
27	Sistema de distribución en Motores de Combustión Interna (diesel y a gasolina).					
28	Obtención de las características de un Motor encendido por chispa					
29	Sistema de enfriamiento en MCI					
30	Compresores alternativos					
31	Metrología					
32	Obtención de las características de un motor encendido por compresión					
33	Sistemas de admisión y escape en los Motores de Combustión Interna					
34	Sistemas de admisión y escape en los Motores de Combustión Interna					
35	Elementos constitutivos y sistemas principales de motores de combustión interna (motores a gasolina y diesel)					
36	Sistema de alimentación de combustible en los Motores de Combustión Interna (diesel y a gasolina).					
37	Orientación general sobre los Motores de Combustión Interna					
38	Funcionamiento de motores diesel y a gasolina					

Tabla 3. (Continuación) Encuesta No 1 para el L.M.T.A.

No	Pregunta	1	2	3	4	5
39	Sistema de ignición por chispa y por compresión en los MCI.					
40	Sistema de lubricación en MCI					
41	Parámetros de diseño y operación de los MCI.					
42	Analizador de gases					
43	Ciclos de los motores sobrealimentados					
44	Herramientas y equipos utilizados en las M.T.A.					
<p>45. Cual de los siguientes sitios web prefiere para acceder a información relaciona con las prácticas del laboratorio de M.T.A.</p> <p>1. Portal del profesor _____</p> <p>2. Wiki _____</p> <p>3. Plataforma moodle _____</p> <p>4. otras _____ ¿Cual? _____</p> <p>47. ¿Crees que esta página web facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje?</p> <p>Si _____ No. _____</p> <p>¿Por que? _____</p> <p>_____</p> <p>Sus respuestas a las anteriores preguntas son muy importantes para nosotros; así mismo, los comentarios que pueda hacer para saber que le gusta, que no le gusta o que le gustaría del L.M.T.A.</p> <p><b>Sugerencias y comentarios:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;"><b>GRACIAS POR SU TIEMPO</b></p>						

Fuente: Autores

En la tabla 4 se presenta la ficha técnica de la encuesta No 1.

Tabla 4 Ficha técnica de encuesta No 1

<b>ENCUESTA SOBRE EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>	
FECHA	1 de noviembre de 2010 al 20 de noviembre del 2010
REALIZADA POR	Autores del presente proyecto
POBLACIÓN	Estudiantes de Ingeniería Mecánica de la U.I.S.
TAMAÑO DE LA MUESTRA	90 Encuestas
DISEÑO DE LA MUESTRA	Aleatoriamente
RECOLECCIÓN DE DATOS	De forma personal
ERROR ESTIMADO DE LA MUESTRA	5 %

Fuente: Autores

En la tabla numero 5 se presenta la encuesta aplicada a los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la U.I.S.

Tabla 5 Encuesta No 2 para el L.MT.A.

<b>ENCUESTA SOBRE EL LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>			
Estimado profesor, su opinión es muy importante en la misión de la Universidad Industrial de Santander U.I.S., que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional, por tal motivo queremos incluir su criterio profesional en nuestro proyecto de grado, haciéndolo participe en esta encuesta acerca del L.M.T.A.			
No	Pregunta	SI	NO
1	¿Cree usted que el L.M.T.A. debe tener una herramienta de apoyo como son las nuevas tecnologías de información y conocimiento (Tics)?. ¿Cual? _____		

Tabla 5. (Continuación) Encuesta No 2 para el L.M.T.A.

No	Pregunta	SI	NO
2	¿Conoce usted las instalaciones del L. M.T.A.?		
3	¿Basado en su experiencia como docente e ingeniero, cree usted que el aprendizaje práctico experimental es una técnica de estudio que facilita la formación de estudios ingenieriles?		
4	¿Cree usted que el estudiante de Ingeniería Mecánica debería tener un conocimiento más práctico en el L.M.T.A.? ¿En que forma? _____ _____		
5	Según su experiencia como docente e ingeniero, ¿cuales son los conocimientos basicos relacionados con las M.T.A. que debe adquirir los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la U.I.S. _____		
6	6 ¿Cuál de los siguientes sitios web cree usted que es más conveniente para acceder a la información relacionada con las prácticas del L.M.T.A.? 1. Portal del profesor. _____ 2. Wiki. _____ 3. Plataforma Moodle. _____ 4. Google documentos _____  Otra. ¿Cuál? _____		
7	Según su experiencia como docente e ingeniero, ¿Qué beneficios, en el proceso enseñanza –aprendizaje, cree usted tenga el estudiante si el L.M.T.A. cuenta con un sito web para acceder a información? _____		
8	¿Cuál de las siguientes técnicas del aprendizaje le parece más adecuada para implementar en el desarrollo de las prácticas del L.M.T.A.? 1. Aprendizaje basado en problemas _____ 2. Aprendizaje por investigación _____ 3. Aprendizaje orientado a proyectos _____ 4. Todos los anteriores _____  <b>GRACIAS POR SU TIEMPO</b>		

En la tabla 5 se presenta la ficha técnica de la encuesta No 2.

Tabla 6 Ficha técnica de encuesta No 2.

ENCUESTA SOBRE EL LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	
FECHA	23 de noviembre del 2010 al 26 de noviembre del 2010
REALIZADA POR	Autores del presente proyecto
POBLACIÓN	Profesores de la E.I.M.
TAMAÑO DE LA MUESTRA	6 Encuestas
DISEÑO DE LA MUESTRA	Aleatoriamente
RECOLECCIÓN DE DATOS	De forma personal
ERROR ESTIMADO EN LA MUESTRA	5 %

Fuente: Autores

A continuación se presenta el análisis de los resultados de las encuesta sobre la percepción del L.M.T.A. por partes de profesores y estudiantes de la E.I.M.

Para valorar la percepción de los estudiantes y profesores hacia laboratorio se utilizo una escala entre uno (1) y cinco (5), siendo 1y 2 deficiente, 3 y 4 bueno y 5 excelente.

Los resultados obtenidos en cuanto al primer nivel de la encuesta: “**nivel general del laboratorio**”, se presenta en la tabla 7 y 8 y en la figura 8.

Tabla 7 Resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A.

CALIFICACIÓN	No de respuestas	% de eficiencia
EXCELENTE	5	5.5 %
BUENO	60	66.7%
DEFICIENTE	25	27.8%
TOTAL	90	100%

Fuente: Autores

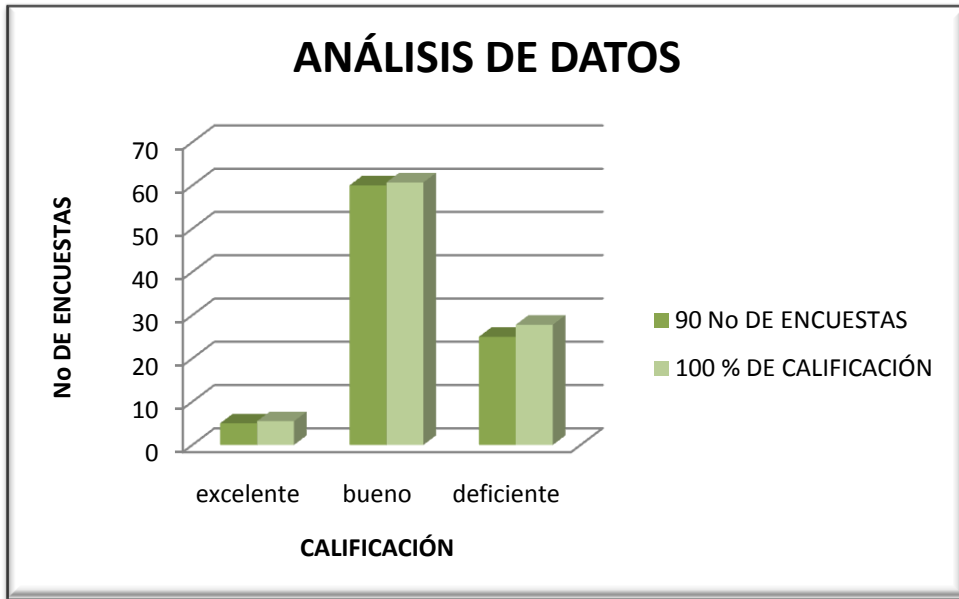
Sumando los ítems excelente y bueno como una percepción buena y el ítem deficiente una percepción mala hacia el laboratorio obtenemos los siguientes resultados: ver tabla 8.

Tabla 8 Suma resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A

Percepción	Calificación
Buena	$5.5 + 66.7 = 72.2$
Mala	27.8 %

Fuente: Autores

Figura 8 Resultados de la encuesta a nivel general del L.M.T.A.



Fuente: Autores

Podemos concluir que a nivel general la percepción de los profesores y estudiantes hacia el laboratorio es buena.

El segundo nivel de la encuesta, **“a nivel de auxiliares”**, los resultados fueron los siguientes: ver tabla 9 y 10.

Tabla 9 Resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A.

CALIFICACIÓN	No de respuestas	% de eficiencia
EXCELENTE	2	2.2 %
BUENO	34	37.7 %
DEFICIENTE	54	60.1%

Fuente: Autores

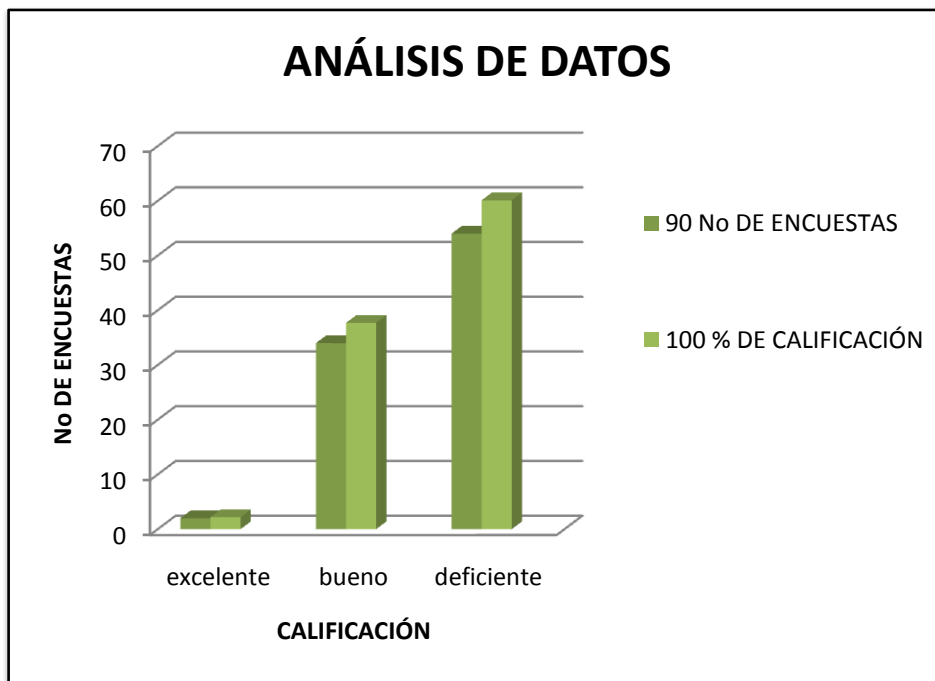
Tabla 10 Suma de resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A.

Percepción	Calificación
Buena	2.2 + 37.7 = 39.9
Mala	60.1 %

Fuente: Autores

En la figura 9 podemos ver el resultado de forma grafica.

Figura 9 Suma de resultados de la encuesta a nivel auxiliares del L.M.T.A.



Fuente: Autores

Observando la tabla 10 de resultados y la figura 9, se concluye que en este nivel la percepción alcanza tan solo un 40 % favorable y un 60 % desfavorable. Las

posibles causas de estos resultados se deben a que el laboratorio no cuenta con auxiliares bien remunerados, ni de tiempo completo. En este punto debemos aclarar que este nivel solo fue indagado a los estudiantes.

El tercer nivel de la encuesta, “**A nivel de las prácticas**”, los resultados fueron los siguientes: ver tabla 11 y 12 y figura 10.

Tabla 11 Resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A.

CALIFICACIÓN	No de respuestas	% de eficiencia
EXCELENTE	0	0 %
BUENO	27	30 %
DEFICIENTE	63	70 %
TOTAL	90	100 %

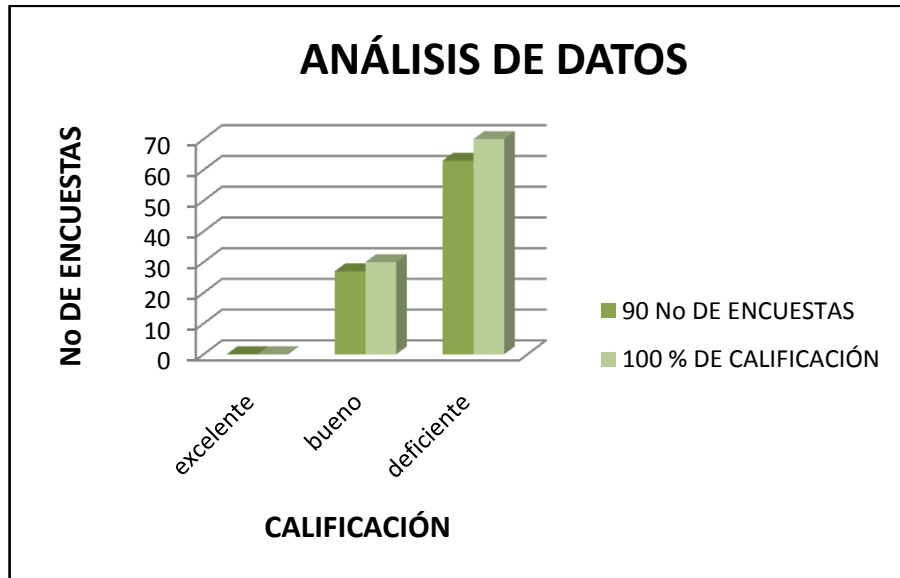
Fuente: Autores

Tabla 12 Suma de resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A.

Percepción	Calificación
Buena	0 + 30 = 30 %
Mala	70 %

Fuente: Autores

Figura 10 Resultados de la encuesta a nivel de las prácticas del L.M.T.A.



Fuente: Autores

Los resultados que reflejan la tabla No 12 y la figura No 10 nos muestran el pobre concepto que tienen los estudiantes hacia el laboratorio referente a sus prácticas.

A la última pregunta de la encuesta, sobre cual es el sitio web más conveniente para acceder a información relacionada con las prácticas de laboratorio tanto profesores como alumnos coincidieron en que el mejor sitio web es el portal del profesor con apoyo de herramientas como google documents, wikipedia entre otras.

Por último se registraron los comentarios y sugerencias hechas por los profesores y estudiantes, los siguientes comentarios y sugerencias son los más importantes:

- En la mayoría de casos los comentarios de los estudiantes se centraron en que se debería contar con equipos de última tecnología.
- Otro aspecto importante mencionado por los estudiantes y auxiliares del L.M.T.A., es la falta de un manual práctico y sencillo, donde se describa la metodología a seguir en cada una de las prácticas a desarrollar en el laboratorio.

- Algunos estudiantes y profesores resaltaron la importancia que tiene el aula virtual, como refuerzo a la asignatura M.T.A. y a su laboratorio.

### **3.4 ANÁLISIS GENERAL DEL L.M.T.A.**

De acuerdo con el análisis de los resultados de la matriz D.O.F.A. y la encuesta numero 1 y numero 2, donde se evaluaron las principales áreas del laboratorio, se concluye que existen un gran número de falencias que afectan directamente el proceso de aprendizaje, estas falencias se deben principalmente a la ausencia de:

1. Normas básicas de seguridad e higiene industrial dentro del laboratorio
2. Manual de prácticas de laboratorio
3. Herramienta de refuerzo (aula virtual)

Otro aspecto importante que se destaca en esta evaluación es la cantidad y calidad de los bancos de prueba, que aunque no son los mejores, son los suficientes para que el estudiante adquiriera una idea general del Motor de Combustión Interna.

**3.4.1 PRÁCTICAS DESARROLLAS POR OTRAS UNIVERSIDADES.** A continuación se enlistan prácticas en M.C.I. desarrolladas por diferentes centros de educación superior de Colombia y el mundo.

#### **Universidad Nacional de Colombia**

1. Orientación general sobre los de Motores
2. Obtención de las características de un Motor encendido por chispa
3. Obtención de las características de un motor encendido por compresión
4. Sistemas de alimentación de combustible en motores encendidos por chispa
5. Determinación de las características de la turbina con vapor sobrecalentado (y saturado) a velocidad constante con diferentes condiciones a la entrada

Fuente: <http://www.virtual.unal.edu.co>

### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

1. Prácticas de par de rotación
2. Prácticas con acelerador totalmente abierto
3. Prácticas con apertura variable
4. Prácticas de medición de consumo de combustible
5. Prácticas con gasolina de 87 octanos
6. Prácticas con gasolina de 95 octanos
7. Prácticas de medición de consumo de aire

Fuente: <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/>

### **SENA. Centro industrial del mantenimiento integral (Girón)**

En este centro básicamente se realiza mantenimientos en diferentes sistemas de Motores de Combustión Interna tales como sistema de alimentación, distribución, encendido refrigeración y arranque.

Fuente: Subdirectora Centro. Dra. Claudia Celina Marín Ariza.

### **Universidad Politécnica de Valencia (España)**

1. Elementos constitutivos de motores de combustión interna
2. Sistemas de alimentación de aire, sobrealimentación y escape
3. balance térmico de motores de combustión interna
4. sistema de encendido convencional y electrónico
5. simulación de ciclos reales de los motores
6. Lubricantes, sistemas de lubricación, sellado y rodadura
7. analizador de gases

Fuente: <http://www.upv.es/>

**3.4.2 SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DEL L.M.T.A.** Las prácticas que fueron seleccionadas bajo los criterios expuestos en la “JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN” del presente proyecto de grado son:

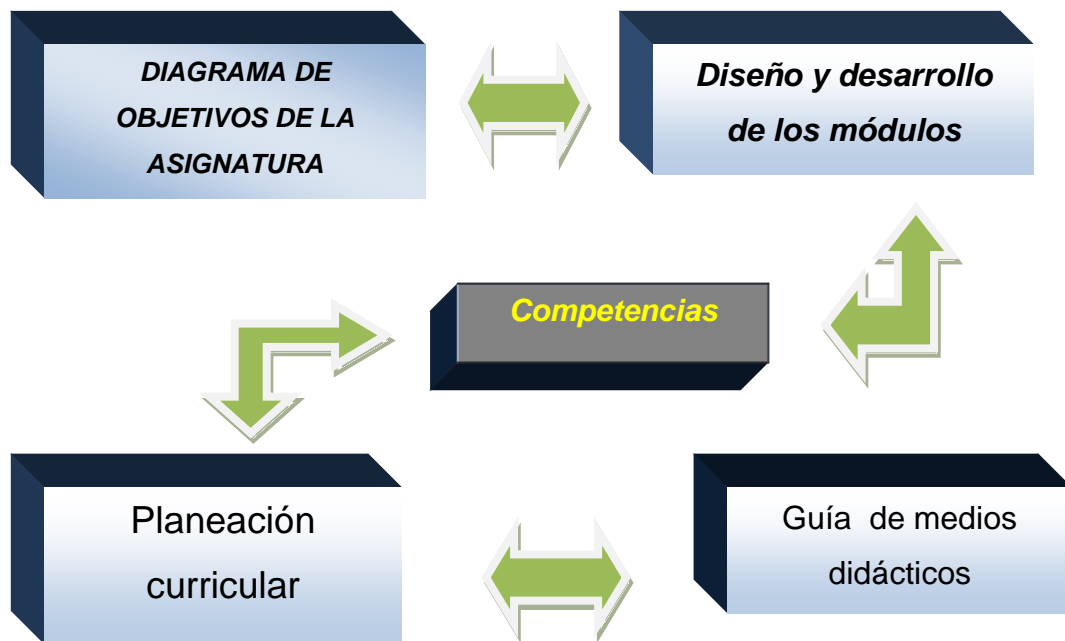
1. Medidas de seguridad.
2. Elementos constitutivos y sistemas principales del M.C.I.
3. Metrología.
4. Funcionamiento de M.C.I.
5. Sistema de distribución en M.C.I.
6. Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.
7. Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.
8. Sistema de ignición en M.C.I.
9. Sistema de lubricación en M.C.I.
10. Sistema de enfriamiento en MCI.
11. Simulación de ciclos del MCI.
12. Parámetros de diseño y operación de los MCI.
13. Compresores alternativos.

#### 4. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS

El diseño instruccional se desarrollo siguiendo la metodología determinada para los proyectos vinculados al proyecto ProSPETIC. Esta fase del trabajo de grado tiene como objetivo hacer un análisis a profundidad del currículo del laboratorio. El diseño instruccional consta de 5 fases: ver figura 11.

1. Diagrama de objetivos de la asignatura
2. Planteamiento de las competencias
3. Diseño y desarrollo de los módulos
4. Planeación curricular
5. Guía de medios didácticos

Figura 11 Metodología para la creación del diseño instruccional



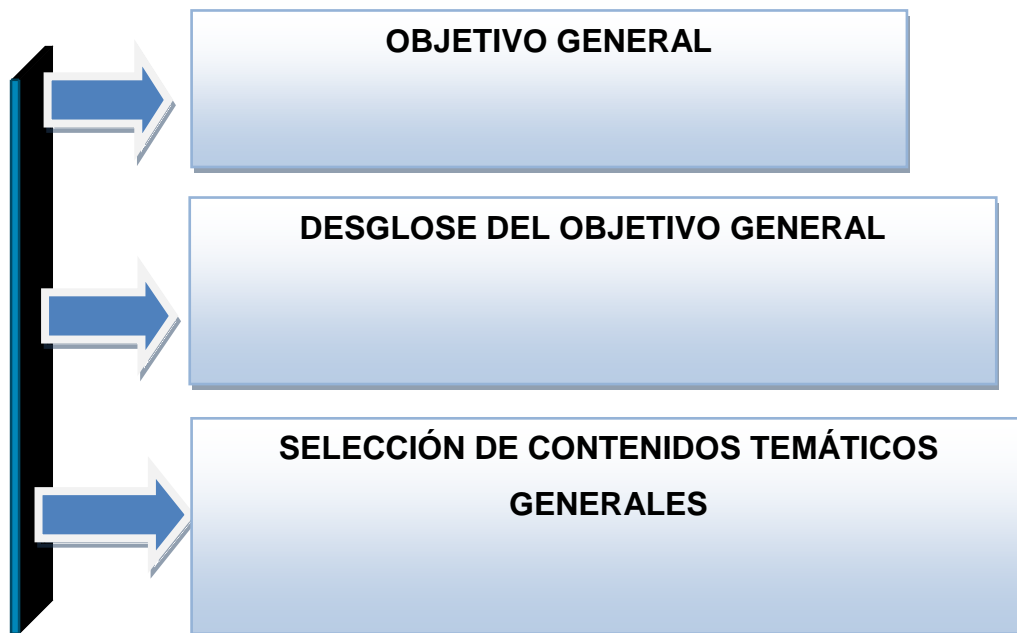
Fuente: Autores

#### 4.1 DIAGRAMA DE OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Diagrama de objetivos de la asignatura (D.O.A.) es un mapa conceptual de la materia que determina la distribución y secuencialidad de todo el conocimiento involucrado dentro de la asignatura.

Para la construcción del D.O.A., se identificaron 3 etapas importantes:

Figura 12 Diagrama de objetivos de la asignatura



Fuente: Autores

**4.1.1 Objetivo general.** El objetivo de general del laboratorio se desarrollo basado en lo que busca la E.I.M. para sus estudiantes en cuanto al aprendizaje de Máquinas Térmicas Alternativas se refiere. El objetivo desarrollado entrega una visión de lo que el estudiante debe saber a grandes rasgos y de lo que será capaz de realizar al finalizar el curso. Ver figura 13.

Figura 13 Objetivo general

**Complementar los conocimientos adquiridos en el curso del mismo nombre, mediante la realización de determinadas prácticas en M.T.A., optimizando el aprendizaje de los estudiantes, para que puedan distinguir, diagnosticar y determinar una solución a problemas relacionados en estas máquinas.**

Fuente: Autores

**4.1.2 Selección de los contenidos temáticos generales.** El segundo paso consistió en escoger los contenidos que dieran cumplimiento al objetivo general, esta etapa del proceso se realizó con base en el estudio previo del L.M.T.A.

El resultado obtenido de esta etapa se puede apreciar en la tabla 13:

Tabla 13 Contenidos temáticos generales del L.M.T.A.

<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
<b>Asignatura:</b> LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	<b>Semestre:</b> Quinto
<b>Código:</b> 21806	
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Térmicas Alternativas (Simultánea)	
<b>CONTENIDO</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medidas de seguridad.</li> <li>2. Elementos constitutivos y sistemas principales de M.C.I.</li> </ol>	

Tabla 13. (Continuación) Contenidos temáticos generales

3. Metrología.
4. Funcionamiento de motores Diesel y a gasolina.
5. Sistema de distribución en M.C.I.
6. Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.
7. Sistema de alimentación de combustible en los M.C.I.
8. Sistema de ignición en MCI.
9. Sistema de lubricación en MCI.
10. Sistema de enfriamiento en MCI.
11. Simulación de ciclos del MCI.
12. Parámetros de diseño y operación de los MCI.
13. Compresores alternativos.

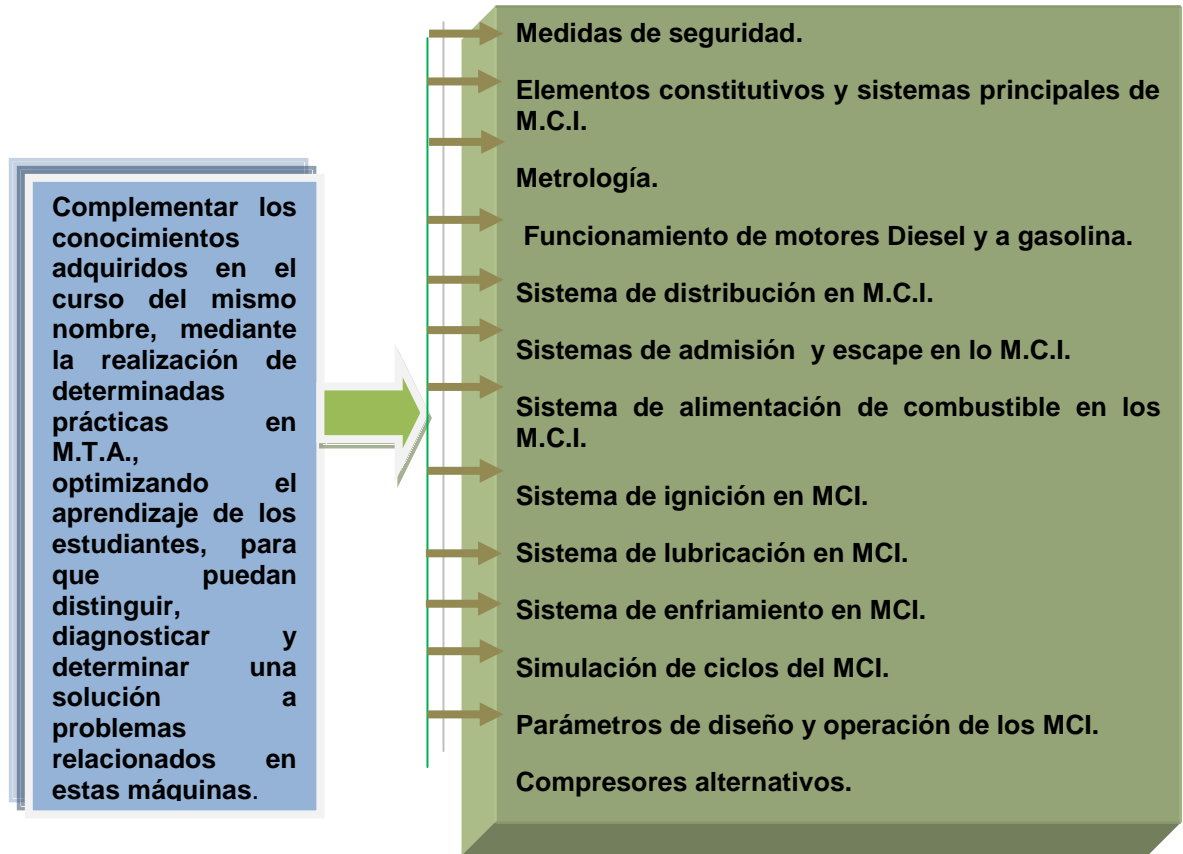
Fuente: Autores

**4.1.3 Desglose del objetivo general.** A partir del objetivo general se identificaron los objetivos específicos que persigue el laboratorio, pasando de lo general a lo particular.

Como primera medida el objetivo se aplicó en las 13 prácticas a desarrollar, con esto pasamos de lo general a lo particular. Ver figura 14.

Para cada una de las prácticas presentadas en la figura 14 se propusieron objetivos específicos. La descripción del objetivo general al igual que los objetivos específicos se hizo siguiendo la estructura gramatical planteada en el análisis funcional: *Verbo + Objeto + Condición* y se organizó teniendo en cuenta el principio de secuencialidad tal como se observa en el anexo A

Figura 14 Desglose del objetivo general



Fuente: Autores

## 4.2 Planteamiento de las competencias

Se definen las competencias como el horizonte hacia el cual el docente debe enfocar el proceso educativo a través del desarrollo de los conocimientos, Las competencias buscan tener un enfoque integral en el cual se enlace el sector educativo con el productivo con el fin de formar individuos con potencialidades para responder a los cambios sociales, tecnológicos y culturales del mundo.

El planteamiento de las competencias se desarrolla partiendo de las prácticas a desarrollar en el laboratorio teniendo en cuenta los principios del análisis funcional manteniendo la secuencialidad en el sentido vertical y la relación causa consecuencia en el sentido horizontal. Las competencias al igual que las actividades de aprendizaje conservan la estructura gramatical Verbo + Objeto +

Condición ya que ésta, permite mantener la consistencia en los enunciados, su fácil comprensión y la determinación de lo que el estudiante debe ser capaz.

Las competencias están clasificadas en teóricas o del saber, prácticas o del hacer y transversales o del ser, como se resume en la tabla 14

Tabla 14 Competencias

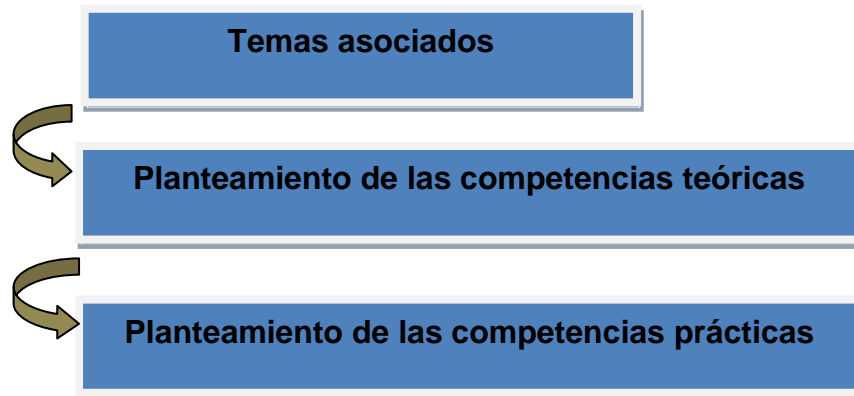
Conocimientos <b>SABER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Generales del aprendizaje</li> <li>➤ Académicos vinculados a una materia</li> <li>➤ Vinculados al mundo profesional</li> </ul>
Habilidades y destrezas <b>SABER HACER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intelectuales</li> <li>➤ De comunicación</li> <li>➤ Interpersonales</li> </ul>
Ser <b>ACTITUDES Y VALORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De desarrollo profesional</li> <li>➤ De compromiso personal</li> <li>➤ Organización/gestión personal</li> </ul>

Fuente: Autores

La estructura que concentran las competencias consta de tres partes, a través de las cuales se pueden visualizar las características de secuencialidad y causa-consecuencia. La metodología seguida para plantearlas se describe en la figura 15.

En el anexo B se muestra el producto final que contiene las competencias teóricas y prácticas para cada una de las prácticas.

Figura 15 Metodología para plantear las competencias



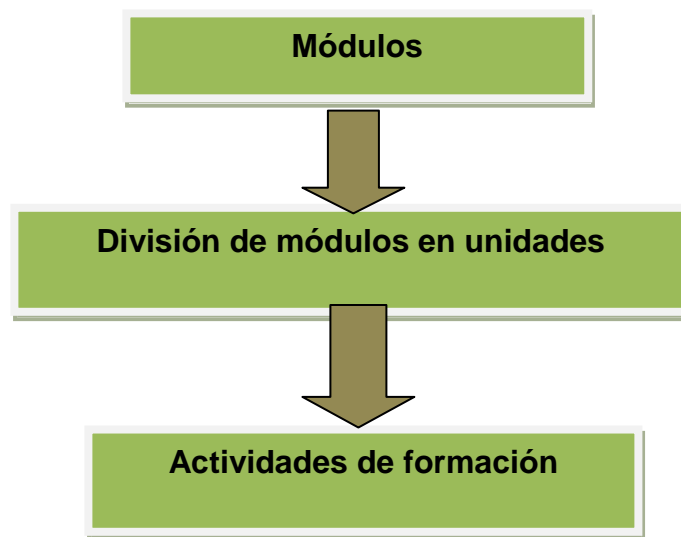
Fuente: Autores

### 4.3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS MÓDULOS

Esta es fase más representativa del diseño instruccional del L.M.T.A., ya que permite presentar la asignatura en su totalidad.

Para el diseño de la estructura modular se tuvieron en cuenta los tres niveles de desagregación y el principio del análisis funcional “de lo general a lo particular”. La estructuración modular se observa en la figura 16

Figura 16 Estructura modular



Fuente: Autores

**4.3.1 Módulos.** Los módulos son áreas de conocimiento caracterizadas por la autonomía, estos módulos pueden dividirse a su vez en temas más particulares. Los módulos establecidos para el L.M.T.A. fueron las 13 prácticas seleccionadas previamente.

**4.3.2 División de módulos en unidades.** La división de módulos en unidades constituye un componente fundamental del área de conocimiento a través de la cual se subdivide y delimitan los módulos, con el objeto de orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**4.3.3 Actividades de formación.** Son acciones que deben ser desarrolladas por el estudiante de forma individual o en grupo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las actividades de formación permiten establecer el alcance de la unidad planteadas en el punto anterior.

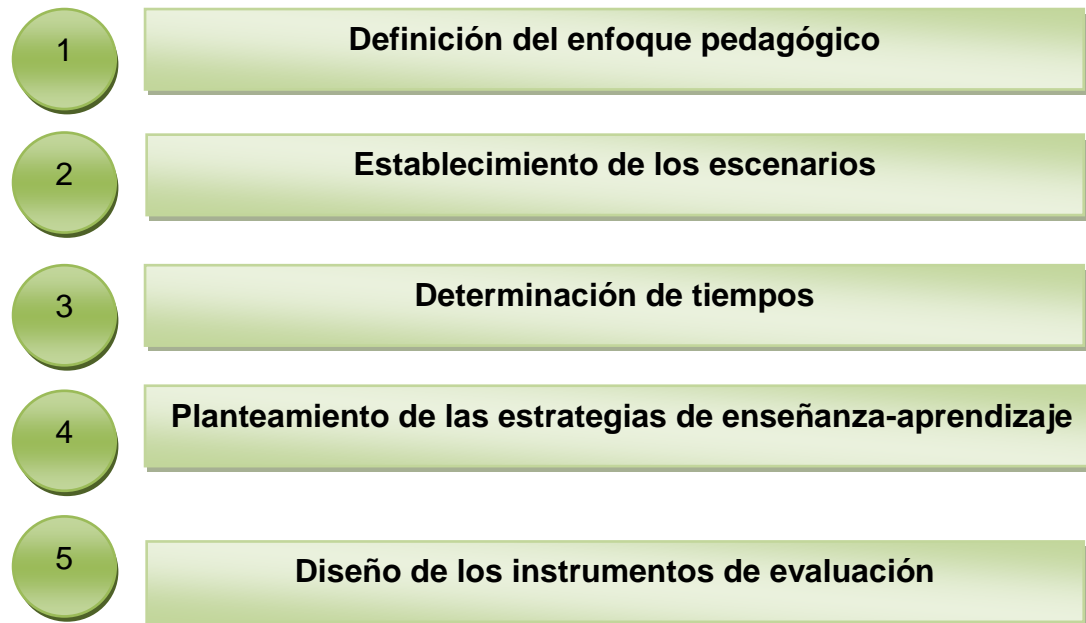
La estructuración modular desarrollada en el presente proyecto para el L.M.T.A. se muestra en el anexo C.

#### **4.4 PLANEACIÓN CURRICULAR**

La planeación curricular constituye un proceso fundamental en el desarrollo de esta propuesta metodológica por que a través de ella se consolida el diseño curricular del laboratorio.

En esta etapa se enlazan diferentes aspectos como lo son el enfoque pedagógico, escenarios, duración, estrategias, técnicas de enseñanza-aprendizaje e instrumentos de evaluación, los cuales conforman las etapas de la metodología de desarrollo y ayudan a promover las competencias en el estudiante. La figura 17 presenta los pasos que se llevaron a cabo en esta fase de la planeación curricular

Figura 17 Planeación curricular



Fuente: Autores

**4.4.1 Definición del enfoque pedagógico.** El enfoque pedagógico con el que se planteo la planeación curricular del laboratorio fue el “Aprendizaje cooperativo y colaborativo”, el cual consiste en trabajar en grupo para lograr metas comunes de aprendizaje.

**4.4.2 Establecimiento de los escenarios.** En este segundo paso se identificaron los escenarios donde puede darse el proceso de enseñanza-aprendizaje del laboratorio, los escenarios identificados, en los cuales el estudiante tiene interacción con el conocimiento, fueron:

- Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas
- Aula virtual
- Talleres de mecánica automotriz

**4.4.3 Determinación de tiempos.** Teniendo en cuenta el tiempo semestral oficial definido por la universidad, 16 semanas efectivas, el escenario en el cual se desarrolla la enseñanza-aprendizaje y el número de prácticas a desarrollar se realizó la estimación de tiempo en cada práctica:

- Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas: 2 horas por cada practica
- Aula virtual y talleres de neánica automotriz: no se estableció tiempo de duración de cada práctica ya que esta depende de diferentes factores como la disponibilidad de tiempo del estudiante fuera de la universidad, disponibilidad de internet en el caso del aula virtual y tamaño y organización en el caso de los talleres de mecánica automotriz.

**4.4.4 Planteamiento de las estrategias de enseñanza-aprendizaje.** Esta etapa de la planeación curricular define las estrategias de enseñanza-aprendizaje las cuales describen las formas en que el estudiante adquiere y asimila los conceptos expuestos por el laboratorista.

Para seleccionar las estrategias de enseñanza-aprendizaje se tomo como referencia la tabla “Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje” incluida en la “Guía Básica de Diseño Instruccional” desarrollada por el laboratorio de investigación y desarrollo del C.E.N.T.I.C. Ver tabla 15.

Tabla 15 Estrategias y técnicas de enseñanza – aprendizaje

ESTRATEGIA	TÉCNICA	
<b>Aprendizaje interactivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación participativa</li> <li>• Exposición</li> <li>• Conferencia por un experto</li> <li>• Entrevista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel</li> <li>• Debate</li> <li>• Formulación de preguntas</li> <li>• Seminario</li> <li>• Visitas</li> </ul>

Tabla 15 (Continuación) Estrategias y técnicas de enseñanza – aprendizaje

ESTRATEGIA	TÉCNICA	
<b>Aprendizaje individual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta</li> <li>• Reporte</li> <li>• Elaboración de ensayo</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Resumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laberintos de acción</li> <li>• Análisis e interpretación de lectura</li> <li>• Análisis y resolución de problemas</li> </ul>
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta</li> <li>• Resumen</li> <li>• Análisis e interpretación de lectura</li> <li>• Análisis y resolución de problemas</li> <li>• Taller de ejercicios</li> <li>• Exposición</li> <li>• Técnica del rompecabezas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación</li> <li>• Proyecto</li> <li>• Panel</li> <li>• Debate</li> <li>• Seminario</li> <li>• Concurso</li> <li>• Juego de roles</li> <li>• Lluvia de ideas</li> <li>• Tutorial</li> </ul>

Fuente: Tomado de tesis pregrado de Doris Consuelo Ramírez Prada

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje seleccionadas para el laboratorio se presentan en la tabla 16

Tabla 16. Estrategias de enseñanza-aprendizaje seleccionadas para el L.M.T.A.

ESTRATEGIA	TÉCNICA	
<b>Aprendizaje interactivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debate de ideas.</li> <li>• Visita técnica a taller de mecánica automotriz.</li> <li>• Participar en link “debate” del aula virtual del laboratorio.</li> </ul>	

Tabla 16. (Continuación) Estrategias de enseñanza-aprendizaje seleccionadas para el L.M.T.A.

ESTRATEGIA	TÉCNICA
<b>Aprendizaje individual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de notas.</li> <li>• Pre informes e informes.</li> <li>• Estudio por cuenta propia de conocimientos relacionados con cada práctica</li> </ul>
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El laboratorista asigna a los estudiantes un tema para la siguiente práctica, el cual estudiara y expondrá al resto de estudiantes.</li> <li>• Después de la exposición del estudiante se resuelven las dudas generadas en la exposición.</li> <li>• Por ultimo se hace una lluvia de ideas del tema expuesto.</li> </ul>

Fuente: Autores

**4.4.5 Diseño de los instrumentos de evaluación.** Las estrategias de evaluación definen las técnicas e instrumentos de valoración del aprendizaje, estas estrategias permiten al docente corroborar la asimilación conocimiento por parte del estudiante. Para esta fase de la planeación curricular se toma como referencia la “Guía Básica Diseño Instruccional”<sup>8</sup>.

Las estrategias de evaluación seleccionadas en el presente proyecto de grado para el laboratorio de M.T.A. se presentan en el desarrollo total del diseño curricular. Ver anexo D

**4.4.6 Recursos didácticos para el aprendizaje.** Los recursos didácticos fundamentales que se utilizarán en cada una de las prácticas son:

- Las presentaciones en el laboratorio en PowerPoint, en todas las prácticas. Estas presentaciones son referente a la estructura, funcionamiento, sistemas, mecanismos en los M.C.I. Estas presentaciones estarán

<sup>8</sup> GÓMEZ, Edwin. Guías de Diseño Instruccional (Metodólogo C.E.N.T.I.C. noviembre 2007)

disponibles en el portal del profesor Jorge Luis Chacón en el link “Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas”, para el autoestudio y repaso del estudiante.

- Videos: los videos al igual que las presentaciones estarán disponibles en el portal del profesor, estos videos servirán para profundizar y consolidar el estudio teórico de las diferentes prácticas del laboratorio
- Lecturas: Son archivos seleccionados sobre los diversos temas de cada una de las prácticas, servirán para estudiar de manera independiente y profundizar el estudio en cada tema.
- Los motores, bancos, herramientas y equipos que se utilizarán para desarmar, identificar, armar, regular y probar los diferentes sistemas y mecanismos de los M.C.I.
- Libros de M.C.I. que sirven para profundizar en el estudio independiente y que se encuentran en la biblioteca de la U.I.S.
- Aula virtual del laboratorio ubicada en la página web: <http://profesor.uis.edu.co:8080/plataforma/modulos/portal/mostrar/index.jsp?login=jchacon>, en el link “Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas”.

## **5. MANUAL PRÁCTICO DE LABORATORIO**

### **5.1 MISIÓN**

Preparar estudiantes para que apliquen las ciencias de ingeniería en el diagnóstico y reparación de Motores de Combustión Interna, optimizando su funcionamiento y protegiendo el medio ambiente.

### **5.2 VISIÓN**

El Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativa debe ser un ente académico y técnico a corto plazo que provea al estudiante de ingeniería mecánica la información tecnológica vanguardista que le permita vislumbrar un panorama actualizado e integral del área de Máquinas Térmicas Alternativas.

### **5.3 FINALIDAD DEL L.M.T.A.**

El Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas tiene como finalidad complementar los conocimientos adquiridos en el curso del mismo nombre, de la carrera de ingeniería mecánica, mediante la realización de determinadas prácticas de laboratorio y el uso de equipos especializados que permitan al estudiante experimentar y aplicar la teoría tanto en el desarrollo de actividades técnicas como en aplicaciones de la ingeniería.

Al completar el curso del laboratorio el estudiante será capaz de:

1) Identifica todos los componentes, sistemas y mecanismos de un Motor de Combustión Interna, así como conocer el desarme y arme de dichos motores. Clasificará los motores por su capacidad, tipo de ciclo, número de cilindros, desplazamiento volumétrico, orientación de los cilindros, tipo de tren de válvulas, accionamiento del eje de levas, número y disposición de válvulas, etc.

2) El estudiante desarrolla destrezas en el uso de herramientas manuales y conoce las aplicaciones de herramientas especializadas para el diagnóstico y reparación de los motores. Además, aprenderá a realizar pruebas y a diagnosticar averías en los mismos.

3) Será capaz de hacer mediciones de potencia, torque, consumo de combustible y aire a distintos números de revoluciones en los motores, información que podrá utilizar para esbozar gráficas y determinar los puntos de funcionamiento óptimo en las relaciones potencia-consumo.

4) En el campo de la electricidad y la electrónica automotriz, el estudiante observa el funcionamiento de los circuitos de encendido convencionales y electrónicos así como el estudio de sus componentes y los procedimientos de diagnóstico y reparación de los mismos. También estudiará los mecanismos de inyección diesel convencional y obtendrá las bases de la inyección electrónica.

#### **5.4 PROYECCIÓN DEL LABORATORIO**

El Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la U.I.S., tiene como proyecto ampliar, complementar y diversificar las prácticas y experiencias ejecutadas por los estudiantes dentro del mismo, orientándolas a un modelo que se acerque más a la utilización y aplicación de ciencias de la ingeniería, manteniendo cierto porcentaje técnico en las prácticas.

#### **5.5 ORGANIZACIÓN INTERNA DEL L.M.T.A.**

El laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas está dirigido por el Ingeniero **JORGE LUIS CHACÓN VELASCO**, encargado de dictar las clases magistrales referentes a las prácticas y actividades del curso. Los auxiliares, estudiante de Ingeniería Mecánica de la U.I.S., que lograron con excelencia la aprobación de la materia que lleva el mismo nombre, organizan en grupos de aproximadamente 6 estudiantes para llevar a cabo las prácticas.

#### **5.6 PROPÓSITO Y COMPETENCIAS DEL L.M.T.A.**

##### **5.6.1 Propósitos**

- Analizar los M.C.I. desde un enfoque ingenieril.

- Estudiar las diferentes variables que intervienen en el diseño de los M.C.I., por ejemplo número de cilindros, tipo de encendido, tipo de sistema de refrigeración, sistema de arranque, cámara de combustión entre otros.
- Proporcionar los fundamentos teóricos que permitan entender los diferentes sistemas que hacen parte de los M.C.I.
- Guiar al estudiante en el desarrollo de destrezas para diagnóstico de averías y fallos en los M.C.I.
- Formar al estudiante con los fundamentos en el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los M.C.I.

### **5.6.2 Competencias**

- Competencias cognitivas: se espera que a lo largo del curso el estudiante interprete los conceptos vistos en la asignatura de M.T.A. para llevarlos a la práctica, argumente sobre teorías de dinámica y ciclos termodinámicos ideales y proponga de manera creativa nuevos diseños de elementos y sistemas que constituyen el M.C.I.
- Competencias actitudinales y axiológicas: la materia está basada en la realización de prácticas y trabajos individuales y grupales, lo que permite que el estudiante reflexione sobre los siguientes valores durante el desarrollo del curso: responsabilidad, perseverancia, tolerancia y curiosidad intelectual. Las fases del proceso de elaboración, presentación y sustentación de los proyectos en las prácticas, hacen indispensable que el estudiante desarrolle competencias de comunicación, análisis, síntesis, conceptualización, planeación y trabajo en equipo.

### **5.7 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO**

Estas reglas deben ser aplicadas en todas las prácticas:

- ✓ El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, pero letal; procure que el lugar tenga buena ventilación.
- ✓ Verifique el nivel de aceite del motor antes de la prueba

- ✓ Verifique el nivel de refrigerante del radiador.
- ✓ Nunca mire directamente al carburador.
- ✓ NO toque las superficies calientes como múltiple de salida, radiador, mangueras, convertidor catalítico etc.
- ✓ NO coloque herramienta sobre la batería, puede causar cortos o dañarla internamente.
- ✓ EL ácido de batería produce quemaduras, si tiene contacto neutralícelo con: Soda o bicarbonato de calcio y abundante agua.
- ✓ El hidrógeno producido por la batería es explosivo.

## **5.8 PRÁCTICAS A EFECTUARSE EN EL LABORATORIO**

- Práctica número 1. Medidas de seguridad
- Práctica número 2. Elementos constitutivos y sistemas principales de M.C.I.
- Práctica número 3. Metrología.
- Práctica número 4. Funcionamiento de M.C.I.
- Práctica número 5. Sistema de distribución en M.C.I.
- Práctica número 6. Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.
- Práctica número 7. Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.
- Práctica número 8. Sistema de ignición en M.C.I.
- Práctica número 9. Sistema de lubricación en M.C.I.
- Práctica número 10. Sistema de enfriamiento en MCI.
- Práctica número 11. Simulación de ciclos del MCI.
- Práctica número 12. Parámetros de diseño y operación de los MCI.
- Práctica número 13. Compresores alternativos.

El desarrollo de cada una de las anteriores prácticas se muestra en el anexo E




## 5.9 FORMATO DE INFORME

En cada una de las prácticas a efectuarse en el laboratorio M.T.A. de la U.I.S., el estudiante elaborara y presentara un informe el cual se registrá por el siguiente formato:

**5.9.1 Encabezado.** En esta parte se recogen los datos necesarios para la identificación de la práctica, ver figura 18, como son:

- A) Nombre de la práctica
- B) Nombre del director del laboratorio
- C) Nombre del auxiliar que dirigió la práctica
- C) Fecha de realización de la práctica
- D) Nombre y código del estudiante que realizo la práctica

Figura 18 Encabezado de formato

		<b>LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>			
				CONSTRUIMOS FUTURO	
<b>Práctica 1. Medidas de seguridad</b>				<b>Página 1 de 9</b>	
Director: Jorge Luis Chacón		Auxiliar:		Fecha:	
Nombre:		Código:		Calificación	

Fuente: Autores

**5.9.2 Objetivos.** Se deben enumerar las metas a las cuales se quiere llegar con la realización de la práctica. Ver figura 19.

Figura 19 Objetivos

Objetivos de la práctica
1. Reconocer las diferentes reglas de seguridad (Condiciones del entorno, Señalización, manejo de: herramientas manuales, equipos generales de trabajo, almacenamiento y manipulación de productos químicos) cuando se trabaje con M.C.I.
2. Manipular y guardar combustible en forma segura.

Fuente: Autores

**5.9.3 Material y equipo a utilizar.** Se deben enumerar todos los equipos necesarios para la realización de la práctica. Ver figura 20.

Figura 20 Material y equipo a utilizar

Materiales y equipo a utilizar
1. Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 1)
2. Literatura sobre normas de seguridad en talleres y L.M.T.A.(N.T.C. 0024)
3. Extinguidor, botiquín, puente grúa
4. Tanque de depósito de combustible.

Fuente: Autores

**5.9.4 Marco teórico.** Se debe hacer un resumen de la teoría consultada disponible en el aula virtual, en la biblioteca central de la U.IS y en el centro de estudio de I.M. El texto deberá tener una redacción clara y concisa. Ver figura 21.

Figura 21 Marco teórico

Marco teórico
<p><b>Medidas de seguridad en laboratorio de M.T.A.</b> La seguridad es de suma importancia en las actividades que realizamos a diario, lamentablemente en muchos laboratorios, talleres mecánicos e incluso grandes industrias se tiene en último lugar. La mayoría de accidentes se producen por descuido, ignorancia y en algunos casos, por simple negligencia. Debido a esto se presentan accidentes, los cuales suelen ocurrir por desconocimiento o simple desatención de las normas mínimas de seguridad.</p>

Fuente: Autores

**5.9.5 Procedimiento.** Se debe enumerar y especificar, lo más detalladamente posible, cada uno de los pasos necesarios para la realización de la práctica. Ver figura 22.

Figura 22 Procedimiento

Procedimiento	Página 3 de 9
<p>1. El auxiliar da a conocer las normas y reglamentos del laboratorio para evitar accidentes, además recomienda, como complemento, estudiar las normas de seguridad del L.M.T.A.</p> <p>2. El auxiliar expone como usar el extintor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antes de usar el extintor determine la clase de fuego.</li> <li>✓ Revise la etiqueta del extintor, asegúrese de que es el tipo que aplica a la clase de incendio.</li> <li>✓ Asegúrese que el extintor esta cargado. Vea el manómetro</li> </ul>	

Fuente: Autores

**5.9.6 Tabla de datos.** Deben listarse los datos directamente obtenidos, así como los obtenidos por promedios, incertidumbres y demás parámetros de interés. Si es el caso debe especificarse las ecuaciones y fórmulas utilizadas. Si es posible presente los datos en forma gráfica. Ver figura 23.

**5.9.7 Conclusiones.** Se debe concluir sobre el desarrollo de la práctica, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Ver figura 24.

Figura 23 Tabla de datos

Tabla de datos		Página 7 de 8
Complete la tabla numero 1 y 2 con los datos obtenidos de la medición del 3 y 4 paso del "Procedimiento"		
Tabla 1. Bloque de cilindros		
Items	Tolerancia	Medición
Diámetro Interno Cilindro	Máximo 139.827 mm	
	Mínimo 139.694 mm	
Diámetro Externo Cilindro	Máximo 166.77 mm	
	Mínimo 166.72 mm	

Fuente: Autores

Figura 24 Conclusiones

Conclusiones
1. Es preciso tener presente las mínimas normas de seguridad en toda actividad que estemos desarrollando y más cuando estas actividades involucren M.T.A., debido a que poseen partes como ejes de rápido movimiento, con superficies muy calientes, y funcionan con sustancias químicas volátiles como la gasolina y A.C.P.M.
2. La señalización es una herramienta mediante la cual se estimula a un individuo para prevenir accidentes y riesgos laborales. La señalización se presenta en varios colores los cuales identifican la clase de señal, ejemplo, rojo: prohibición, amarillo: advertencia, azul: obligación, verde: auxilio.

Fuente: Autores

**5.9.8 Bibliografía.** Deben citarse los documentos que han sido utilizados para profundización de la práctica. Ver figura 25.

Figura 25 Bibliografía



<b>Bibliografía</b>
➤ Aula virtual del L.M.T.A.
➤ Ministerio de salud resolución 8321 del 4 de agosto de 1983
➤ F. P. Marín Andrés. Manual de seguridad industrial. Editorial I 2006 - 194 páginas
➤ Normas de manejo de combustibles. (N.T.C. 5011.M combustibles)

Fuente: Autores

El informe es individual y debe entregarse en fecha programada por el auxiliar (máximo en la siguiente práctica). Este puede ser realizado a mano o en computador. En el anexo F se presenta el desarrollo del formato de cada una de las prácticas.

En la siguiente página, figura 26, se presenta el formato para el informe que el estudiante debe presentar para cada una de las prácticas

Figura 26 Formato completo de informe de prácticas

 <b>LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>		 <b>CONSTRUIMOS FUTURO</b>
<b>Práctica 4. Funcionamiento de M.C.I.</b>		Página 1 de 8
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
Se deben enumerar las metas a las cuales se quiere llegar con la realización de la práctica.		
<b>Materiales y equipo</b>		
Se deben enumerar todos los equipos necesarios para la realización de la práctica.		
<b>Marco teórico</b>		
Se debe hacer un resumen de la teoría consultada disponible en el aula virtual, en la biblioteca central de la U.I.S y en el centro de estudio de I.M. El texto deberá tener una redacción clara y concisa.		
<b>Procedimiento</b>		
Se debe enumerar y especificar, lo más detalladamente posible, cada uno de los pasos necesarios para la realización de la práctica		
<b>Tabla de datos</b>		
Deben listarse los datos directamente obtenidos, así como los obtenidos por promedios, incertidumbres y demás parámetros de interés. Si es el caso debe especificarse las ecuaciones y fórmulas utilizadas. Si es posible presente los datos en forma gráfica.		
<b>Conclusiones</b>		
Se debe concluir sobre el desarrollo de la práctica, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos.		
<b>Bibliografía</b>		
Deben citarse los documentos que han sido utilizados para profundización de la práctica.		

Fuente: Autores

## 6. AULA VIRTUAL DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS

En esta etapa del proyecto se procede a elaborar la propuesta del sitio web para el L.M.T.A. Para la selección del sitio web se toma en cuenta los resultados arrojados por la encuesta No 1, No 2 y el concepto profesional del ingeniero JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, director del presente proyecto. Dando como resultado la selección del portal del profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO como sitio web para el L.M.T.A.

El portal del profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, es una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de las prácticas de laboratorio en M.C.I., el cual sirve como punto de encuentro entre el profesor y los alumnos, donde se accede a diferente tipo información referente a la asignatura.

Con el portal del profesor como aula virtual para el laboratorio se obtienen los siguientes beneficios:

- ✓ Interacción más dinámica entre el estudiante y el profesor.
- ✓ Estimulación el auto aprendizaje por parte del estudiante.
- ✓ Fortificación de los actuales métodos de enseñanza en las prácticas del laboratorio.
- ✓ Estimulación al estudiante a mostrar todas sus capacidades y habilidades para enfrentar problemas reales en las M.T.A.
- ✓ Flexibilización de los ritmos y tiempos del aprendizaje en las prácticas del laboratorio.
- ✓ Fomentación del aprendizaje crítico por parte del estudiante.

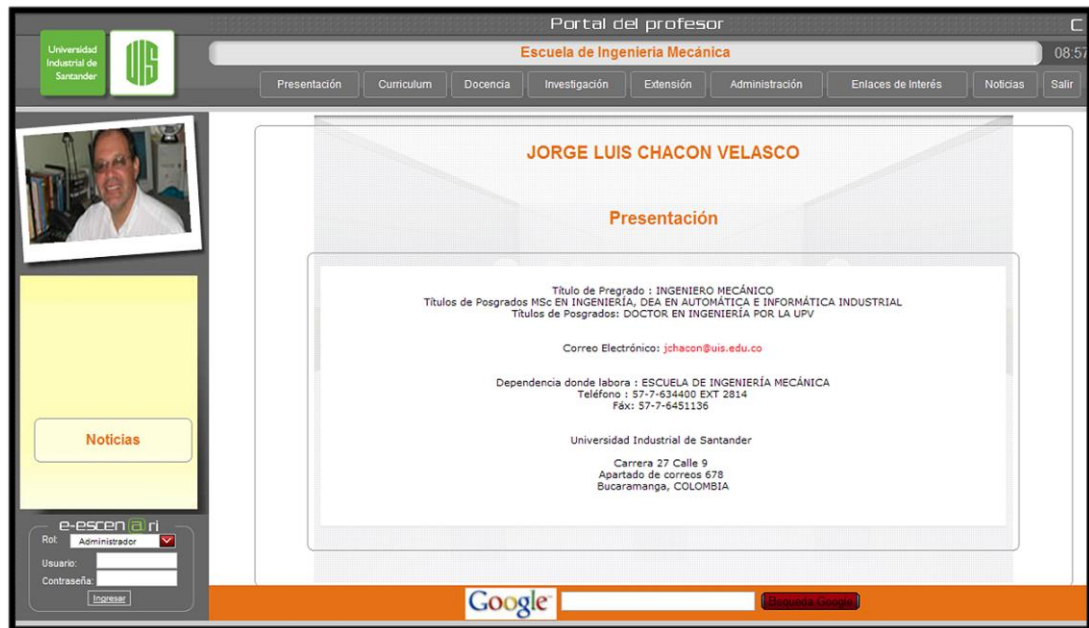
La comunidad estudiantil puede hacer uso del aula virtual del L.M.T.A., en cualquier computador o teléfono móvil con acceso a internet en la dirección <http://profesor.uis.edu.co/portal/jchacon/>

Los estudiantes matriculados en la asignatura Máquinas Térmicas alternativas tendrán acceso al sistema, por medio de un “*nombre de usuario*” y una “*contraseña*”, que se le otorgara al inicio del curso.

## 6.1 ESTRUCTURA DEL AULA VIRTUAL

La estructura del portal del profesor mostrada en la figura 27, consta de 8 módulos, una ventana dispuesta para las noticias, la fotografía del docente, el área de trabajo y las casillas para registro y entrada en la plataforma e-escen@riUIS.

Figura 27 Portal del profesor<sup>9</sup>

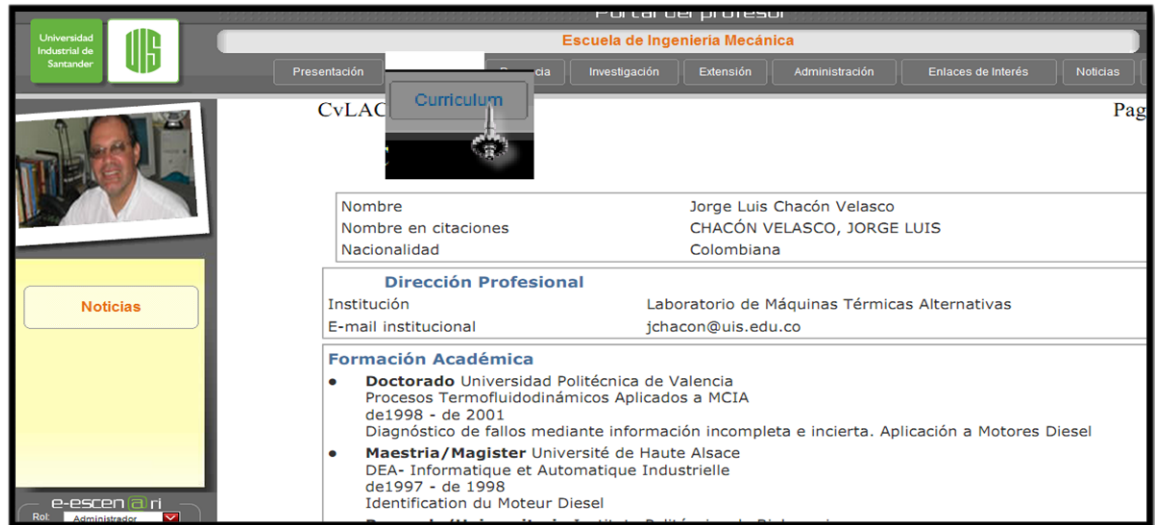


**6.1.1 Módulo presentación.** El módulo inicio se carga por defecto en el momento en que se ingresa al portal, figura 27. En este se encuentra la presentación del ingeniero JORGE LUIS CHACÓN VELASCO y en la parte inferior se ofrece la opción de buscador. También se encuentra en la parte izquierda de la pantalla el panel de noticias, donde el docente publica temas de interés para el estudiante y da la posibilidad de enlazar documentos o páginas web.

**6.1.2 Módulo Currículo.** En el módulo currículum, figura 28, se encuentra la hoja de vida del docente, donde se recopila el historial académico, laboral y demás información que se considere pertinente.

<sup>9</sup> Fuente de la figura 27a la figura 35: tomadas del portal del profesor Jorge Luis Chacón

Figura 28 Módulo currículum del portal del profesor



**6.1.3 Módulo docencia.** En este modulo, figura 29, se enuncian las asignaturas a cargo del docente, cada una cuenta con un enlace por medio del cual el estudiante puede encontrar el contenido de la asignatura, el plan de estudios de la escuela, y la información referente a cada uno de los grupos orientados por el profesor.

Figura 29 Módulo docencia



En la figura 30 se observan las asignaturas a cargo del ingeniero JORGE LUIS CHACÓN VELASCO las cuales son:

1. Transferencia de calor (1) (21805)
2. Máquinas Térmicas Alternativas (1) (21806)
3. Tecnología adictivas (1) (23120)
4. Energía y medio ambiente (1) (23366)

En el link Máquinas Térmicas Alternativas (1) (21806), estará ubicado el aula virtual del L.M.T.A.

Figura 30 Link de Máquinas Térmicas Alternativas



**6.1.4 Módulo Investigación.** La información contenida en este módulo, figura 31, es la referente a la investigación realizada por el ingeniero JORGE LUIS CHACÓN VELASCO en los diferentes campos en los cuales se ha desempeñado y los proyectos de investigación que está desarrollando

Figura 31 Módulo Investigación



**6.1.5 Módulo Extensión.** En este módulo, figura 32, se muestra toda la información acerca de actividades de formación académica que el profesor realiza como complemento a su labor de enseñanza

Figura 32 Módulo Extensión



**6.1.6 Módulo Administración.** Este módulo, figura 33, contiene la información referente a los cargos administrativos ejercidos por el profesor a lo largo de su desarrollo profesional y las vinculaciones actuales en el área administrativa.

Figura 33 Módulo Administración



**6.1.7 Módulo Enlaces de Interés.** En este módulo se encuentran links de interés que son recomendados por el profesor, que proporcionan apoyo a los temas vistos en clase ó relacionan temas de interés para la asignatura.

Figura 34 Módulo Enlaces de Interés



**6.1.8 Módulo noticias.** El módulo noticias ofrece al profesor la posibilidad de agregar información importante para el alumno, sugerir temas de interés para los estudiantes y de esta forma mantener una comunicación constante con ellos.

Figura 35 Módulo noticias



Toda la información contenida en los diferentes módulos está disponible para cualquier persona que desee acceder a ella, la plataforma e-escen@riUIS ofrece recursos que solo pueden ser accedidos por los estudiantes matriculados en el curso determinado, como lo son foros, chat, el gestor de evaluación y que son gestionados por el docente. El acceso a estos se realiza a través del panel de registro donde se ingresa a través de nombre de usuario y contraseña tanto para el docente como para el estudiante.

## Conclusiones

1. Por medio de las encuestas número 1 y 2, aplicadas a los profesores y estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la U.I.S., y de la herramienta de análisis, matriz D.O.F.A., se logra hacer un diagnóstico real del estado actual del L.M.T.A.
2. Como resultado de estudio realizado al L.M.T.A. de la U.I.S. se puede afirmar que la principal dificultad en el proceso enseñanza- aprendizaje del laboratorio es la poca disponibilidad de tiempo, 2 horas semanales, para el estudio, diagnóstico y reparación de las principales partes y sistemas que componen las M.T.A.
3. Con el estudio, actualización, y organización de las prácticas del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la Universidad Industrial de Santander se consigue la creación de un manual práctico de laboratorio, “MANUAL PRÁCTICO DE LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS”, el cual brinda una valiosa herramienta al estudiante y al docente para el proceso enseñanza-aprendizaje.
4. Con el diseño instruccional para el Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas se crea una estructura pedagógica la cual define los temas generales del laboratorio pasado a los particulares, describe las competencias teóricas y prácticas (saber-hacer) que el estudiante debe obtener al finalizar el curso y por ultimo define las estrategias de estudio y evaluación de cada una de las prácticas.
5. La duración de cada práctica (2 horas) es extremadamente corta en comparación con otros centros de educación como el SENA donde para el estudio de cada sistema del Motor de Combustión Interna se dedican aproximadamente 160 horas, por tal motivo se hace necesario que el estudiante profundice en cada tema fuera de clase.

6. El mantenimiento de las herramientas, equipos, bancos y motores, así como la compra de nuevos elementos para el Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativa son de gran importancia para el buen desarrollo de las prácticas.
  
7. Las prácticas en Laboratorio de Máquinas Térmica Alternativas ayudan al estudiante a adquirir mejores conocimientos y ampliar su criterio sobre los diversos cambios tecnológicos en los Motores de Combustión Interna.

## Recomendaciones

### Al auxiliar del laboratorio

- Facilitar a los estudiantes la planta física y los recursos didácticos (motores y láminas didácticas, herramientas etc.) del L.M.T.A. en horas diferentes a las programadas para realización las prácticas con el fin que el alumno profundice en el estudio de temas relacionados con M.T.A.

### Al director del laboratorio

- Gestionar la compra de un nuevo motor para mejorar el nivel de aprendizaje de los estudiantes en el laboratorio, se recomienda el motor Toyota AZ (1AZ-FE) con inyección electrónica el cual es fabricado en aluminio, tiene inyección electrónica multipunto, 16 válvulas, doble árbol de levas (DOHC), y tecnología de distribución variable VVT-i.

### Al director de escuela

- Impulsar el desarrollo de un Centro de Diagnóstico Automotor en la escuela de Ingeniería Mecánica por medio de donaciones de Colciencias, embajadas, y empresas privadas del país, para que los estudiantes hagan prácticas de motores en dicho centro.

### A los estudiantes

- Por medio de un proyecto de grado donar un dinamómetro o construir un banco de potencia para que con este, los estudiantes puedan hacer pruebas de par y potencia del motor.

## Bibliografía

Arregle, Jean. Procesos y tecnologías de maquinas y motores térmicos. Editorial UPV.

AULA VIRTUAL: una alternativa en educación superior / esperanza guilar Díaz... [y otros]; Universidad Industrial de Santander. Grupo de estudio e investigación en tecnologías y educación gente.

Carlos Tünnermann Bernheim. La universidad ante los retos del siglo XXI. ADY, 2003 - 277 páginas

Clara Inés Peña de Carrillo, PhD. Proyecto Soporte al Proceso Educativo U.I.S. Mediante Tecnologías de Información y Comunicacion-prosPETIC. Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2009

CROUSE, William. Automotive engines, McGraw Hill Book Company INC. 1955.

FONT, Mezquita José. Tratado sobre automóviles, Universidad Politécnica de Valencia. Alfaomega. 2000.

GÓMEZ, Edwin. Guías de Diseño Instruccional (Metodólogo C.E.N.T.I.C. noviembre 2007)

Hugo Casanova, Hugo Casanova Cardiel. Nuevas políticas de la educación superior. Netbiblo, 2002 - 542 páginas.

Jorge Hernández Valencia. Guía N° 3 de Mecánica Automotriz.

José Company Bueno. Manual de la técnica del automóvil. Reverte, 1999 - 893 páginas

Juana Sancho Gil. Tecnologías para transformar la educación. Ediciones AKAL, 2006 - 268 páginas

Mateús, Javier Francisco. duran, Néstor Daniel .Diseño y producción de objetos de aprendizaje para la asignatura Teoría electromagnética basado en un programa de formación por competencias mediados con tecnologías de información y comunicación. Tesis U.I.S. Bucaramanga.2009.

Miguel Ángel Herrera Batista. Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos. OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Septiembre - Diciembre 2000

Miguel Ángel Zabalza, Miguel Ángel Zabalza Beraza. Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional. Narcea Ediciones, 2003 - 253 páginas

Orlando Enrique Pedroza, Niño Jorge Fernando Vera Sarmiento. Manual técnico para el desarrollo del laboratorio de caracterización de materiales I. Trabajo de grado Bucaramanga Colombia: Universidad Industrial de Santander. facultad de físico-mecánicas, 2008.

OBERT, Eduard. Motores de combustión interna. Análisis y aplicaciones, Compañía editora continental S.A. 1978.

PULKRABER, Willard. Engineering Fundamentals of the internal combustion engine, Pearson Prentice Hall .2004.

Ruiz, Rosales Santiago. Prácticas de motores de combustión, Universidad politécnica de Valencia. Alfaomega.

REYES, Michel. Diseño de un centro de investigación y desarrollo tecnológico en el área de motores de combustión interna. Tesis de grado. Universidad Industrial de Santander.

SAE, Internacional Warrendale Pa. Internal combustion engine handbook. 2004.

William Harry Crouse. Mecánica del automóvil, Volumen 1. Marcombo, 1993 - 484 páginas.

Portal Web de Jorge Luis Chacón Velasco

[www.mecanicavirtual/motor.htm](http://www.mecanicavirtual/motor.htm)

<http://www.virtual.unal.edu.co>

<https://www.ingenieria-usac.edu.gt/>

<http://www.upv.es/>

## ANEXOS

### Anexo A Esquema de organización del D.O.A.

¿Qué aprendo?

Complementar los conocimientos adquiridos en el curso del mismo nombre, mediante la realización de determinadas prácticas en M.T.A., optimizando el aprendizaje de los estudiantes, para que puedan distinguir, diagnosticar y determinar una solución a problemas relacionados en estas máquinas

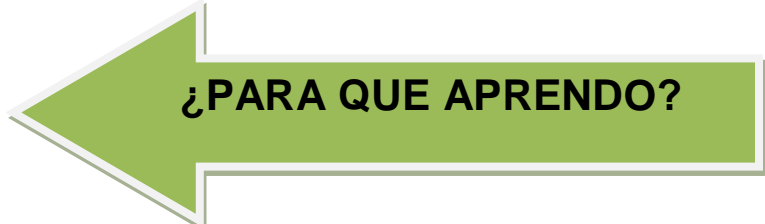


1. Medidas de seguridad.
2. Elementos constitutivos y sistemas principales de M.C.I.
3. Metrología.
4. Funcionamiento de M.C.I.
5. Sistema de distribución en M.C.I.
6. Sistemas de admisión y escape en lo M.C.I.
7. Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.
8. Sistema de ignición en M.C.I.
9. Sistema de lubricación en M.C.I.
10. Sistema de enfriamiento en M.C.I.
11. Simulación de ciclos del M.C.I.
12. Parámetros de diseño y operación de los M.C.I.
13. Compresores.

Anexo A (Continuación) Esquema de organización del D.O.A.



- 1 Manipular y guardar combustible en forma segura.  
Conocer los diferentes tipos básicos de incendios y cómo extinguirlos.  
Reconocer los efectos nocivos que traen el monóxido de carbono y el ruido para la salud humana y reconocer cómo prevenirlos.
- 2 Diferenciar las partes constitutivas de M.C.I.  
Reconocer los principales materiales y los procesos de fabricación de las principales partes constitutivas de MCI.  
Identificar los sistemas constitutivos de un MCI mediante los diferentes motores con los que cuenta el laboratorio.
- 3 Entender los fundamentos técnicos utilizados para la medición en M.C.I.  
Conocer las diferentes unidades de medidas tanto en el Sistema Internacional (S.I.), como en el Sistema Inglés
- 4 Explicar el funcionamiento de un motor de 2 y 4 tiempos (Diesel y a gasolina).  
Comparar los sistemas de ignición de los MCI (Diesel y gasolina).  
Describir el ciclo Otto y el ciclo Diesel.  
Analizar los procesos termo-fluido-dinámicos que ocurren en el interior de los MCI.
- 5 Conocer e identificar las partes del sistema de distribución en los MCI  
Reconocer la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del MCI (Diesel y a gasolina).  
Entender los mecanismos de sincronización del sistema de distribución.
- 6 Conocer los componentes más importantes que hacen parte del sistema de admisión y escape, tanto de los motores de encendido por chispa como los de encendido por compresión.  
Identificar una serie de elementos típicos de estos sistemas.  
Conocer del diagnóstico y mantenimiento de este sistema.
- 7 Reconocer el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas de alimentación de combustible.  
Entender las diferencias, ventajas y desventajas de cada sistema de alimentación.  
Conocer del diagnóstico y mantenimiento de este sistema.
- 8 Conocer los aspectos físicos del proceso de combustión en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.  
Identificar los elementos y el principio de funcionamiento de los sistemas de ignición por chispa e ignición por compresión.  
Evaluar y comparar el comportamiento de los sistemas de encendido en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.  
Identificar las características de un buen sistema de encendido.
- 9 Conocer y comprender la constitución detallada del sistema de lubricación.  
Conocer las características físicas y químicas de los aceites o lubricantes, líquidos o sólidos, y su clasificaciones estándar, ejemplo: S.A.E., JASO, etc.  
Identificar los tipos de lubricación.
- 10 Analizar y comprender la importancia que tiene el sistema de enfriamiento.  
Conocer las partes que conforman el sistema de enfriamiento.  
Mostrar el funcionamiento del sistema de enfriamiento.  
Describir la clasificación de los sistemas de enfriamiento de acuerdo al tipo de fluido utilizado para enfriar el motor.  
Implementar diseños que pueden mejorar el rendimiento de MCI que involucran al sistema de enfriamiento.
- 11 Identificar las características más importantes del ciclo termodinámico Diesel y Otto.  
Al final de la práctica el alumno estará en capacidad de realizar estudios peramétricos simples en los ciclos de trabajo, a la hora de realizar posibles modificaciones sobre un MCI.  
Comparar los resultados de los ciclos reales con los ciclos teóricos.
- 12 Reconocer los parámetros de operación más importantes en los MCI.  
Graficar las curvas características de potencia, torque y consumo específico de combustible.  
Describir y entender las reacciones aire-combustible.
- 13 Identificar los campos de aplicación de los compresores alternativos.  
Describir la clasificación de los compresores alternativos según la fase de compresión y la disposición de los cilindros.  
Graficar ciclos de trabajo de compresores alternativos.



Anexo B. Competencias para el L.M.T.A.

CAUSA-CONSECUENCIA



TEMAS ASOCIADOS	COMPETENCIAS TEÓRICAS SABER	COMPETENCIAS PRÁCTICAS HACER
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El estudiante reflexiona sobre la importancia que tiene la seguridad cuando se trabaja con M.T.A.</li> <li>➤ Aplica los principios generales para el manejo de los diferentes combustibles utilizados en los Motores de Combustión Interna.</li> <li>➤ Posee la información para identificar los diferentes tipos de incendios y como extinguirlos.</li> <li>➤ Entiende los alcances nocivos que tienen para la salud humana los gases producto de la combustión y los niveles de ruido que generan los Motores de Combustión Interna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce y pone en práctica las normas de seguridad para el buen funcionamiento de cualquier actividad que se esté desarrollando.</li> <li>➤ Maneja y almacena combustibles en forma segura.</li> <li>➤ Describe los tipos básicos de incendio y sabe como extinguirlos.</li> <li>➤ Identifica los efectos nocivos de la intoxicación por gas carbónico y los problemas ocasionados por niveles excesivos de ruido, y sabe como prevenirlos.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS CONSTITUTIVOS Y SISTEMAS PRINCIPALES DE M.C.I.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce la importancia de cada uno los sistemas que conforman los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Comprende la importancia de los materiales y procesos de fabricación utilizados en las diferentes partes que componen un MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Analiza teorías y principios fundamentales relacionados con los M.C.I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce las partes que conforman un MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Enuncia los materiales y procesos utilizados en la fabricación de las partes de un MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Reconoce los principales sistemas del MCI (Diesel y a gasolina).</li> </ul>
<b>METROLOGÍA (SISTEMAS Y HERRAMIENTAS DE MEDIDA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entiende las necesidades de la medición con fundamentos técnicos empleados en los Motores de Combustión Interna, MCI, (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Comprende la importancia que tienen las tolerancias en los Motores de Combustión Interna (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Reflexiona desde la perspectiva de la ingeniería mecánica sobre la importancia que tiene la medición para el diseño y operación de los M.C.I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diferencia los sistemas (Inglés y el Sistema Internacional (S.I.)) de medidas utilizados en los Motores de Combustión Interna (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Maneja los instrumentos de medidas utilizados en el laboratorio.</li> <li>➤ Comprende la importancia que tiene la medición para el diseño y operación de los M.C.I.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Compara el funcionamiento de un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identifica los motores I.C.H.</li> </ul>

SECUENCIALIDAD



<p><b>FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<p>motor de 2 y 4 tiempos (Diesel y gasolina).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplica los conocimientos adquiridos, estableciendo pautas de diseño en los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Desarrolla la capacidad de evaluar las principales ventajas e inconvenientes de los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Capacidad para evaluar el impacto ambiental de los MCI, durante su operación.</li> <li>➤ Habilidad para trabajar de forma autónoma y en grupo.</li> </ul>	<p>(gasolina) y motores I.C. (Diesel).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Explica el funcionamiento de un motor Diesel y a gasolina de 2 y 4 tiempos.</li> <li>➤ Conoce las características del funcionamiento de los elementos, sistemas y dispositivos en los MCI (Diesel y a gasolina).</li> </ul>
<p><b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analiza teorías y principios fundamentales relacionados con el sistema de distribución de los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Medita desde el punto de vista ingenieril la importancia que tiene el sistema de distribución en la emisión de gases de escape del MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Comprende los conceptos básicos de matemáticas, física y química que son fundamentales para el buen desarrollo de esta practica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entiende el funcionamiento del sistema de distribución en el MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Conoce las partes constitutivas del sistema de distribución en los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Identifica la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del motor.</li> </ul>
<p><b>SISTEMAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE EN LOS MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utiliza los principios generales de termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos y turbo maquinas hidráulicas entre otros para aplicarlos en sistema de admisión y escape.</li> <li>➤ Analiza teorías y principios fundamentales relacionados con equipos e instalaciones propios del sistema de admisión y escape.</li> <li>➤ Entiende la importancia que tiene el múltiple de admisión y escape en el funcionamiento del MCI (Diesel y a gasolina)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identifica las partes integrantes del sistema de admisión y escape y conoce los procedimientos necesarios para identificar anomalías en este sistema.</li> <li>➤ Describe y analiza los elementos que integran los conductos de admisión y escape.</li> </ul>
<p><b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE EN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplica los conceptos de combustión de M.T.A. en el contexto de la Ingeniería Mecánica para entender el funcionamiento del sistema de alimentación.</li> <li>➤ Aplica la teoría termodinámica y de mecánica de fluidos al estudio del sistema de alimentación de MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Expresa conciencia critica frente a la teoría y práctica de los sistemas de combustibles en los M.C.I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identifica las partes principales de un sistema de alimentación empleado en los MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>➤ Conoce el funcionamiento de cada uno de los diferentes elementos del sistema.</li> <li>➤ Hace el análisis de las fallas más comunes del sistema y simula algunas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce las características físicas y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce las diferencias en los</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>SISTEMAS DE ENCENDIDO EN LOS MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<p>propiedades de los fluidos de trabajo en los MCI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad para aplicar la teoría a la práctica relacionada con el sistema de encendido en M.C.I.</li> <li>➤ Desarrolla habilidades conceptuales y técnicas que posibiliten la adquisición y análisis de información acerca del sistema de encendido en M.C.I.</li> </ul>	<p>tipos de ignición por chispa e ignición por compresión, así como su terminología y aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce las partes del sistema de encendido en motores de ignición por chispa e ignición por compresión.</li> <li>➤ Identifica las soluciones tecnológicas que han posibilitado el desarrollo de los tipos encendido (por chispa y por compresión) en los MCI.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>LUBRICANTES, SISTEMAS DE LUBRICACIÓN EN LOS MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce los fundamentos teóricos de la lubricación.</li> <li>➤ Conoce propiedades de aceites y lubricantes.</li> <li>➤ Comprende los principios de la tribología.</li> <li>➤ Conoce la clasificación de los aceites según normas emitidas por las organizaciones como El API (American Petroleum Institute) y la S.A.E. (Society of Automotive Engineers).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce las piezas involucradas en el sistema de lubricación.</li> <li>➤ Realiza controles para detectar fallas en el sistema de lubricación.</li> <li>➤ Enuncia y describe los diferentes tipos de lubricación (Hidrodinámica, hidrostática, elastohidrodinámica, de película mínima o al límite, con material sólido).</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN LOS MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce los conceptos básicos de transferencia de calor y las leyes que rigen la termodinámica aplicándolos al sistema de enfriamiento en los M.C.I.</li> <li>➤ Identifica las propiedades de los fluidos utilizados en el sistema enfriamiento.</li> <li>➤ Desarrolla el aprendizaje investigativo en los sistemas de enfriamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce la importancia que tiene el sistema de enfriamiento en los M.C.I.</li> <li>➤ Conoce y comprende el funcionamiento de los elementos que conforman el sistema de enfriamiento.</li> <li>➤ Introduce algunos conceptos básicos de diseño al mejoramiento de los elementos del sistema de enfriamiento.</li> </ul>

<p><b>SIMULACIÓN CICLOS DE TRABAJO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce las características de funcionamiento de los ciclos de trabajo en MCI.</li> <li>➤ Analiza resultados de los ciclos de trabajo del MCI mediante software de simulación.</li> <li>➤ Desarrolla habilidades conceptuales y técnicas que posibiliten la adquisición y análisis de información arrojados por el software S.I.M.T.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce las diferencias más representativas entre los ciclos termodinámicos Otto y Diesel.</li> <li>➤ Analiza las graficas arrojadas por el programa computacional estableciendo una relación entre ellas y los tiempos del motor.</li> <li>➤ Analiza y calcula cada uno de los procesos realizados durante la operación de los motores Diesel y gasolina para determinar los parámetros de diseño del ciclo.</li> <li>➤ Desarrolla la capacidad de evaluar las principales ventajas e inconvenientes de las diferentes alternativas frente al software utilizado para simular ciclos de trabajo de los MCI.</li> </ul>
<p><b>PARÁMETROS DE DISEÑO Y OPERACIÓN EN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce las relaciones geométricas en MCI.</li> <li>➤ Entiende las graficas de consumo específico de combustible, potencia y torque en un MCI.</li> <li>➤ Describe los términos de potencia nominal, potencia normal nominal y velocidad nominal.</li> <li>➤ Define e interpreta la eficiencia volumétrica en los MCI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realiza un estudio completo de los parámetros de operación de un MCI.</li> <li>➤ Define la eficiencia del motor cuando este esta debidamente afinado.</li> <li>➤ Traza e interpreta las curvas de potencia, torque y consumo específico de combustible en MCI.</li> <li>➤ Reconoce la importancia de la relación aire-combustible y combustible-aire en las condiciones optimas de operación del motor.</li> </ul>
<p><b>COMPRESORES ALTERNATIVOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce fundamentos teóricos básicos de termodinámica y mecánica de fluidos aplicados a compresores alternativos.</li> <li>➤ Tiene capacidad para aplicar la teoría a la práctica relacionada con compresores.</li> <li>➤ Redacta e interpretar documentación técnica relacionada con compresores.</li> <li>➤ Desarrolla la capacidad de trabajo individual y en grupo para el estudio y análisis de anomalías en el funcionamiento de compresores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conoce la tipología de los motores de compresores alternativos.</li> <li>➤ Conoce las características físicas y propiedades de los fluidos de trabajo en los compresores alternativos.</li> <li>➤ Grafica las curvas características de los compresores alternativos.</li> </ul>

### Anexo C Estructuración modular por el L.M.T.A.

MÓDULOS	DIVISIÓN DE MÓDULOS EN UNIDADES	ACTIVIDADES DE FORMACIÓN
<b>Medidas de seguridad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenamiento y manejo de combustibles.</li> <li>2. Tipos de incendios y como extinguirlos.</li> <li>3. El monóxido de carbono y sus efectos.</li> <li>4. Señalización.</li> <li>5. Efectos nocivos del ruido.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer las normas y reglamentos del laboratorio para evitar accidentes y para complementar es necesario que el estudiante tenga presente las recomendaciones hechas por el profesor o auxiliar.</li> <li>2. Leer cuidadosamente las recomendaciones y normas de seguridad (Norma técnica Colombiana N.T.C.-ISO/I.E.C 17025.)</li> <li>3. Identificar que elementos de seguridad y de señalizaciones falta en el L.M.T.A.</li> </ol>
<b>Elementos constitutivos y sistemas principales del M.C.I.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partes constitutivas de M.C.I.</li> <li>2. Materiales y los procesos de fabricación de las principales partes constitutivas de M.C.I.</li> <li>3. Sistemas constitutivos de un M.C.I.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. observar los motores con lo que cuenta el laboratorio y realizar un listado de los componentes físicos que los conforman.</li> <li>2. Leer el material de consulta sobre los materiales y procesos utilizados en la fabricación de los principales elementos de los M.C.I.</li> <li>3. Observar e identificar los sistemas que compone el M.C.I.</li> </ol>
<b>Metrología</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herramientas de medición</li> <li>2. Medición de partes y elementos del M.C.I.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar el diagnostico respectivo mediante la inspección visual y la utilización de un alexometro con el cual se medirá el diámetro interno y así determinar el desgaste, ovalización y conicidad que sufren los cilindros.</li> <li>2. Hacer la inspección visual de la culata para medición.</li> <li>3. Determinar la planitud de la culata del motor Renault 12, que se encuentran en el banco de metrología.</li> </ol>
<b>Funcionamiento del M.C.I.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principios de operación del motor de gasolina.</li> <li>2. Principios de operación del motor Diesel.</li> <li>3. ciclos de cuatro tiempos.</li> <li>4. ciclos de dos tiempos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leer material de consulta sobre funcionamiento del motor a gasolina y Diesel.</li> <li>2. Observar en detalle los motores a gasolina y Diesel en corte y comparar su funcionamiento, además compare lo leído en el material bibliográfico con la visualización hecha en los motores.</li> <li>3. Visualizar en el motor didáctico dos tiempos y en el motor Renault 4 los momentos en los cuales suceden los tiempos.</li> </ol>
<b>Sistema de distribución en los M.C. I.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partes del sistema de distribución en los M.C.I.</li> <li>2. Sincronización del sistema de distribución.</li> <li>3. Accionamiento del árbol de levas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el motor Diesel Cummins Identificar las partes constitutivas del sistema de distribución y compárelas con las del motor Renault 4 en corte.</li> <li>2. Calcular la relación de velocidades entre el cigüeñal y el árbol de levas del motor Diesel Cummins,</li> <li>3. Hacer un listado de las diferencias y semejanzas que hay entre los sistemas de distribución mecánico de los motores Diesel y a gasolina.</li> <li>4. Medir la separación entre la cola de la válvula y brazo de balancín del Renault 4 Usando un calibrador de hojas.</li> </ol>

**Sistemas de admisión y escape en M.C.I.**

1. Sistema de admisión
2. Sistema de escape
3. Convertidores Catalíticos

1. Identificar, en los diferentes motores con lo que cuenta el laboratorio, la conformación del sistema de admisión y escape; detallando las partes en cada uno de ellos.
2. Explicar el funcionamiento del turbo cargador en corte identificando sus partes.
3. Medir el juego axial y radial y la tolerancia entre las aspas de la turbina y el compresor del turbo cargador del motor Cummings
4. Hacer un diagnóstico de fallas del sistema de admisión y escape.

**Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.**

1. Principio de funcionamiento del sistemas de alimentación de combustible.
2. Sistema de inyección de combustible mono punto y multipunto.
3. Sistema de inyección Diesel y a gasolina.

1. Identificar en los diferentes bancos del laboratorio los elementos que componen el sistema alimentación en M.C.I.
2. Describir la atomización resaltando su importancia en la formación y calidad de la combustión.
3. Enunciar las diferencias entre la inyección mono punto y multipunto.
4. Listar las diferencias entre los sistemas de inyección Diesel y a gasolina.

**Sistemas de encendido en M.C.I.**

1. Elementos del sistema de encendido.
2. Sistema de encendido con platinos y condensador
3. Sistema de encendido electrónico
4. Reglas de seguridad en el manejo del sistema de encendido

1. Listar los elementos que conforman el sistema de encendido e identificarlos en los bancos del laboratorio.
2. Identificar el distribuidor en el motor, desármelo y ármelo de nuevo.
3. Enunciar las causas que pueden dañar el sistema de encendido.
4. Describir los las causas y efectos de las fallas en el sistema de encendido.
5. Describir el sistema de encendido electrónico.

**Sistemas de lubricación en M.C.I.**

1. Tipos de lubricación.
2. Clasificación S.A.E. de aceites
3. Aceites para motores a gasolina y motores Diesel.
4. Acciones que pueden mejorar o dañar el sistema de lubricación en M.C.I.

1. Leer el material de consulta sobre el sistema de lubricación, y tipos de aceites.
2. Identificar en el Motor de Combustión Interna las partes que constituyen el sistema de lubricación.
3. Observar y ubicar la bomba de aceite en el motor.
4. Enumerar las acciones que pueden mejorar el rendimiento del motor que involucran el sistema de lubricación.

**Sistemas de enfriamiento en M.C.I.**

1. Sistema de enfriamiento por líquido
2. Sistema de enfriamiento por aire

1. Leer el material de consulta relacionado con el sistema de enfriamiento.
2. Identificar las partes del sistema de enfriamiento por líquido y por aire
3. Hacer un informe sobre los tipos de líquidos refrigerantes utilizados en los motores con los que cuenta el laboratorio.

**Simulación ciclos de trabajo del M.C.I.**

1. Ciclos termodinámicos en motores 4 tiempos.
2. Ciclos reales

1. Leer el material de consulta de los ciclos Otto y Diesel.
2. Utilizando el software *S.I.M.T.A.* calcule el ciclo ideal y los parámetros de operación más representativos para cualquier motor que están dentro del laboratorio.
3. Basado en la actividad anterior, realice un informe sobre los datos obtenidos.

**Parámetros de diseño y operación en M.C.I.**

1. Torque y potencia al freno.
2. Consumo específico de combustible y eficiencia.
3. Factores de corrección para potencia y eficiencia volumétrica.

1. Leer la información disponible en el aula virtual, biblioteca central y centros de estudios de la E.I.M. de la U.I.S., acerca de los parámetros de diseño y operación de M.C.I.
2. Enunciar los distintos probadores de potencia que existen actualmente en el mercado.
3. Observar y describir el dinamómetro que posee el laboratorio.

**Compresores alternativos**

1. Tipos de compresores alternativos
2. Funcionamiento del turbo compresor

1. Leer material relacionado con compresores.
2. Describir los diferentes tipos de compresores.
3. En el motor Cummings identificar el turbo compresor y definir su aplicación en este motor.
4. Identificar las partes del turbo compresor del motor Cummins.

**Anexo D Estrategias de evaluación para el L.M.T.A.**

<b>Práctica 1</b>	<b>Medidas de seguridad</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconocer las diferentes reglas de seguridad cuando se trabaje con M.C.I.</li> <li>2. Manipular y guardar combustible en forma segura.</li> <li>3. conocer los diferentes tipos básicos de incendios y cómo extinguirlos.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
Laboratorio M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenamiento y manejo de combustibles.</li> <li>2. Tipos de incendios y como extinguirlos.</li> <li>3. El monóxido de carbono y sus efectos.</li> <li>4. Señalización.</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoce y pone en práctica las normas de seguridad para el buen funcionamiento de cualquier actividad que se esté desarrollando.</li> <li>2. Maneja y almacena combustibles en forma segura.</li> <li>3. Describe los tipos básicos de incendio y sabe como extinguirlos.</li> <li>4. Identifica los efectos nocivos de la intoxicación por gas carbónico y los problemas ocasionados por niveles excesivos de ruido, y sabe como prevenirlos.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debate del tema entre auxiliar y estudiantes</li> <li>2. Intercambio de ideas en el link “debate” del aula virtual</li> <li>3. Lluvia de ideas moderada por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas en el laboratorio</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Colaborativo.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exposición del tema, ante los compañeros, por parte del estudiante.</li> <li>2. Estudio del tema en grupo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Informe final</li> </ol>

<b>Práctica 2</b>	<b>Elementos constitutivos y sistemas principales de M.C.I.</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diferenciar las partes constitutivas de MCI (Diesel y a gasolina).</li> <li>2. Reconocer los principales materiales y los procesos de fabricación de las partes constitutivas de M.C.I.</li> <li>3. Identificar los sistemas constitutivos de un MCI mediante los diferentes motores con los que cuenta el laboratorio.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 hora
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partes constitutivas de M.C.I.</li> <li>2. Materiales y los procesos de fabricación de las principales partes constitutivas de M.C.I.</li> <li>3. Sistemas constitutivos de un M.C.I.</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce las partes que conforman un M.C.I.</li> <li>2. Enuncia los materiales y procesos utilizados en la fabricación de las principales partes de un M.C.I.</li> <li>3. Reconoce los principales sistemas del M.C.I.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Colaborativo.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exposiciones acerca de la práctica</li> <li>2. Estudio en grupo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Identificar en un M.C.I. los elementos que lo constituyen</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

Práctica 3	Metrología	
Objetivo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar la inspección visual para un diagnóstico rápido.</li> <li>2. Identificar y operar diestramente procesos de verificación e interpretación de mediciones realizadas en cilindros.</li> <li>3. Conocer desgastes comunes que se presentan en los cilindros tales como ovalidad y conicidad.</li> </ol>	
Escenario	Tiempo	
Laboratorio de M.T.A.	2 horas	
Aula virtual del L.M.T.A.	3 horas	
Temas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instrumentos de medición.</li> <li>2. Medición de culata y cilindros en M.C.I.</li> </ol>	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diferencia los sistemas (Inglés y el Sistema Internacional (S.I.)) de medidas utilizados en los Motores de Combustión Interna</li> <li>2. Maneja los instrumentos de medición para M.T.A. (pie de rey, micrómetro, alexometro, etc.).</li> <li>3. Comprende la importancia que tiene la medición para el diseño y operación de los Motores de Combustión Interna.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link "debate" del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigida por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual y de las explicaciones dadas por el auxiliar a cargo de la práctica.</li> <li>2. Estudio individual de los temas de la práctica</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Práctica de medición en el banco de metrología</li> <li>4. Informe final de la práctica</li> </ol>

Práctica 4	Funcionamiento del Motor de Combustión Interna	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar el funcionamiento de un motor de 2 y 4 tiempos</li> <li>2. Confrontar los sistemas de ignición de los M.C.I.</li> <li>3. Describir el ciclo Otto y el ciclo Diesel.</li> <li>4. Analizar los procesos termo-fluido-dinámicos que ocurren en el interior de los M.C.I.</li> </ol>	
Escenario		Tiempo
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 horas
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principios de operación del motor de gasolina.</li> <li>2. Principios de operación del motor Diesel.</li> <li>3. ciclos de cuatro tiempos.</li> <li>4. ciclos de dos tiempos.</li> </ol>	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica los motores I.C.H. (gasolina) y motores I.C. (Diesel).</li> <li>2. Explica el funcionamiento de un motor Diesel y a gasolina de 2 y 4 tiempos.</li> <li>3. Conoce las características del funcionamiento de los elementos, sistemas y dispositivos en los M.C.I.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la práctica a cargo del auxiliar con participación activa de los estudiantes.</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link "debate" del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje interrogativo.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intercambio de preguntas y respuestas acerca de la práctica recibida</li> <li>2. El auxiliar profundiza en algún tema en especial producto del intercambio de preguntas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Explicar en el motor Cummings y en el motor Renault cual es su funcionamiento.</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

<b>Práctica 5</b>	<b>Sistema de distribución en los Motores de Combustión Interna</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer e identificar las partes del sistema de distribución en los M.C.I.</li> <li>2. Reconocer la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del M.C.I.</li> <li>3. Entender los mecanismos de sincronización del sistema de distribución.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>	<b>Tiempo</b>	
Laboratorio de M.T.A.	2 horas	
Aula virtual del L.M.T.A.	3 horas	
Taller de mecánica automotriz	2 horas	
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partes del sistema de distribución en los M.C.I.</li> <li>2. Sincronización del sistema de distribución.</li> <li>3. Accionamiento del árbol de levas</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entiende el funcionamiento del sistema de distribución en el MCI.</li> <li>2. Conoce las partes constitutivas del sistema de distribución en los MCI.</li> <li>3. Identifica la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del motor.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link "debate" del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje por indagación.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selección del tema a indagar en los temas de la práctica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Describir el sistema de funcionamiento del sistema de distribución en el motor Toyota F110.</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

Práctica 6	Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.	
Objetivo	1. Conocer los componentes más importantes que hacen parte del sistema de admisión y escape, tanto de los motores de encendido por chispa como los de encendido por compresión. 2. Identificar una serie de elementos típicos de estos sistemas. 3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento de este sistema.	
Escenario		Tiempo
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 horas
Temas	1. Sistema de admisión 2. Sistema de escape 3. Convertidores Catalítico	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
1. Identifica las partes integrantes del sistema de admisión y escape y conoce los procedimientos necesarios para identificar anomalías en este sistema.  2. Describe y analiza los elementos que integran los conductos de admisión y escape.	<b>Aprendizaje interactivo:</b> 1. Guía de la practica a cargo del auxiliar 2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A. 3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar  <b>Aprendizaje Individual:</b> 1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A. 2. Estudio individual 3. Informe final de la práctica recibida  <b>Aprendizaje basado en proyectos.</b> 1. El laboratorito propone un proyecto propone un proyecto a cerca de un tema del sistema de admisión y escape 2. El laboratorista asesora, supervisa, orienta y guía a los estudiantes en el desarrollo del proyecto.	1. Pre informe  2. Quiz oral  3. Presentación y exposición del proyecto.  4. Informe final

Práctica 7	Sistema de alimentación de combustible en los M.C.I.	
<b>Objetivo</b>	1. Reconocer el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas de alimentación de combustible. 2. Entender las diferencias, ventajas y desventajas de cada sistema de alimentación. 3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento de este sistema.	
Escenario		Tiempo
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 horas
<b>Temas</b>	1. Principio de funcionamiento del sistemas de alimentación de combustible. 2. Sistema de inyección de combustible mono punto y multipunto. 3. Sistema de inyección Diesel y a gasolina	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
1. Identifica las partes principales de un sistema de alimentación empleado en los M.C.I. 2. Conoce el funcionamiento de cada uno de los diferentes elementos del sistema. 3. Hace el análisis de las fallas más comunes del sistema y simula algunas. 4. Calcula el consumo aplicando el medidor de flujo de combustible y grafica el diagrama respectivo.	<b>Aprendizaje interactivo:</b> 1. Guía de la practica a cargo del auxiliar 2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A. 3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar <b>Aprendizaje Individual:</b> 1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A. 2. Estudio individual 3. Informe final de la práctica recibida <b>Aprendizaje por indagación.</b> 1. Se diseñan problemas en el sistema de alimentación que permitan cubrir los objetivos de la práctica	1. Pre informe 2. Quiz oral 3. Identificar y describir en el motor Renault el sistema de alimentación. 4. Describe el funcionamiento del sistema de inyección electrónica en el banco. 5. Informe final

Práctica 8	Sistemas de encendido en los M.C.I.	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer los aspectos físicos del proceso de combustión en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.</li> <li>2. Identificar los elementos y el principio de funcionamiento de los sistemas de ignición por chispa e ignición por compresión.</li> <li>3. Evaluar y comparar el comportamiento de los sistemas de encendido en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.</li> <li>4. Identificar las características de un buen sistema de encendido.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
<b>Laboratorio de M.T.A.</b>		2 horas
<b>Aula virtual del L.M.T.A.</b>		3 horas
<b>Taller de mecánica automotriz</b>		2 horas
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elementos del sistema de encendido.</li> <li>2. Sistema de encendido con platinos y condensador</li> <li>3. Sistema de encendido electrónico</li> <li>4. Reglas de seguridad en el manejo del sistema de encendido</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce las diferencias en los tipos de ignición por chispa e ignición por compresión, así como su terminología y aplicaciones.</li> <li>2. Reconoce las partes del sistema de encendido en motores de ignición por chispa e ignición por compresión.</li> <li>3. Identifica las soluciones tecnológicas que han posibilitado el desarrollo de los tipos encendido (por chispa y por compresión) en los MCI</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje basado en la solución de problemas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El laboratorito divide el pizarrón en tres espacios para que los alumnos expresen o escriban lo que saben, lo que no saben y lo que necesitan saber acerca de los fundamentos teóricos del sistema de encendido en M.C.I.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Descripción del sistema de encendido en los motores Diesel Kia y en el motor Toyota F110 respectivamente</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

Práctica 9	Sistemas de lubricación en M.C.I.	
Objetivo	1. Conocer y comprender la constitución detallada del sistema de lubricación. 2. Conocer las características físicas y químicas de los aceites o lubricantes, líquidos o sólidos, y su clasificaciones estándar, ejemplo: S.A.E., JASO, etc. 3. Identificar los tipos de lubricación.	
Escenario		Tiempo
Laboratorio del L.M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 horas
Temas	1. Tipos de lubricación. 2. Clasificación S.A.E. de aceites 3. Aceites para motores a gasolina y motores Diesel. 4. Acciones que pueden mejorar o dañar el sistema de lubricación en M.C.I.	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
1. Reconoce las piezas involucradas en el sistema de lubricación. 2. Realiza controles para detectar fallas en el sistema de lubricación. 3. Enuncia y describe los diferentes tipos de lubricación (Hidrodinámica, hidrostática, elastohidrodinámica, de película mínima o al límite, con material sólido).	<b>Aprendizaje interactivo:</b> 1. Guía de la practica a cargo del auxiliar 2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A. 3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar <b>Aprendizaje Individual:</b> 1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A. 2. Estudio individual 3. Informe final de la práctica recibida <b>Aprendizaje basado en la investigación</b> 1. Aplicar el método hipotético-deductivo, el laboratorista propone un tema referente al sistema de lubricación para ser investigado para aplicar esta técnica de estudio.	1. Pre informe 2. Quiz oral 3. Descripción del sistema de lubricación en el motor Renault. 4. Informe final

Práctica 10	Sistemas de enfriamiento en los M.C.I.	
Objetivo	1. Analizar y comprender la importancia que tiene el sistema de enfriamiento. 2. Conocer las partes que conforman el sistema de enfriamiento. 3. Mostrar el funcionamiento del sistema de enfriamiento. 4. Describir la clasificación de los sistemas de enfriamiento de acuerdo al tipo de fluido utilizado para enfriar el motor.	
Escenario		Tiempo
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
Taller de mecánica automotriz		2 horas
Temas	1. Sistema de enfriamiento por líquido 2. Sistema de enfriamiento por aire	
Evidencias del conocimiento	Estrategia de enseñanza	Instrumento de evaluación
1. Reconoce la importancia que tiene el sistema de enfriamiento en los MCI  2. Conoce y comprende el funcionamiento de los elementos que conforman el sistema de de enfriamiento.  3. Introduce algunos conceptos básicos de diseño al mejoramiento de los elementos del sistema de enfriamiento	<b>Aprendizaje interactivo:</b> 1. Guía de la practica a cargo del auxiliar 2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A. 3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar  <b>Aprendizaje Individual:</b> 1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A. 2. Estudio individual 3. Informe final de la práctica recibida  <b>Aprendizaje trabajo en grupo</b> 1. El laboratorista propone un trabajo referente a los diferentes lubricantes existentes en el mercado.	1. Pre informe  2. Quiz oral  3. Exponer el trabajo realizado sobre los diferentes lubricantes.  4. Informe final

Práctica 11	Simulación ciclos de trabajo en M.C.I.	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar las características más importantes del ciclo termodinámico Diesel y Otto.</li> <li>2. Manejar el programa de simulación de S.I.M.T.A.</li> <li>3. Al final de la práctica el alumno estará en capacidad de realizar estudios paramétricos simples en los ciclos de trabajo, a la hora de realizar posibles modificaciones sobre un MCI.</li> <li>4. Comparar los resultados de los ciclos reales con los ciclos obtenidos con el software.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciclos termodinámicos en motores 4 tiempos.</li> <li>2. Ciclos reales</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoce las diferencias más representativas entre los ciclos termodinámicos Otto y Diesel.</li> <li>2. Analiza las gráficas arrojadas por el programa computacional estableciendo una relación entre ellas y los tiempos del motor.</li> <li>3. Analiza y calcula cada uno de los procesos realizados durante la operación de los motores Diesel y gasolina para determinar los parámetros de diseño del ciclo.</li> <li>4. Desarrolla la capacidad de evaluar las principales ventajas e inconvenientes de las diferentes alternativas frente al software utilizado para simular ciclos de trabajo de los MCI.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la práctica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link "debate" del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>5. Estudio individual</li> <li>6. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje técnica exposición oral</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expresiones monologadas, dialogadas de los contenidos de los ciclos termodinámicos y los ciclos reales en los M.C.I.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Exponer el tema de los ciclos termodinámicos reales e ideales en los M.C.I.</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

<b>Práctica 12</b>	<b>Parámetros de diseño y operación en M.C.I.</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconocer los parámetros de operación más importantes en los MCI.</li> <li>2. Graficar las curvas características de potencia, torque y consumo específico de combustible.</li> <li>3. Describir y entender las reacciones aire-combustible y combustible-aire.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3 horas
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Torque y potencia al freno.</li> <li>2. Consumo específico de combustible y eficiencia.</li> <li>3. Factores de corrección para potencia y eficiencia volumétrica.</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realiza un estudio completo de los parámetros de operación de un MCI.</li> <li>2. Define la eficiencia del motor cuando este esta debidamente afinado.</li> <li>3. Traza e interpreta las curvas de potencia, torque y consumo específico de combustible en MCI.</li> <li>4. Reconoce la importancia de la relación aire-combustible y combustible-aire en las condiciones optimas de operación del motor</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol> <p><b>Aprendizaje trabajo en grupo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajo propuesto por el laboratorista sobre los parámetros de operación de los M.C.I.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Exponer el trabajo propuesto por el laboratorista.</li> <li>4. nforme final</li> </ol>

<b>Práctica 13</b>	<b>Compresores alternativos</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los campos de aplicación de los compresores alternativos.</li> <li>2. Describir la clasificación de los compresores alternativos según la fase de compresión y la disposición de los cilindros.</li> <li>3. Graficar ciclos de trabajo de compresores alternativos.</li> </ol>	
<b>Escenario</b>		<b>Tiempo</b>
Laboratorio de M.T.A.		2 horas
Aula virtual del L.M.T.A.		3hora
<b>Temas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de compresores alternativos</li> <li>2. Funcionamiento del turbo compresor</li> </ol>	
<b>Evidencias del conocimiento</b>	<b>Estrategia de enseñanza</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce la tipología de los motores de compresores alternativos.</li> <li>2. Conoce las características físicas y propiedades de los fluidos de trabajo en los compresores alternativos.</li> <li>3. Grafica las curvas características de los compresores alternativos.</li> </ol>	<p><b>Aprendizaje interactivo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guía de la practica a cargo del auxiliar</li> <li>2. Debate en el laboratorio y en el link “debate” del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>3. Lluvia de ideas dirigidas por el auxiliar</li> </ol> <p><b>Aprendizaje Individual:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de notas del aula virtual del L.M.T.A.</li> <li>2. Estudio individual</li> <li>3. Informe final de la práctica recibida</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre informe</li> <li>2. Quiz oral</li> <li>3. Exponer las clases de compresores térmicos.</li> <li>4. Informe final</li> </ol>

**Anexo E Manual práctico de Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**MANUAL PRÁCTICO DE LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS  
ALTERNATIVAS**



**LABORATORIO**  

---

**MAQUINAS TERMICAS ALTERNATIVAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA, SANTANDER**

**MANUAL PRÁCTICO DE LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS  
ALTERNATIVAS**

**HERMES JOAQUIN SOTOMONTE VEGA  
RAFAEL ANDRÉS CARRERO CHAPARRO**

**Director  
JORGE LUIS CHACÓN VELASCO  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.011**

## ÍNDICE

Introducción

Práctica número 1. Medidas de seguridad

Práctica número 2. Elementos constitutivos y sistemas principales del M.C.I.

Práctica número 3. Metrología.

Práctica número 4. Funcionamiento de motores Diesel y a gasolina.

Práctica número 5. Sistema de distribución en M.C.I.

Práctica número 6. Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.

Práctica número 7. Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.

Práctica número 8. Sistema de ignición en M.C.I.

Práctica número 9. Sistema de lubricación en M.C.I.

Práctica número 10. Sistema de enfriamiento en MCI.

Práctica número 11. Simulación de ciclos del MCI.

Práctica número 12. Parámetros de diseño y operación de los MCI.

Práctica número 13. Compresores alternativos.

## INTRODUCCIÓN

Para la optimización de la enseñanza y el aprendizaje de prácticas en M.C.I. es necesario contar con algunos elementos tales como: tablero de control para motores, herramientas adecuadas para el desarrollo de las prácticas, equipos especiales de diagnóstico, motores de última tecnología, aula virtual e instalaciones adecuadas con áreas organizadas y espacios suficientes.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para que las prácticas sean eficientes y de alta calidad es contar con una buena guía de laboratorio. Pensando en esto, el proyecto de grado **“ACTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICA ALTERNATIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER E IMPLEMENTACIÓN EN UN AULA VIRTUAL”** desarrollo el siguiente manual práctico de laboratorio el cual implementa una serie de prácticas las cuales fueron seleccionadas bajo los siguientes criterios: encuesta a los estudiantes de Ingeniería Mecánica, criterio profesional del director del L.M.T.A., recursos disponibles en el laboratorio y prácticas realizadas por otras universidades.

El presente manual de laboratorio está dividido en 13 prácticas, la primera experiencia hace referencia a las medidas de seguridad que se deben tener presentes en cada una de las prácticas y detalla los peligros y riesgos a la hora de utilizar y operar un M.C.I., en esta práctica se explica entre otros aspectos la utilización de extinguidores y normas indispensables de seguridad en el laboratorio. La segunda práctica de laboratorio tomada del anexo G **“PRÁCTICA DEL BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA M.T.A.”** del proyecto de grado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO BÁSICO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL COMO APOYO DE LA ASIGNATURA MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS”**, define y explica los conceptos de metrología aplicados a medición en cilindros en M.C.I. De la práctica 3 a la práctica 12 se abordan temas acerca de elementos y sistemas que constituyen el M.C.I. La última práctica se dedica al estudio de compresores.

La secuencia de la metodología con la cual fue diseñada las prácticas del laboratorio es la siguiente: nombre, objetivos, introducción, campo de aplicación, material y equipo a utilizar, procedimiento y cuestionario.

**NOTA:** Antes de comenzar cada una de las prácticas es necesario colocar en el área de trabajo, las herramientas, equipo a utilizar, siguiendo las instrucciones del auxiliar, con el fin de optimizar el desarrollo de la práctica.



## Práctica número 1

### Medidas de seguridad



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas

Escuela de Ingeniería Mecánica

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Reconocer las diferentes normas de seguridad (Condiciones del entorno, señalización, manejo de: herramientas manuales, equipos generales de trabajo, almacenamiento y manipulación de productos químicos) cuando se trabaje con M.C.I.
2. Manipular y guardar combustible en forma segura.
3. Conocer los diferentes tipos de incendios que se producen en la operación de M.C.I. y cómo extinguirlos.
4. Reconocer los efectos nocivos que trae el monóxido de carbono y el ruido para la salud humana y reconocer cómo prevenirlos.

## **2. Introducción.**

Toda persona debe adoptar ciertas normas básicas de seguridad, simplemente para conservar la vida y buena salud. La seguridad es indispensable en toda actividad que se desarrolle y más si se manipulan M.C.I. En el L.M.T.A., se trabaja con Motores pequeños y medianos de Combustión Interna y se tiene que utilizar sustancias químicas volátiles como la gasolina y el combustible Diesel, se esta cerca de ejes y otras partes que tienen rápido movimiento rotatorio, de superficies muy calientes y de sistemas con presiones y vacíos; además, si no hay una ventilación adecuada, se respira aire que podría estar contaminado con los gases y humos de combustión parcialmente quemado. Los lugares de trabajo, tales como son, los talleres mecánicos y laboratorios de motores deben mantenerse en unas condiciones de orden y limpieza apropiadas y cumplir las prescripciones sobre temperatura, humedad, ventilación, iluminación y ruido.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

En toda actividad que se realice en la vida cotidiana, en especial cuando se manipulan elementos y sustancias que conforman las M.T.A. (gasolina, A.C.P.M., aceite, ejes, etc.), son muy importantes las medidas de seguridad.

#### **4. Materiales y equipo a utilizar.**

1. Aula virtual. (Práctica número 1)
2. Literatura sobre normas de seguridad en talleres y laboratorios de M.C.I. (normas 0024 de N.T.C.)
3. Extintor, botiquín, puente grúa
4. Tanque de depósito de combustible.

#### **5. Fundamentos teóricos.**

En talleres y laboratorios en donde se trabajan con M.C.I. es indispensable contar con una serie de normas de seguridad tales como:

##### **5.1 Manejo de combustibles A.C.P.M. y gasolina.**

Algunas reglas básicas para el almacenamiento correcto de A.C.P.M. y GASOLINA son:

- ✓ Ponga este combustible en un recipiente y sitios adecuados.
- ✓ Guarde el A.C.P. y la gasolina. en un sitio exterior y no dentro de recintos cerrados y de acuerdo a las recomendaciones de las normas.
- ✓ No se tenga almacenado durante periodos prolongados en que no se va a utilizar. Es demasiado peligroso el tenerlo en existencia innecesaria.
- ✓ Cerciórese de que los combustibles están fuera del alcance de niños y animales domésticos.
- ✓ Tenga un extinguidor de incendios portátil y del tipo apropiado y guárdelo en un sitio de fácil acceso para utilizarlo cuando sea necesario.

##### **5.2 Operación de un Motor de Combustión Interna**

Reglas básicas de seguridad para operar adecuadamente un M.C.I.:

- ✓ Siga las reglas de almacenamiento de combustible.
- ✓ No llene el tanque de combustible mientras el motor esté en marcha.

- ✓ Limpie todos los derrames de combustible tan pronto ocurran y deposite la tela de limpieza en un recipiente de seguridad apropiado.
- ✓ Utilice un embudo para llenar el tanque de combustible y emplee sólo combustible destilado ligero de alto grado y fresco.
- ✓ No opere el motor a la velocidad máxima sin carga.
- ✓ Es obligatorio usar gafas de seguridad siempre que se esté en una práctica donde los ojos puedan ser dañados.
- ✓ El uso de bata es obligatorio en el laboratorio, ya que por mucho cuidado que se tenga al trabajar, las salpicaduras de productos químicos son inevitables.
- ✓ No llevar minifalda o pantalones cortos.
- ✓ Se recomienda llevar zapatos cerrados, no sandalias, y recoger el cabello largo.
- ✓ Se deberán utilizar guantes apropiados para evitar el contacto con sustancias químicas.
- ✓ No toque el cigüeñal cuando el motor está en marcha y si lleva ropa suelta manténgase alejado del eje en rotación.
- ✓ No toque el silenciador hasta que el motor se haya enfriado.
- ✓ Proporcione suficiente ventilación para el escape del motor.

### **5.3 Señalización**

Según el significado de la señal se pueden clasificar en:

- ✓ Prohibición: Prohíbe un comportamiento que pueda producir un peligro.
- ✓ Obligación: Señal que obliga a un comportamiento determinado.
- ✓ Advertencia: Advierte de un riesgo o peligro.
- ✓ Salvamento: Indicación relativa a salidas de socorro o primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento.
- ✓ Indicación: Proporciona informaciones distintas a las anteriormente indicadas.
- ✓ Señal adicional o auxiliar: Contiene exclusivamente un texto.

Tabla 1.1 Señalización

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACIONES
<b>Rojo</b>	Parada.  Prohibición.	Señales de parada. Señales de prohibición. Para indicar la ubicación de elementos para combatir incendios (extintores portátiles, baterías contra incendios)
<b>Amarillo</b>	Atención.  Zona de peligro.	Señalización de riesgos. El amarillo se utiliza en combinaciones con el negro para indicar lugares que deban resaltar de un conjunto, en prevención contra posibles golpes, caídas, tropiezos, originados por obstáculos.
<b>Verde</b>	Situación de seguridad.  Primeros auxilio.	Para indicar la ubicación de elementos de seguridad y primeros auxilios (Ubicación de cajas de mascarás de protección respiratorias, duchas y lava ojos de seguridad, camillas, etc.)
<b>Azul</b>	Obligación.  Indicaciones.	Se utilizara para indicar precaución en situaciones tales como: tableros de control eléctrico, llaves o mecanismos en general, motores eléctricos, asegurándose antes de hacerlo, que la puesta en marcha del dispositivo no sea causa de accidente.

## 5.4 Prevención de incendios

Para la prevención de incendios es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Almacenar los productos inflamables y combustibles aislados y alejados de las zonas de trabajo.
- ✓ Utilizar recipientes herméticamente cerrados, tanto para almacenamiento, transporte y depósito de residuos.
- ✓ Prohibición de fumar y de introducir útiles que puedan generar llamas o chispas.
- ✓ Evitar que la instalación eléctrica sea origen de focos de calor. Cuando se termine la jornada se observará que todos los aparatos eléctricos quedan desconectados de la red.

**5.4.1 El extintor.** Un extintor es un elemento cilíndrico relleno de material auxiliar en la sofocación de un incendio, normalmente son de color rojo dado a que de esta manera se pueden identificar fácilmente en un incendio o siniestro.

### **Tipos de extintores:**

Tipo A - Para fuego provocado por combustibles de tipo sólido

Tipo B - Combustibles de tipo líquido

Tipo C - Combustibles en estado Gaseoso

Tipo D - Metales que son combustibles

Tipo E - Para fuego de tipo eléctrico.

### **¿Cómo utilizar un extintor?**

1. Descolgar el extintor.
2. Quitar el seguro.

3. Dirigir el material que sale del extintor hacia la base del fuego, NO por encima de las flamas.

Figura 1.1. Extintor



Fuente: <http://www.blogpress.com/category/seguridad/page/5/>

## 5.5 Monóxido de carbono

Un veneno ideal sería aquel que fuera inodoro, incoloro e insípido. Si un tóxico posee estas tres propiedades, el hombre no puede detectarlo por medio de los sentidos únicamente. El solo pensar en tal cosa aterroriza y parece diabólico, como algo sacado de un manual de guerra química o de una película de horror. Pero tal veneno existe y es bastante común. Vivimos con él todos los días: se llama monóxido de carbono (CO). El peligro que representa esta sustancia es real. Es un **tóxico mortal** y, de hecho, es el responsable de más muertes por envenenamiento que cualquiera otra sustancia tóxica mortal.

El monóxido de carbono se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, querosén, carbón, petróleo o madera. Se halla en las cercanías de hornos de gas, calentadores de agua, estufas, hornos de secado y de fundición, minas, fraguas y **Motores de Combustión Interna**. El monóxido de carbono, o CO, afecta el cuerpo humano con gran rapidez. La hemoglobina, el pigmento y el elemento respiratorio de los glóbulos rojos de la sangre, tienen una gran afinidad por el CO, casi 300 veces más que por el oxígeno. Cuando el CO se combina con la hemoglobina, se reduce la cantidad de hemoglobina disponible para llevar oxígeno a los tejidos del cuerpo. Si el volumen de CO que se combina

con hemoglobina es considerable, el cuerpo literalmente sufre sofocación debido a la falta de oxígeno.

En espacios cerrados es esencial eliminar los humos o gases desprendidos de combustibles parcialmente quemados, proporcionando una buena ventilación o conduciendo al exterior los gases de escape por medio de tubos, chimeneas, duelos o ventiladores. El monóxido de carbono puede penetrar al interior de automóviles y si las ventanas, puertas y ventilas se hallan cerradas herméticamente, los ocupantes sufrirán asfixia (o sea incapacidad o **muerte por falta de oxígeno**). Los síntomas del envenenamiento por monóxido de carbono son: **sensación de tirantez en la piel de la frente seguida de palpitaciones en las sienas, debilidad, fatiga, dolor de cabeza, vértigo, náusea, control muscular deficiente y ritmos cardíaco y respiratorio acelerados**. Memorice bien la lista de estos síntomas. Sí alguna vez se tiene alguno de ellos, suspenda cualquier actividad y salga sin demora al aire libre.

#### **5.5.1 Reglas para prevenir el envenenamiento con monóxido de carbono:**

- ✓ Los Motores de Combustión Interna **no deben ponerse en marcha en espacios cerrados o limitados como garajes o cuartos pequeños**, a menos que tales zonas cuenten con un sistema de escape o extracción de gases y se haya comprobado que dicho sistema funciona correctamente.
- ✓ Todos los Motores de Combustión Interna (y otras máquinas o aparatos que despidan monóxido de carbono) deben mantenerse bien ajustados y afinados, a fin de reducir al mínimo el CO que se produzca en ellos.

#### **5.6 Efectos nocivos del ruido en la salud humana.**

En términos generales podemos definir al ruido como un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible.

##### **5.6.1 Valores permisibles de ruido en Colombia**

Los valores límites permitidos para el ruido dependerán del tiempo de exposición para ruido continuo y del número de impulsos, para ruidos de impacto. Este valor ha sido especificado por el gobierno colombiano, a través de las resoluciones 8321 de 1983 expedida por el Ministerio de Salud y la 1792 de 1990 expedida por los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social. Ver tabla 1.2.

Tabla 1.2. Valores límites permisibles de ruido continuo en Colombia

EXPOSICIÓN N DIARIA (hrs.)	PERMITIDO EN dB
8	90
7-6	92
5-4	95
3	97
2	100
1	102
1/2	105
1/4	110
1/8	115

Fuente: Ministerio de salud resolución 8321 del 4 de agosto de 1983.

## 6. Procedimiento

Pasos del desarrollo de la práctica:

1. El profesor o auxiliar da a conocer a los estudiantes las normas y reglamentos del laboratorio para evitar accidentes, además les recomienda, como complemento, estudiar las normas para laboratorios y talleres de M.T.A. (normas 0024 N.T.C.)
2. El auxiliar explica como instalar el extintor: “Debe situarse en un lugar visible, de fácil acceso y en las zonas de mayor riesgo. Evite el habitual error de colocarlo detrás de cortinas o muebles, o en el interior de algún cajón”.
3. El auxiliar expone como usar el extintor, posteriormente el estudiante explica los pasos para la utilización del extintor en caso de incendio:

### Uso del extintor

- ✓ Antes de usar el extintor determine la clase de fuego.
- ✓ Revise la etiqueta del extintor, asegúrese de que es el tipo que aplica a la clase de incendio.
- ✓ Asegúrese que el extintor esta cargado. Vea el manómetro (figura 1.2)

Figura 1.2. Manómetro del extintor



- ✓ Hale la abrazadera y saque el pasador de seguridad. (Figura 1.3)

Figura 1.3. Pasador de seguridad del extintor



- ✓ Dirigir el chorro a la base de la llama, procurando mantener la botella en posición vertical. (Ver figura 1.4)

Figura 1.4. Sofocación de incendio



4. Indique que elementos de seguridad y de señalizaciones falta en el L.M.T.A.
5. El auxiliar expone a los estudiantes las recomendaciones básicas de seguridad para alzar objetos ligeros, medianos y pesados, además expone la utilización de puentes grúa en el L.M.T.A.:

Según las normas N.T.C. OHSAS 18001:00. Sistemas de seguridad industrial y salud ocupacional, el peso de objetos, artículos o bultos que contengan cualquier clase de mercancía o producto no excederá los siguientes pesos máximos recomendados: ver tabla 3

Tabla 1.3 Pesos máximos recomendados

<b>Peso</b>	<b>Ligero</b>	<b>Mediano*</b>	<b>Pesado**</b>
<b>Sexo</b>			
Hombres	23 Kg	40 Kg	55 Kg
Mujeres	15 Kg	23 Kg	32 Kg

\*Para personas sanas y entrenadas físicamente y en condiciones seguras.

\*\*Circunstancias muy especiales se pone especial atención en la formación y entrenamiento en técnica de manipulación de cargas, adecuadas a la situación concreta.

### **Pasos para levantar objetos pesados:**

- ✓ Tómate tu tiempo para analizar el objeto que quieres levantar.
- ✓ Coloca el objeto de modo que no se resbale.
- ✓ Coloca tus pies cerca del objeto.
- ✓ Coloca tu espalda en forma vertical y extiende tus manos hacia el objeto. Flexiona las rodillas para distribuir el peso entre las piernas.
- ✓ Empieza a hacer fuerza con las piernas y con los brazos. Efectúa este paso lentamente, si lo haces de un tirón, podrías lastimarte la espalda seriamente.
- ✓ Ponte de pie, si el objeto estaba en el suelo. Mantén el objeto lo más cerca a ti.
- ✓ Si necesitas descansar hazlo y tomate el tiempo que te haga falta.

Figura 1.5 Forma de levantar un objeto pesado correctamente.



**Puente grúa:** Los puente grúas son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de L.M.T.A., talleres o industrias en general .

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

El bastidor del puente grúa consta de dos vigas transversales en dirección a la luz de la nave (vigas principales) y de uno o dos pares de vigas laterales (testeros), longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas.

**Antes de utilizar el puente grúa:**

- ✓ Comprobar que no existen sobre la grúa piezas sueltas u objetos que pudieran caerse.
- ✓ Asegurarse de que todos los interruptores de mando estén en posición "cero", antes de conectar el interruptor general. De no ser así, podría ponerse en marcha alguno de los movimientos de la grúa, con graves consecuencias en muchos casos.
- ✓ Realizar un frenado de prueba de todos los movimientos de la grúa.
- ✓ Comprobar el buen funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad como topes, finales de carrera, realizando muy lentamente las maniobras de prueba.
- ✓ Comprobar el estado de los cables y los ganchos.
- ✓ Cualquier anomalía en el funcionamiento de la grúa, debe ser puesta en conocimiento del auxiliar de laboratorio.
- ✓ Si se presentan defectos o anomalías que pusieran en peligro la seguridad de la grúa, deberá interrumpirse el trabajo de la misma.
- ✓ Está prohibido modificar o anular cualquiera de los dispositivos de seguridad con que está dotada la grúa.
- ✓ Trimestralmente, al menos, se realizará una revisión a fondo de los cables, cadenas, cuerdas, poleas, frenos y de los controles eléctricos y sistemas de mando, así como, en general, de todo el puente grúa.

Figura 1.6 Puente grúa



6. Plenaria para solución de dudas.

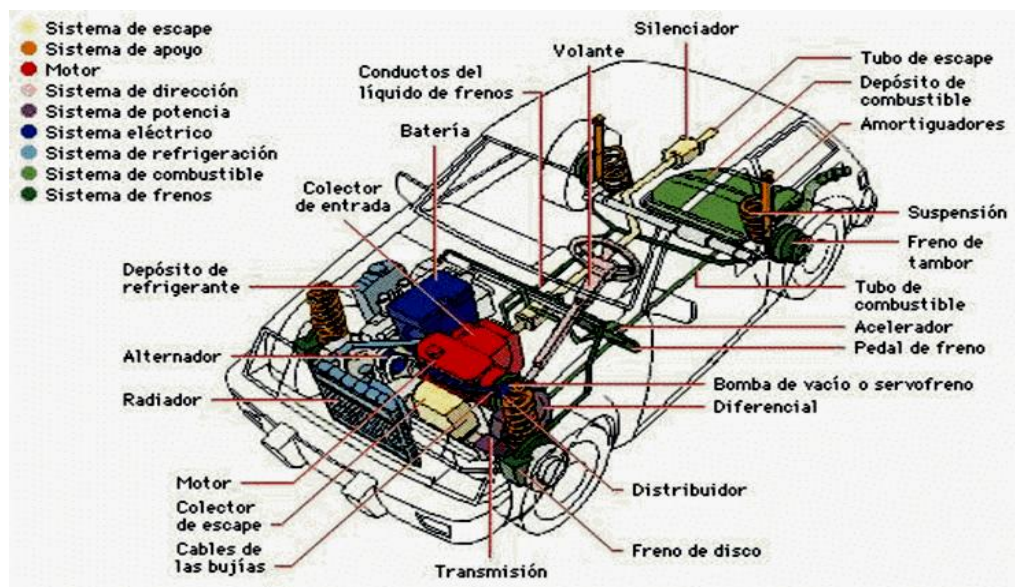
## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. Enuncie tres medidas de seguridad que debe tener el estudiante en el L.M.T.A.
2. ¿Por que los Motores de Combustión Interna no deben ponerse en marcha en espacios cerrados?
3. ¿Por que es necesario una buena ventilación en el L.M.T.A.?
4. Enuncie tres reglas para el buen almacenamiento de combustibles.
5. Describa como utilizar el extintor de forma adecuada.
6. Describa que efectos nocivos tiene el ruido para la salud humana.

## Práctica número 2

### Elementos constitutivos y sistemas principales del M.C.I.



## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Diferenciar las partes constitutivas de M.C.I. (Diesel y a gasolina).
2. Identificar los sistemas constitutivos de un M.C.I. mediante los diferentes motores con los que cuenta el laboratorio.
3. Reconocer los principales materiales y los procesos de fabricación de las principales partes constitutivas de M.C.I.

## **2. Introducción**

Con esta práctica se pretende describir los sistemas y elementos principales que componen las Máquinas Térmicas Alternativas, M.T.A. Permitiendo que el estudiante conozca la estructura, los materiales y procesos utilizados en la fabricación de los principales elementos de los Motores de Combustión Interna.

Los elementos y sistemas más importantes en la constitución del motor son:

- ✓ Bloque, cilindros, émbolos, manivelas, bielas, válvulas, cigüeñal, árbol de levas, entre otros.
- ✓ Sistema de arranque, sistema de alimentación, sistemas encendido, sistema de distribución mecánica, sistema de lubricación, sistema refrigeración, etc.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

En el ejercicio de la vida profesional del Ingeniero Mecánico. Posiblemente el Ingeniero Mecánico en su labor como profesional se enfrentara a situaciones donde tendrá que aplicar sus conocimientos básicos sobre los sistemas y partes que conforman un Motor de Combustión Interna, enlazando fundamentos teóricos con situaciones reales.

## **4. Material y equipo a utilizar**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 2)
- ✓ Láminas didácticas del laboratorio
- ✓ Motor Diesel Kia

- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor monocilíndrico en corte

## 5. Fundamentos teóricos.

A continuación se hace descripción breve de los principales elementos y sistemas de los M.C.I.

### 5.1 Elementos importantes en un M.C.I.

#### 5.1.1 bloque de cilindros<sup>10</sup>

El bloque (figura 3.1) es la base del motor. Es uno de los elementos más importante del motor donde se alojan los cilindros, así como los soportes de apoyo del cigüeñal, las culatas, el Carter y su diseño tiene gran repercusión en el costo, peso y tamaño del motor. Los materiales más comunes para la fabricación del bloque son:

- **Hierro fundido:** como ventajas más importantes se puede destacar su facilidad para tomar formas complicadas, su elevada rigidez y una alta resistencia a la fatiga además de tener un bajo costo.
- **Aleación ligera:** tiene como ventaja un bajo peso por lo que es utilizado en autos de competición, pero tiene problemas de resistencia mecánica y su rigidez es inferior a la del hierro fundido.
- **Chapa soldada:** solo se utilizan en grandes motores, usualmente en motores marinos, tiene la ventaja de un peso más reducido.

---

<sup>10</sup> Stefano Gillieri. Preparación de motores de serie para competición. Ediciones C.E.A.C., 2005. Pagina 31.

Figura 2.1 bloque de cilindros



Fuente: Autores

### 5.1.2 Culata

La culata (figura 3.2) es la pieza ubicada en la parte superior del bloque de cilindros. Es una de las piezas del motor de diseño más complejo por la cantidad de funciones y requerimientos que debe cumplir y por la gran precisión que requiere su mecanizado. Es la tapa de todos los cilindros. Allí se ubican las bujías, las válvulas de admisión y de escape, y los conductos de entrada y salida de gases.

La culata es fundida en hierro aleado con otros metales o de aleación de aluminio, la mayoría de las culatas son de hierro fundido, pero en algunos motores se utiliza el aluminio por las ventajas que presentan en su menor peso y mayor conductividad térmica.

Figura 2.2 Culata



### 5.1.3 Pistón<sup>11</sup>

El pistón (figura 3.3) Es un elemento que se desplaza en movimientos ascendentes y descendentes dentro de cada uno de los cilindros. Comunica la fuerza que produce la combustión a la biela, quien a su vez se la trasmite al cigüeñal.

Los materiales mas utilizados para la fabricación de los pistones son:

- **Fundición:** es frecuente en pequeños motores industriales y normalmente es de estructura perlítica con silicio en un elevado porcentaje. Presenta elevada resistencia mecánica y capacidad para trabajar a fricción, su mayor inconveniente es el peso.
- **Acero:** su mayor aplicación ha sido en motores de embolo de aviación, las ventajas mas representativas de este material son su elevada resistencia mecánica y su ligereza, normalmente lleva un alto porcentaje de cobre.
- **Aleación con silicio:** el silicio disminuye el coeficiente de dilatación y aumenta la dureza y la conductividad, el mayor inconveniente de este material es la disminución de las características mecánicas del pistón.

Figura 2.3 Pistón



<sup>11</sup> Ismael Prieto Fernández, Manuela Alonso Hidalgo, J. Carlos Luengo. Fundamentos de Máquinas Térmicas. Universidad de Oviedo, 2007. Oviedo Asturias España. Página 14.

#### 5.1.4 Biela

La biela (figura 3.4) es un brazo que transmite el movimiento ascendente y descendente del pistón al cigüeñal. La biela es un elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la maquina. Se diseñan con una forma específica para conectarse entre las dos piezas, el pistón y el cigüeñal. Su sección transversal o perfil puede tener forma de H, I o +. El material del que están hechas es de una aleación de acero, titanio o aluminio. En la industria automotriz todas son producidas por forjamiento, pero algunos fabricantes de piezas las hacen mediante maquinado.

Figura 2.4 Biela



Fuente: <http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php>

Por lo general, las bielas de los motores alternativos de combustión interna se realizan en acero templado mediante forja, aunque hay motores de competición con bielas de titanio o aluminio. Algunos otros materiales con los que son fabricadas estas piezas son:

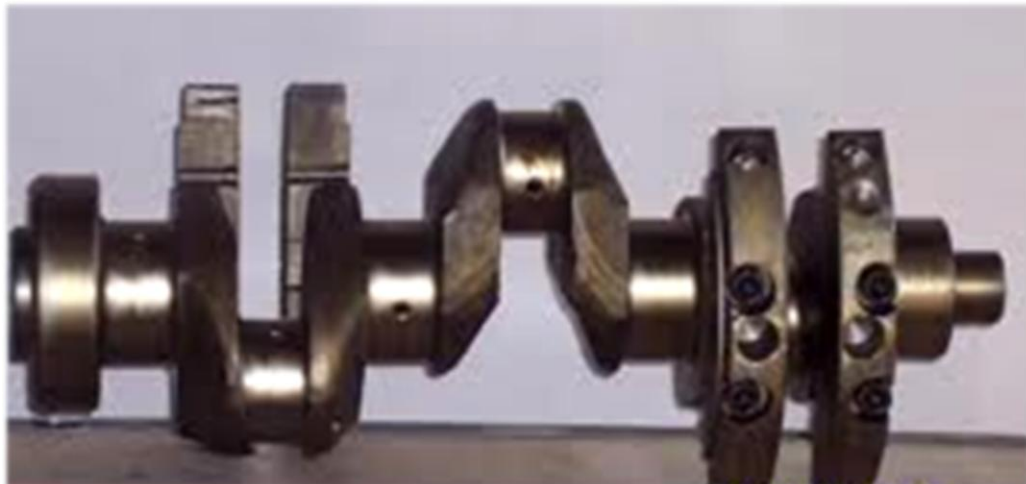
- **Acero al carbono:** una composición habitual de acero al carbono es 0.35% de C y 0.60% de Mn.

- **Aceros especiales:** los aceros especiales se emplean especialmente en motores rápidos para dar más ligereza al conjunto. Son en general aceros al cromo-níquel
- **Aleaciones ligeras:** las aleaciones ligeras se han intentado emplear en motores con resultados no muy satisfactorios. La aleación más utilizada es el duraluminio.
- **Fundición de grafito esferoidal:** es muy bien empleada en la actualidad por sus buenas características mecánicas y su bajo precio.

### 5.1.5 Cigüeñal <sup>12</sup>

El cigüeñal (figura 3.5) forma parte del mecanismo biela-manivela, es decir de la serie de órganos que con su movimiento transforman la energía desarrollada por la combustión en energía mecánica. El cigüeñal recoge y transmite al cambio la potencia desarrollada por cada uno de los cilindros. Por consiguiente, es una de las piezas más importantes del motor. El cigüeñal se encuentra sometido a esfuerzos de flexión y torsión alternados y resulta una pieza del motor difícilmente calculable, por ello la experiencia es una base muy importante para el diseño de esta pieza.

Figura 2.5 Cigüeñal



Fuente: <http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php>

<sup>12</sup> Jeff Daniels. Tecnología del coche moderno. Ediciones Ceac 2005. Barcelona España. Página 37.

Los materiales mas comúnmente utilizados en la fabricación de los cigüeñales son los siguientes:

- **Aceros forjados:** son normalmente aceros al Cr-Ni-Mo
- **Materiales fundidos:** puesto que el cigüeñal es un elemento de geometría relativamente complicada la fundición es un buen método para su fabricación. El acero mas característico puede ser el que contenga la siguiente composición: 1.3% C, 1% Si, 0.6% Mn, 1.7% Cu, 0.5% Cr, 0.2% Ni. Otro buen material es el grafito esferoidal puesto que tiene unas buenas características mecánicas.

Por lo general los cigüeñales se tratan térmicamente para endurecer las superficies de rozamiento.

## 5.2 Sistemas principales del M.C.I.

A continuación se describen algunos de los sistemas más importantes en M.C.I.

### 5.2.1 Sistema de alimentación de combustible<sup>13</sup>

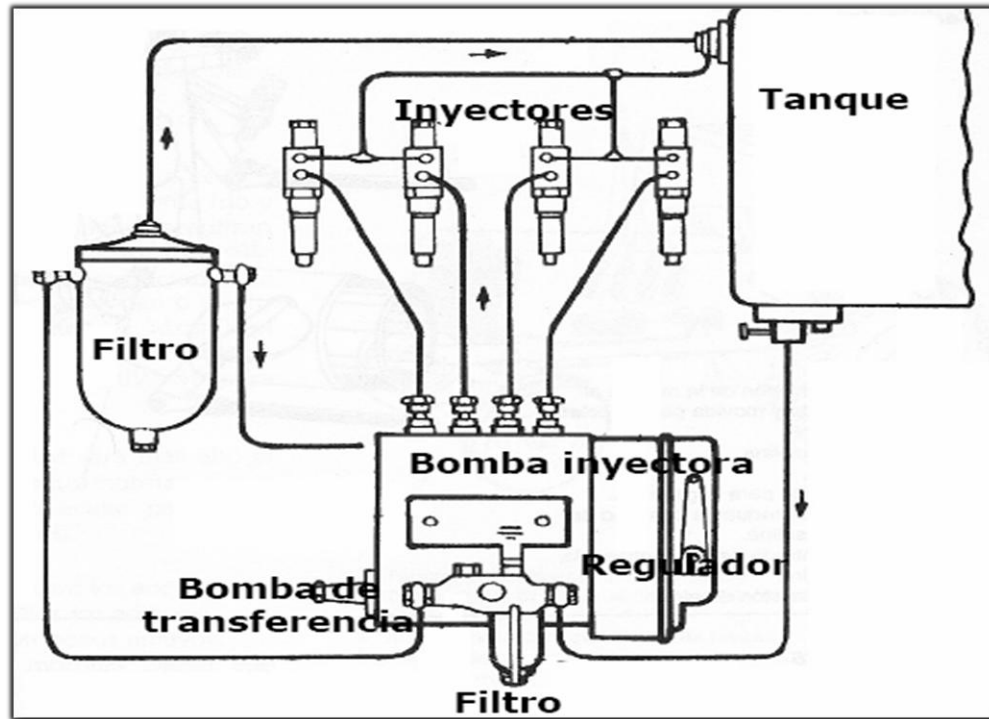
En los motores de gasolina, la mezcla se prepara utilizando un carburador o un equipo de inyección. Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, medio mecánico. Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión. Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo. Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla. También permite la supresión del carburador; dar forma a los conductos de admisión, permitiendo corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, con lo cual, favorecemos el par

---

<sup>13</sup>Jorge Hernández Valencia. Guía N° 3 de Mecánica Automotriz.

motor y la potencia, además de solucionar los conocidos problemas de la carburación, como pueden ser la escarcha, la percolación, las inercias de la gasolina.

Figura 2.6 Sistema de alimentación de combustible



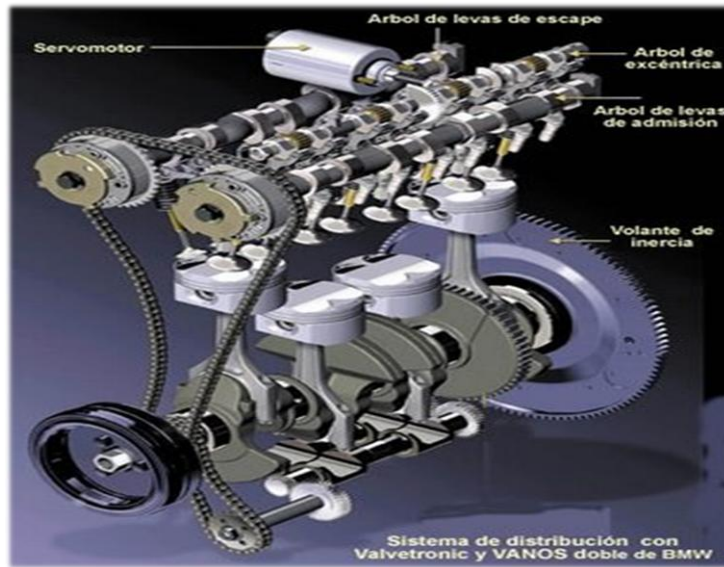
Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-mitsubishi.htm>

### 5.2.5 sistema de distribución<sup>14</sup>

El sistema de distribución (figura 3.7) es el conjunto de elementos que regulan la apertura y cierre de válvulas en el momento oportuno y a su vez la entrada de la mezcla, (gases frescos) y la salida de los gases residuales de los cilindros, en el momento adecuado después de producirse la explosión.

<sup>14</sup> Miguel de Castro Vicente. El motor de gasolina. Ediciones CEAC, 1998. Barcelona España. Pág.135.

Figura 2.7 Sistema de distribución



Fuente: <http://dmcanica.blogspot.com/2009/03/distribucion-variable-de-toyota.html>

### 5.2.2 Sistema de admisión y escape<sup>15</sup>

Los equipos de admisión y escape (figura 3.8) están divididos en el sistema de admisión y el sistema de escape. El sistema de admisión consiste en un purificador de aire que remueve el polvo del aire del múltiple de admisión, que conduce la mezcla aire-combustible a cada uno de los cilindros. El sistema de escape consiste en un múltiple de escape, el cual recolecta los gases de escape cuando son extraídos desde los cilindros, la tubería de escape, la cual extrae estos gases de escape al aire exterior, el silenciador, el cual reduce el nivel de ruido del escape, etc.

### 5.2.3 Sistema de refrigeración<sup>16</sup>

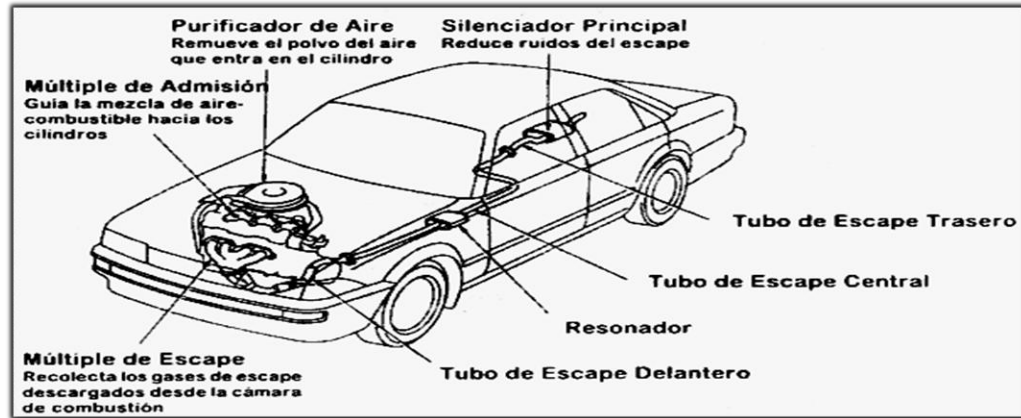
Se entiende por refrigeración, la cesión de calor desde un elemento, a otro cuya temperatura es inferior a la de aquel. En los motores térmicos empleados en Automoción, el sistema de refrigeración (figura 3.9) se justifica, por la necesidad de evacuar el calor sobrante, generado en las combustiones, que no se destina a producir trabajo en la carrera motriz, así como el calor generado por el rozamiento entre los elementos móviles. De no evacuarse dicho calor, la temperatura de los mismos se elevaría peligrosamente, provocando una dilatación excesiva, que

<sup>15</sup> Mayz Acosta Edgar. Conocimientos básicos del automóvil. Disponible en internet: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-10.html>

<sup>16</sup> José Company Bueno. Manual de la técnica del automóvil. Barcelona. Reverte S.A.1996. 398P.

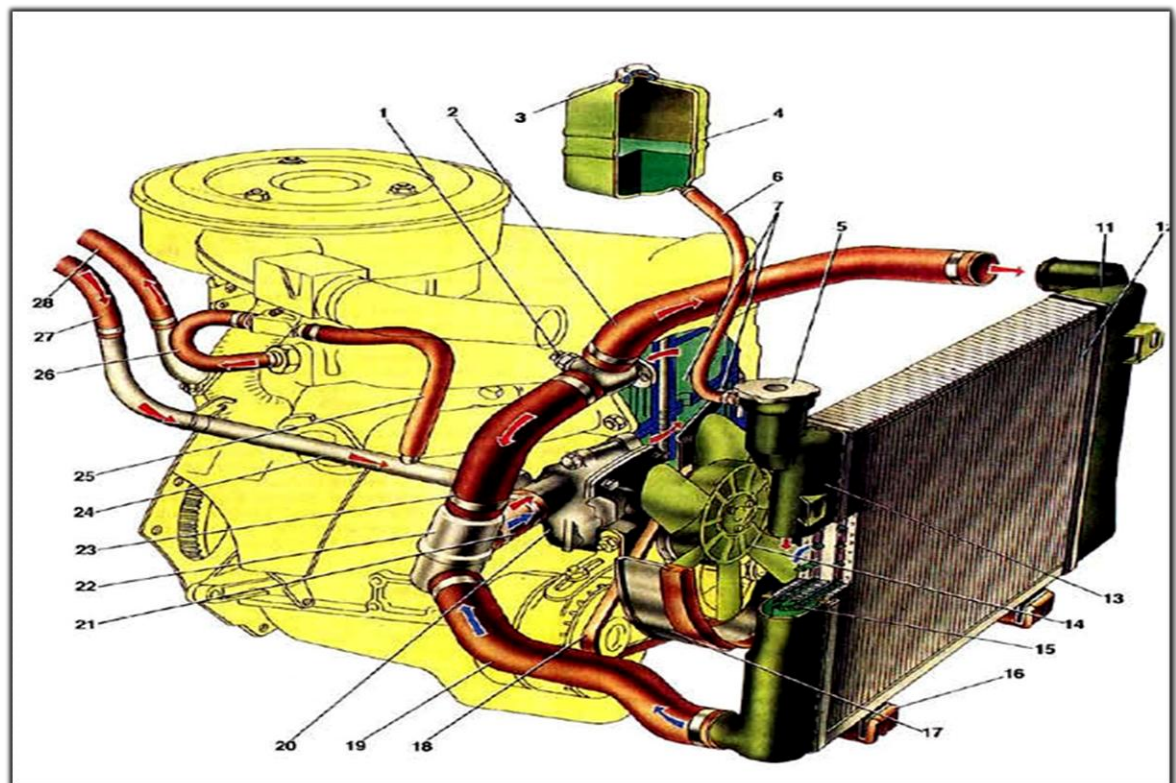
podría originar el agarrotamiento por fusión, mas conocido como gripaje. A su vez lo que también se busca es mantener la temperatura del motor dentro de unos márgenes, en los que el rendimiento es máximo, y no correr el riesgo de deteriorar las partes móviles del mismo.

Figura 2.8 Sistema de admisión y escape



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-10.html>

Figura 2.9 Sistema de refrigeración



Fuente: [http://www.bricopage.com/como\\_se\\_hace/automovil/refrigeracion.htm](http://www.bricopage.com/como_se_hace/automovil/refrigeracion.htm)

#### 5.2.4 sistema de lubricación

Todo movimiento de dos piezas en contacto y sometida a presiones, producen un rozamiento que depende tanto del estado (calidad de acabado superficiales), como de la naturaleza de las superficies en contacto (materiales empleados). Las superficies, por muy lisas y acabadas que parezcan, siempre presentarán , una serie de rugosidades que al estar en contacto con otras, generan tal cantidad de calor, que ocasiona desgaste y un aumento de temperatura que podrá provocar la fusión (gripaje) de los metales en sus respectivas zonas superficiales de acoplamiento. Para reducir el rozamiento en los acoplamientos metálicos móviles se interpone entre ambas superficies, una fina película de aceite, de tal manera, que forme una cuña de aceite que mantenga separada e impida el contacto entre sí.

Figura 2.10. Pates del sistema de lubricación



Fuente: <http://www.conducircolombia.com/Lubricacion.html>

## 6. PROCEDIMIENTO

Pasos para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante

6.2 Observación e identificación de las principales partes y sistemas que conforman los motores: Diesel Kia, Renault 9, Renault 4 en corte, Cummins en corte. Ejemplo: identificar las principales partes del motor Cummins en corte figura 2.11 y el motor Toyota F110 figura 2.12

6.3 Después de la observación e identificación de las principales partes y sistemas en los motores, describa los diferentes procesos y materiales con los que son fabricados los principales elementos.

Figura 2.11 Motor Cummings en corte frontal

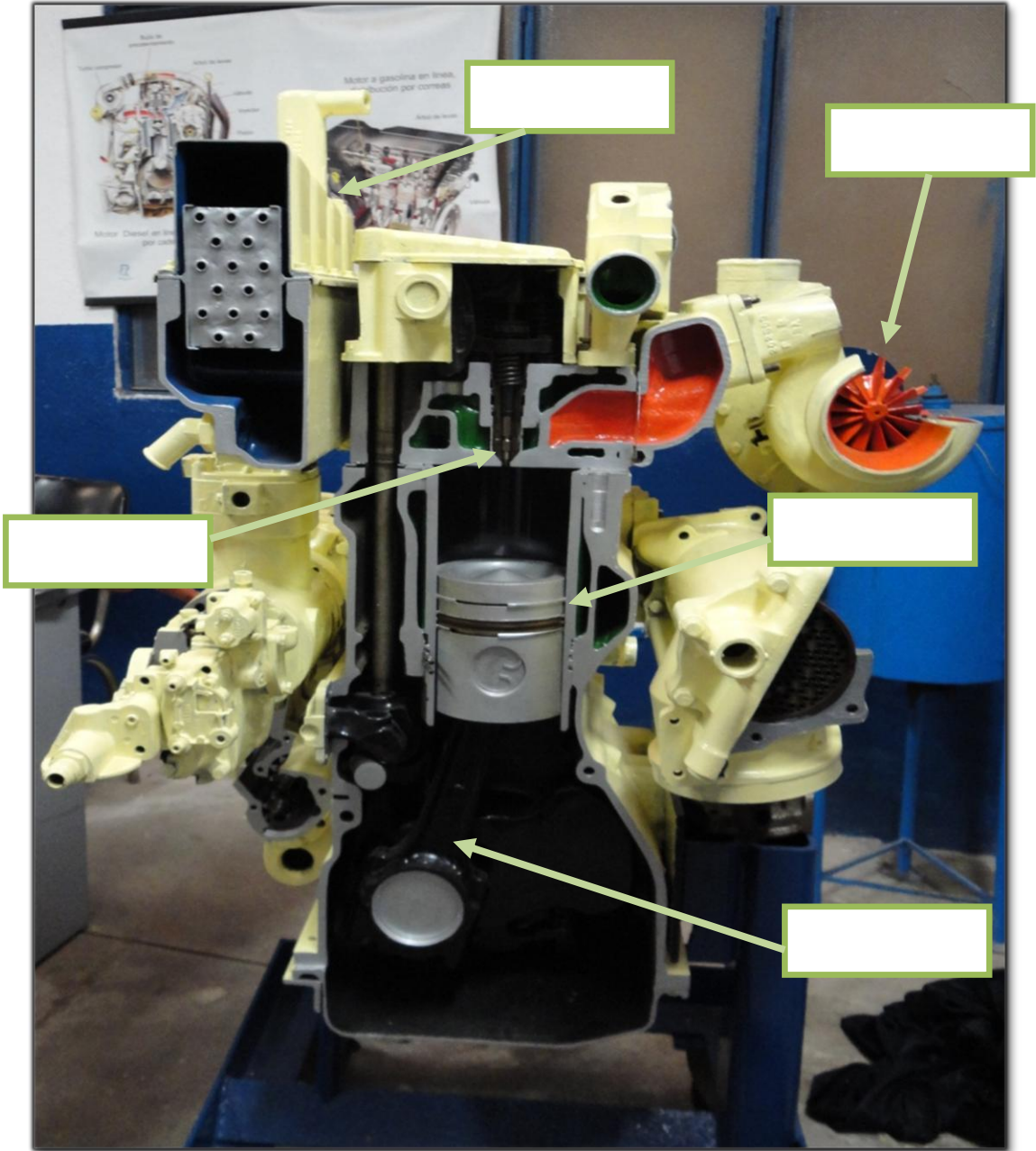
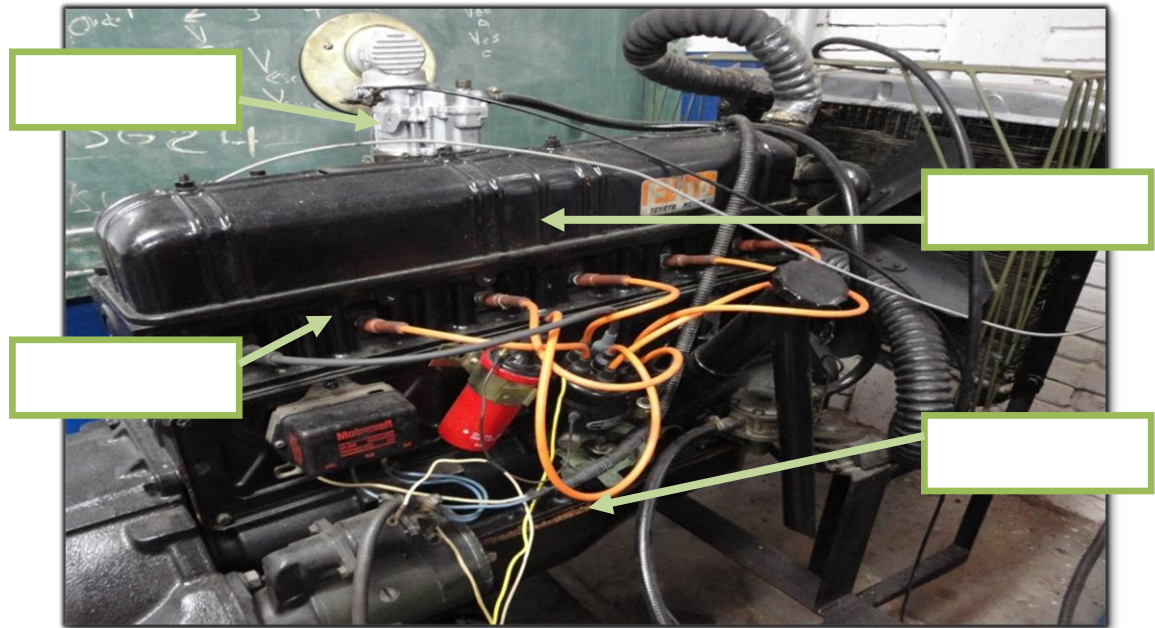


Figura 2.12 Motor a gasolina Toyota F110



6.4 Mida con un micrómetro de exteriores el diámetro de los muñones principales a 6 mm (1/4") más o menos de cada extremo o a la distancia suficiente para librar el radio del filete, y alrededor del muñón en varios lugares para obtener las lecturas máxima y mínima. Complete la tabla No 5.1.

Figura 2.13 Toma de medidas con micrómetro de exteriores en cigüeñal.



Tabla 2.1 Medidas del muñón en un cigüeñal

Motor KIA				
N° de cilindros	1	2	3	4
Diámetro de muñón (pulgada)				

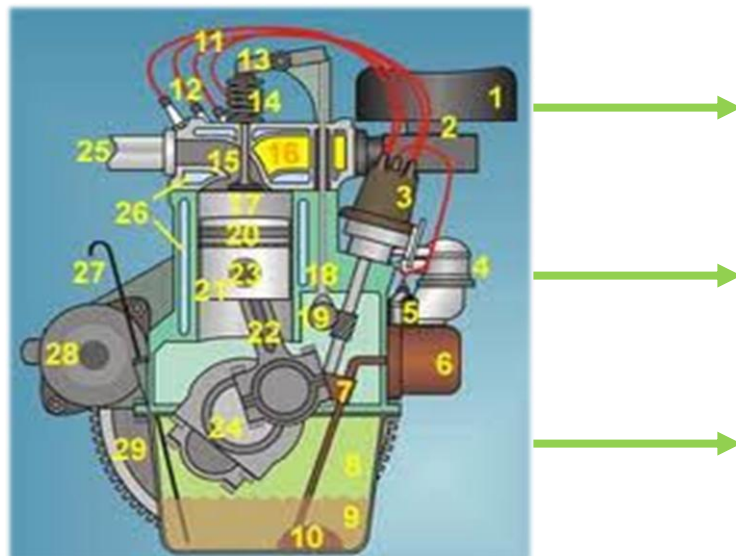
6.5 Plenaria para solución de dudas.

## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. En la figura 2.13, señale las 3 principales zonas en las que se divide un motor a gasolina y sus partes importantes (observar y señalar en la grafica):

Figura 2.13 Motor a gasolina



2. ¿Cuáles son los principales elementos que conforman a un M.C.I.?
3. ¿De qué material se fabrican los cilindros, los pistones, biela y cigüeñal?
4. ¿Cuáles son los principales sistemas que conforman a un M.C.I.?

En las siguientes preguntas seleccione la respuesta correcta:

5. El Sistema de Admisión de Aire es:
  - a. El conjunto de dispositivos que permiten que ingrese el aire y combustible a las cámaras de combustión del motor.
  - b. El que cumple las funciones de Filtrar el aire atmosférico de forma que llegue limpio al motor, distribuir adecuadamente el aire entre los puertos de admisión del motor, regular y medir la cantidad de aire que formará la mezcla explosiva.
  - c. El conjunto de dispositivos que permiten que ingrese el aire comburente a las cámaras de combustión del motor, disminuir el ruido procedente del interior del motor.
  - d. (b y c)
  - e. Todas las anteriores
6. En un motor, la empaquetadura de culata sirve para:
  - a) Evitar el contacto entre dos superficies
  - b) Obtener un cierre hermético de las superficies
  - c) Aumentar el volumen de la cámara de compresión
  - d) Proteger la superficie de la culata

En las siguientes afirmaciones, marque V si verdadera o F si es falsa

7. El volante reduce las vibraciones porque permite hacer intermitentes los impulsos de potencia de los pistones. (V) (F)



### Práctica número 3

#### Metrología



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Comprender las operaciones de metrología dimensional necesarias para determinar los desgastes que han sufrido los cilindros del motor.
2. Identificar y operar diestramente procesos de verificación e interpretación de mediciones realizadas en cilindros.
3. Conocer desgastes comunes que se presentan en los cilindros tales como ovalidad y conicidad.
4. Comparar los valores suministrados por el fabricante y los obtenidos en las mediciones.
5. Tomar decisiones de reparación según los valores de las mediciones e inspección.

## **2. Introducción.**

La metrología está conformada por una serie de operaciones de mediciones destinadas a obtener las dimensiones y realizar el trazado para la elaboración de piezas o elementos. Los dos sistemas de medida que se deben conocer son el sistema inglés y el Sistema Internacional (S.I.). El sistema inglés usado en países como EEUU, Canadá y Reino Unido, utiliza unidades como la pulgada, el pie y la yarda. El Sistema Internacional de medida (S.I.) el cual se conoce como sistema métrico es el más utilizado universalmente. La base de este sistema es el metro, que equivale aproximadamente a 39,75 pulgadas.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

En diferentes actividades que realiza el Ingeniero Mecánico tendrá que hacer uso de herramientas de medición ( para el mantenimiento, calibración y reparación de MCI?). El uso de una u otra de estas herramientas dependerá del grado de precisión que desee.

## **4. Materiales y equipo a utilizar.**

1. Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 3)
2. Alexómetro.
3. Micrómetro de exteriores.
4. Manual de taller del motor Renault 12 de 1300 c.c.

## 5. Fundamentos teóricos.

Los dos sistemas de medida que se deben conocer son el sistema inglés y el sistema métrico. El sistema inglés es utilizado en países como EEUU, Canadá y Reino Unido. El sistema internacional de medida (S.I.) se conoce como sistema métrico. La base de este sistema es el metro, que equivale aproximadamente a 39,75 pulgadas. El sistema métrico es más universal y es por tal motivo que los fabricantes de herramientas en EEUU están adoptando este sistema.

### 5.1 Herramientas de medidas.

En la medición de elementos y partes de M.T.A. se utilizan diferentes herramientas para tal fin según el grado de precisión que se desee obtener, algunas de estas herramientas son:

Figura 3.1. Cinta métrica.



#### Cinta métrica

Esta es una herramienta para tomar medidas aproximadas, permiten medir tanto en milímetros como en fracciones de pulgada, el uso de estas cintas se puede combinar con compases de interiores y de punta.

Figura 3.2. Galgas



#### Galgas

Es un elemento que se utiliza para la verificación de las cotas con tolerancias estrechas. Las galgas se suelen utilizar para medir la holgura de una válvula, la holgura lateral de los segmentos del pistón, el juego del cigüeñal.

## Micrómetro

Los micrómetros (pueden ser externos o internos) presentan ventajas sobre otro tipo de instrumentos de medidas. Resultan claros y fáciles de leer. Por otra parte, las lecturas que proporciona son consistentes y precisas, al tiempo que incorpora un calibre de ajuste que sirve para compensar los efectos del desgaste.

Figura 3.3. Micrómetro



## Alexómetro

Esta herramienta puede medir holguras del cigüeñal o el desgaste de las guías de válvulas. Asimismo, puede medir la distancia que sobresale la válvula dentro de la culata, entre su punto de apertura y cierre, llamado alzada de válvula, así como, el diámetro interior del cilindro en sus distintas alturas y posiciones para determinar su conicidad y su grado de ovalización.

Figura 3.4 Alexómetro



## 5.2 Cilindros

El cilindro de un motor es el recinto por donde se desplaza un pistón. Hay dos formas de hacer la parte interior del cilindro, por donde corre el pistón. Una es dar un tratamiento superficial al propio metal del bloque, que consiste en recubrirlo de una capa muy resistente de otro material distinto del que tiene el bloque. Por ejemplo, los recubrimientos a base níquel y silicio.

La otra es colocar dentro del cilindro una pieza aparte, que es la que se denomina «camisa». Una ventaja de la camisa es que, en caso de desgaste o deformación, se puede cambiar. Un inconveniente es que hacen que el motor ocupe más espacio.

Existen dos tipos de camisas: secas o húmedas. Se denominan secas cuando no están en contacto con el líquido refrigerante. Las camisas húmedas son más gruesas, y se montan de forma que entre el bloque y la propia camisa circula el líquido refrigerante.

### 5.2.1 CAMISA SECA

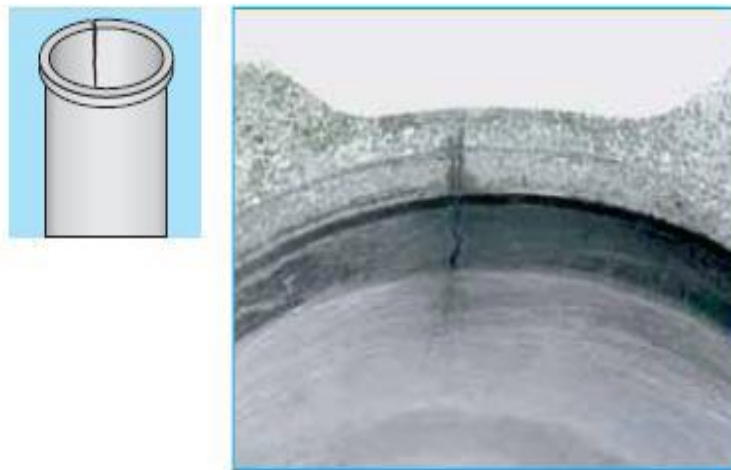
Es un cilindro que se coloca a presión en el bloque, sin existir ningún espacio entre bloque y camisa. En casos de reparación este tipo de camisas permite ser maquinada, teniendo en cuenta que se aumenta el diámetro interior, cierta cantidad de veces, especificadas inicialmente por los fabricantes de motores y al llegar a estos límites debe ser cambiada por una nueva de medida original.

**5.2.2 CAMISA HÚMEDA** En este caso la camisa reemplaza totalmente al cilindro del bloque y es apoyada en éste únicamente en su parte superior e inferior siendo rodeada en su totalidad por los ductos de refrigeración. Para una reparación simplifica el proceso ya que solo se debe extraer la camisa vieja y reemplazarla por la nueva, la cual se sujeta del bloque en la parte superior por medio de unas bridas, las que presionan evitando cualquier tipo de movimiento.

### 5.3 FALLAS Y DESGASTES EN CILINDROS Y CAMISAS

**5.3.1 Rotura longitudinal.** La grieta se presenta normalmente en sentido vertical, partiendo del collarín de la camisa hacia arriba. Las roturas de este tipo sobrevienen normalmente por tratamientos descuidados (figura 3.5). Otra posible causa es un asiento malo, defectuoso o sucio entre la camisa y el bloque del cilindro.

Figura 3.5. Rotura longitudinal



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

**5.3.2 Rotura de collarines de camisa.** El collarín de la camisa esta desprendido completamente (figura 3.6). La rotura inicia desde el fondo inferior del collarín y se extiende diagonalmente hacia arriba en un ángulo de unos 30 grados. Normalmente estos tipos de daños ocurren por momentos de flexión, por malos montajes, empleo de juntas diferentes a las prescritas, limpieza deficiente y forma incorrecta de asiento, etc.

Figura 3.6. Rotura de collarines de camisa



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05> 148

**5.3.3 Desgaste irregular del cilindro.** En los agujeros del cilindro aparece un desgaste irregular con áreas individuales pulidas y brillantes (figura 3.7). Hay corrosión en el exterior de la camisa que causa la pérdida de redondez del cilindro. Algunas causas son asiento de camisa muy flojo y agujeros deformados en el bloque.

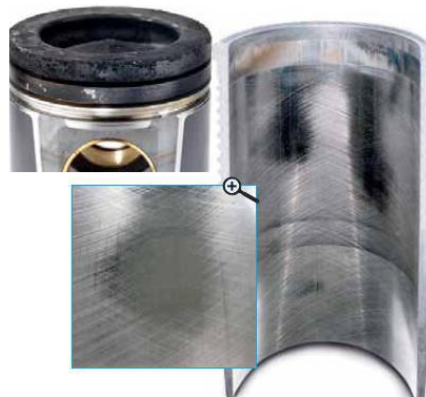
Figura 3.7. Desgaste irregular del cilindro



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

**5.3.4 Áreas brillantes en el sector superior del cilindro.** En la superficie de rodadura del cilindro destacan zonas pulidas muy lustrosas y carentes de estructuras bruñidas y en el pistón no se perciben huellas de notables de desgaste, por lo cual causa el aumento en el consumo de aceite del motor (figura 3.8). Algunas causas pueden ser: Empleo de aceites no permitidos o de baja calidad, acabado insuficiente del cilindro, formación de una capa dura en la superficie de fuego del cilindro (carbonizado), etc.

Figura 3.8. Áreas brillantes en el sector superior del cilindro



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

## **5.5 MEDIDAS DE RECTIFICACIÓN DE CILINDROS**

Al diagnosticar el estado en que se encuentra el cilindro (es decir medir ovalidad, conicidad) se debe verificar que la ovalidad y la conicidad no sobrepase los valores predeterminados por el fabricante, en caso contrario se debe verificar en qué medida está el diámetro del cilindro y que tan excesivo es el valor. Para ello se toma como referencia el diámetro recomendado por el fabricante (estándar) y se compara con el diámetro medido en el cilindro. Los cilindros originales (nuevos) vienen en medida estándar 0.00mm cuando lo rectifican por primera vez queda en 0.25 mm, la segunda en 0.50 mm y la tercera en 0.75 mm que es la última medida utilizable del mismo. Sin embargo, en la actualidad en Colombia existen medidas de rectificación de hasta 1.50 mm, pero el fabricante recomienda solo hasta 0.50 mm. Con base en esto se toman decisiones para determinar si el cilindro o la camisa se deben cambiar o se puede rectificar. Las medidas normalizadas para la rectificación de cilindros están determinadas por la constante necesidad de estandarizar procesos para facilitar la comercialización y distribución de repuestos. Como se mencionaba anteriormente el cilindro viene de fábrica en medida estándar y a medida de que sufre desgastes va disminuyendo su diámetro nominal

y por consiguiente tenemos la necesidad de rectificarlo. Estas medidas pueden estar en milímetros o en pulgadas, cuando hablamos de milímetros rectificaremos el cilindro en escalas de 0,25 mm hasta 1,50 mm (el fabricante recomienda únicamente rectificar hasta 0,50 mm), por otra parte, cuando hablamos en pulgadas las medidas van en incrementos de 10 hasta 60 milésimas de pulgada. La rectificación del cilindro se hará con respecto al diámetro original (dado por el fabricante), es decir al diámetro original se le resta la medida del diámetro actual y esa diferencia nos da el rango de medida en el cual se encuentra el cilindro, y con base a esto se hace la debida rectificación. Cuando el cilindro sobrepase los límites establecidos de rectificación se debe remplazar por uno nuevo, es decir cambiar el bloque, por otra parte, si el bloque es de camisas se deberán cambiarlas por nuevas.

## 6. Procedimiento

En esta práctica se realiza el diagnóstico respectivo mediante la inspección visual y la utilización de un alexómetro con el cual se medirá el diámetro interno y así determinar el desgaste, ovalización y conicidad que sufren los cilindros.

### INSPECCIÓN VISUAL

1. Haga una limpieza y luego proceda a realizar una inspección visual para obtener información sobre el estado general de las camisas o los cilindros (figura 3.9).

Figura 3.9. Limpieza de cilindros.



2. Utilizar una luz introducida en la parte inferior del cilindro para poder observar mejor las posibles fallas (figura 3.10).

Figura 3.10. Inspección visual de cilindros.



3. Comprobar el escalón o reborde superior del cilindro, deslizando los dedos por el interior del cilindro, desde abajo hacia arriba, y, al tacto, notará perfectamente el escalón si existe. Normalmente esté se origina al marcarse el final del desplazamiento del segmento de fuego (figura 3.11).

Figura 3.11. Reborde superior en el cilindro.



4. También deberá realizar una inspección visual en el exterior de la camisa, (camisas húmedas) especialmente en el surco donde se coloca el empaque superior (figura 3.12).

Figura 3.12. Exterior de camisa húmeda.



### PROCESO DE MEDICIÓN

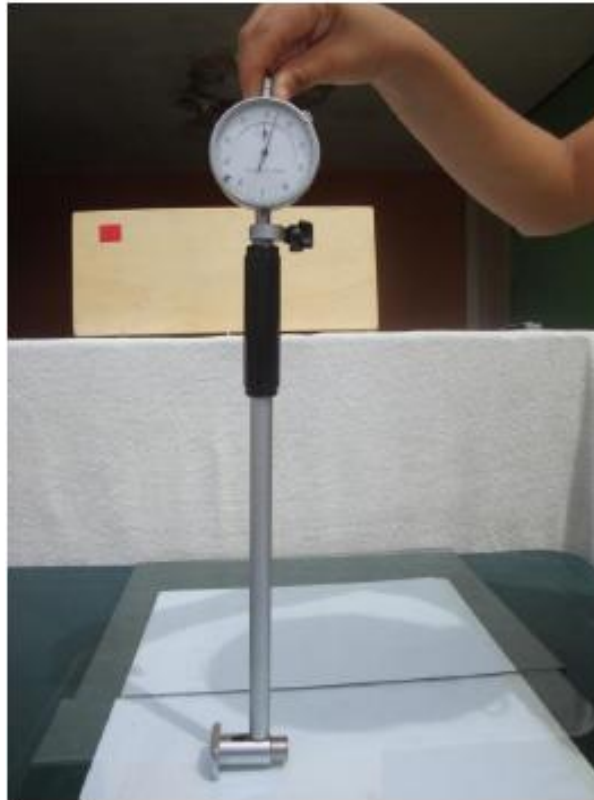
1. Ubique el soporte con el bloque al lado del banco de trabajo de una forma adecuada para realizar las diferentes mediciones (figura 3.13).

Figura 3.13. Bloque de cilindros.



2. Emplee el alexómetro provisto de un adaptador adecuado al diámetro del cilindro que va a medir (figura 3.14.).

Figura 3.14. Alexómetro.



3. Tomar, en cada cilindro, medidas a tres alturas diferentes (figura 3.15): la primera a unos 10 mm del plano superior del cilindro, la segunda a la mitad y la tercera a 10 mm del borde inferior del mismo, en sentido longitudinal (A) y otras tres en sentido transversal (B) (figura 3.16). Anote los resultados en la tabla 1.

Figura 3.15. Descripción grafica de los puntos de medición.

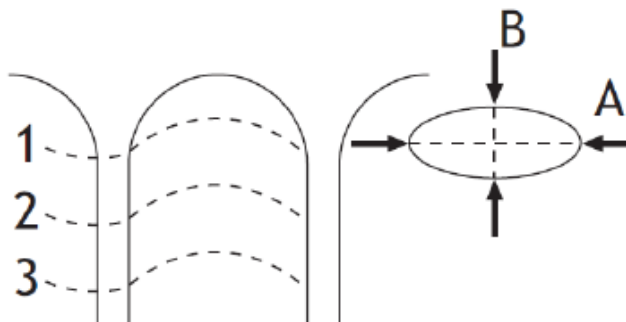


Figura 3.16. Medida longitudinal y transversal al bloque

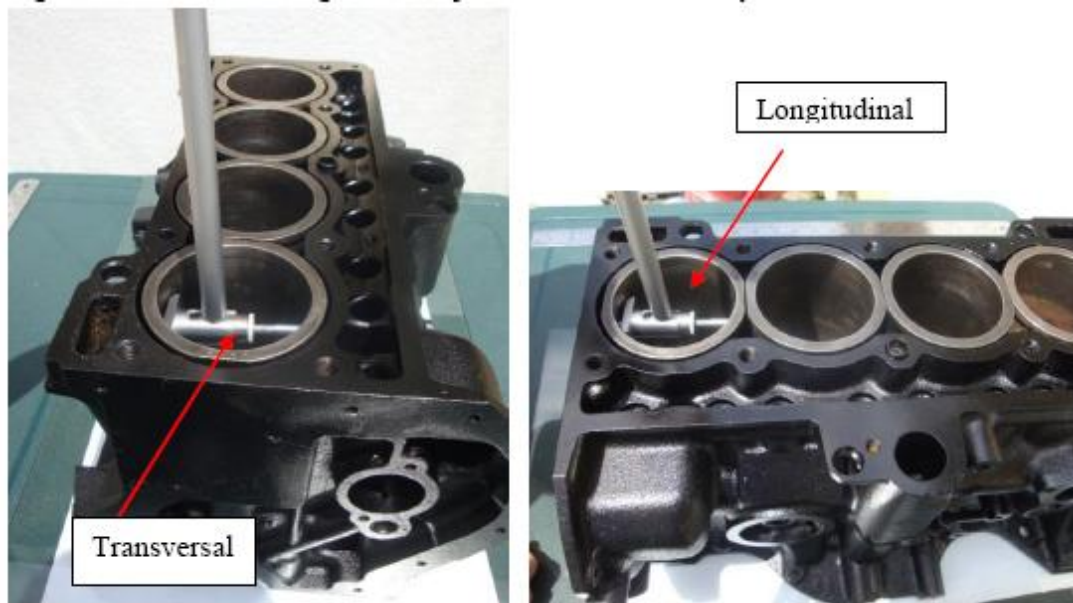
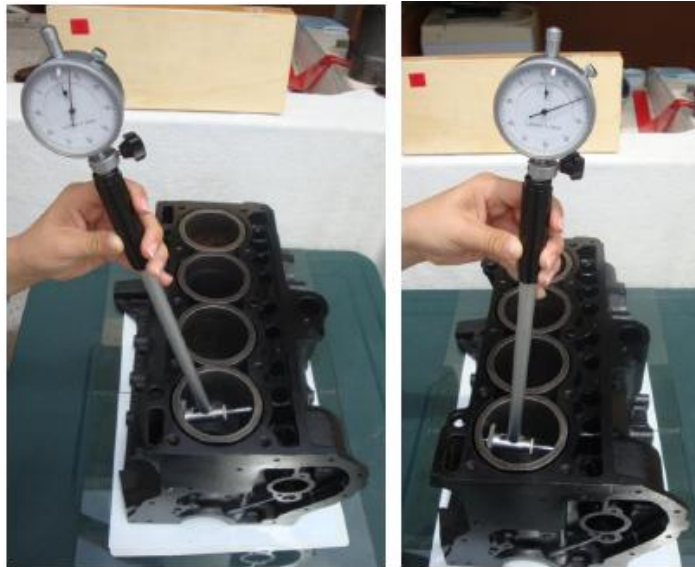


Tabla 1. Tabla de resultados

Diámetro nominal cilindro:												
	Cilindro 1			Cilindro 2			Cilindro 3			Cilindro 4		
	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval
1												
2												
3												
Coni												

- Una vez introducido el alexómetro en el cilindro (figura 3.17), balancéelo hacia uno y otro lado, entonces la aguja del reloj se moverá hacia ambos lados de la esfera: el punto donde cambia de sentido corresponde a la menor lectura, que es el diámetro buscado.

Figura 3.17. Balanceo del alexómetro



5. Seguidamente cuente los trazos que hay después del cero de referencia (figura 3.18) y súmele el diámetro del cilindro dado por el fabricante. Luego escriba los resultados en la tabla 1.

Figura 3.18. Balanceo del alexómetro



6. Calcule la ovalización y conicidad para cada uno de los puntos medidos en el cilindro y determine donde se presenta la mayor de cada una de ellas.
- La **ovalización** es la diferencia máxima entre el diámetro longitudinal (A) y el diámetro transversal (B) o, lo que es lo mismo,  $B - A$ .

- La **conicidad** es la diferencia máxima entre los diámetros superior (1) e inferior (3), tomados en el mismo plano vertical.
  - Los **límites de ovalización y conicidad** los da el fabricante del motor. En caso de no conocerse, deberá tomarse el de 0,05 mm.
7. Para valorar el desgaste sufrido por los cilindros, tome como referencia la medida estándar o diámetro original del cilindro, que lo marca el fabricante.
  8. Por último calcule el desgaste máximo del cilindro seleccionando el diámetro mayor de cada una de las mediciones tomadas y restándole el diámetro nominal que se encuentra en el catalogo.

Desgaste Máximo = Diámetro mayor de desgaste – Diámetro nominal

9. Este procedimiento se debe realizar para cada uno de los cilindros.
10. Finalmente de un diagnóstico del estado en el que se encuentran los cilindros

## ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Determinar los desgastes de las camisas del motor Renault 12, que se encuentran en el banco de metrología dimensional y de un diagnóstico del estado en que se encuentran.

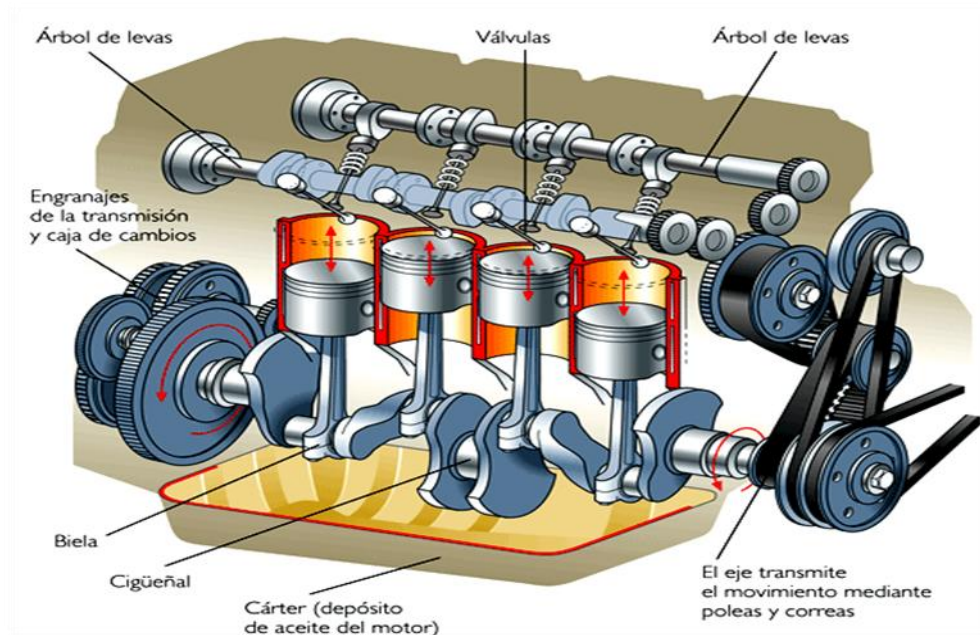
## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. ¿Qué sistema de medida se basa en el 10?
2. ¿Cuántos centímetros cúbicos hacen un litro?
3. ¿Qué tipo de instrumentos son los calibres, los compases de puntas y los indicadores telescópicos?
4. ¿Cuál es el instrumento de medida de precisión más versátil del que puede disponer un técnico?
5. ¿Cuál es el nombre de la herramienta capaz de medir el diámetro interno, el diámetro externo y la profundidad de 0 a 7 pulgadas (0 a 17,5 centímetros)?
6. En los instrumentos de medida de precisión, ¿cómo se expresa en números decimales magnitudes tales como 1/10 pulgadas?

## Práctica número 4

### Funcionamiento de M.C.I.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas

Escuela de Ingeniería Mecánica

### **1. Objetivos de la práctica:**

1. Explicar el funcionamiento de un motor de 2 y 4 tiempos (Diesel y a gasolina).
2. Comparar entre si los sistemas de ignición de los MCI (Diesel y gasolina).
3. Describir el ciclo Otto y el ciclo Diesel.
4. Analizar los procesos termofluidodinámicos que ocurren en el interior de los MCI.

### **2. INTRODUCCIÓN**

Los motores de gasolina y Diesel son máquinas termodinámicas formadas por un conjunto de piezas o mecanismos fijos y móviles, cuya función principal es transformar la energía química que proporciona la combustión producida por una mezcla de aire y combustible en energía mecánica o de movimiento. Cuando ocurre esa transformación de energía química en mecánica se puede realizar un trabajo útil como, por ejemplo, mover un vehículo automotor, o cualquier otro mecanismo, como pudiera ser un generador de corriente eléctrica.

En esta practica se comprenderá las diferencias entre motores de Ignición por Chispa (I.C.H.), e Ignición por Compresión (I.C.).

### **3. Aplicaciones de la práctica.**

- ✓ En la vida diaria de cualquier persona puesto que el uso del M.C.I. es tan amplio en la vida moderna (transporte, industria, agricultura, etc.) y por consiguiente se hace necesario para cualquier persona, más si es ingeniero mecánico, tener conocimiento de su funcionamiento.
- ✓ En el desempeño profesional como ingeniero mecánico, en lugares tales como Centros de Diagnóstico Automotor, talleres de automotores, concesionarios de autos y motos, etc.

### **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 4)
- ✓ Láminas didácticas del laboratorio
- ✓ Manual del fabricante del motor Cummins

- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Micrómetro
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte
- ✓ Motor monocilíndrico en corte
- ✓ Elementos propios de M.C.I. (bloque, pistones, biela, cigüeñal, etc.)

## 5. Fundamentos teóricos

Un Motor de Combustión Interna (figura 4.1) es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Los dos grandes grupos en M.C.I. son: el motor Diesel y el motor a gasolina.

Figura 4.1 Motor de Combustión Interna



Fuente: <http://www.universoarancelario.com>

## 5.1 Funcionamiento del motor Diesel

El motor Diesel (figura 4.2) es un motor térmico de combustión interna cuyo encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro, según el principio del ciclo del Diesel.

Figura 4.2. Motor Diesel Kia



Fuente: Autores

Estos motores al igual que los motores a gasolina pueden funcionar en 2 y 4 tiempos, por nuevas normas ambientales, en Colombia, los más utilizados son los de 4 tiempos.

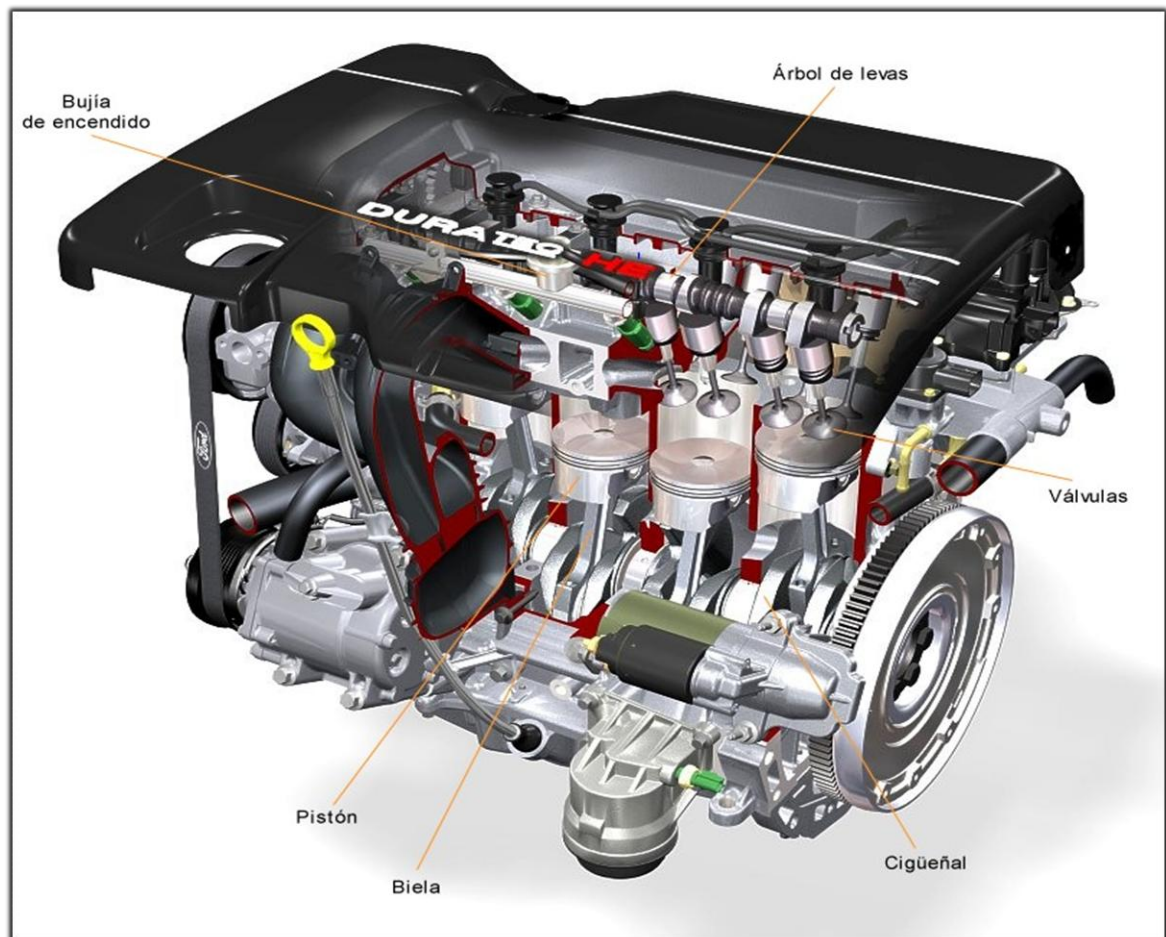
La mayoría de motores Diesel de 4 tiempos al principio funcionaban con una bomba mecánica muy complicada y contaban con una pre-cámara de inyección, actualmente es común ver inyección directa de combustible y controlada electrónicamente, además también suelen contar con un turbo el cual introduce y comprime mas aire en los cilindros.

## 5.2 Funcionamiento del motor a gasolina

El motor a gasolina (figura 4.3) es un Motor de Combustión Interna que utiliza la explosión de un combustible, provocada mediante una chispa, para expandir un gas empujando así un émbolo. El ciclo termodinámico utilizado es conocido como ciclo Otto.

Los Motores de Combustión Interna pueden ser de dos tiempos, o de cuatro tiempos, siendo los motores de gasolina de cuatro tiempos los más comúnmente utilizados en automóviles y para muchas otras funciones. En el motor a gasolina ocurren los siguientes tiempos (ver figura 4.4): admisión, compresión, explosión, escape<sup>17</sup>.

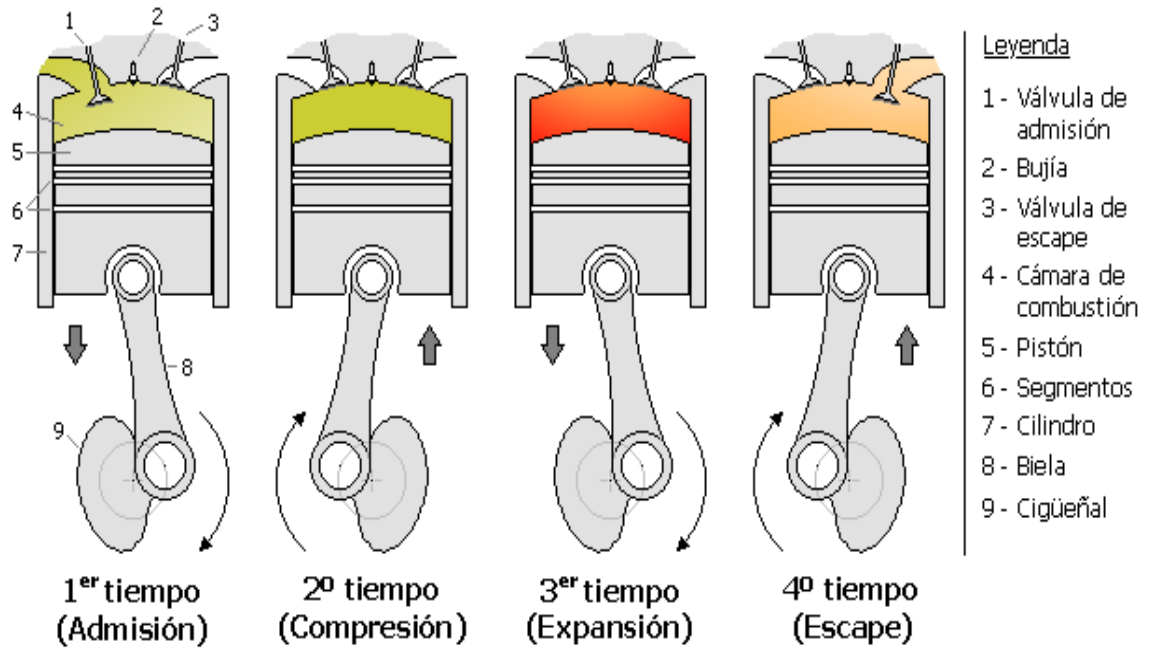
Figura 4.3. Motor a gasolina



Fuente: <http://www.tallervirtual.com>.

<sup>17</sup> Miguel de Castro Vicente. El motor de gasolina. Ediciones C.E.A.C., 1998 - 394 páginas

Figura 4.4. Ciclos ideales del M.C.I. a gasolina



Fuente: <http://los-porques.blogspot.com/2010/07/como-funciona-un-motor.html>

### Primer tiempo

**Admisión:** Al inicio de este tiempo el pistón se encuentra en el P.M.S. (Punto Muerto Superior). En este momento la válvula de admisión se encuentra abierta y el pistón, en su carrera o movimiento hacia abajo va creando un vacío dentro de la cámara de combustión a medida que alcanza el P.M.I. (Punto Muerto Inferior), ya sea ayudado por el motor de arranque cuando ponemos en marcha el motor, o debido al propio movimiento que por inercia le proporciona el volante una vez que ya se encuentra funcionando. El vacío que crea el pistón en este tiempo, provoca que la mezcla aire-combustible que envía el carburador o el sistema de inyección al múltiple de admisión penetre en la cámara de combustión del cilindro a través de la válvula de admisión abierta.

### Segundo tiempo

**Compresión:** Una vez que el pistón alcanza el P.M.I. (Punto Muerto Inferior), el árbol de leva, que gira sincrónicamente con el cigüeñal y que ha mantenido abierta hasta este momento la válvula de admisión para permitir que la mezcla aire-combustible penetre en el cilindro, la cierra. En ese preciso momento el pistón

comienza a subir comprimiendo la mezcla de aire y gasolina que se encuentra dentro del cilindro.

### **Tercer tiempo**

**Explosión:** Una vez que el cilindro alcanza el P.M.S. (Punto Muerto Superior) y la mezcla aire-combustible ha alcanzado el máximo de compresión, salta una chispa eléctrica en el electrodo de la bujía, que inflama dicha mezcla y hace que se inicie el proceso de combustión. La fuerza de la fuera de la presión producida por la combustión obliga al émbolo a bajar bruscamente y ese movimiento rectilíneo se transmite por medio de la biela al cigüeñal, donde se convierte en movimiento giratorio y trabajo útil.

### **Cuarto tiempo**

**Escape:** El émbolo que se encuentra ahora de nuevo en el P.M.I., después de ocurrido el tiempo de expansión, comienza a subir. El árbol de levas, que se mantiene girando sincrónicamente con el cigüeñal abre en ese momento la válvula de escape y los gases acumulados dentro del cilindro, producidos por la expansión, son arrastrados por el movimiento hacia arriba del émbolo, atraviesan la válvula de escape y salen hacia la atmósfera por un tubo conectado al múltiple de escape.

De esta forma se completan los cuatro tiempos del motor, que continuarán efectuándose ininterrumpidamente en cada uno de los cilindros, hasta tanto se detenga el funcionamiento del motor.

### **5.2.1 Ciclo Otto<sup>18</sup>**

El motor de gasolina de cuatro tiempos se conoce también como “motor de ciclo Otto”, denominación que proviene del nombre de su inventor, el alemán Nikolaus August Otto (1832-1891).

El ciclo de trabajo de un motor Otto de cuatro tiempos, se puede representar gráficamente, tal como aparece en la figura 4.5.

---

<sup>18</sup> García Álvarez José Antonio. Así funciona un motor a gasolina. disponible en internet: [http://www.asifunciona.com/mecanica/af\\_motor\\_gasolina/af\\_motor\\_gasolina\\_7.htm](http://www.asifunciona.com/mecanica/af_motor_gasolina/af_motor_gasolina_7.htm)

Figura 4.5. Ciclo Otto



Fuente: <http://www.asifunciona.com/mecanica>

La grafica de la figura 4.5 se puede explicar de la siguiente forma:

1. La línea amarilla representa el tiempo de admisión. El volumen del cilindro conteniendo la mezcla aire-combustible aumenta.
2. La línea azul representa el tiempo de compresión. La válvula de admisión que ha permanecido abierta durante el tiempo anterior se cierra y la mezcla aire-combustible se comienza a comprimir. Como se puede ver en este tiempo, el volumen del cilindro se va reduciendo a medida que el pistón se desplaza. Cuando alcanza el P.M.S. (Punto Muerto Superior) la presión dentro del cilindro ha subido al máximo.
3. La línea naranja representa el tiempo de explosión, momento en que el pistón se encuentra en el P.M.S. Como se puede apreciar, al inicio de la explosión del combustible la presión es máxima y el volumen del cilindro mínimo, pero una vez que el pistón se desplaza hacia el P.M.I. (Punto Muerto Inferior) transmitiendo toda su fuerza al cigüeñal, la presión disminuye mientras el volumen del cilindro aumenta.
4. Por último la línea blanca representa el tiempo de escape. Como se puede apreciar, durante este tiempo el volumen del cilindro disminuye a medida que el pistón arrastra hacia el exterior los gases de escape sin aumento de presión, es decir, a presión normal, hasta alcanzar el P.M.S.

El sombreado de líneas amarillas dentro del gráfico representa el "trabajo útil" desarrollado por el motor.

### 5.3 Diferencias entre el motor a gasolina y el Diesel

Un motor a gasolina aspira una mezcla de combustible y aire, los comprime y enciende la mezcla con una chispa. Un motor Diesel sólo aspira aire, lo comprime y entonces le inyecta combustible al aire comprimido. EL calor del aire comprimido enciende el combustible espontáneamente.

Un motor Diesel utiliza mucha más compresión que un motor a gasolina. Un motor a gasolina trabajan con relaciones de compresión de 8:1 a 12:1, mientras un motor Diesel comprime a un porcentaje de 14:1 hasta 25:1. La alta compresión se traduce en mejor eficiencia.

Los motores Diesel utilizan inyección de combustible directa, en la cual el combustible Diesel es inyectado directamente al cilindro. Los motores a gasolina generalmente utilizan carburación en la que el aire y el combustible son mezclados un tiempo antes de que entre al cilindro, o inyección de combustible de puerto en la que el combustible es inyectado a la válvula de aspiración (fuera del cilindro).

#### 5.3.1 Diferencias entre un motor Diesel y uno a gasolina en cada uno de los tiempos:

**ADMISIÓN:** en el motor a gasolina, al bajar el pistón, aspiraba una mezcla de aire y combustible (esta última provista por el carburador o por el sistema de inyección). En el motor Diesel, el pistón solo admite aire.

**COMPRESIÓN:** lógicamente si el motor a gasolina admitió mezcla comprimirá mezcla. Y en el Diesel, si admitió aire, comprimirá aire. Aquí aparece una diferencia importante entre ambos motores, mientras el motor a gasolina comprime la mezcla o reduce su volumen en alrededor de 9 a 10 veces, el Diesel comprime 20 veces el volumen de aire admitido.

**EXPANSIÓN:** En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, mientras que en los motores Diesel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se auto inflama por la presión y temperatura existentes en el interior del cilindro

**ESCAPE:** es en la única carrera de sus respectivos ciclos en donde no existen diferencias, ya que en ambos tipos de motores se utiliza para enviar los gases quemados e inservibles, por el caño de escape.

En la tabla 1 se presentan, en resumen, las diferencias entre un motor Diesel y uno a gasolina en cada uno de los tiempos:

Tabla 1. Diferencias entre un motor Diesel y uno a gasolina

<b>Motor 4 tiempos</b>	<b>Admisión</b>	<b>Compresión</b>	<b>Explosión</b>	<b>Escape</b>
<b>Ciclo Otto</b>	El pistón baja y hace entrar la mezcla aire-gasolina	El émbolo comprime la mezcla inflamable. Aumenta la temperatura	Una chispa inicial la explosión.  La presión aumenta y empuja el pistón hacia abajo.	El pistón empuja los gases hacia el tubo de escape.
<b>Ciclo Diesel</b>	Entra aire puro al cilindro	El aire es comprimido por el pistón y su temperatura se eleva	Se inyecta el combustible y se enciende inmediatamente a causa de su temperatura.	El pistón empuja los gases hacia el tubo de escape.
<b>Observaciones</b>	En el ciclo Otto entra una mezcla aire-gasolina y en el ciclo Diesel aire puro	Las dos mezclas se comprimen y su temperatura se eleva	en el ciclo Otto la explosión es causada por una chispa y en el ciclo Diesel el combustible se enciende a causa de su temperatura	En los dos ciclos los gases son expulsados por el tubo de escape.

## 6. Procedimiento

Paso para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante

6.2 Observe en detalle el motor Renault 4 en corte, el motor Cummins en corte, Motor Diesel Kia y el motor Toyota F110, compare las partes que conforman los motores a gasolina y motores Diesel.

Figura 4. 6 Motor Renault 9

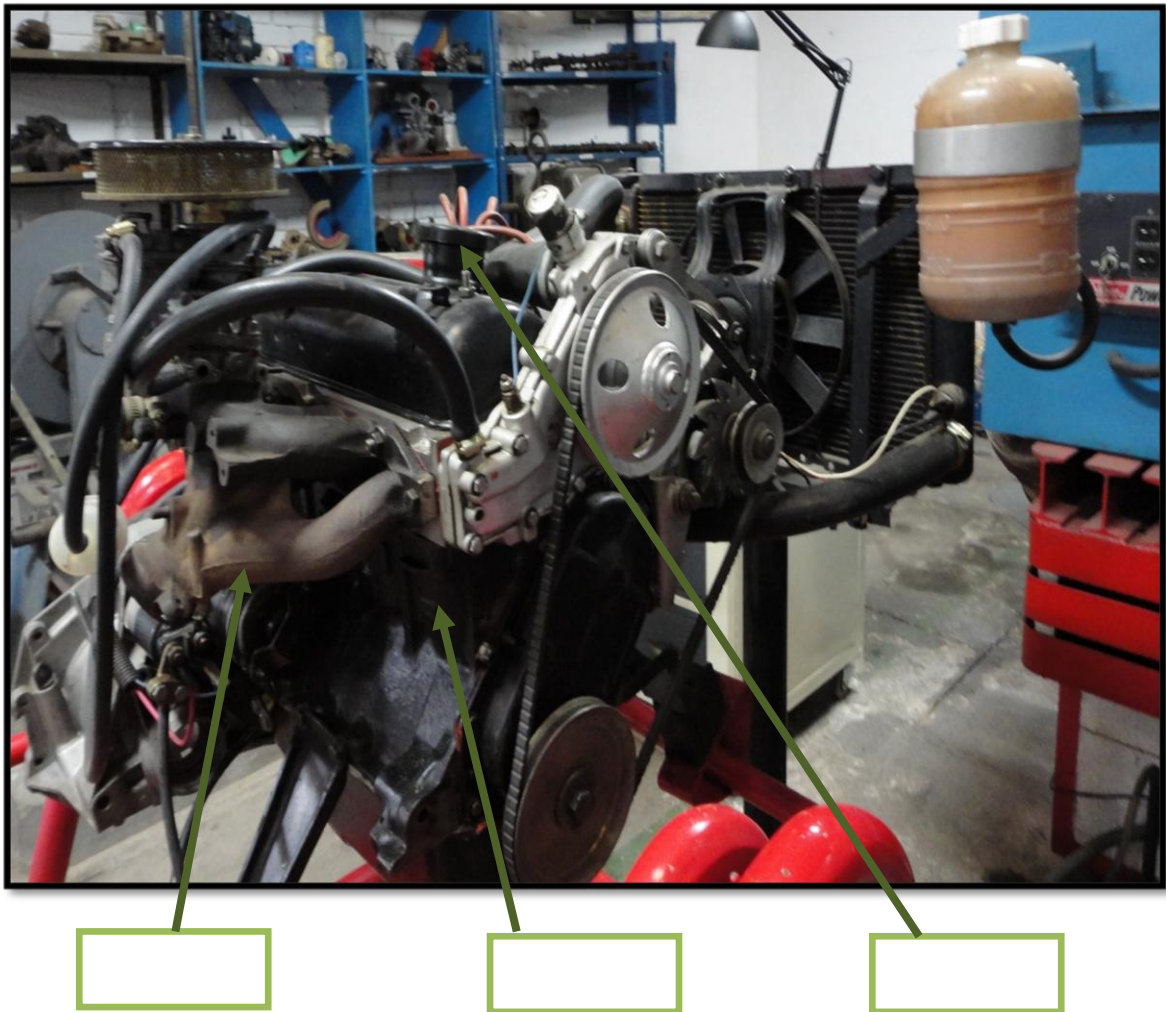
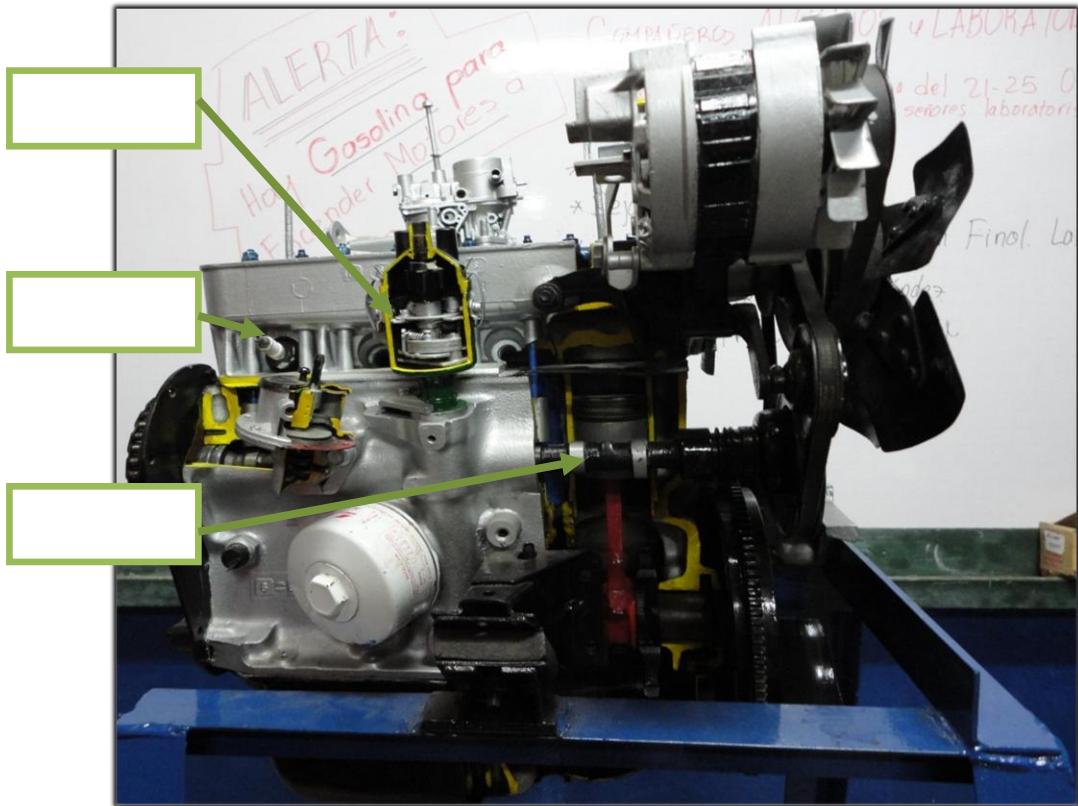


Figura 4.7 Motor Renault 4 en corte



6.3 Medir el diámetro del cilindro y la carrera del pistón del motor Diesel Cummins en corte, calcular el desplazamiento volumétrico y la relación de compresión del motor; luego comparar con el manual del fabricante.

Figura 4.8 Medición del diámetro del cilindro y pistón



6.4 En el motor de dos tiempos didáctico identifique en que momentos suceden los dos tiempos. Ver figura 4.9

Figura 4.9 Motor de dos tiempos didáctico en corte



6.5 Utilizando las galgas adecuadas, verifique los rangos de tolerancia, para el cilindro y el pistón del motor Cummins. Complete la tabla número 4.1 y 4.2

Figura 4.10 Motor Cummins en corte



Tabla No 4.1. Bloque de cilindros

Ítems	Tolerancia	Medición
<b>Diámetro Interno Cilindro</b>	Máximo 139.827 mm	
	Mínimo 139.694 mm	
<b>Diámetro Externo Cilindro</b>	Máximo 166.77 mm	
	Mínimo 166.72 mm	

Tabla No 4.2. Pistones y Anillos

Ítems	Tolerancias	Medición
<b>Diámetro Externo pistón</b>	Máximo 139.692 mm	
	Mínimo 139.192 mm	
<b>Juego Máximo Ranura pistón</b>	Anillo 1° (0.43 – 0.68) mm	
	Anillo 2° (0.51 – 0.76) mm	
	Anillo 3° (0.48 – 0.74) mm	
	Anillo 4° (0.25 – 0.64) mm	

6.6 Plenaria para resolución de dudas.

## 7. Cuestionario

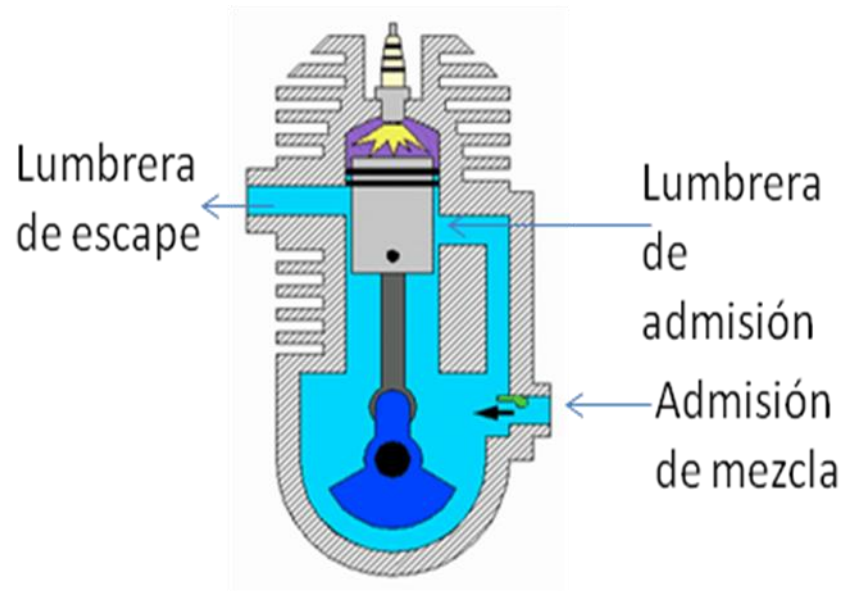
Responda el siguiente cuestionario:

1. Enuncie las diferencias que existen entre el motor Diesel y el motor a gasolina
2. Enuncie dos ventajas del motor de dos tiempos sobre el motor de cuatro tiempos.
3. Enuncie dos desventajas del motor de dos tiempos en comparación con el motor de cuatro tiempos.

En las siguientes preguntas seleccione la respuesta correcta:

4. Una Motor de Combustión Interna (M.C.I.) con barrido por el cárter según su ciclo de trabajo se clasifica como:
  - a. M.C.I. de 4 tiempos
  - b. M.C.I. de encendido por chispa
  - c. M.C.I. de 2 tiempos
  - d. M.C.I. de ignición por compresión (Diesel)
5. En una M.C.I. de 4 tiempos encendido por compresión, de la carrera de compresión podemos afirmar que:
  - a. Comienza en el P.M.S. con la chispa y termina en el P.M.I.
  - b. Empieza al final de la admisión en el P.M.I. y la ignición del combustible ocurre al ser inyectado a alta presión en una cámara o pre cámara de combustión unos grados antes del P.M.S. que contiene aire a una temperatura superior a la temperatura de auto-combustión.
  - c. Comienza con la apertura de la válvula de admisión y termina con la inyección del combustible.
  - d. Empieza en el P.M.I., al llegar al punto de máxima compresión se hace saltar una chispa, producida por una bujía, que genera la explosión del combustible y termina en el P.M.S.
6. La figura 4.11 corresponde a una M.C.I. de 2 tiempos convencional. Señale y explique la principal diferencia con el de 4 tiempos

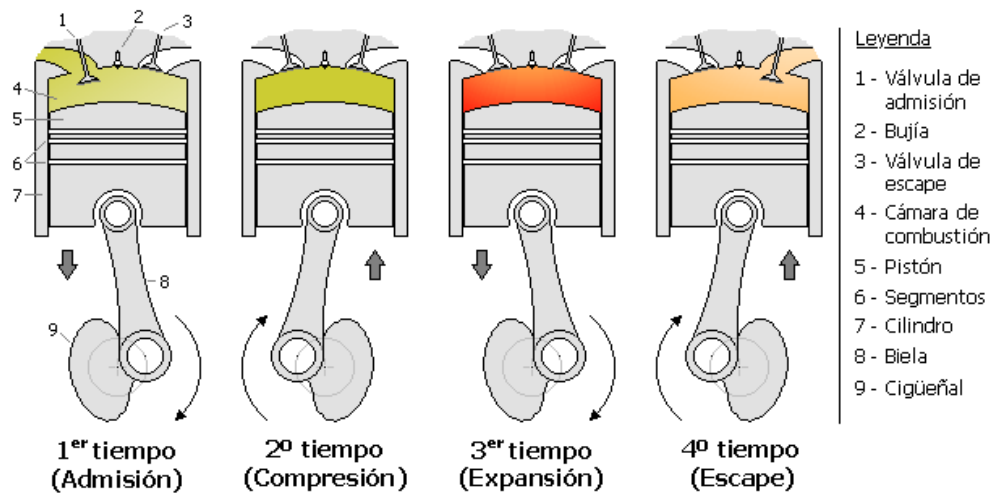
Figura 4.11 M.C.I. de 2 tiempos



7. ¿Que función realizan las bujías y sus cables?

8. De acuerdo con la figura 4.12 conteste las siguientes preguntas

Figura 4.12 Ciclos del M.C.I.



¿En qué carrera está abierta la válvula de escape?

¿En qué carrera está abierta la válvula de admisión?

¿Cuándo se produce la chispa?

¿Qué cree que sucedería si la válvula de escape se quedara pegada en la posición de abierta?

En las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera ó F si es falsa.

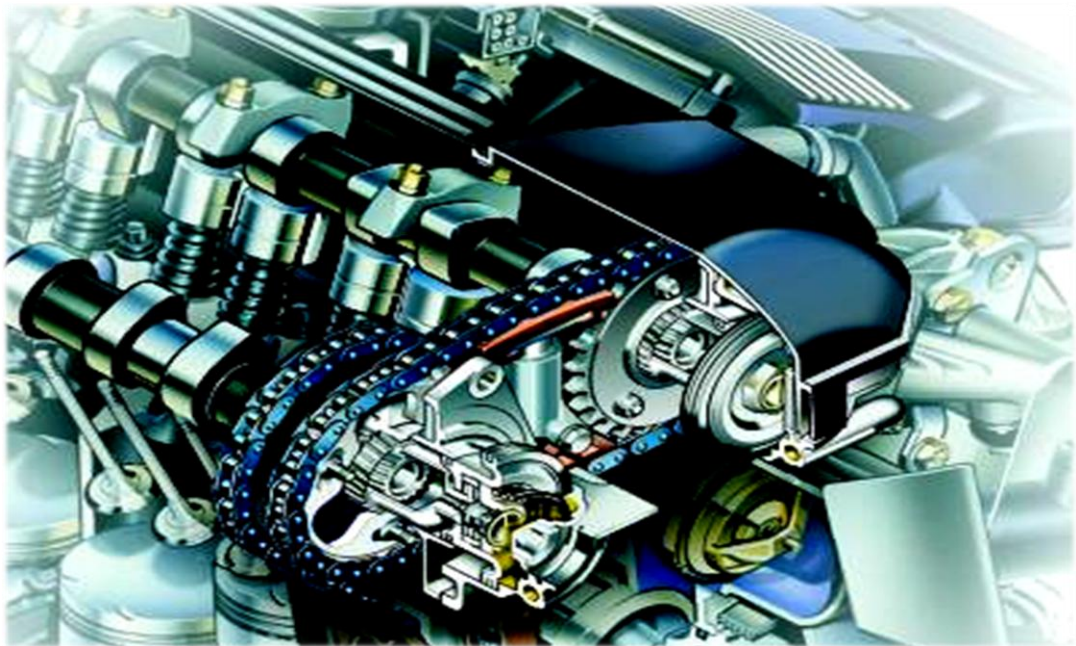
9. El cigüeñal da una revolución completa por cada dos carreras del pistón. (V) (F)

10. Los motores Diesel usan relaciones de compresión pequeñas ya que la ley de los gases se relaciona con ello. (V) (F)



## Práctica número 5

### Sistema de distribución en M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

### **1. Objetivos de la práctica:**

1. Conocer e identificar las partes del sistema de distribución en los M.C.I. (Diesel y a gasolina).
2. Entender los mecanismos de sincronización del sistema de distribución.
3. Reconocer la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del M.C.I. (Diesel y a gasolina).

### **2. Introducción**

Un sistema importante en los Motores de Combustión Interna es el sistema de distribución, siendo el conjunto de elementos que debidamente sincronizados con el giro del cigüeñal, se encargan de abrir o cerrar las válvulas para que la mezcla (aire-combustible), en el motor, entren en el cilindro en el momento adecuado y los gases quemados, una vez utilizados, fluyan hacia el exterior, por tanto la distribución juega un papel muy importante a la hora de realizar el cálculo de un motor, ya que es la responsable entre otros aspectos de corregir el máximo rendimiento térmico del motor y, a su vez, los mínimos consumos de combustible y las menores emisiones contaminantes. Por ello la sincronización del momento exacto en la apertura de las válvulas, así como la sincronización en el tiempo de grados de giro del cigüeñal es el resultado de numerosos estudios y pruebas.

### **3. Aplicaciones de la práctica.**

Con los conocimientos aprendidos en esta práctica el Ingeniero Mecánico estará en capacidad de diagnosticar, mantener y reparar el sistema de distribución en un M.C.I.

Para el Ingeniero Mecánico es muy importante optimizar el sistema de distribución en un M.C.I. debido a que de este sistema depende el buen funcionamiento del motor e influye directamente en su rendimiento, potencia y en la cantidad de emisiones de gases contaminantes.

### **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 5)
- ✓ Láminas didácticas del laboratorio
- ✓ Manual del fabricante del motor Renault 4
- ✓ Micrómetro de exteriores

- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte

## 5. Fundamentos teóricos

El sistema de distribución en un M.C.I., es el conjunto de elementos que, debidamente sincronizados con el giro del cigüeñal, se encargan de abrir o cerrar las válvulas para que la mezcla (aire-combustible), en el motor, entre en el cilindro en el momento adecuado y los gases quemados, una vez utilizados, fluyan hacia el exterior.

Las principales partes del sistema de distribución en MCI son:

### 5.1 Árbol de levas

El árbol de levas o eje de levas (figura 5.1) es el órgano del motor que controla la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y de escape. Está constituido por un eje de acero al carbono forjado y cementado, en el que están mecanizadas las levas para la apertura de las válvulas y otras para dar movimiento a otros elementos. El árbol de levas recibe movimiento desde el cigüeñal.

Figura 5.1 Árbol de levas

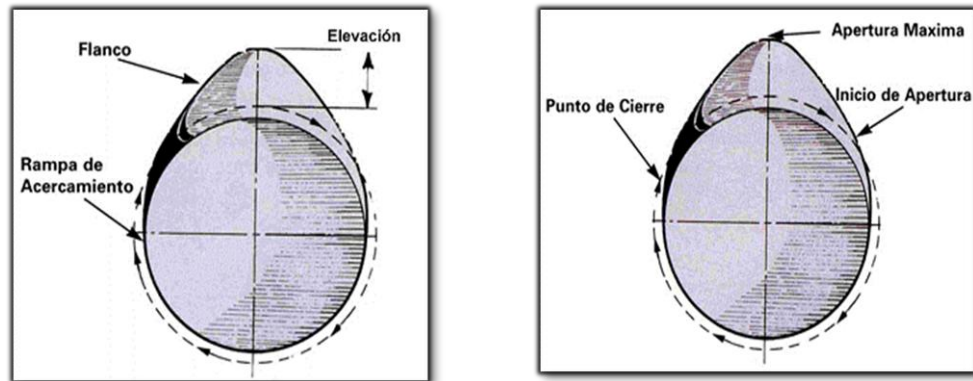


Fuente: Autores

### 5.1.1 Perfil de la excéntrica de un árbol de levas<sup>19</sup>

El perfil de la leva (figura 5.2) determina el momento de las aperturas de las válvulas, los tiempos de apertura y la elevación de las mismas.

Figura 5.2 Perfil de la excéntrica de un árbol de levas



Fuente: <http://ddmpautomotriz.blogspot.com/2010/09/sistema-de-distribucion>

Los perfiles de las levas para las válvulas de admisión suelen ser distintos a los de las levas para el escape. El perfil de la leva se divide en tres partes:

- ✓ Un trazo circular que se define como zona de reposo que corresponde al cierre de la válvula (que hace parte del círculo base).
- ✓ Un trazo circular de radio más pequeño, llamado cabeza de la leva, que corresponde a la zona de máxima apertura.
- ✓ Dos trazos rectilíneos o curvilíneos tangentes a los dos círculos anteriores (base-apertura máxima), llamados flancos de la leva que corresponden respectivamente a la elevación y al descenso de la válvula (apertura-cierre de la válvula).

## 5.2 Taques

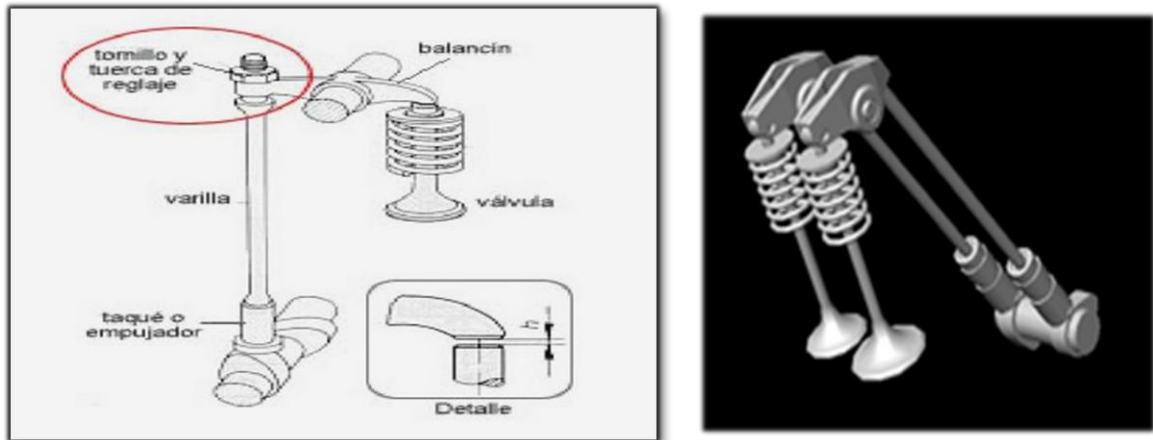
Los taques (figura 5.3) es uno de los elementos interpuesto entre la leva y el vástago de la válvula, son unos vasos cilíndricos que tienen la misión de transformar el movimiento giratorio de la leva en movimiento rectilíneo,

<sup>19</sup> Danny D. Sistema de Distribución. Martes 28 de septiembre de 2010. Disponible en internet en: <http://ddmpautomotriz.blogspot.com/2010/09/sistema-de-distribucion.html>

desplazando la válvula directa o indirectamente a través de mecanismos auxiliares.

Normalmente los taques utilizados en los motores del automóvil son de superficie prácticamente plana y están fabricados en fundición dura, templándolos, cementándolos o nitrurándolos después.

Figura 5.3 Taques



Fuente:<http://mecanicayautomocion.blogspot.com>

### 5.3 Balancines

Los balancines (figura 5.4) tienen la misión de transformar el movimiento lineal del taqué o en su caso circular de la leva, en un movimiento oscilatorio con el que acciona directamente la válvula. Están contruidos generalmente en acero o aleación de aluminio.

Figura 5.4 Balancines

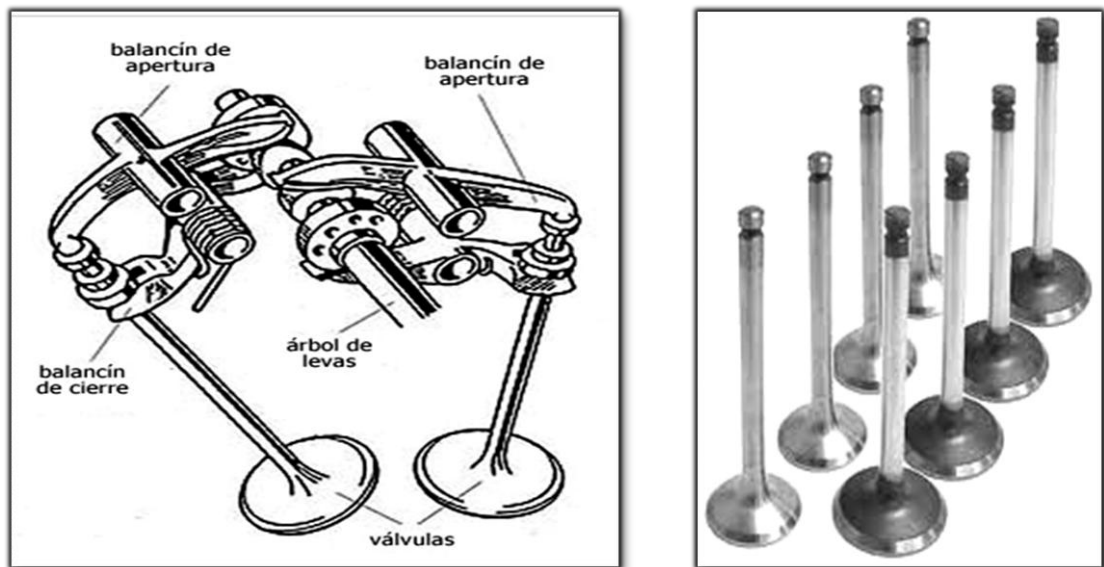


Fuente:<http://www.fuscanet.com>

## 5.4 Válvulas<sup>20</sup>

Las válvulas (figura 5.5) de los M.C.I. son los órganos que controlan la admisión y el escape de los gases en la cámara de combustión mediante su apertura y cierre. Están dotadas de un movimiento alternativo, abriéndose hacia el interior de la cámara de combustión. La estanqueidad del cierre se ve favorecida por la presión de los gases en la cámara de combustión que inciden en ellas.

Figura 5.5 Válvulas



Fuente: <http://www.c4atreros.com>

Las válvulas durante su funcionamiento están sometidas a unas sollicitaciones térmicas muy elevadas, debiendo soportar las temperaturas generadas durante la combustión y una temperatura media de trabajo de unos 700° a 800° C en la válvula de escape y de unos 200° a 300° C en la válvula de admisión. Las válvulas de admisión se fabrican generalmente de acero al cromo-silicio y las de escape de acero al cromo - níquel que es un material más resistente al calor. Los asientos de las válvulas se recubren con estelita que es una aleación de cobalto y cromo, para aumentar su resistencia al desgaste. En los motores de altas prestaciones las válvulas de escape, con el fin de mejorar su refrigeración, se fabrican huecas y se rellenan de sodio

<sup>20</sup> Sistemas de Distribución-evolución@ grupo FIAT. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/2233778/Sistemas-de-Distribucionevolucion-grupo-FIAT>

## 5.5 Sistemas de mando de la distribución<sup>21</sup>

El sistema de mando de la distribución depende esencialmente de la situación del árbol de levas, de la posibilidad constructiva y del espacio físico. Los sistemas utilizados en los motores son:

- ✓ Engranajes.
- ✓ Árbol de reenvío.
- ✓ Cadena.
- ✓ Correa dentada.

### 5.5.1 Engranaje

En los sistemas de engranajes (figura 5.6) se utiliza siempre un piñón solidario al cigüeñal y como mínimo otro solidario al árbol de levas que tiene doble número de dientes que el del cigüeñal. También se puede emplear una cadena cinemática de engranajes, esta a veces se utiliza para dar movimiento a diferentes órganos auxiliares (bomba de aceite, bomba del servo-dirección, bomba inyectora de motores Diesel, etc.). Para conseguir mayor uniformidad y menor rumorosidad en el funcionamiento, el dentado de los piñones es helicoidal, incluso para disminuir aún más la rumorosidad puede montarse fabricados en fibras sintéticas.

Figura 5.6. Sistema de distribución por engranajes



Fuente: <http://www.motoqueros.cl>

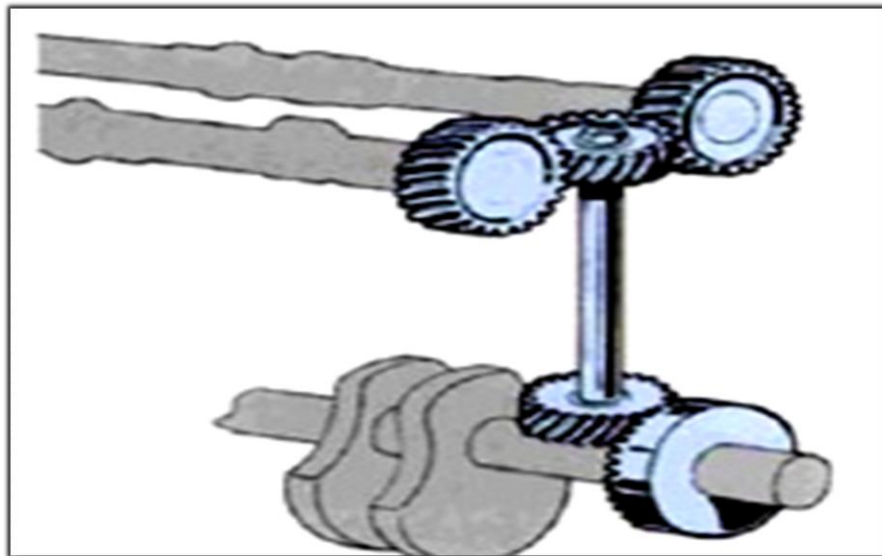
<sup>21</sup> Sistemas de Distribución-evolucion@ grupo Fiat. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/2233778/Sistemas-de-Distribucionevolucion-grupo-FIAT>

### 5.5.2 Árbol de reenvío

El sistema por árbol de reenvío (figura 5.7) se suele utilizar en los motores para disminuir las partes en movimiento alternativo y evitar los inconvenientes dimensionales de otro tipo de accionamiento.

Está constituido por un eje, perpendicular al cigüeñal, que recibe y transmite el movimiento a través de unos engranajes.

Figura 5.7. Sistema de distribución por árbol de reenvío



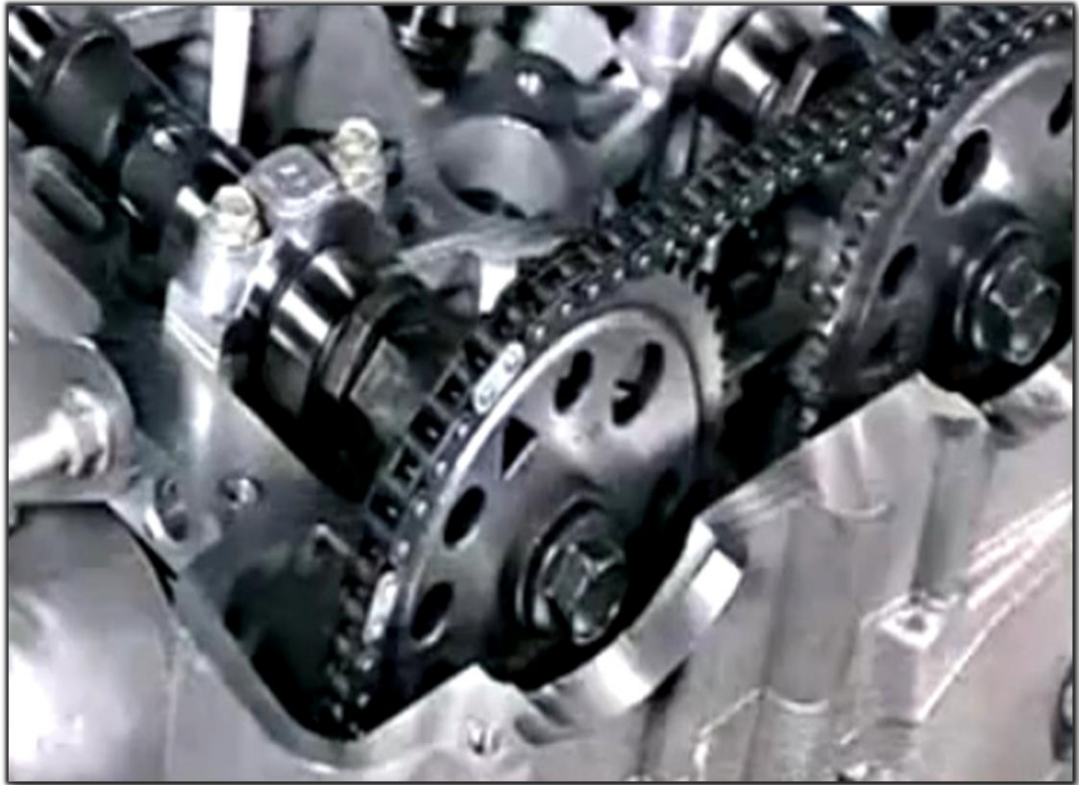
Fuente: <http://es.scribd.com>

### 5.5.3 Cadena

El sistema de mando de la distribución por cadena de rodillos (figura 5.8) se utiliza para transmitir el movimiento al árbol de levas, por adaptarse mejor al espacio físico del motor además de poder accionar varios órganos auxiliares a la vez.

Cuando la longitud de la cadena es relativamente larga se acopla un tensor para mantener constante la tensión de funcionamiento. La cadena se tensa mediante un muelle regulable o mediante la presión del lubricante (tensor hidráulico).

Figura 5.8. Sistema de distribución por cadena



Fuente: <http://es.scribd.com>

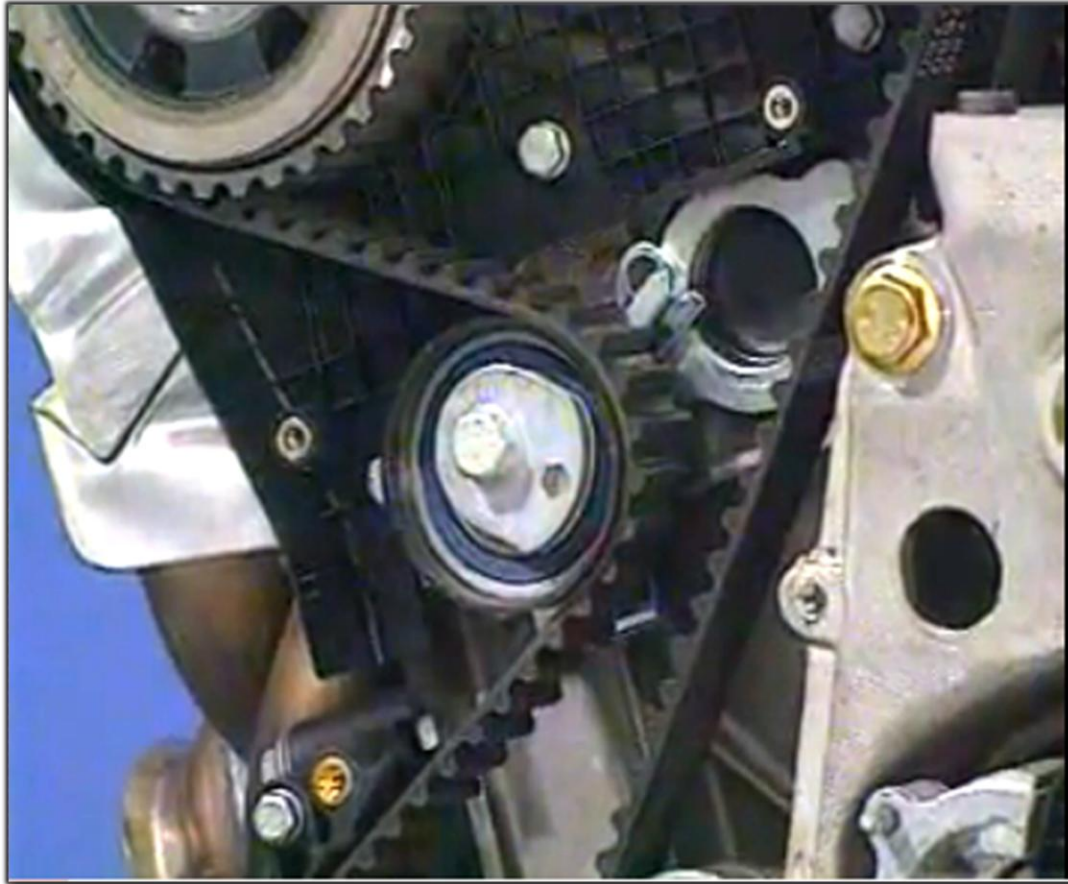
#### **5.5.4 Correa dentada.**

Las correas de distribución de fueron introducidas por su mayor simplicidad de construcción y por el reducido ruido de funcionamiento (figura 5.9). Están fabricadas con neopreno estampado con refuerzo interior de fibras y recubiertas con un tejido resistente al rozamiento. Las fibras garantizan la estabilidad longitudinal, el neopreno constituye la parte elástica del dentado, mientras que el recubrimiento sirve para proteger la correa.

Las correas dentadas es el sistema más utilizado actualmente y presenta una serie de ventajas frente a las demás:

- ✓ Menos ruidosas
- ✓ Menos costosa
- ✓ Mas fácil de cambiar
- ✓ No necesita engrase

Figura 5.9. Sistema de distribución por correa dentada



Fuente: <http://es.scribd.com>

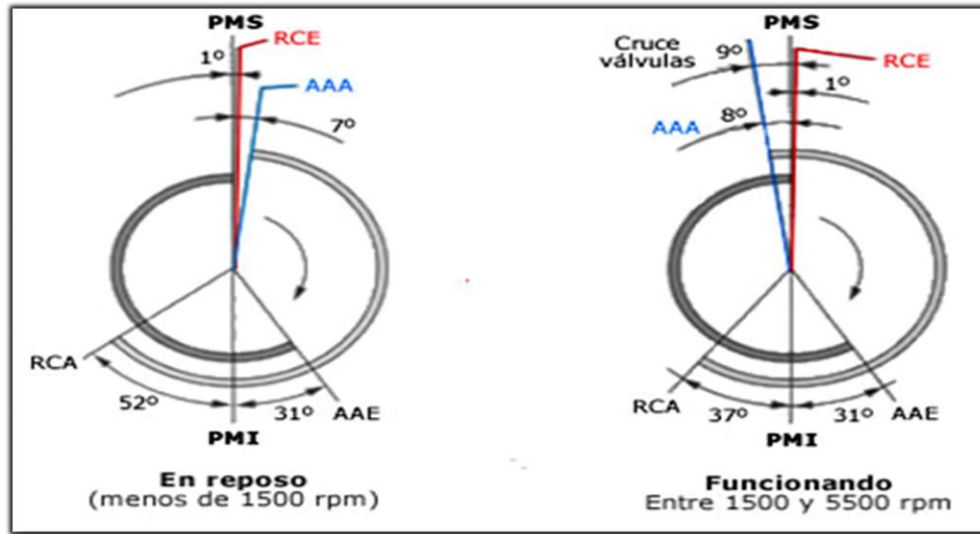
### **5.6 Diagrama angular de la distribución de un motor de cuatro tiempos**

En la figura 5.10 se representan los ángulos de apertura y cierre de las válvulas de un motor. Se trata de un diagrama circular donde se representan los ángulos de giro del cigüeñal, referidos a los puntos muertos del pistón, durante los cuales permanecen abiertas: la válvula de admisión y/ o la válvula de escape.

En un ciclo ideal de funcionamiento las fases de apertura y cierre de las válvulas coinciden con la llegada del pistón a los puntos muertos. En la práctica es necesario un cierto tiempo para que la válvula pueda abrirse o cerrarse completamente.

Además el diagrama de apertura de la válvula de admisión se estudia siempre para que permita el máximo llenado del cilindro a una cierta velocidad de giro del cigüeñal (r.p.m. del cigüeñal).

Figura 5.10. Diagrama de la distribución



Fuente: <http://es.scribd.com>

## 6. Procedimiento

Pasos para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante

6.2 Construir el diagrama de sincronización de válvulas en forma de espiral para un motor de cuatro tiempos.

6.3 Mida la altura del árbol de levas en el motor Renault 4, registre los datos obtenidos en la tabla No 5.1 y compárelos con el manual del fabricante.

Figura 5.11 Toma de medidas en el del árbol de levas con el micrómetro

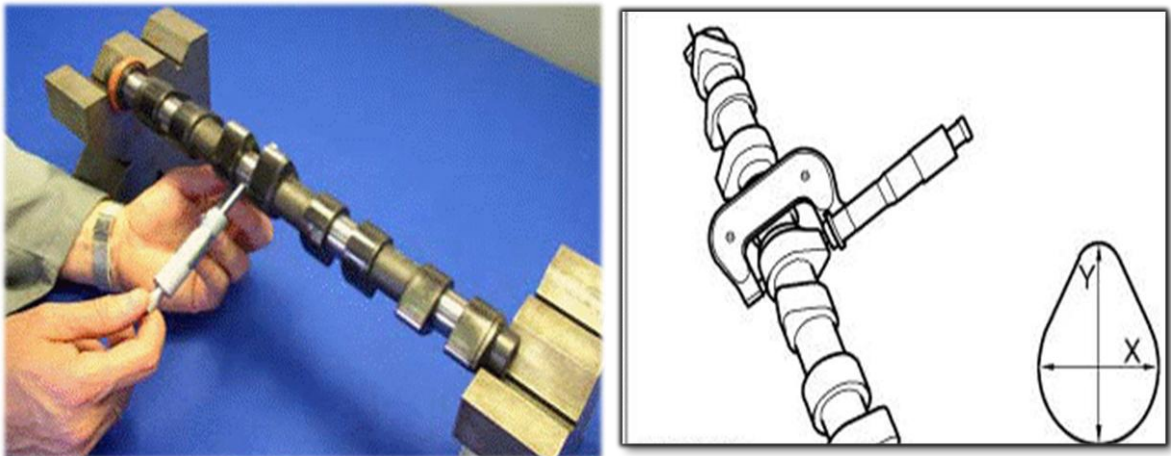


Tabla 5.1 Medidas de la altura del árbol de levas

Renault 4	
Alzada de lóbulos (pulgadas)	
Admisión	Escape

6.5 Plenaria para resolución de dudas.

## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. ¿Cuántos piñones tiene el sistema de distribución de un motor a gasolina y cuales son?
2. ¿Cuántos piñones tiene el sistema de distribución de un motor Diesel y cuales son?
3. ¿Cada cuanto se debe cambiar la correa de distribución?
4. ¿Cuál es la función de los balancines, de que material se fabrican su cuerpo y los puntos de contacto?
5. ¿De que material se elaboran los resortes de la válvulas y que tratamiento recibe después de su fabricación?
6. ¿De que material se fabrica el eje de levas y que tratamiento debe practicársele?

En las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera ó F si es falsa.

7. La válvula de admisión es más grande que la válvula de escape. (V) (F)

8. El cigüeñal da 2 vuelta y mientras el árbol de levas da 1. (V) (F)

9. La culata de cilindros suele ser de hierro fundido. (V) (F)

10. La válvula de admisión abre antes del P.M.S. y la válvula de escape abre antes del P.M.I., esto se denomina adelanto. (V) (F)



## Práctica número 6

### Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Conocer los componentes más importantes que hacen parte del sistema de admisión y escape, tanto en motores de encendido por chispa como los de encendido por compresión.
2. Identificar los elementos típicos del sistema de admisión y escape.
3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento del sistema de admisión y escape.

## **2. Introducción**

Dada la gran importancia que tiene el sistema de admisión y escape en los Motores de Combustión Interna (Diesel y a gasolina), se hace necesario que el estudiante adquiera los conocimientos fundamentales acerca de este tema. El sistema de admisión consiste en un purificador de aire que remueve el polvo del aire del múltiple de admisión, que conduce la mezcla aire-combustible a cada uno de los cilindros. El sistema de escape consiste en un múltiple de escape, el cual recolecta los gases de escape cuando son extraídos desde los cilindros, la tubería de escape, la cual extrae estos gases de escape al aire exterior, el silenciador, el cual reduce el nivel de ruido del escape.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

- En el estudio de sistema de admisión y escape de un M.C.I.
- En el desmonte, comprobación, reparación y el montaje del sistema de admisión y escape de un M.C.I.

## **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 6)
- ✓ Láminas didácticas del laboratorio
- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9

- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte

## 5. Fundamentos teóricos<sup>22</sup>

Para que el M.C.I. funcione correctamente debe poder tomar tanto aire como sea posible. El propósito del sistema de admisión es facilitar la entrada de aire filtrado y amortiguar el ruido del motor. El sistema de admisión Diesel tiene un tamaño un poco mayor que el del motor a gasolina, y suele ser equipado con un silenciador (resonador). La toma de aire de admisión, el filtro de aire y el colector de admisión se fabrican lo más grandes posibles para satisfacer los requerimientos de funcionamiento. El silenciador de admisión es un dispositivo amortiguador montado normalmente en la admisión del filtro de aire. Actúa de forma muy parecida al silenciador del sistema de escape. El colector de admisión puede estar fabricado de hierro fundido o aluminio. Este colector es más grande para adaptarse al volumen extra de aire necesario para el Diesel. Algunos motores utilizan un colector de admisión variable que hace uso de las ondas de presión del colector, variando la longitud y volumen del impulsor de admisión para las r.p.m. del motor, para ayudar a empujar más aire en el cilindro.

La velocidad de un motor Diesel se controla variando la cantidad de combustible que se inyecta en la cámara de combustión. El motor Diesel aspira aire directamente a través del filtro de aire y la válvula de admisión haciéndolo entrar en la cámara de combustión. El combustible no se mezcla con el aire a medida que entra en dicha cámara. El aire se comprime luego y su temperatura se eleva hasta el nivel necesario para la ignición. Sólo entonces se inyecta el combustible a la cámara de combustión, donde al mezclarse con el aire sobrecalentado, se enciende y se quema.

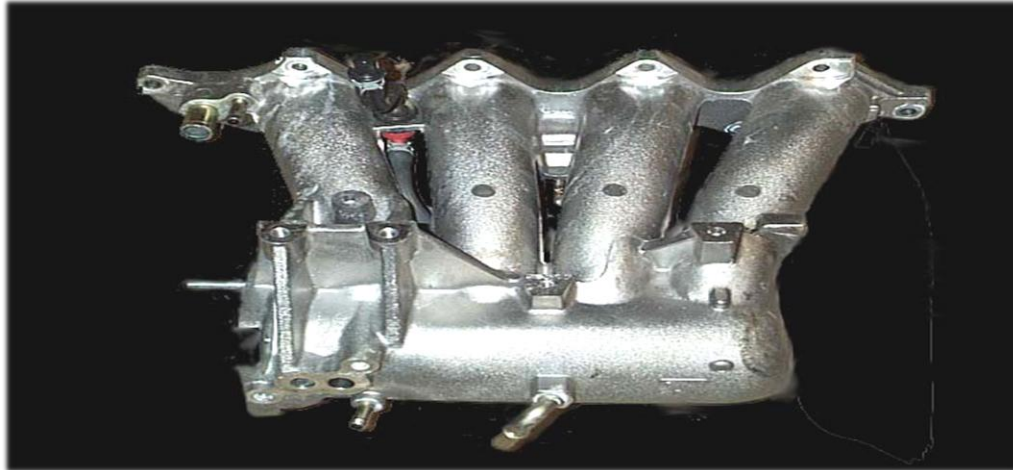
### 5.1 Sistema de admisión

El sistema de admisión (figura 6.1) consiste de la caja de filtros (si se utiliza), filtro de aire, tubería y conexiones al múltiple de admisión o turbo cargador. Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio.

---

<sup>22</sup> Santiago Sanz Acebes. Motores. Editorial Editex. S.A. 114p

Figura 6.1 Sistema de admisión



Fuente: <http://www.velocidadmaxima.com>

### 5.1.1 Tubos y manguera en el sistema de filtración de aire

Los tubos de inducción de aire (figura 6.2) trabajan en conjunto con filtro de aire para llevar aire al motor, es importante que todas las articulaciones (mangueras) sean debidamente selladas y libres de pérdidas. Un filtro de aire es totalmente ineficaz si se producen pérdidas en la tubería entre el filtro de aire y el motor. La suciedad es la causa fundamental del desgaste de pistones, anillos, fundas y válvulas. Uno de los lugares más probables para la introducción de suciedad en un motor es a través de una abertura en la tubería de inducción de aire.

Figura 6.2 Tubos y mangueras del sistema de filtración de aire

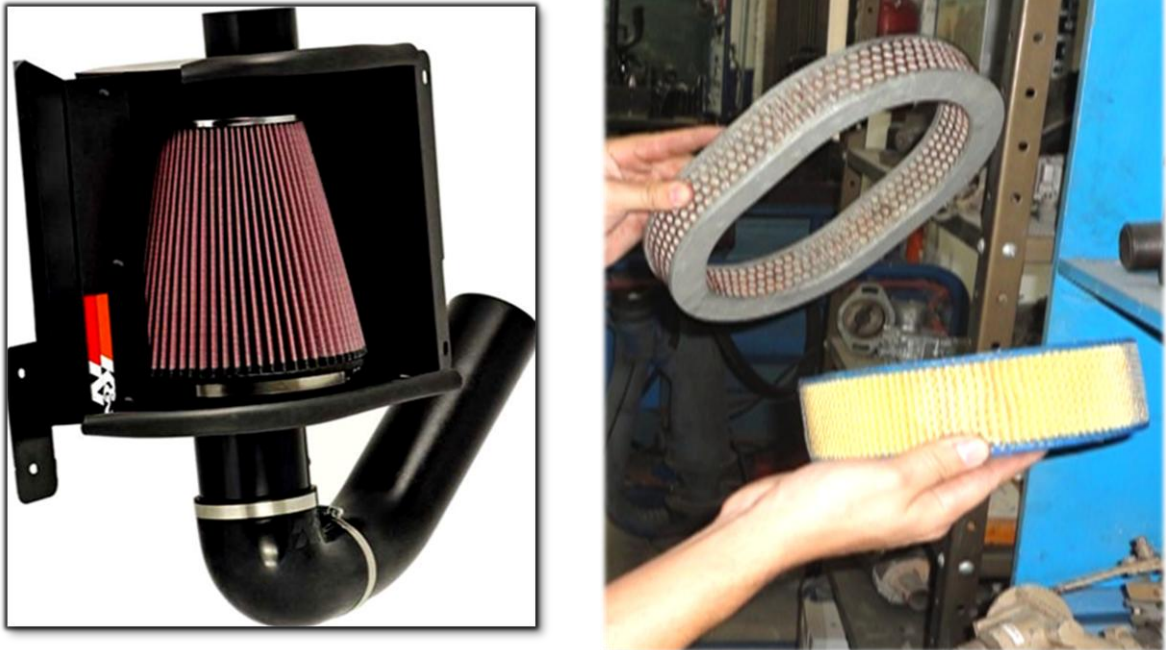


Fuente: <http://webdelautomovil.com>

### 5.1.2 Filtros de aire

El filtro de aire (figura 6.3) evita que materias abrasivas penetren en el cilindro del motor, que pudieran provocar un desgaste mecánico o contaminación del aceite del motor.

Figura 6.3 Filtros de aire



Fuente: <http://clubzx.es>

La mayoría de los vehículos con inyección de combustible se sirven de un filtro de papel plegado de forma plana. El filtro suele instalarse dentro de un recipiente de plástico conectado al cuerpo de la válvula de aceleración por medio de un tubo de entrada.

Los vehículos más antiguos con carburador o inyección de válvula de aceleración íntegra normalmente usan un filtro de aire cilíndrico, de una altura de unos pocos centímetros y con un diámetro de entre 20 y 60 centímetros. El filtro se posiciona sobre el carburador o el cuerpo de la válvula de aceleración, normalmente en un contenedor de metal, o de plástico, que puede incorporar un conducto para proveer aire entrante frío o caliente, y asegurado con una cubierta de plástico. Para que el motor tenga una vida útil satisfactoria, el elemento filtrante debe tener una efectividad del 99.9 % al remover las partículas de suciedad del aire.

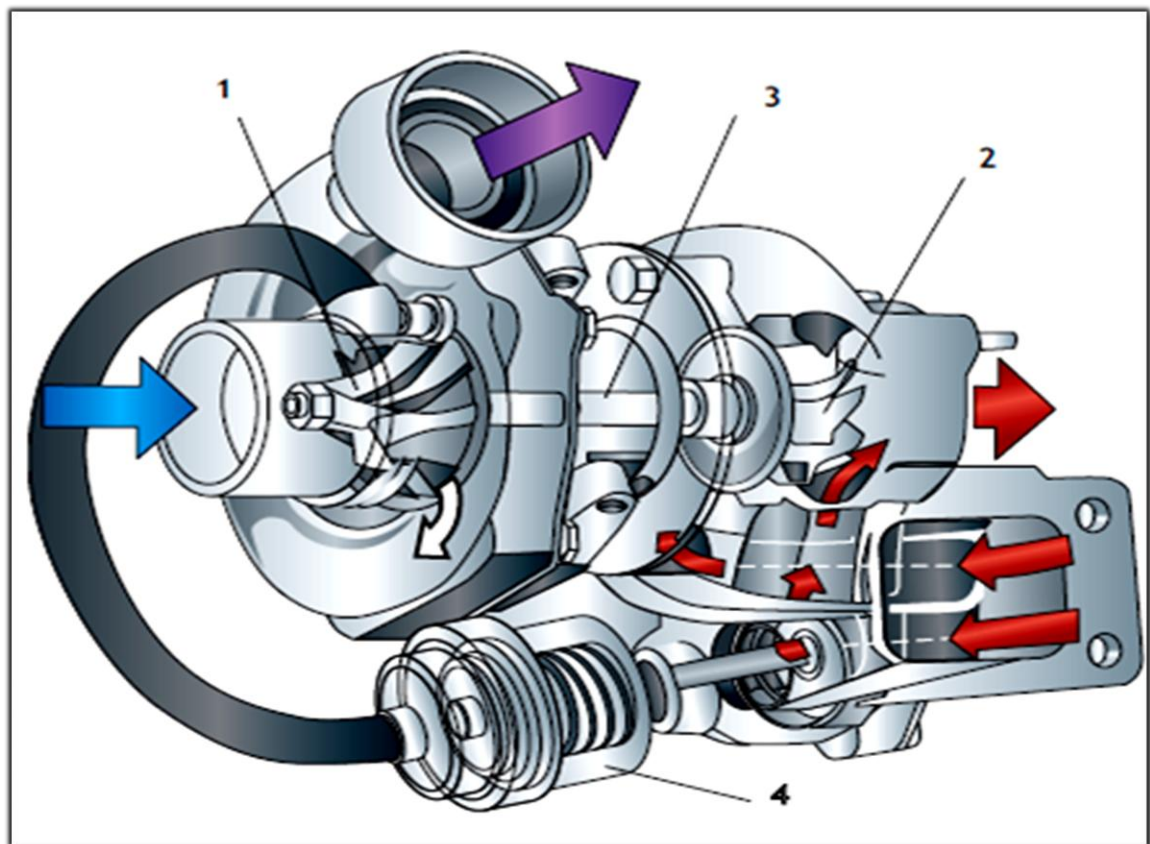
Para motores que se encuentran a la intemperie y/o en ambientes sucios, se recomienda utilizar cajas de filtros de dos pasos con pre-limpiadores y elementos de seguridad.

### 5.1.3 Sobrealimentación

La aparición de la sobrealimentación (figura 6.4) dentro del motor ha conseguido mantener la potencia en condiciones adversas en donde la presión es más baja y la cantidad de mezcla que se introduce al motor es menor, como puede ocurrir en trayectos de montaña a gran altitud o zonas de altas temperaturas.

La sobrealimentación consigue aumentar el par motor y la potencia del vehículo sin variar la cilindrada ni el régimen del motor, elevando el valor de la presión media efectiva del cilindro del motor. Un motor sobrealimentado puede conseguir hasta un 40% más de potencia que un motor de iguales características no sobrealimentado.

Figura 6.4 Sobrealimentación



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org>

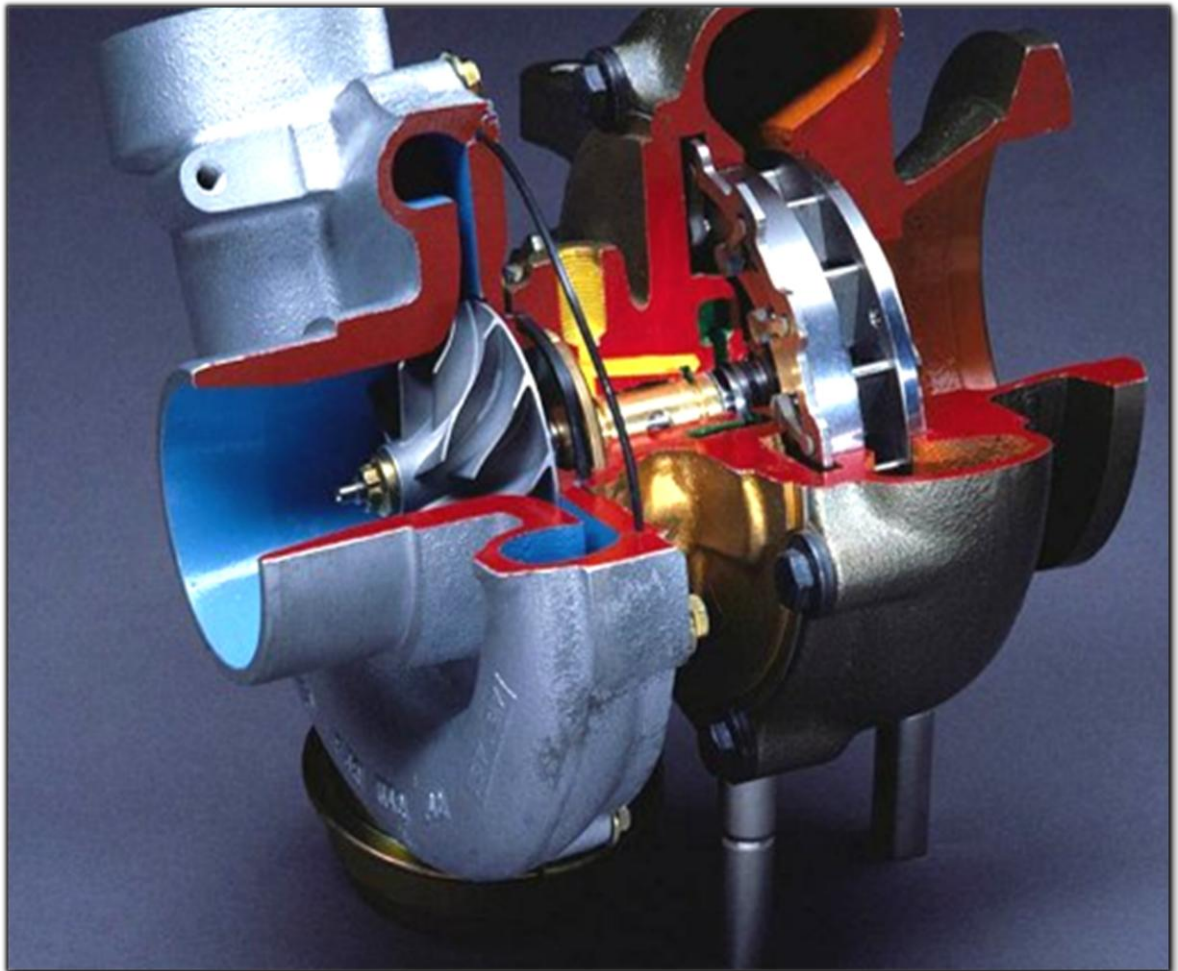
### 5.1.3.1 El turbocompresor

El turbocompresor (figura 6.5) es una bomba de aire diseñada para operar con la energía que normalmente se pierde en los gases de escape del motor.

Estos gases impulsan la rueda de turbina (lado escape) que va acoplada a la rueda de compresor (lado admisión). Cuando giran, aportan un gran volumen de aire a presión, aumentando la presión en las cámaras de combustión del motor.

El turbocompresor es muy utilizado porque no consume potencia del motor y puede girar a más de 100 000 rpm.

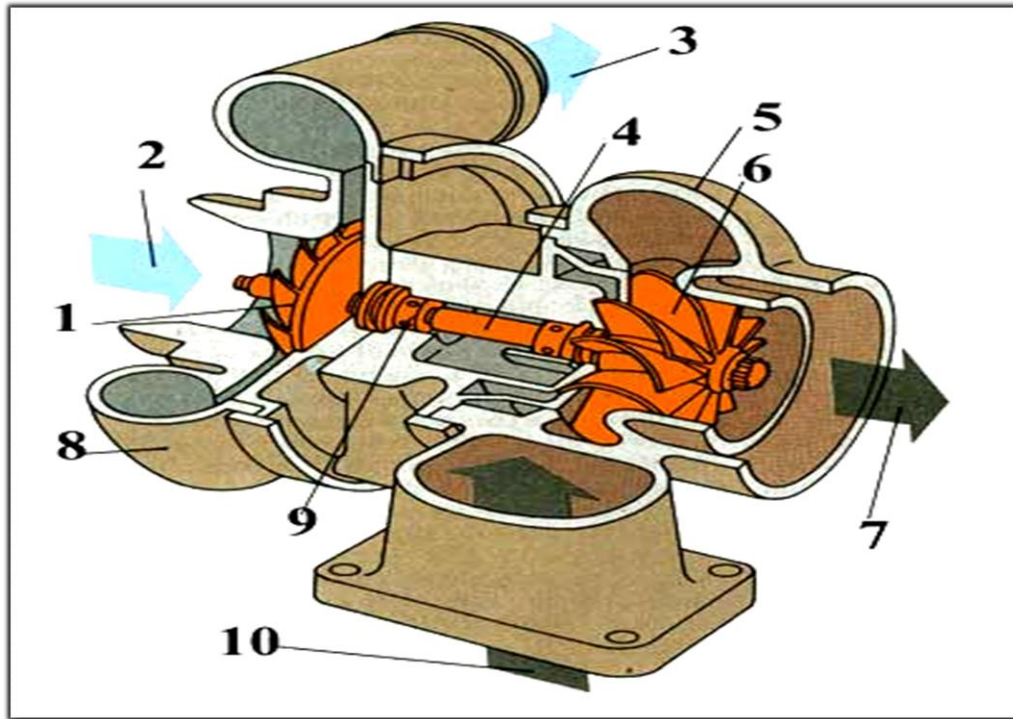
Figura 6.5 Turbocompresor



Fuente: <http://tallercoches.com>

## Partes del Turbocompresor

Figura 6.6 Partes del compresor



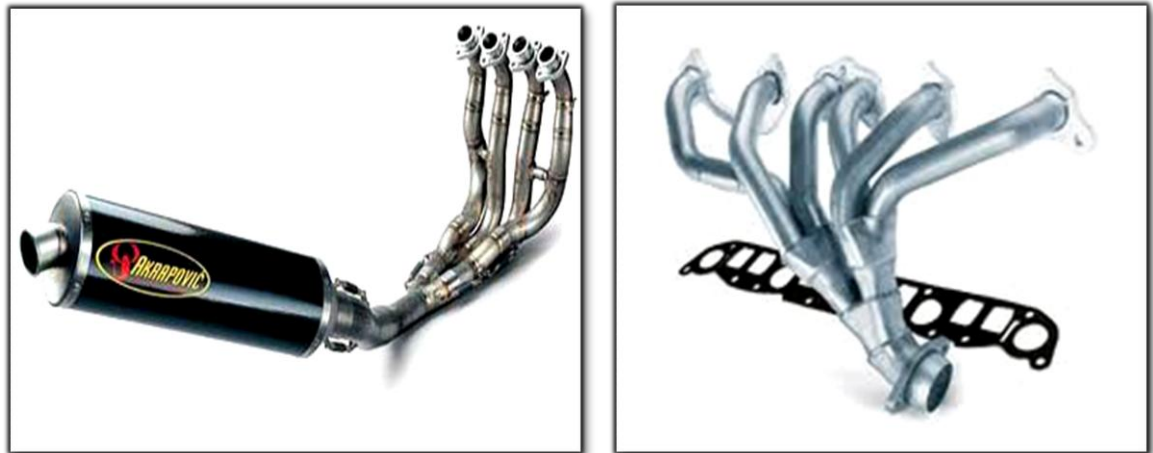
Fuente: <http://tallercoches.com>

1. Compresor
2. Mezcla que viene del carburador
3. Mezcla comprimida que va hacia los cilindros
4. Eje o flecha, o que debe mantenerse lubricado; con aceite que le llega del motor
5. Cubierta de la turbina
6. Turbina
7. Salida de gases de Escape, hacia el sistema exterior
8. Cubierta del compresor
9. Rodaje balero o cojinete
10. Entrada de gases de escape, que viene del manifold de escape

## 5.2 Sistema de escape

El múltiple de escape (figura 6.7) posee un conducto para que todos los gases de escape salgan de los cilindros para ser conducidos a la tubería de escape. Es necesario que este múltiple sea conformado para que el flujo de gases de escape de cada uno de los cilindros salga fácilmente.

Figura 6.7 Sistema escape de un M.C.I.



Fuente: <http://www.automotriz.net>

### 5.2.1 Válvula de escape

Figura 6.8 válvula de escape



Las válvulas de escape (figura 6.8) son fabricadas en acero especial de muy alta calidad, más resistente al calor y corrosiones que el acero utilizado en las válvulas de admisión. Las válvulas de escape son menos anchas (menor diámetro) que las de admisión para asegurar su rigidez. El vástago se hace hueco e incluso la cabeza para rellenarlos en parte con sodio (conductor del calor) consiguiendo rebajar la temperatura de funcionamiento unos  $150^{\circ}\text{C}$  y por tanto consiguiendo que la vida de las válvulas se prolongue.

Fuente: <http://nipponpower.com>.

### 5.2.2 Múltiple de escape

El múltiple de escape en un MCI (figura 6.9) son unos conductos por el cual el aire quemado sale del interior de la cámara de combustión y es canalizado hacia el sistema de escape. Se fabrica en fundición de hierro para que soporte las altas temperaturas de los gases de escape.

Figura 6.9 Múltiple de escape.

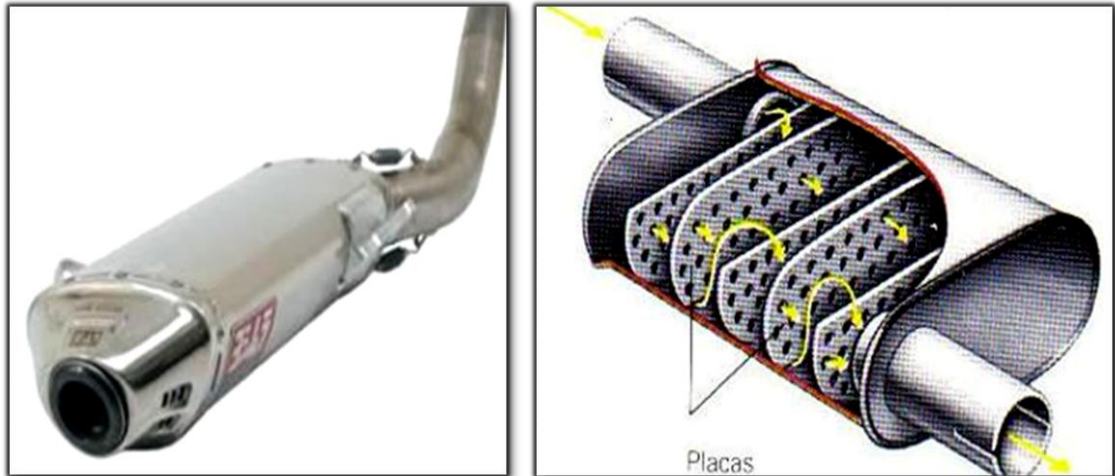


Fuente: <http://prueba6543.foroactivo.com>

### 5.2.3 Silenciador

El sonido del motor, es una onda formada por pulsos alternativos de alta y baja presión que se amortiguan en el silenciador de escape (figura 6.10). Cuando la válvula de escape se abre y el gas de escape se precipita hacia el tubo, golpea al gas de menor presión, detenido allí. Esto genera una onda que se propaga, hasta la atmósfera por la salida de escape. La velocidad de la onda es mayor que la del propio gas. En un silenciador de escape corriente, el gas llega al fondo y es reflejado hacia la cámara principal por una ventana. Luego, por tubos con orificios, sale hacia la última porción del tubo de escape. Por otra parte, la cámara principal también se conecta a través de un orificio con otro compartimento llamado resonador.

Figura 6.10 Silenciador



Fuente: ww.todomotores.com.

## 6. Procedimiento

Pasos para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante

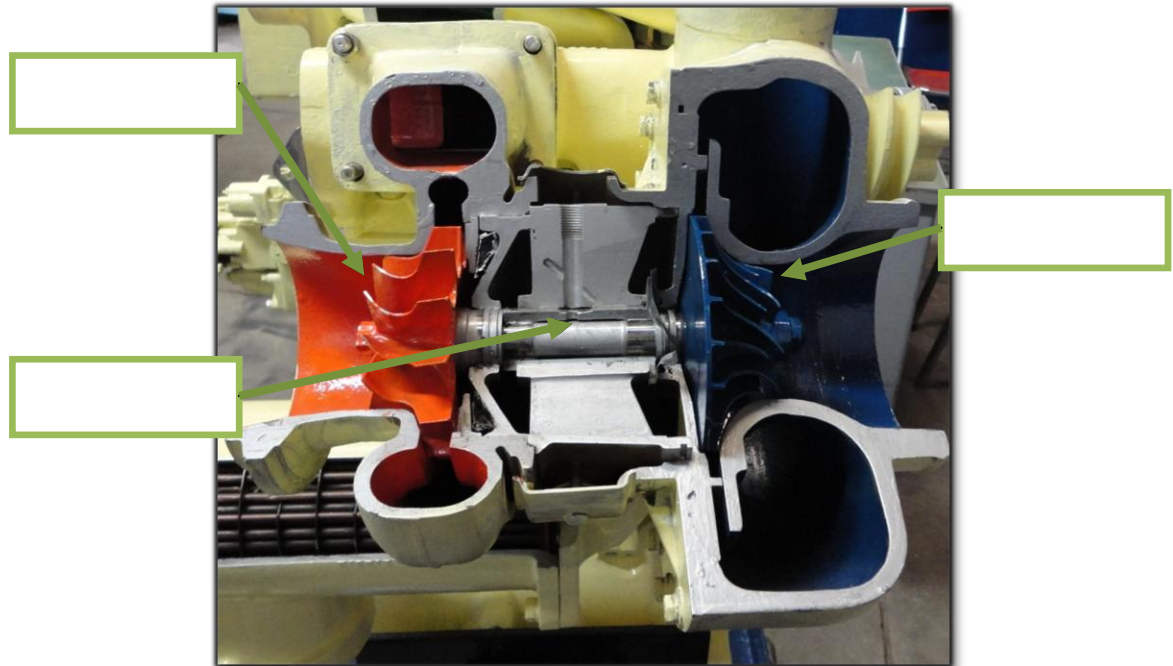
6.2 En los motores Diesel: Kia y Cummins en corte y motores a gasolina: Renault 9 y Renault 4 en corte observe, analice e identifique sus sistemas de admisión y escape, luego enuncie las principales diferencias entre el sistema de admisión y escape de un motor Diesel y uno a gasolina.

Figura 6.11 Motor Diesel Kia



6.3 En el motor Cummins en corte, observe e identifique las partes del turbocargador.

Figura 6.12 Turbo cargador del motor Cummins



6.4 Enuncie las principales fallas y las posibles soluciones del sistema de admisión y escape.

6.5 Plenaria para resolución de dudas.

## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. ¿De cuántas micras vienen los filtros de aire en el sistema de admisión?
2. ¿Los filtros de aire deben cambiarse según las horas acumuladas?
3. ¿La eficiencia de un filtro de aire cambia durante su vida útil?
4. Enuncie las recomendaciones, que se debe o no se debe hacer en el sistema de admisión de aire del M.C.I.
5. ¿Cuál es la función del silenciador y el convertidor catalítico, como esta constituido y que requerimiento se le impone?

6. ¿El turbo cargador incrementa el flujo de aire a las cámaras de combustión y aumenta la presión?

7. Complete el siguiente párrafo

El Catalizador Situado en el interior del tubo de \_\_\_\_\_, reacondiciona los gases producidos en la combustión, es un acelerador de la reacción química que combina los compuestos de los gases de escape para obtener dióxido de \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ como elementos finales. Utiliza platino y rodio (también paladio) como elementos aceleradores de la reacción química.

Para las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera y F si es falsa:

8. No todo el combustible no quemado sale por el escape, parte de este va hacia abajo de las paredes de las camisas del cilindro y lava o elimina la película de aceite o este combustible quemado se convierte en carbón, adhiriéndose en los anillos del pistón o tapara los barrenos de aspersion del inyector. (F) (V)

9. El motor debe tener un volumen suficiente de aire para convertir todo el combustible en potencia útil y calor en lugar de humo saliendo del escape que es desperdiciar combustible, y las perdidas pueden ser tanto como el 15 % del costo total de combustible. (F) (V)

10. El Humo negro que sale por el escape proveniente del motor significa que no está recibiendo suficiente aire para quemar todo su combustible. (V) (F)



## Práctica número 7.

### Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Reconocer el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas de alimentación de combustible en MCI.
2. Entender las diferencias, ventajas y desventajas de cada sistema de alimentación en MCI.
3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento del sistema de alimentación en MCI.

## **2. Introducción**

El combustible es el elemento necesario para producir la potencia que mueve a un motor. En la actualidad son varios los combustibles que pueden ser utilizados en los motores; el Diesel y la gasolina son los más comunes pero también se pueden utilizar: el gas licuado de petróleo (LP), el gas natural comprimido (GNC), el gas natural licuado (GNL), el propano, el metanol, el etanol y otros. Para obtener el máximo aprovechamiento de la energía del combustible se requiere mezclar con el oxígeno, el cual es obtenido del aire y así generar la combustión.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

En el desmonte, comprobación, reparación y el montaje del sistema alimentación de combustible de un M.C.I.

## **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 7)
- ✓ Banco de inyección electrónica. B.SIE.
- ✓ Multímetro

## **5. Fundamentos teóricos.**

La misión del sistema de alimentación en un M.C.I. es la de proporcionar el combustible y el aire necesario para su funcionamiento.

## **5.1 Alimentación en motores a gasolina**

Los motores a gasolina en la actualidad tienen sistemas de inyección que desplazaron a los carburadores debido a que cumplen mejor con su cometido, que es proporcionar la cantidad justa de combustible en cada momento. Reducen el consumo y se ajustan mejor a las normativas vigentes de emisión de gases de escape.

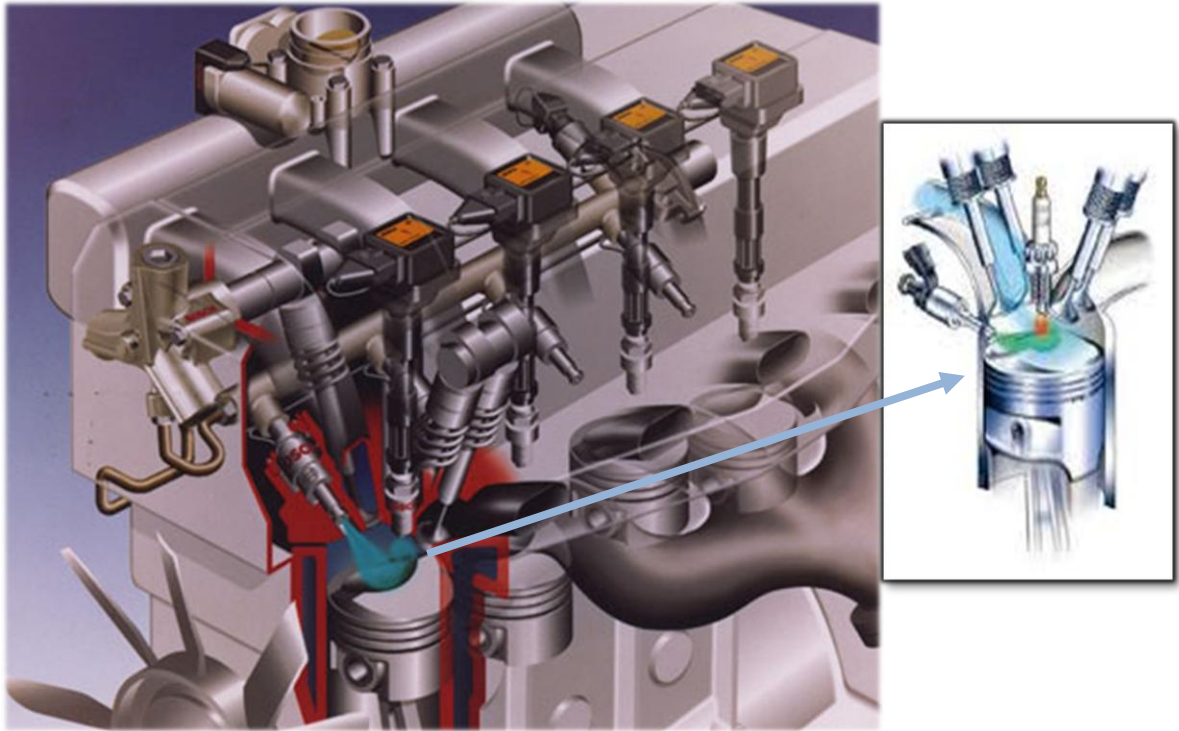
Esta forma de alimentación en los motores Otto, que hasta hace pocos años sólo se utilizaba en vehículos de avanzado desarrollo tecnológico, ha terminado imponiéndose y hoy es la más usual. Consiste en utilizar un sistema de inyección de combustible que lo pulveriza finamente mezclándolo con el aire aspirado por los cilindros en sus tiempos de admisión. La mezcla así formada pasa al interior de los cilindros y se mezcla íntimamente con el aire durante los tiempos de admisión y compresión. Esta forma de hacer la mezcla reduce la pérdida de energía por bombeo y evita los problemas que ligan al carburador con las diversas condiciones de funcionamiento del motor, que no siempre coinciden con las variaciones de depresión que aparecen en el difusor.

Además de conseguir un mejor llenado de los cilindros, y una mejor dosificación de la mezcla, ya que se inyecta siempre la cantidad justa y suficiente para el buen funcionamiento del motor, los motores con alimentación mediante inyección del combustible tienen un menor consumo específico y ofrecen mejor aceleración y deceleración, ya que la inyección responde instantáneamente a las variaciones de régimen.

Normalmente la inyección del combustible se hace en el colector de admisión, lo que ofrece un montaje sencillo que requiere poca presión, si bien por las ventajas que ofrece, pues se evitan pérdidas de combustible por el escape, están apareciendo motores de inyección directa que sitúan el inyector en la culata, de forma que la inyección del combustible se realice directamente en el cilindro cuando se ha sobrepasado el cruce de válvulas.

El conjunto se compone esencialmente de un circuito de alimentación del combustible y de un circuito electrónico dotado de un microprocesador que recibe las señales obtenidas con sensores de alta sensibilidad, las procesa y permite suministrar exactamente la cantidad necesaria de combustible.

Figura 7.1 Inyección en motores a gasolina



Fuente: [www.powerzone.com](http://www.powerzone.com)

## 5.2 Alimentación de los motores Diesel

De igual forma que los motores de ciclo Otto, los Diesel requieren un filtrado exhaustivo del aire que utilizan en la admisión.

Hay tres sistemas de inyección en los motores diesel: Pre-combustión, inyección directa e inyector-bomba.

### 5.2.1 Pre-combustión.

El sistema de cámara de pre-combustión se encuentra principalmente en motores más antiguos. Se utiliza una bomba de inyección clásica que contiene realmente unos pistones que impulsan el combustible de cada cilindro por separado, este sale por tuberías separadas para cada uno de los cilindros, donde entra en unas toberas con un agujero en la punta donde sale el combustible pulverizado a una pre-cámara montada en la culata, donde se inicia la combustión que luego sale al cilindro impulsada por su propio calor. Hay bujías incandescentes o calentadores

montadas en las pre-cámaras que sirven para calentar el aire y favorecer el arranque del motor.

### **5.2.2 Inyección directa.**

Funciona de la misma manera que el anterior con la única diferencia que no existen las pre-cámaras, es decir el inyector pulveriza el combustible directamente en el cilindro que tiene un rebaje especial en su cabeza que favorece la mezcla del aire-combustible.

La ventaja de este sistema sobre el anterior es que consume un poco menos de combustible, no necesita bujías de precalentamiento, puesto que arranca fácilmente. Desde el punto de vista de fabricación tiene también la ventaja de que es más fácil de construir el motor.

### **5.2.3 Inyector-Bomba.**

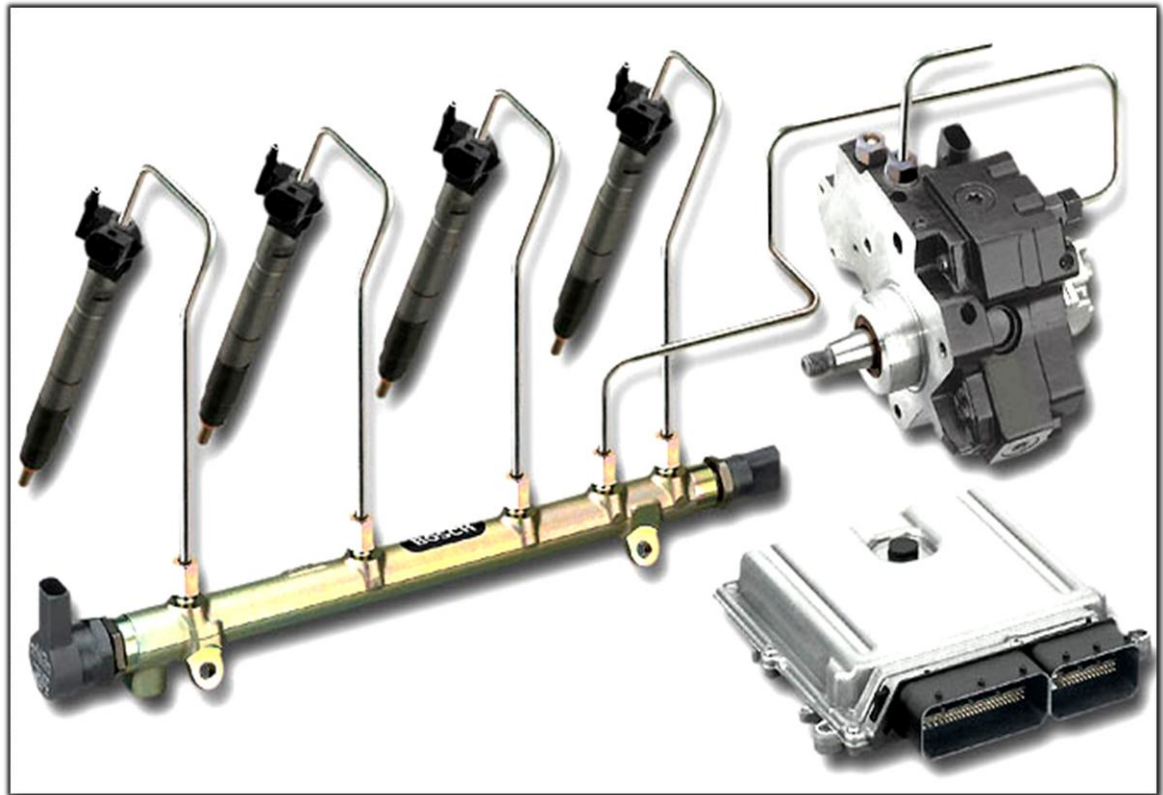
Este sistema es el más moderno que se utiliza en la actualidad. Sobre cada cilindro tiene un inyector que lleva incorporada una bomba de inyección de alta presión. No necesita llevar tuberías de alta presión a los inyectores, con lo que se consigue que las presiones de inyección se puedan aumentar drásticamente, esto redonda en una mejor pulverización del combustible y un mayor rendimiento del mismo.

Se usa una leva adicional en la culata para presionar el cilindro del inyector-bomba.

### **Common-Rail.**

El sistema **Common-Rail** (figura 7.2) tan de moda hoy en día consiste en una bomba de inyección que suministra combustible a una tubería común para todos los inyectores, cada uno de ellos tiene en todo momento presión de combustible, pero solo lo dejan pasar al cilindro cuando una señal eléctrica pasa a través de una electroválvula integrada en el inyector. La bomba de inyección no tiene internamente varias bombas individuales, sino una sola.

Figura 7.2 Common-Rail.



Fuente <http://www.mecanicavirtual.org>

## 6. Procedimiento

Pasos para el desarrollo de la práctica:

### 6.1 Pre práctica o prueba de inicio

El objetivo de esta prueba es familiarizar al estudiante con los elementos de medida electrónicos como el multímetro. En esta prueba el estudiante adquiere el conocimiento necesario para medir los sensores del B.SIE, aunque no se genere un cono directo acerca de los sistemas de inyección electrónica debido a que personal estudiantil que no posee bases en esta área de la ingeniería.

La práctica solo requiere el uso de un multímetro con el cual el estudiante tendrá la oportunidad de medir diversas unidades eléctricas como lo son voltios, ohmios y amperios.

## **6.2 Práctica de seguridad**

Se diseñaron 2 pruebas para que el estudiante se involucre con las normas de seguridad industrial que actualmente rigen en Colombia.

Prueba de seguridad en el manejo de combustibles; En esta experiencia el estudiante tendrá la oportunidad de identificar cuales son los diversos materiales combustibles que se manejan en un lugar de trabajo como el L.M.T.A., además de conocer el correcto almacenamiento de sustancias que pueden generar accidentes en el medio laboral; para poder llegar a este conocimiento el estudiante realizará una investigación de las normas 0024 y las aplicará dentro del laboratorio que se convierte en su ambiente de trabajo.

Prueba de seguridad de electricidad, en esta prueba el estudiante tendrá que identificar los riesgos eléctricos del entorno, investigar la forma correcta de aislar y mantener los circuitos eléctricos, además de aplicar estas normas a su entorno de trabajo.

## **6.3 Reconocimiento de los elementos funcionales del B.SIE.**

En esta prueba el estudiante entra en contacto directo con el sistema de inyección electrónica y el manejo de combustible, por lo que es necesario haber realizado con anterioridad las pruebas antes descritas para garantizar que el estudiante posea los conocimientos para la manipulación del banco y la capacidad de realizar mediciones electrónicas de los sensores y demás elementos del B.SIE. Esta prueba inicia con un marco teórico breve.

El objetivo de esta prueba es que el estudiante entienda principalmente como se lleva a cabo la inyección de combustible de manera real en un automotor y cómo los diferentes sensores y elementos afectan el proceso. De igual manera, el estudiante identificará físicamente todos los sensores y elementos del B.SIE., ubicará la toma de datos de los elementos y comprenderá la diferencia entre sensores y actuadores y la forma en que el proceso de inyección se lleva a cabo.

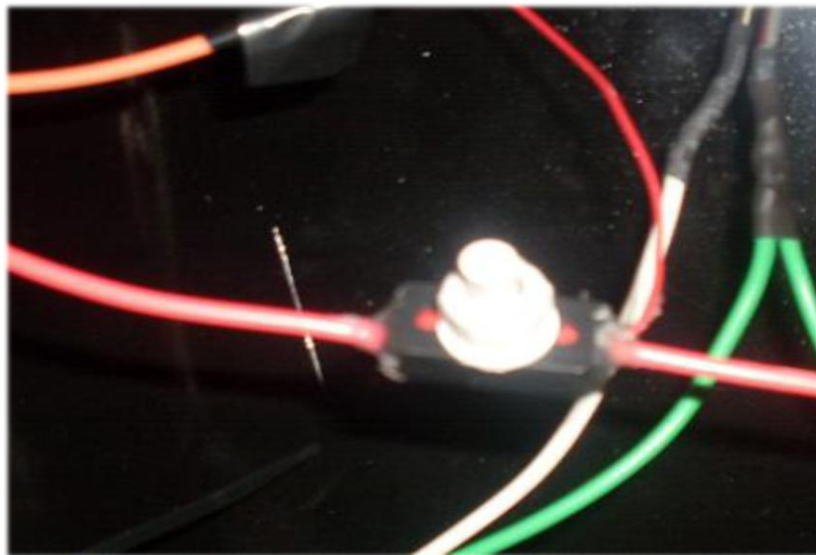
Las herramientas que serán necesarias para realizar esta prueba son: un multímetro, los planos físicos del B.SIE., y curvas de operación de los sensores proporcionados por el fabricante. Durante el procedimiento de la prueba el estudiante tendrá que variar diversas condiciones de operación y así determinar la naturaleza de los sensores que está analizando, será necesario que a cada variación de las condiciones se tenga en cuenta el voltaje o amperaje que registre el sensor, esto con la finalidad de construir por sí mismo una curva de operación

de los sensores y comparar los resultados con los datos proporcionados de fabricante.

#### 6.4 Pruebas de fallas

Se diseñaron 3 pruebas que simulan las fallas más comunes en los sistemas de inyección electrónica, para esto se instalaron interruptores ocultos que cortan la corriente hacia algunos elementos del B.SIE en la figura 7.3 se muestra la conexión de estos en las líneas.

Figura 7.3 Interruptores de fallas



Fuente: Autores

El objetivo de estas pruebas es que el estudiante pueda reconocer las fallas más comunes que los sistemas de inyección electrónica presenta, como primera medida el estudiante se enfrentara a un funcionamiento correcto de todos lo sistemas del B.SIE pero la bomba eléctrica de gasolina no mostrara trabajo alguno, por lo que el estudiante con el multímetro y los planos eléctricos tendrá que estudiar las posibles causa por las cuales este elemento no esta funcionando, expondrá las posibilidades al auxiliar y por ultimo tomara una decisión acerca de cual de las opciones es la correcta.

En la siguiente experiencia la bomba eléctrica estará funcionando de manera correcta pero el sistema de inyectores no estará respondiendo a las órdenes de la ECU, por lo cual el estudiante tendrá que repetir el proceso anterior pero ahora buscar una solución para el incorrecto funcionamiento de los sensores, por último

el estudiante se enfrentara a un B.SIE que no funciona, para esta experiencia el estudiante no se estará enfrentando a un sistema en particular si no a todos los sistemas en general.

### 6.5 Descripción de la prueba “reconocimiento físico y funcional de los elementos del B.SIE”

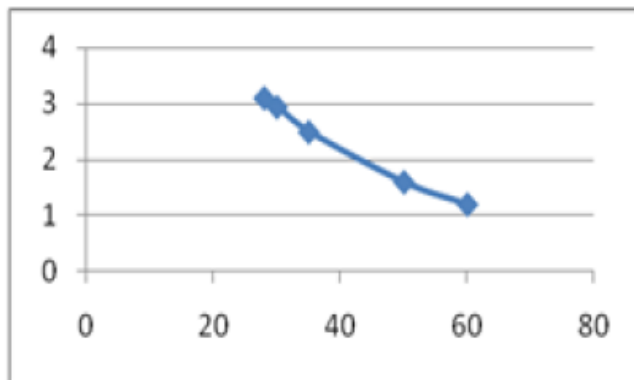
Ahora se describe como se realizo la prueba “Reconocimiento físico y funciones de los elementos del B.SIE”, solo se expondrán algunos datos obtenidos.

Al iniciar esta prueba lo primero que se realizo fue identificar las partes del B.SIE, los tomas de voltajes, los interruptores, los sensores y demás elementos que lo componen, una vez de terminó la identificación de estos se inició con la toma de datos que se requieren en la prueba.

Veamos entonces como se fueron resolviendo estos puntos, el primer en ser evaluado fue el sistema de calentamiento de agua, para esto primero se tomo el dato que registraba el multímetro cuando la temperatura del liquido era la del ambiente en este caso 25 grados centígrados, para esta prueba hay que tomar los datos de menos a mayor ya que una caliente el líquido habrá que esperar mucho tiempo para que regrese a la temperatura ambiente, la forma en cómo se tomaron los datos fue con la ayuda de un multímetro, este se ubico para tomar medidas de 20 voltios y se conecto directamente a la toma de voltaje del E.C.T.

Estos fueron los seis datos que se tomaron, como conclusión se determino según los valores alcanzados que la resistencia del sensor disminuye inversamente a la temperatura del agua, lo que es el comportamiento normal de este elemento.

Figura 7.4 Datos del Sensor E.C.T.

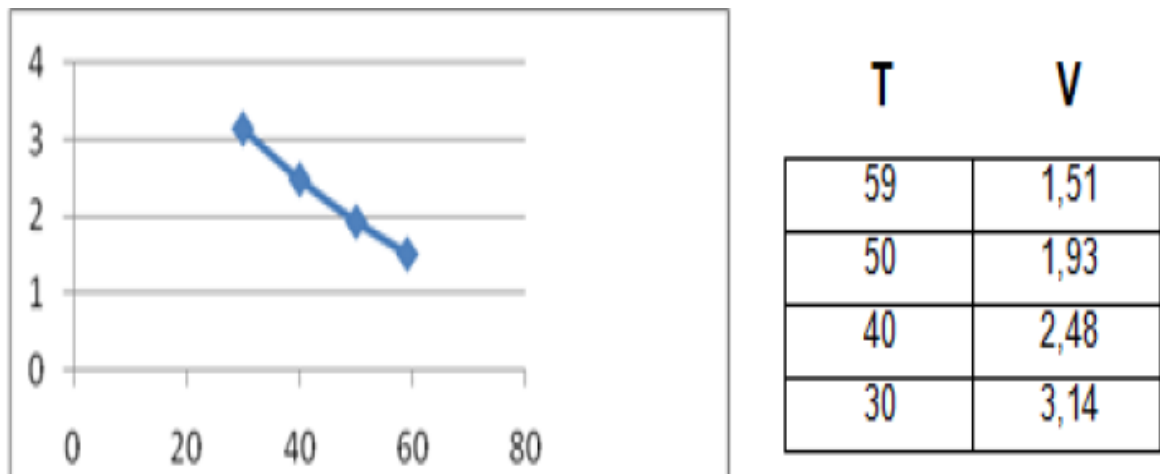


T	V
60	1,2
50	1,6
35	2,5
30	2,95
28	3,11

Fuente: Autores

El siguiente paso es comprobar cómo funciona el sistema de aire, para este paso hay que tomar las medidas de manera rápida, se opto por no retirar el multímetro de la conexión durante toda la prueba, ya que el aire cambia rápidamente de temperatura, se tomaron los datos igual que en la prueba anterior y se tuvo como resultado los siguiente datos, la curva muestra un comportamiento decreciente en los valores del voltaje a medida que la temperatura del aire asciende.

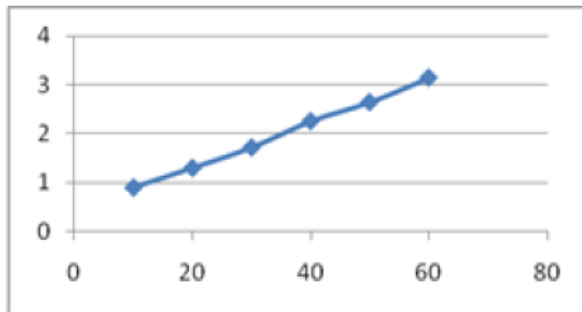
Figura 7.5 Datos del Sensor A.C.T.



Fuente: Autores

El comportamiento mostrado en la anterior curva confirma el buen funcionamiento del sensor, el siguiente sensor a analizar es el T.P.S. para esto se encuentran instaladas dos guayas de aceleración, la primera de ellas se usa para aumentar las rpm del motor la segunda está conectada mecánicamente a la garganta de la mariposa con esta última podemos mover la posición de la mariposa en diferentes ángulos de 0 a 90, de nuevo usamos en multímetro para tomar los datos correspondientes, estos se registraron y construyo la curva de operación con la cual se sacaron las siguientes conclusiones, primero el T.P.S. envía voltajes diferentes a la ECU a medida que se varia el ángulo de apertura de la garganta, pero a diferencia de lo sensores anteriores este no es inverso sino proporcional ya que a medida que el ángulo de apertura aumenta lo hace su voltaje como lo veremos a continuación.

Figura 7.6 Datos del Sensor T.P.S.



A	V
10	0,9
20	1,3
30	1,72
40	2,26
50	2,65
60	3,15

Fuente: Autores

Una vez realizada las pruebas procederemos a concluir las observaciones que notamos entre las misma, el T.P.S. es realmente un potenciómetro lineal ya que sus valores aumentaron de manera lineal proporcionalmente al ángulo , mientras los sensores E.C.T. y A.C.T. son termistores de coeficiente positivo los tres elementos varían la intensidad de corriente que envían a la ECU cuando se cambian sus respectivas condiciones, la ECU registra y entiende estos cambios de voltajes como el cambio en el ambiente y toma estos datos como referencia para comprobar cuál es la medida ideal de combustible que debería inyectarse y de esta manera no solo se ahorra combustible si no que se evita contaminación al ambiente ya que una mezcla ideal de aire-combustible tiene como producto pocos gases de combustión.

## 7. Cuestionario

En las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera o F si es falsa:

1. El sistema de inyección de acumulador "Common Rail" ofrece una flexibilidad mayor para la adaptación del sistema de inyección al funcionamiento motor, en comparación con los sistemas propulsados por levas (bombas rotativas). Esto es debido a que están separadas la generación de presión y la inyección. (V) (F)
2. La presión de inyección se genera independientemente del régimen del motor y del caudal de inyección. El combustible para la inyección esta a disposición en el acumulador de combustible de alta presión "Rail". (V) (F)

3. El conductor preestablece el caudal de inyección, la unidad de control electrónica (UCE) calcula a partir de campos característicos programados, el momento de inyección y la presión de inyección, y el inyector (unidad de inyección) realiza las funciones en cada cilindro del motor, a través de una electroválvula controlada. (V) (F)

4. En un sistema de alimentación de combustible con inyección electrónica a diferencia del carburador, su desplazamiento ya no depende de la depresión creada en la cámara de combustión (succión). (V) (F)

5. En la inyección de combustible la gasolina es bombeada desde el depósito entre 2 y 3 bares (presión similar a la que lleva tu neumático trasero) hacia un potente filtro. Es fundamental evitar que partículas indeseadas puedan alterar el funcionamiento de ciertos componentes de altísima precisión. (V) (F)

6. Según la ubicación del inyector podemos clasificar a los motores en:

1. Inyección Directa (dentro de la cámara de combustión)

2. Inyección Indirecta (en el trayecto del ducto de admisión)

(V) (F)

7. Según el número de inyectores podemos clasificar a los motores en:

1. Monopunto (un inyector para todos los cilindros)

2. Multipunto (un inyector para cada cilindro)

(V) (F)

**NOTA:** el “Procedimiento” de la práctica anterior fue extraída en su totalidad del capítulo 5 proyecto de grado: **RECUPERACIÓN DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.**



## Práctica número 8

### Sistema de ignición en M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

### **Objetivos de la práctica:**

1. Conocer las generalidades del sistema de ignición en M.C.I.
2. Identificar los elementos y los principios de funcionamiento de los sistemas de ignición en M.C.I.
3. Evaluar y comparar el comportamiento de los sistemas de encendido en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.
4. Identificar las características de un buen sistema de encendido en MCI.

### **2. Introducción**

Esta práctica tiene como prioridad conocer el principio de funcionamiento del sistema de encendido, así como la de conocer la evolución histórica que ha tenido en los últimos años.

Este sistema es de gran importancia ya que un mal funcionamiento de este lleva a un irregular comportamiento de la combustión en el motor y por consiguiente la pérdida de rendimiento, así como el aumento de los productos contaminantes.

### **3. Aplicaciones de la práctica.**

El campo de aplicación de esta práctica se extiende al diseño, valoración, evaluación, mantenimiento y reparación del sistema de ignición en M.C.I.

### **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 8)
- ✓ Manual del fabricante motor Kia
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Copas para bujía
- ✓ Galgas

## 5. Fundamentos teóricos

El circuito de encendido utilizado en los motores de gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno. La encargada de generar una alta tensión para provocar la chispa eléctrica es "la bobina". Una vez generada esta alta tensión necesitamos un elemento que la distribuya a cada uno de los cilindros en el momento oportuno, teniendo en cuenta que los motores poli-cilíndricos trabajan en un ciclo de funcionamiento con un orden de explosiones determinado para cada cilindro (ejemplo: motor de 4 cilindros orden de encendido: 1-3-4-2). El elemento que se encarga de distribuir la alta tensión es el "distribuidor o delco". La alta tensión para provocar la chispa eléctrica en el interior de cada uno de los cilindros necesita de un elemento que es "la bujía", hay tantas bujías como numero de cilindros tiene el motor.

El sistema de encendido se encarga primordialmente de aportar la energía que necesita el motor de combustión para mantener los ciclos que describe por sí mismo. Los motores de combustión describen ciclos de cuatro fases: admisión, compresión, combustión y escape; pero dicho motor únicamente entrega energía en la fase de combustión, por lo que necesita energía para el resto.

Será el sistema de encendido quien se encargue de dichas fases, aportando esta energía mediante un motor eléctrico que mueve al cigüeñal o eje del motor. Además el sistema de encendido tiene otra función y es la de almacenar y generar esta energía eléctrica, mediante los acumuladores (baterías) y el alternador. Después de realizar las fases correspondientes debe producir el encendido del combustible, como el caso del motor Otto, que produce chispas en la cámara de combustión o bien se encarga de enviar el combustible Diesel mediante las bombas de inyección

### 5.1 Tipos de sistemas de encendido<sup>23</sup>

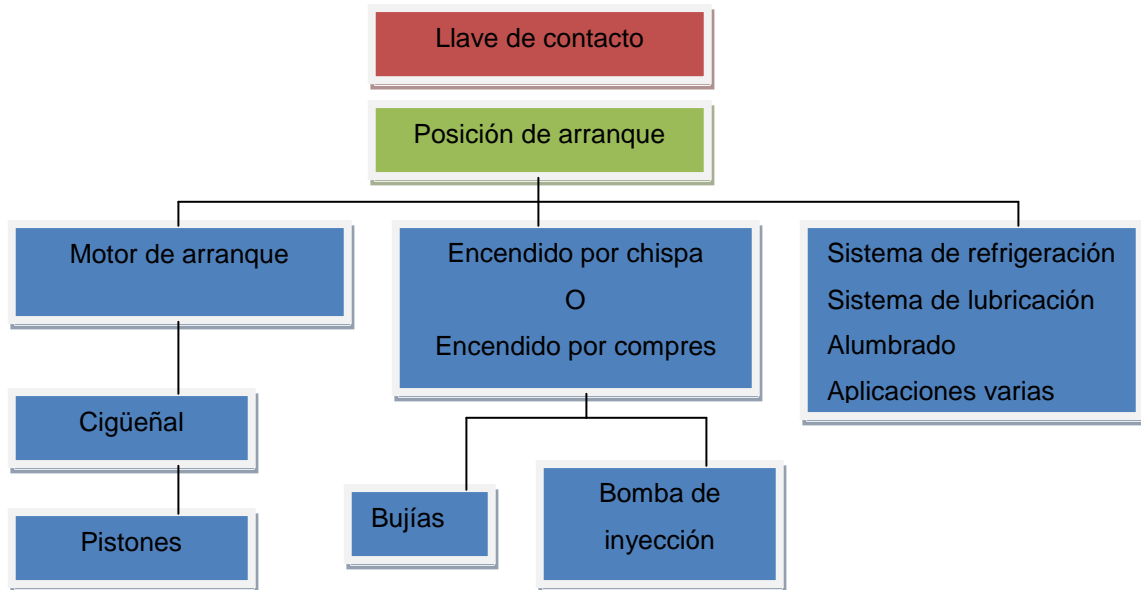
- Encendido convencional (Por ruptor).
- Encendido electrónico por descarga de condensador.
- El encendido electrónico sin contactos también llamado "encendido transistorizado".

---

<sup>23</sup> Karl-Heinz Dietsche. Sistema de encendido .Berlín. 4 ediciones, Rober Bosch Gmbh 2005. 652p.

- Encendido electrónico integral.
- El sistema de encendido D.I.S. (Direct Ignition System)

Figura 8.1 Sistema de encendido



Fuente: Autores

**5.1.1 Encendido convencional (por ruptor)<sup>24</sup>.** Este sistema es el más sencillo de los sistemas de encendido por bobina, en él, se cumplen todas las funciones que se le piden a estos dispositivos. Es capaz de generar 20.000 chispas por minuto, es decir, alimentar un motor de cuatro tiempos a 10.000 rpm; aunque para motores de 6-12 cilindros da más problemas. El sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Bobina de encendido.
- Resistencia previa.
- Ruptor.
- Condensador.
- Distribuidor de encendido.

<sup>24</sup> Karl-Heinz Dietsche. Sistema de encendido .Berlín. 4 ediciones, Rober Bosch GmbH 2005. 660p.

- Variador de avance centrifugo.
- Variador de avance de vacío.
- Bujías.

Una vez que giramos la llave de contacto a posición de contacto el circuito primario es alimentado por la tensión de batería, el circuito primario esta formado por el arrollamiento primario de la bobina de encendido y los contactos del ruptor que cierran el circuito a masa. Con los contactos del ruptor cerrados la corriente eléctrica fluye a masa a través del arrollamiento primario de la bobina. De esta forma se crea en la bobina un campo magnético en el que se acumula la energía de encendido. Cuando se abren los contactos del ruptor la corriente de carga se deriva hacia el condensador que esta conectado en paralelo con los contactos del ruptor. El condensador se cargara absorbiendo una parte de la corriente eléctrica hasta que los contactos del ruptor estén lo suficientemente separados evitando que salte un arco eléctrico que haría perder parte de la tensión que se acumulaba en el arrollamiento primario de la bobina. La colocación del condensador hace que la tensión generada en el circuito primario de un sistema de encendido puede alcanzar momentáneamente algunos centenares de voltios.

Debido a que la relación entre el número de espiras del bobinado primario y secundario es de 100/1 aproximadamente se obtienen tensiones entre los electrodos de las bujías entre 10 y 15000 Voltios. Una vez que tenemos la alta tensión en el secundario de la bobina esta es enviada al distribuidor a través del cable de alta tensión que une la bobina y el distribuidor. Una vez que tenemos la alta tensión en el distribuidor pasa al rotor que gira en su interior y que distribuye la alta tensión a cada una de las bujías.

5.1.2 Encendido electrónico por descarga de condensador. Este sistema llamado también "encendido por tiristor" funciona de una manera distinta los encendidos por bobina. Su funcionamiento se basa en cargar un condensador con energía eléctrica para luego descargarlo provocando en este momento la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías.

Las ventajas esenciales del encendido por descarga del condensador son las siguientes:

- Alta tensión más elevada y constante en una gama de regímenes de funcionamiento más amplia.
- Energía máxima en todos los regímenes.

- Crecimiento de la tensión extremadamente rápida.

Como desventaja la duración de las chispas son muy inferiores, del orden de 0,1 o 0,2 ms. Este tipo de encendido se aplica en aquellos vehículos que funcionan a un alto número de revoluciones como coches de altas prestaciones o de competición.

5.1.3 El encendido electrónico sin contactos también llamado "encendido transistorizado". Su característica principal es la supresión del ruptor por su carácter mecánico, sistema que se sustituye por la centralita y un amplificador de impulsos (todo un sistema electrónico). Al eliminar el sistema mecánico vamos a aumentar las prestaciones a mayor número de revoluciones. Este es un sistema muy utilizado en automóviles de gama media.

5.1.4 Encendido electrónico integral. Básicamente se trata de ir eliminando cualquier sistema mecánico debido a su falta de prestaciones y desventajas, por lo que será la electrónica quien se encargue ahora de dos sistemas en el distribuidor:

- Un sensor de rpm del motor que sustituye al "regulador centrifugo" del distribuidor.
- Un sensor de presión que mide la presión de carga del motor y sustituye al "regulador de vacío" del distribuidor.

Las ventajas de este sistema de encendido son:

- Posibilidad de adecuar mejor la regulación del encendido a las variadas e individuales exigencias planteadas al motor.
- Posibilidad de incluir parámetros de control adicionales (por ejemplo: la temperatura del motor).
- Buen comportamiento del arranque, mejor marcha en ralentí y menor consumo de combustible.
- Viabilidad de la regulación antidetonante.

5.1.5 El sistema de encendido D.I.S. (Direct Ignition System). El sistema de encendido D.I.S. (Direct Ignition System) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (Distributorless Ignition System), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Como la electrónica avanza, hemos ido sustituyendo todos los elementos mecánicos con las consecuentes ventajas:

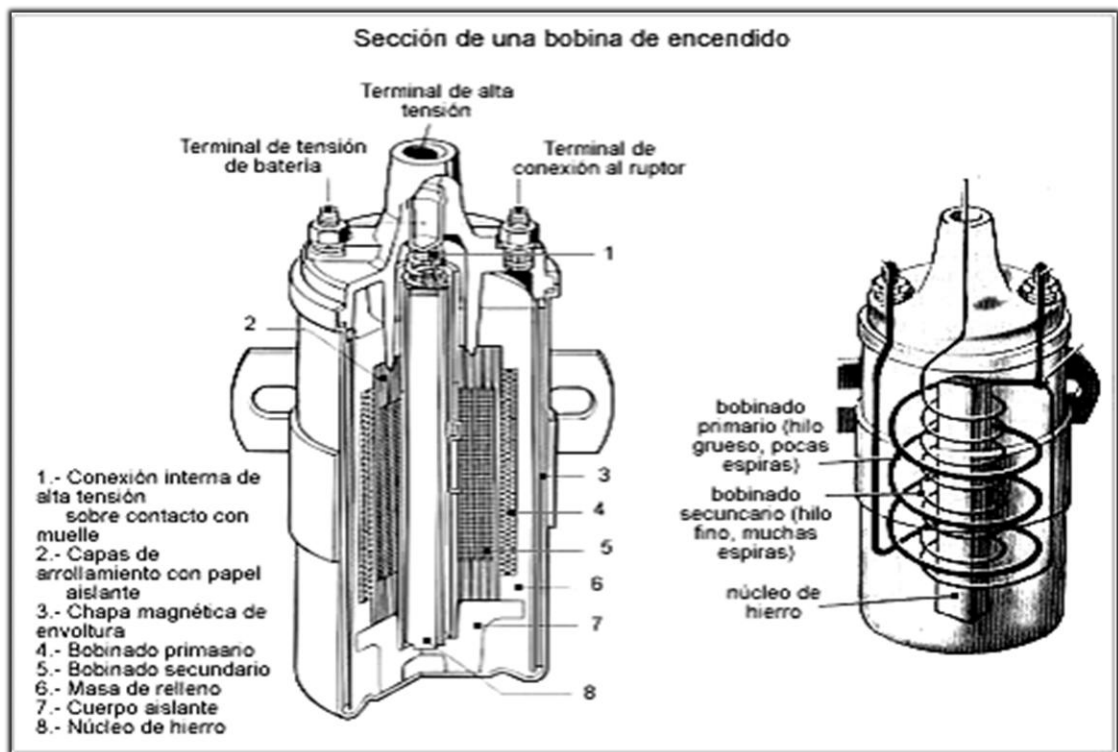
- Se gana más tiempo en la generación de la chispa por lo que al ser mejor tenemos menos problemas a altas revoluciones.
- Se eliminan las interfaces del distribuidor y así acercamos las bobinas a las bujías pudiendo en algunos casos incluso eliminar los cables de alta tensión.
- Ahora podemos jugar con mayor precisión con el avance del encendido, ganando más potencia y fiabilidad.

## 5.2 Elementos comunes que componen el sistema de ignición.

Los elementos comunes que componen el sistema de ignición en M.C.I. son:

### 5.2.1 Bobina

Figura 8.2 Sección de una bobina de encendido



Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

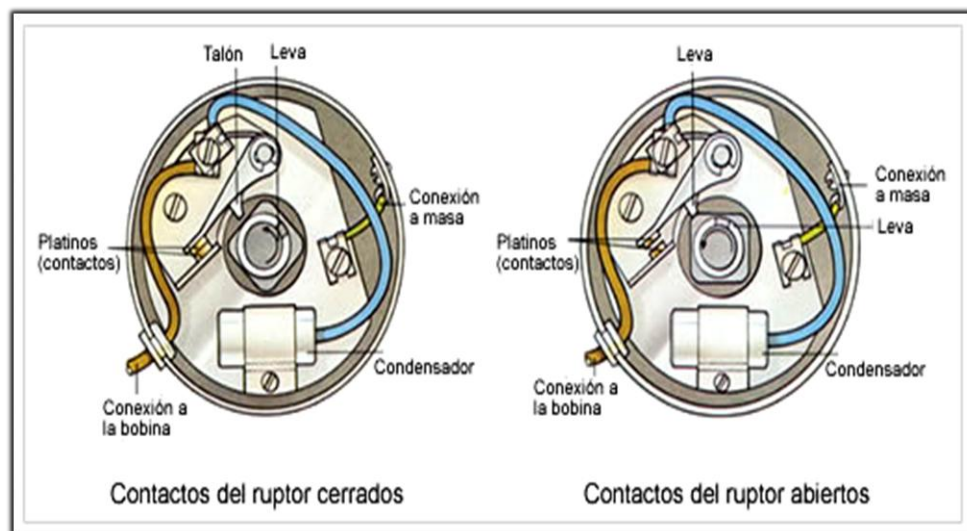
Consiste en una cubierta impermeable, conteniendo un devanado primario con aproximadamente 200 vueltas de alambre de cobre No.20, montadas sobre un núcleo de hierro (ver figura 8.2). Sobre el primario se monta un devanado secundario con aproximadamente 18000 vueltas de alambre de cobre No.38,

siendo aislada cada capa de la anterior mediante una tira de papel encerado para evitar los arcos eléctricos.

### 5.2.2 Ruptor

El ruptor es un interruptor accionado mecánicamente mediante una leva que viene del eje del distribuidor de forma que nos está dando el momento en el que se necesita la chispa. Debido a su funcionamiento, entre los contactos surge un arco eléctrico que quema a estos produciendo un desgaste que da lugar a errores.

Figura 8.3 Ruptor



Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

### 5.2.3 Distribuidor

El distribuidor (figura 8.4) es el elemento más complejo y que más funciones cumple dentro de un sistema de encendido. El distribuidor reparte el impulso de alta tensión de encendido entre las diferentes bujías, siguiendo un orden determinado (orden de encendido) y en el instante preciso. Sus funciones son:

- Abrir y cerrar a través del ruptor el circuito que alimenta el arrollamiento primario de la bobina.
- Distribuir la alta tensión que se genera en el arrollamiento secundario de la bobina a cada una de las bujías a través del rotor y la tapa del distribuidor.

- Avanzar o retrasar el punto de encendido en función del número de revoluciones y de la carga del motor, esto se consigue con el sistema de avance centrífugo y el sistema de avance por vacío respectivamente. El movimiento de rotación del eje del distribuidor le es transmitido a través del árbol de levas del motor.

Figura 8.4 Distribuidor



Fuente: <http://automecanico.com>

### 5.3 Motor encendido por chispa

La mezcla se enciende por la chispa eléctrica y se quema en el proceso de propagación de la llama turbulenta. Existen tres fases:

**Fase Inicial:** Desde que salta la chispa en la bujía hasta el punto donde empieza el incremento brusco de la presión. En las zonas de altas temperaturas entre los electrodos de la bujía surge un pequeño foco de combustión que se convierte en un frente de llama turbulenta, siendo el porcentaje de la mezcla que se quema muy bajo. La velocidad de llama es relativamente baja y solo depende de las propiedades físico-químicas de la mezcla.

**Fase Principal:** La llama turbulenta se propaga por toda la cámara de combustión, cuyo volumen casi es constante y el pistón se encuentra cerca del punto muerto superior (P.M.S.). La velocidad de propagación depende de la intensidad de la turbulencia lo que es a su vez directamente proporcional a la frecuencia de rotación del cigüeñal. Cuando el frente de la llama llega a las paredes, como hay menos turbulencia, la velocidad disminuye.

**Fase de combustión residual:** Se quema la mezcla detrás del frente de llama. La presión ya no crece por que ya se produce la carrera de expansión y hay transmisión de calor a las paredes. La velocidad de la combustión en las paredes y detrás del frente de la llama es lenta y depende de las propiedades físico-químicas de la mezcla. Para aumentar esta velocidad hay que crear turbulencia en las zonas de combustión residual.

#### **5.4 Motores encendidos por compresión**

Se distinguen claramente tres fases de encendido:

**Fase 1-2:** Retardo de encendido (el combustible se calienta pero el calor producido no es suficiente para aumentar la presión).

**Fase 2-3:** La presión se eleva fuertemente (debido a la rápida combustión del combustible inyectado).

**Fase 3-4:** Combustión lenta del combustible todavía no quemado. Aunque con estas tres fases concluye el proceso de encendido, el rendimiento, máximo no puede alcanzarse debido a que el aire y el combustible no se mezclan totalmente.

Según el tipo de cámara de combustión los motores Diesel pueden clasificarse como sigue:

- Con cámara de inyección directa.
- Con cámara arremolinadora.
- Con cámara de combustión con depósito de aire.
- Con antecámara de combustión.

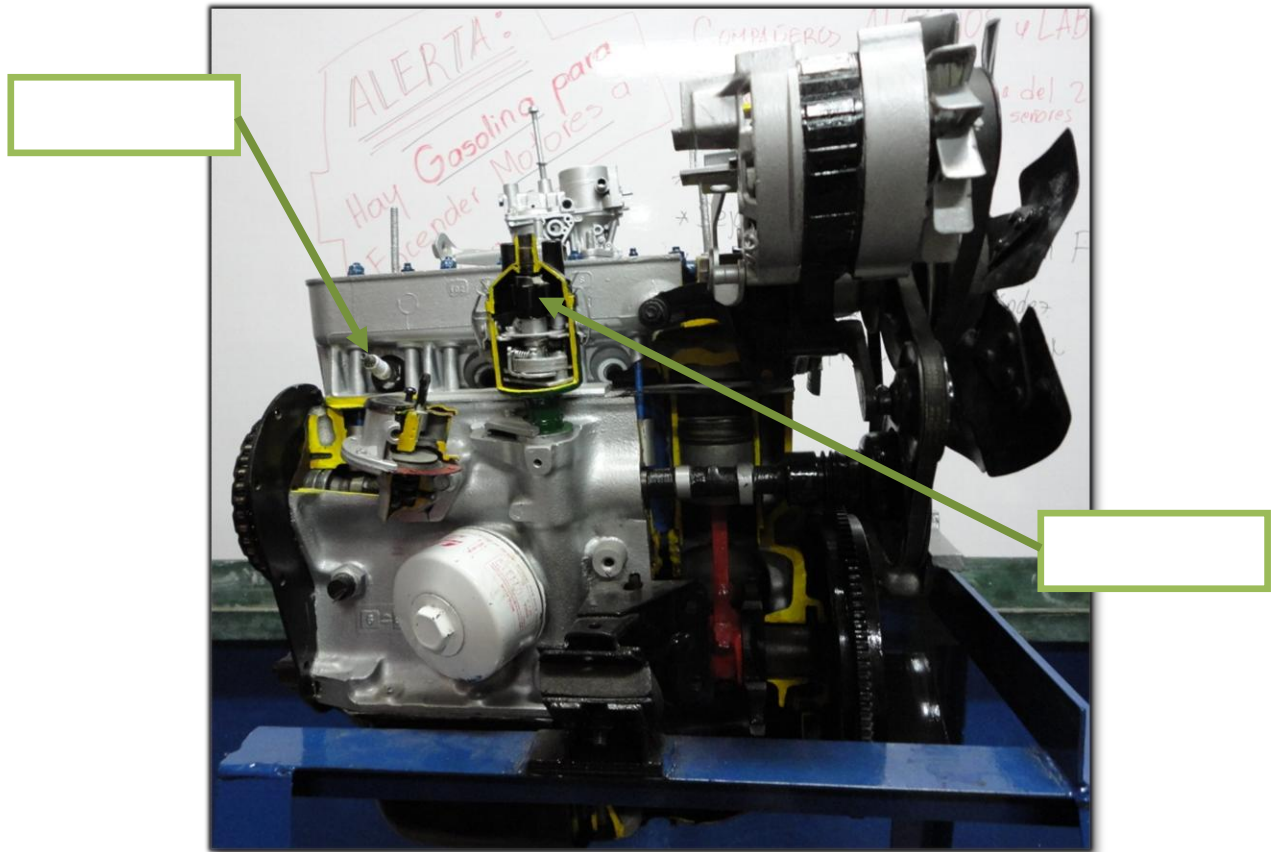
### **6. PROCEDIMIENTO**

Pasos para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante

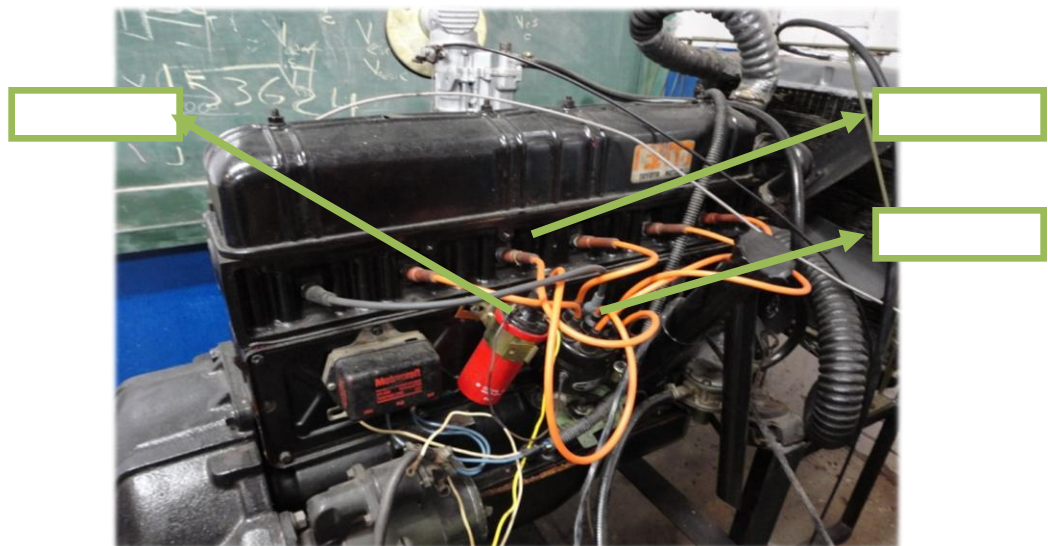
6.2 Inspección Visual: realizar una inspección en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 4 en corte y el motor Cummins en corte, luego hacer una observación detallada de cada elemento que compone el sistema de ignición, con el fin de determinar cada una de sus partes y entender su funcionamiento.

Figura 8.5 Motor Renault 4 en corte



6.3 Identifique las partes que se muestran en la figura 8.6 del motor Toyota F110.

Figura 8.6 Motor Toyota F110



6.4 Identifique las bujías en el motor Toyota F110, desmóntelas evitando ladear la llave de copa para no dañar la porcelana aislante de la bujía, luego de desmontarlas proceda a calibrarlas, lo cual consiste en situar los electrodos, central y lateral donde salta la chispa, a la distancia que indica el fabricante del motor. Si la separación es muy abierta, el voltaje requerido será mayor, si por el contrario es menor, el voltaje será insuficiente para crear la chispa adecuada, ocasionando que la bujía acumule depósitos de carbón y deje de funcionar.

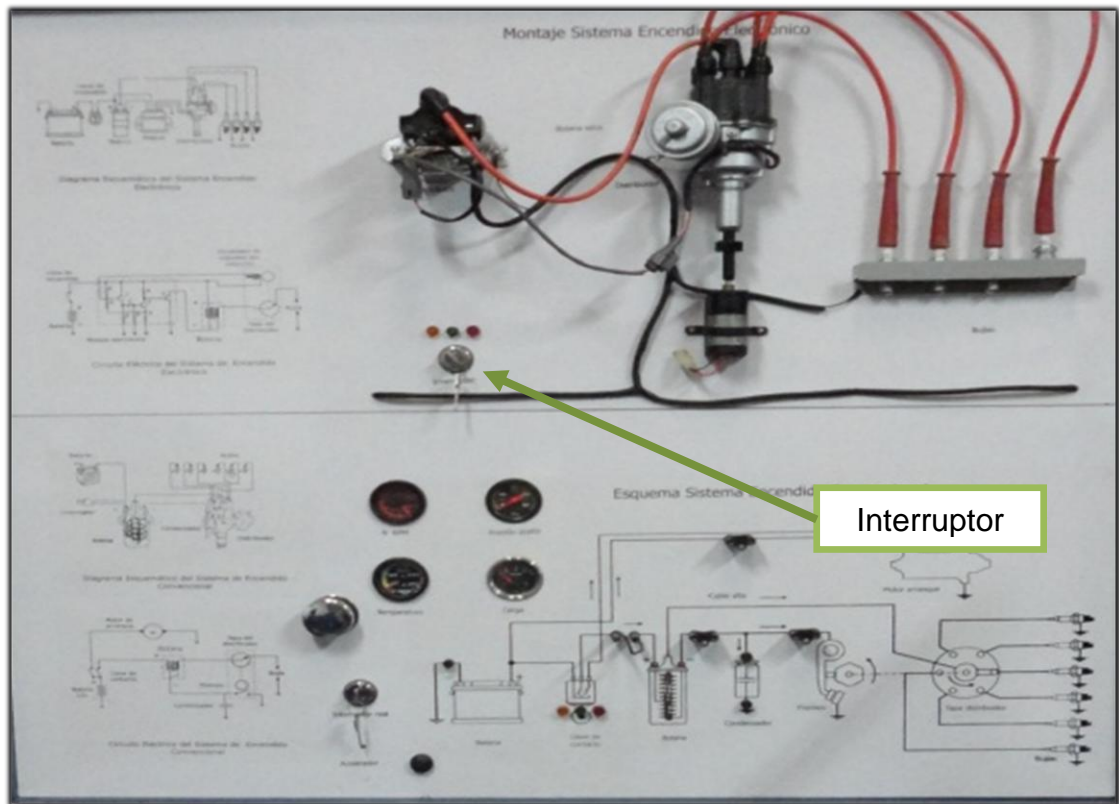
Par montar de nuevo las bujías utilice el torquimetro aplicándole el torque según las especificaciones del fabricante, si no cuenta con esta herramienta en el laboratorio, proceda a montarlas con la mano, seguidamente con la copa para bujía apriétela hasta  $\frac{1}{4}$  de vuelta, esto equivale aproximadamente al torque que indica el catalogo

Figura 8.7 Desmonte de bujías



6.5 Encienda el motor Toyota F110: Accione la llave en el interruptor de encendido (I.E.), la corriente de la batería con una diferencia de potencial de 12 Voltios se hace presente en la bobina de encendido (BE) en el borne positivo cruza el arroyamiento primario de ésta y sale por el borne negativo y con la ayuda del cable adecuado atraviesa los platinos donde de una manera intermitente se cierra el circuito a tierra, es decir, los 12 Voltios presentes en la bobina se reducirán a cero (0) voltios de una manera repentina cada vez que el platino se cierre

Figura 8.8 Tablero de encendido del motor Toyota F110



6.5 Determinar, en el motor Diesel Kia, el estado de carga de la batería. Utilice el hidrómetro para medir la gravedad específica del líquido de cada celda de la batería; registre los datos obtenidos con el hidrómetro en la tabla 8.2 y compárelos con los datos de la tabla 8.1 para realizar el diagnóstico.

Figura 8.9 Batería



Tabla 8.1 Rangos de gravedad específica

Estado de la carga de la batería	Gravedad Específica @ 27°C
100 %	1.260 – 1.280
75%	75% 1.230 – 1.250
50%	1.200 – 1.220
25%	1.170 – 1.190
Descargada	1.110 – 1.130

Tabla 8.2 Toma de datos para verificar estado de la batería

Celda	Gravedad Específica	Estado
1		
2		
3		
4		
5		
6		

6.7 Con ayuda del auxiliar del laboratorio y utilizando el multímetro, determine el voltaje y la intensidad de corriente de la batería, alternador y motor de arranque, para el motor KIA. Registre los resultados en la tabla 8.3, compárelos con los datos del manual Kia.

Figura 8.10 Multímetro



Tabla 8.3 Registro de datos de elementos del sistema de arranque del motor Kia

Elemento	Valor del fabricante	Dato obtenido
Motor de arranque	120 Amp.	
	11.5 V	
	4000rpm Aprox.	
Batería	12 V	
Alternador	5 Amp.	
	14.2-15.2 V	

Fuente: Manual Kia

6.8 Plenaria sobre fallas frecuentes y como solucionarlas en el sistema de encendido en MCI.

## 7. Cuestionario

Resuelva el siguiente cuestionario:

1. ¿Qué es el sistema de ignición en MCI?
2. Enuncie y describa las partes del sistema de ignición de los MCI.
3. ¿Qué es una bobina de alto voltaje?
4. ¿Que función realizan las bujías y sus cables?
5. ¿Que relación existe entre el ángulo en el cual se produce la chispa y la velocidad del motor?
6. ¿Cuántas vueltas tiene el devano primario de la bobina, aproximadamente?
7. ¿Qué relación tiene el ángulo de avance de la chispa con el fenómeno de la detonación y el autoencendido?

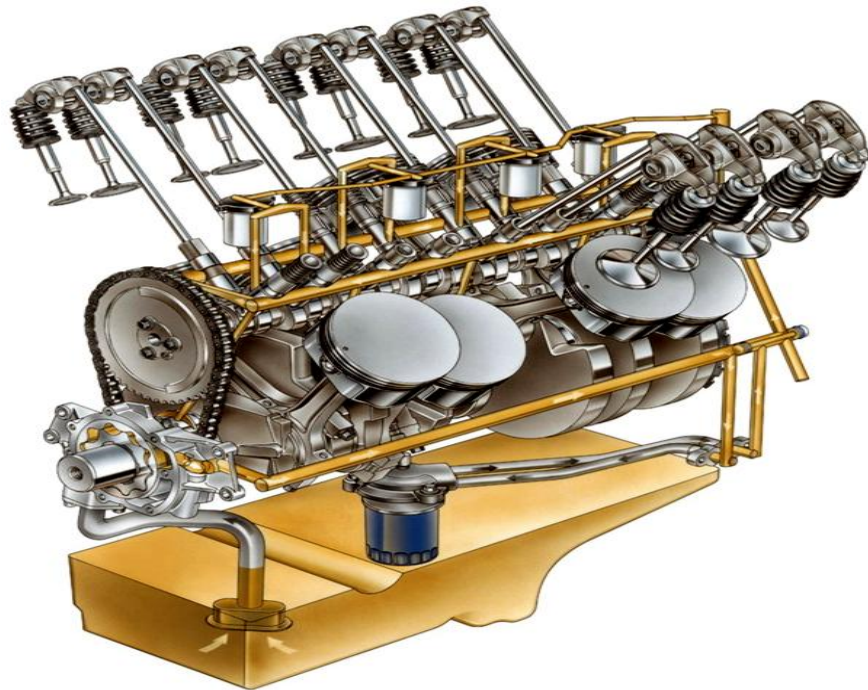
En las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera o F si es falsa:

8. La energía para el arranque eléctrico la proporciona generalmente una batería de 10 V. (V) (F)
9. El alternador es el dispositivo que mantiene cargada la batería. (V) (F)
10. En los motores Diesel grandes generalmente el motor de arranque eléctrico va acoplado directamente al volante del motor. (V) (F)



## Práctica número 9

### Sistema de lubricación en M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Conocer y comprender la constitución detallada del sistema de lubricación en M.C.I.
2. Conocer las características físicas y químicas de los aceites o lubricantes, líquidos o sólidos, y su clasificaciones estándar, ejemplo: S.A.E., JASO, etc.
3. Identificar los tipos de lubricación.

## **2. Introducción**

Por naturaleza, un motor en funcionamiento implica una gran cantidad de fricción entre sus componentes móviles y una elevada temperatura. La fricción, junto con el calor producido por la misma, puede provocar el agarrotamiento de los componentes y un rápido desgaste de los mismos, mientras que el calor residual de la combustión puede elevar tanto la temperatura que puede llevar a producir la fusión de las piezas metálicas. Para mantener la fricción y calor en unos valores razonables, los Motores de Combustión Interna (Diesel y a gasolina) disponen de un sistema de lubricación.

La lubricación forma una parte fundamental de las operaciones del mantenimiento preventivo que se deben realizar al vehículo para evitar que el motor sufra daños prematuros. Estos daños también pueden ser ocasionados por utilizar aceite contaminado o que ha perdido sus propiedades. Por tal motivo la calidad del lubricante juega un papel fundamental en el desempeño del Motor de Combustión Interna (Diesel ya gasolina).

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

Esta práctica se aplica al el diseño, evaluación, mantenimiento y reparación del sistema de lubricación en M.C.I. y en el mantenimiento preventivo del automotor.

## **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 9)
- ✓ Láminas didácticas de laboratorio
- ✓ Manual del fabricante
- ✓ Motor Diesel Kia

- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte
- ✓ Motor Cummins en corte

## 5. Fundamentos teóricos<sup>25</sup>

Antes de hablar del sistema de lubricación es preciso mencionar que es fricción. Fricción es la resistencia ofrecida al movimiento, siempre que dos cuerpos se deslizan o ruedan uno sobre el otro.

Aparentemente las superficies son planas y lisas, pero esto es otra cosa que nunca se consiguió, empleando los métodos más modernos de pulimento. La superficie realmente esta formada por serie de montañas y valles.

Figura 9.1 Puntos de contacto de partes móviles



Fuente: <http://www.carrosyclassicos.com/>

Sabiendo que es fricción ahora hablaremos de aceite o lubricante del M.C.I.:

El aceite lubricante es un elemento fundamental en la vida del motor. Entre otras cosas, el aceite lubricante lubrica, refrigera, limpia, protege y sella los componentes del motor. Con el tiempo, la contaminación penetra en el sistema de

<sup>25</sup> William H. Crouse. 3 ed. Barcelona. Marcombo S.A. 1993. 290p.

lubricación a causa del proceso de combustión, el desgaste del motor, los aditivos gastados, etc.

Funciones del aceite o lubricante:

- Permite arranque fácil
- Lubrica y enfría piezas del motor y previene el desgaste,
- Reduce la fricción,
- Protege las piezas del motor contra el herrumbre y la corrosión,
- Mantiene limpias las piezas del motor,
- Proporciona aislamiento al motor contra presiones de combustión,
- No permite la formación de espumas.

## **5.1 Características de los lubricantes**

Los aceites empleados en la lubricación de los motores están sometidos a elevadas temperaturas y presiones, lo cual hace que tiendan a descomponerse, anulando así sus propiedades lubricantes, por tanto, la calidad de estos aceites debe ser muy elevada. Los más usados y que ofrecen características adecuadas son los aceites minerales, obtenidos del petróleo, mezclados con aditivos que mejoran sus cualidades. La característica más importante de los lubricantes es la viscosidad, la cual se define como la resistencia que opone un líquido a fluir por un conducto. Esta debe ser la adecuada para que cumpla la misión encomendada, ya que si el aceite es muy fluido llenará perfectamente los espacios y holguras entre las piezas en contacto, pero en cambio, debido a su excesiva fluidez, soportará con dificultad las cargas y presiones a que debe estar sometido y no eliminará los ruidos de funcionamiento. Por el contrario, si el aceite es muy viscoso, soportará perfectamente la presión, pero fluirá mal por los conductos de engrase, llenará con dificultad el espacio entre las piezas y la bomba, necesitará además, un mayor esfuerzo para su arrastre, obligando a consumir mayor energía al motor y ocasionando un mayor calentamiento del mismo.

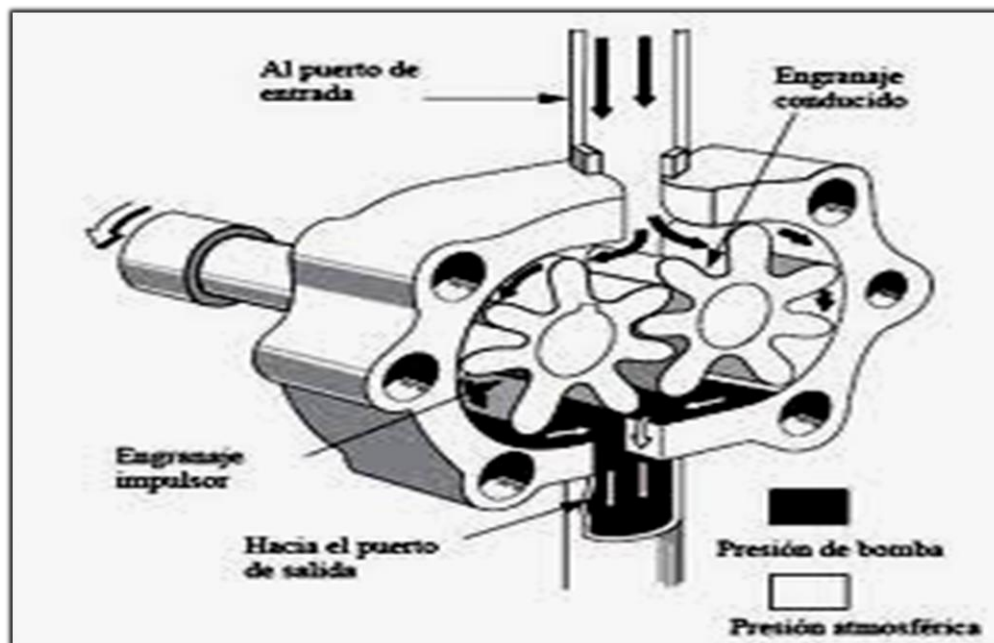
## **5.2 Partes del sistema de lubricación**

**5.2.1 Bombas de Aceite.** Su misión es la de enviar el aceite a presión y en una cantidad determinada. Se sitúan en el interior del cárter y toman movimiento por el

árbol de levas mediante un engranaje o cadena. Existen distintos tipos de bombas de aceite:

**Bomba de engranajes:** Es capaz de suministrar una gran presión, incluso abajo régimen del motor. Esta formada por dos engranajes situados en el interior de la misma, toma movimiento una de ellas del árbol de levas y la otra gira impulsada por la otra. Lleva una tubería de entrada proveniente del cárter y una salida a presión dirigida al filtro de aceite.

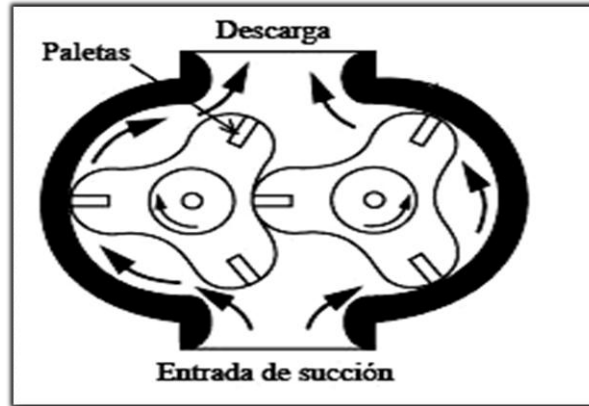
Figura 9.2 Bomba de engranajes



Fuente: <http://www.sapiensman.com>

**Bomba de lóbulos.** También es un sistema de engranajes pero interno. Un piñón (rotor) con dientes, el cual recibe movimiento del árbol de levas, arrastra un anillo (rodete) de cinco dientes entrantes que gira en el mismo sentido que el piñón en el interior del cuerpo de la bomba, aspira el aceite, lo comprime y lo envía a una gran presión. La holgura que existe entre las partes no debe superar las tres décimas de milímetro.

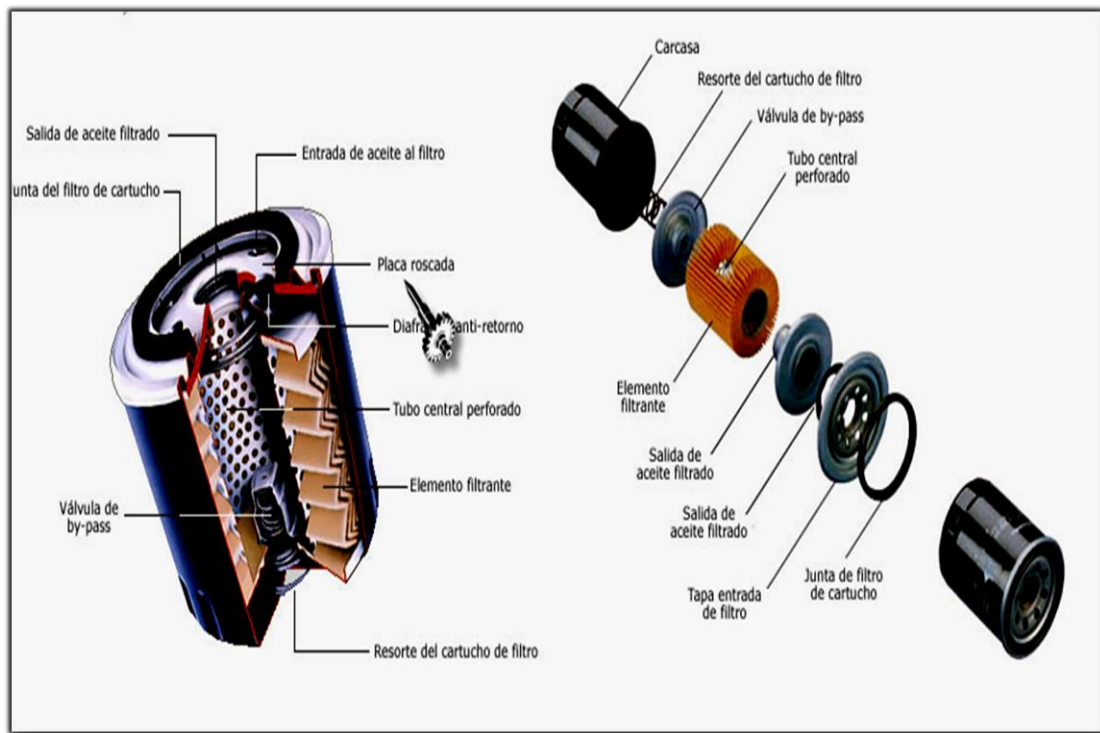
Figura 9.3 Bomba de lóbulos



Fuente: <http://fluidos.eia.edu.co>

**5.2.2 Malla, filtro o coladera.** Red metálica por la que se aspira el aceite. Se retienen las partículas extrañas al sistema y las que se han generado por desgaste en el motor.

Figura 9.4 Filtro

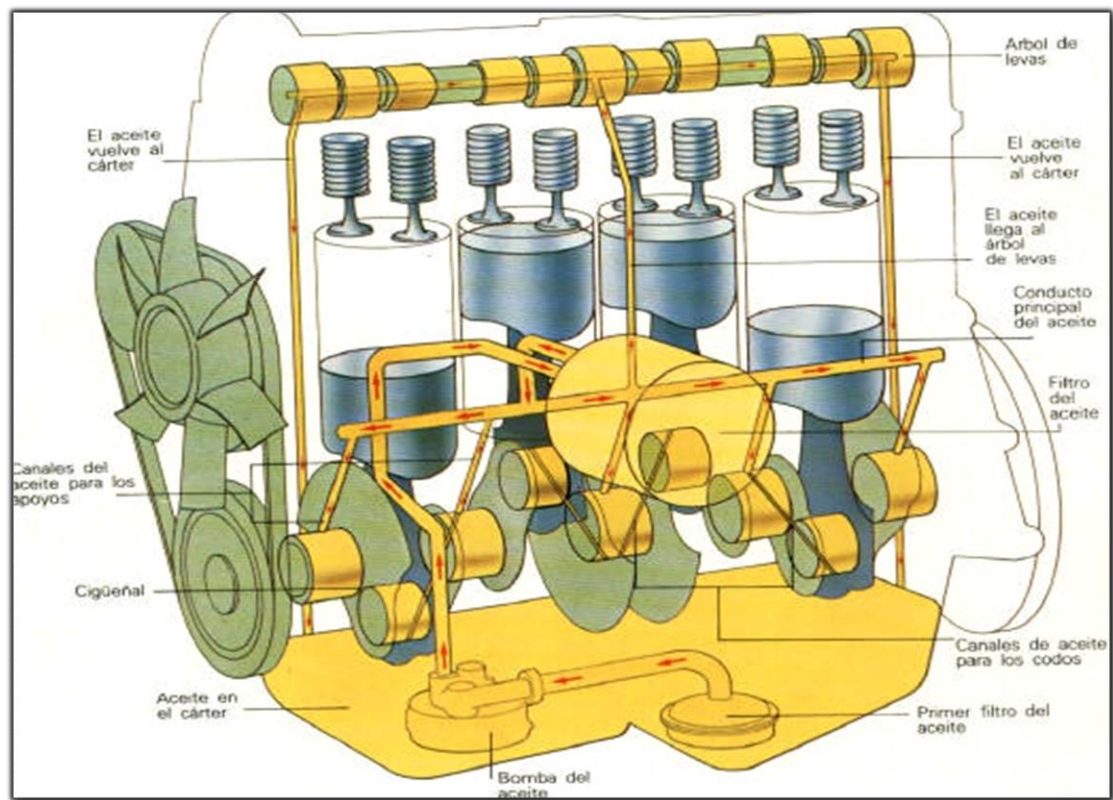


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org>

**5.2.3 Cárter.** Es la zona inferior del bloque motor en la cual se recoge todo el aceite que circula a través del motor. Al ser un sistema cerrado todo el aceite del circuito de lubricación retorna al cárter.

**5.2.4 Galería principal.** Se encarga de distribuir el lubricante por todas las partes del motor: cigüeñal y bielas, distribuidores, árbol de levas y culatas, engranes de distribución, jets y pistones, bomba de inyección, turbocompresor, bomba de Agua, filtro centrífugo, arrastre bomba de agua, etc.

Figura 9.5 Sistema de lubricación



Fuente: <http://www.teamhyundaisv.com>

**5.2.5 Cigüeñal.** Lubrica el eje fundamental del motor y además, a través de él también se envía el aceite a otras partes del motor, como las bielas y los cojinetes de biela.

**5.2.6 Árbol de levas.** El aceite proveniente de la galería principal lubrica el árbol de levas y este lo dirige hacia los ejes de balancines, los propios balancines y el arrastre de la bomba de inyección.

**5.2.7 Distribución.** El aceite que pasa a través de este elemento se dirige a diversas partes del motor como son el eje del turbocompresor, filtro centrífugo, el eje de levas de la bomba de inyección y arrastre de la bomba del agua.

**5.2.8 Balancines.** Se encargan de lubricar el sistema de Válvulas de los gases de la compresión. Proporcionan lubricación a válvulas, asientos, guías y resortes.

### **5.3 Acciones que pueden mejorar su rendimiento de combustible y que involucran al sistema de lubricación<sup>26</sup>**

1. Realice los cambios de aceite y de filtro en los periodos recomendados por el fabricante del vehículo
2. Utilice un aceite de buena calidad de preferencia de la mayor clasificación posible (S.J. que es la última clasificación de API)
3. Utilice un aceite con el índice de viscosidad adecuado, si utiliza un aceite de mayor viscosidad tendrá un mayor consumo de combustible
4. Por ningún motivo opere su motor sin el filtro de aire, este elemento evita que entren partículas de polvo al aceite del motor
5. No sobrepase el nivel requerido de lubricante ya que su motor requiere mover una mayor cantidad del mismo y esto provocando la formación de burbujas en el aceite.
6. No combine el aceite con compuestos que aumenten su viscosidad.

### **5.4 Acciones que pueden dañar el motor a través del sistema de lubricación**

1. No revisar el nivel del aceite lubricante (alto o bajo nivel de lubricante)
2. Mezclar marcas de lubricantes
3. Usar aditivos que no son compatibles con el aceite lubricante
4. Sobrecargar el vehículo
5. Sobre revolucionar el motor en frío o en caliente
6. No cambiar el lubricante

---

<sup>26</sup> Automovilista eficiente. Lubricación de los motores de combustión interna. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México D:F. Disponible en internet: <http://www.conae.gob.mx>

7. No cambiar el o los filtros del lubricante
8. Cambiar el aceite y no el filtro
9. Dejar el motor sin filtro de aire
10. Alargar los periodos de cambio
11. Usar lubricantes de baja calidad
12. Usar filtros de aceite de baja calidad
13. Tener fugas en el sistema

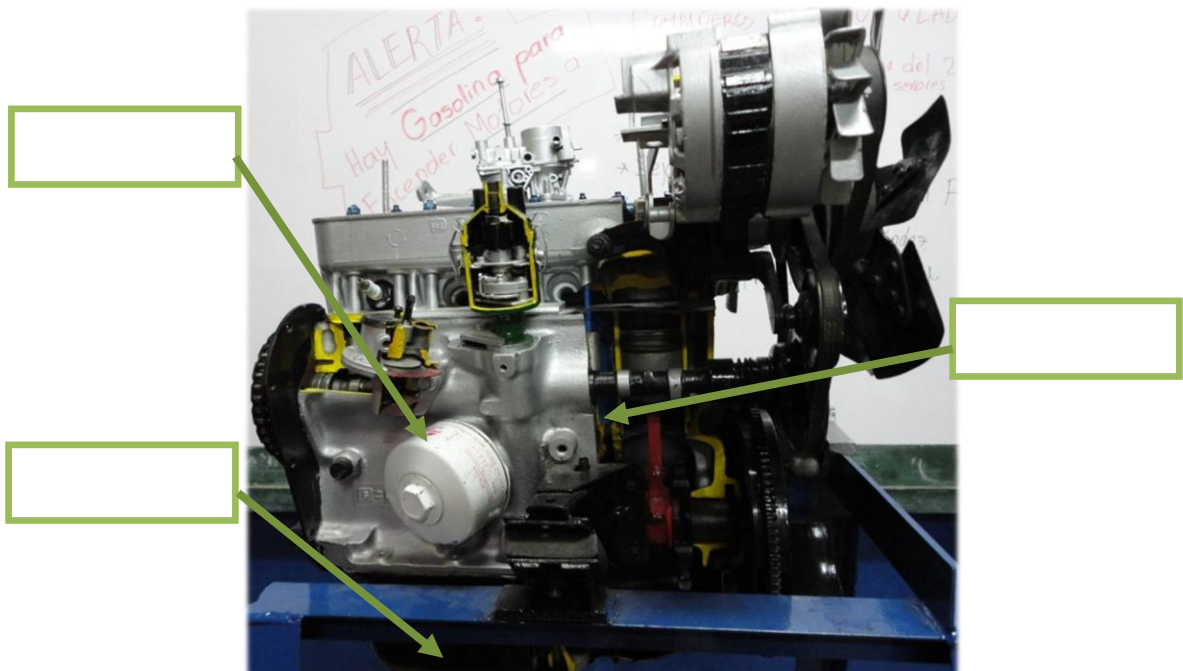
## 6. Procedimiento

Pasos para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante.

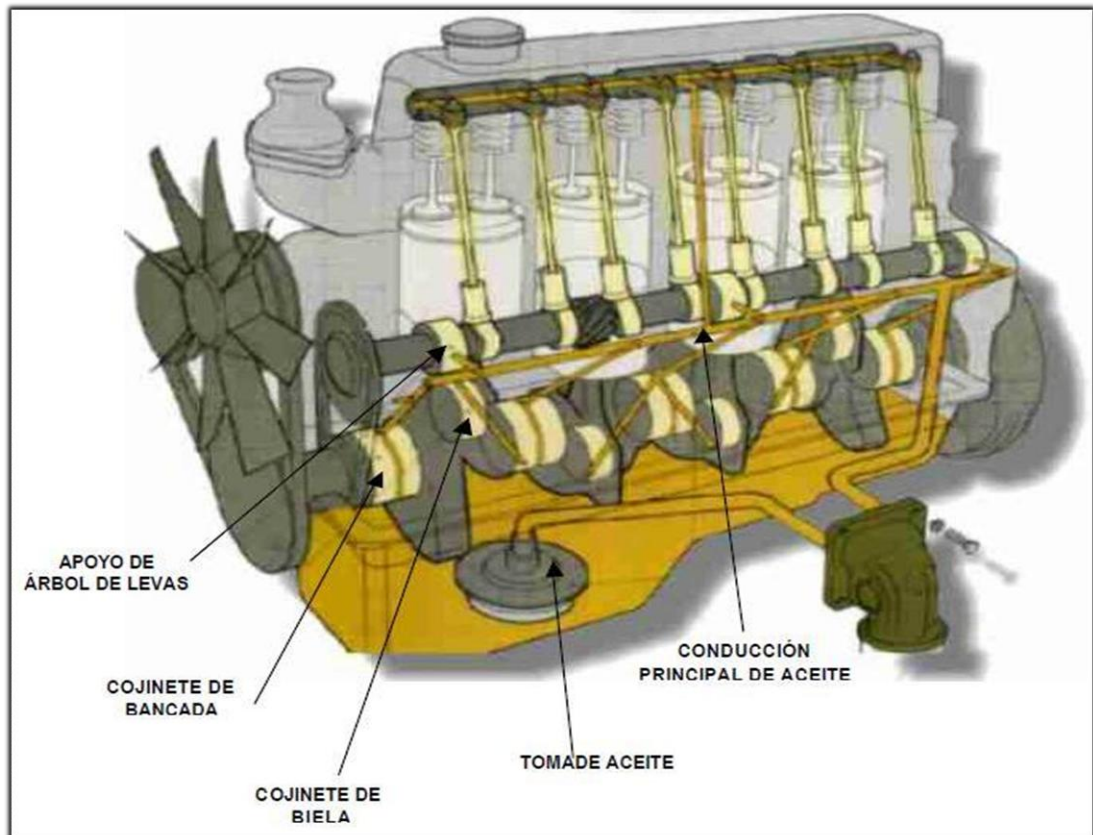
6.2 Con ayuda del auxiliar del laboratorio realizar una inspección en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 4 en corte y el motor Cummins en corte, luego hacer una observación detallada de cada elemento que compone el sistema de lubricación, con el fin de determinar y entender su funcionamiento.

Figura 9.6 Motor Renault 4 en corte



6.3 Identificar, en los diferentes motores didácticos con lo que cuenta el laboratorio, las partes señaladas en la figura 9.7. Utilice las láminas didácticas del laboratorio como ayuda.

Figura 9.7 Partes del sistema de lubricación.



6.4 Tomar las respectivas mediciones para los diferentes elementos del sistema de lubricación en el motor Cummins. Consignar los datos en la tabla 9.1

Tabla 9.1 Medidas de elementos del sistema de lubricación

Elemento	Datos
Diámetro muñones del cigüeñal	
Diámetro externo la bomba	
Diámetro interno de la bomba	
Longitud dientes de la bomba	

6.5 Con las galgas verifique las holguras de la bomba de aceite, compárelos con la tabla 9.2. Registre sus datos en la tabla 9.3

Figura 9.8 Bomba de aceite

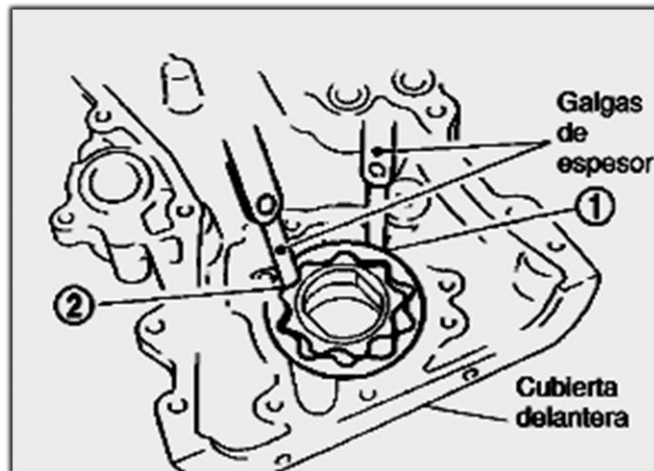


Tabla 9.2 Inspección de la bomba de aceite

Holgura	Unidad: mm
Radial entre el cuerpo y el rotor externo	0,114 - 0,260
Entre las puntas del rotor interno y del rotor externo	Menos de 0,18
Axial entre el cuerpo y el rotor interno	0,050 - 0,090
Axial entre el cuerpo y el rotor externo	0,030 - 0,190
Entre el rotor interno y la parte soldada con bronce del alojamiento	0,045 - 0,091

Tabla 9.3 Toma de datos

Holgura	Unidad: mm
Radial entre el cuerpo y el rotor externo	
Entre las puntas del rotor interno y del rotor externo	
Axial entre el cuerpo y el rotor interno	
Axial entre el cuerpo y el rotor externo	
Entre el rotor interno y la parte soldada con bronce del alojamiento	

6.6 Desmontar el filtro de aceite del motor Toyota F110.

Figura 9.9 Desmote del filtro de aceite

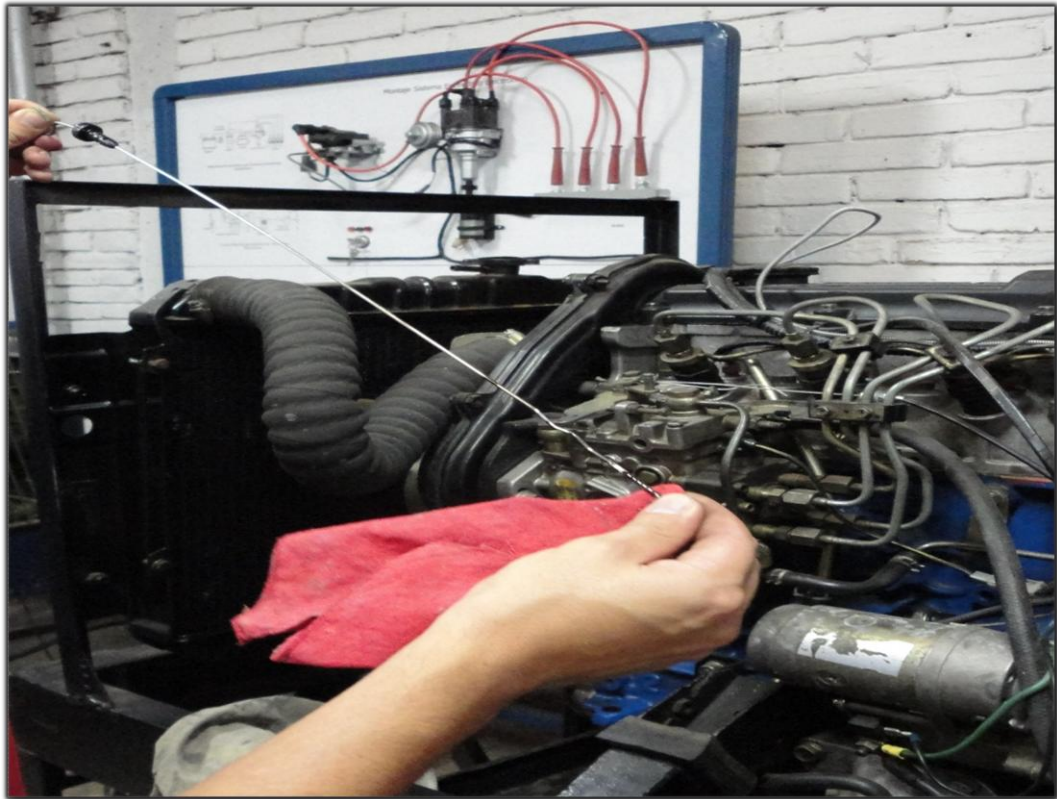


Figura 9.10 Filtro de aceite



6.7 Revise la varilla del aceite del motor Diesel Kia e identifique los puntos del nivel. Identifique la varilla del aceite, sáquela y límpiela con un paño seco, libre de motas, introduzca de nuevo la varilla y retírela nuevamente para hacer la lectura del nivel del aceite.

Figura 9.11 Varilla de aceite del motor Diesel Kia



6.8 Que significa el numero S.A.E. en los aceites utilizados en la lubricación de M.C.I.

Figura 9.12 Aceite para lubricar el motor



6.9 Determinar el caudal de aceite necesario para un motor si se pretende que el aceite de lubricación entre a  $60^{\circ}\text{C}$  y salga a  $75^{\circ}\text{C}$  cuando el motor gira a 2500 r.p.m. Tome en cuenta los siguientes datos para desarrollar el problema: el cojinete de la bancada tiene un diámetro de 50 mm, una longitud de 50 mm y tiene un coeficiente de rozamiento  $\rho = 0.01$ . y la presión específica es de  $200\text{ Kg/cm}^2$ ,

6.10 Enuncie las principales fallas y las posibles soluciones del sistema de lubricación.

6.11 Plenaria para resolución de dudas que puedan surgir en procedimiento anterior.

## 7. Cuestionario

Para las siguientes preguntas seleccione la respuesta correcta:

1. ¿Qué sistema de lubricación, utilizan los motores de dos tiempos?

A.) Lubricación por mezcla.

B.) Lubricación a presión.

C.) Lubricación por cárter seco.

2. ¿Puede llegar un momento en que la presión del aceite enviado por la bomba del motor sea excesiva e innecesaria, pudiendo deteriorar la instalación del sistema de lubricación. Para evitar esto, ¿de qué elemento se dota a la instalación?

A.) De una válvula limitadora de presión.

B.) De un manómetro de presión.

C.) De un muelle de presión.

3. ¿Qué diferencia hay entre un sistema de lubricación a presión y otro de lubricación a presión total?

A.) Que en el primer sistema algunas piezas del motor se lubrican por la proyección de aceite y en el segundo, no.

B.) Que en el segundo sistema el bulón se lubrica con aceite a presión y en el primero no.

C.) Que en el primer sistema se mezcla el aceite con el carburante y en el segundo no.

4. En un motor de dos tiempos, ¿de qué se llena el cárter?

A.) De una mezcla de (gasoil-aceite).

B.) De una mezcla de (gasolina-aceite-aire).

C.) De una mezcla de (gasolina-aire).

Para las siguientes afirmaciones marque falso (F) o verdadero (V) según corresponda:

5. La bomba utilizada normalmente en los sistemas de lubricación son del tipo de pistones, ya que, son las que se desempeñan mejor a presiones elevadas. (V) (F)

6. Las partes principales del motor, como los cojinetes del cigüeñal, tienen lubricación positiva y reciben directamente el aceite a presión. (V) (F)

7. Los engranes de sincronización de muchos motores se lubrican por salpicado. (V) (F)

8. No es función del sistema de lubricación absorber los choques entre los cojinetes y otras piezas, con lo cual se disminuye el ruido y se aumenta la duración del motor. (V) (F)

9. El sistema de lubricación no contribuye con la refrigeración del motor. (V) (F)

10. Formar un buen sello entre los anillos de pistón y la pared de los cilindros es una función bien definida del sistema de lubricación (V) (F)

11. Para permitir que el aceite pase por los pasajes perforados en el bloque del motor y lubrique al cigüeñal, los cojinetes principales deben tener agujeros de alimentación de aceite, de modo que a cada rotación de éste permitan el paso del aceite. (V) (F)

Responda las siguientes preguntas:

12. ¿Cuáles son los tipos de bombas de aceite utilizadas y de donde adquieren su potencia?

13. ¿En qué consiste los radiadores de aceite y cómo están estructurados?

14. ¿Cómo se clasifica el aceite lubricante para el motor? Indique algunos ejemplos.

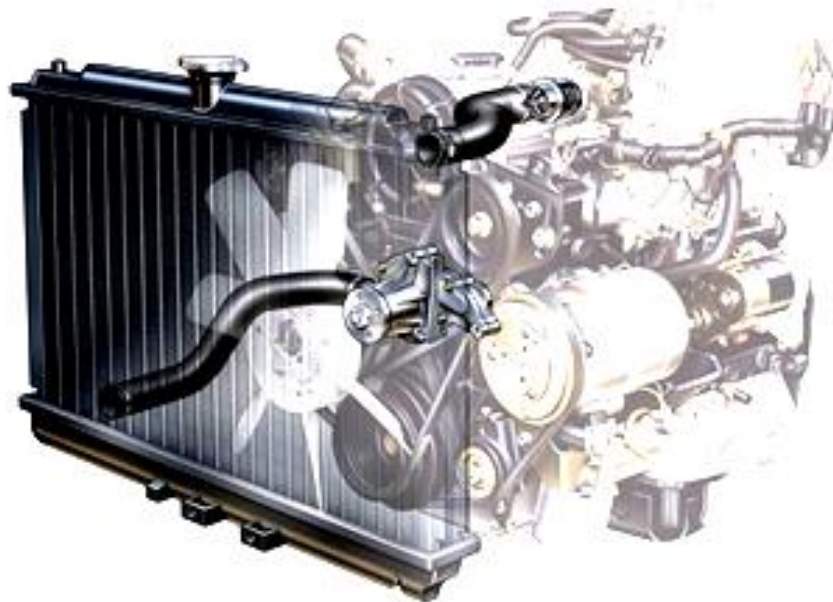
15. ¿Qué determina la selección del aceite lubricante para el motor?

16. ¿Cuáles son los medidores de aceite con los cuales dispone un motor?



## Práctica número 10

### Sistema de enfriamiento en M.C.I.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Analizar y comprender la importancia que tiene el sistema de enfriamiento.
2. Conocer las partes que conforman el sistema de enfriamiento.
3. Mostrar el funcionamiento del sistema de enfriamiento.
4. Describir la clasificación de los sistemas de enfriamiento de acuerdo al tipo de fluido utilizado para enfriar el motor.
5. Implementar diseños que pueden mejorar el rendimiento de M.C.I. que involucran al sistema de enfriamiento.

## **2. Introducción**

Un parámetro primordial que afecta de manera importante el funcionamiento de los Motores de Combustión Interna modernos es la temperatura. En algunas partes del motor se tienen temperaturas mayores de 1000°C (cámara de combustión), en algunos casos los gases de escape salen a 550°C. En un motor más de la tercera parte de energía que se le suministra a través del combustible se pierde en forma de calor. El sistema de enfriamiento es el que se encarga de que los diferentes componentes del motor se mantengan en temperaturas seguras y así evitar que el motor sufra desgastes prematuros o daños importantes y lograr con ello su máximo rendimiento.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

Las aplicaciones para esta práctica están principalmente en la evaluación, mantenimiento y reparación del sistema de enfriamiento en M.C.I. y en el mantenimiento preventivo del automotor

## **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 10)
- ✓ Láminas didácticas de laboratorio
- ✓ Motor Diesel Kia
- ✓ Motor Toyota F110
- ✓ Motor a gasolina, Renault 9
- ✓ Motor Renault 4 en corte

- ✓ Motor Cummins en corte
- ✓ Multímetro

## **5. Fundamentos teóricos**

La función principal del sistema de enfriamiento es mantener la temperatura correcta del motor sacando el calor excesivo generado por la combustión y la fricción. Aproximadamente, el 33 % de la energía térmica que se desarrolla durante la combustión se convierte en potencia utilizable, el 7 % se irradia directamente desde las superficies del motor y el 30 % se saca por el escape. El 30 % restante lo disipa el sistema de enfriamiento.

El refrigerante circula por los pasajes del motor llamados camisas de refrigerante o de agua. El refrigerante absorbe el calor de las superficies calientes del motor y lo lleva al radiador, donde se transfiere a la atmósfera.

El sistema de enfriamiento también ayuda a mantener la temperatura correcta del motor, de la transmisión y del sistema hidráulico mediante el uso de enfriadores de aceite.

### **Objetivo del sistema de enfriamiento**

- ✓ Reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor
- ✓ Disminuir el desgaste de las partes
- ✓ Reducir el calentamiento de los elementos de la máquina que se mueven unos con respecto a otros
- ✓ Mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor. Para cumplir con estos objetivos el sistema cuenta con el refrigerante que es la sustancia encargada de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente, y debe tener las siguientes características: Mantener el refrigerante en estado líquido evitando su evaporación. Esto se logra al cambiar el punto de evaporación de la sustancia refrigerante, Mantener el refrigerante en estado líquido evitando la formación de hielo al bajar la temperatura ambiente, esto se logra al cambiar el punto de congelación de la sustancia refrigerante, tener una gran capacidad para intercambiar calor. El agua es el fluido de enfriamiento básico porque es abundante, barato y

fluye con facilidad. Los productos químicos que contiene un buen anticongelante mejoran las propiedades del agua y la convierten en un excelente fluido de enfriamiento. Estas sustancias están diseñadas para reducir la formación de espuma, reducir cavitación y evitar la corrosión. La base de casi todos los anticongelantes es el etilenglicol o el propilenglicol. Casi todos los fabricantes recomiendan una mezcla de 50 % de anticongelante y agua (mitad y mitad), en áreas muy frías la mezcla puede ser más concentrada pero el límite es 67% (2/3 de anticongelante y 1/3 de agua).

## 5.1 Elementos que conforman el sistema de enfriamiento:

**5.1.1 Bomba de Agua.** La bomba de agua, figura 10.1, provee circulación continua del refrigerante cada vez que el motor gira.

Figura 10.1 Bomba de Agua



Fuente: [www.orma.com](http://www.orma.com).

**5.1.2. Radiador.** El radiador, figura 10.2, transfiere el calor lejos del refrigerante, bajando la temperatura de éste. El refrigerante fluye por los tubos del radiador mientras que el aire circula alrededor de los tubos, proveyendo transferencia de calor hacia la atmósfera. Tenemos tres estilos de radiadores: el estilo convencional, el de panales en zigzag y el radiador de módulos de frente.

Figura 10.2 Radiado



Fuente: <http://www.aquitucarro.com>

**5.1.3. Refrigerante.** El refrigerante es una mezcla de agua, anticongelante (glicol) y acondicionador de refrigerante. Para lograr el enfriamiento adecuado, cada uno debe mantenerse en la proporción correcta.

**5.1.4. Termostato.** El termostato, figura 10.3, como un regulador de temperatura. El termostato ayuda a calentar el motor y a conservar la temperatura del refrigerante y del motor durante a operación. Cuando el motor está frío, el termostato permite circular el refrigerante sólo por el motor, desviándolo del radiador (para ayudar a mantener caliente el motor). Cuando el motor está a la temperatura de operación adecuada, el termostato se abre para permitir que el refrigerante fluya a través del radiador (de este modo se efectúa el enfriamiento). El termostato se abre y se cierra continuamente, a medida que cambia la temperatura.

Figura 10.3 Termostato



Fuente: <http://kalethmecanico2008.blogspot.com/>

**5.1.5. Indicador de la Temperatura del Agua.** El indicador de temperatura, figura 10.4, indica la temperatura del refrigerante. La gama de operación recomendada es generalmente de 880 a 990 0 (1900 a 2100 F).

Figura 10.4. Indicador de la Temperatura del Agua



Fuente: <http://www.compasteam4x4.com>

**5.1.6. Ventilador.** El ventilador introduce a la fuerza el aire alrededor de los tubos del radiador para transferir el calor hacia afuera del refrigerante y bajar la temperatura. Los ventiladores se impulsan con patea desde el cigüeñal.

## 5.2 Clasificación de los sistemas de enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento se clasifican generalmente de acuerdo al tipo de elemento utilizado para enfriar el motor. En algunos casos es un líquido y en otros es aire.

Ambos elementos presentan características muy particulares. En sistemas que manejan aire como elemento refrigerante, se requieren grandes cantidades de este elemento para enfriar al motor, por lo cual su uso está restringido a motores pequeños (como en el caso de algunas motocicletas) o en condiciones muy específicas. Generalmente el aire es llevado al exterior del cilindro el cual cuenta con una serie de aletas para mejorar la transferencia de calor, en otras ocasiones el aire es utilizado además para enfriar un radiador por el cual circula el aceite lubricante y es éste el que realmente enfría al motor.

Estos sistemas son muy confiables ya que no presentan fugas de la sustancia refrigerante pero no son tan eficientes como los que utilizan una sustancia líquida además de que proporcionan un mejor control de la temperatura en los cilindros y la cámara de combustión.

**5.2.1 Circuito del líquido refrigerante en el motor.** Una banda acoplada a la polea del cigüeñal mueve la polea de la bomba de agua, ésta provoca el movimiento del líquido refrigerante del motor hacia el radiador, en él se hace pasar una corriente de aire movida por el ventilador hacia el líquido refrigerante, lo que le permite bajar su temperatura y, a través de unas mangueras, este líquido retorna hacia el motor para volver a iniciar el ciclo.

El líquido que entra al motor transfiere parte del calor generado en la cámara de combustión removiéndolo de la parte superior del cilindro, de las válvulas de admisión y de escape, y del mismo cilindro a través de las camisas que lo envuelven y que forman parte del monoblock. Este líquido caliente es impulsado por la bomba de agua y enviado hacia el radiador pasando por el termostato concluyendo así el ciclo.

Cuando el motor está por debajo de la temperatura de operación, el termostato bloquea el flujo de agua hacia el radiador, circulando éste solamente por las camisas de agua para elevar la temperatura de manera homogénea hasta un nivel óptimo.

### **5.3 Acciones que pueden mejorar su rendimiento de combustible que involucran al sistema de enfriamiento.**

- ✓ Revise el tiempo que tarda en llegar a la temperatura normal de operación su motor. Si es mayor de 4 minutos es probable que no funcione el termostato
- ✓ Revise la tensión de la banda que mueve la bomba de agua, si la banda está floja se tendrá sobrecalentamiento en el motor
- ✓ Utilice únicamente el líquido refrigerante que recomienda el fabricante del vehículo
- ✓ Evite modificar la parte frontal de su vehículo cambiando la parrilla o colocando faros de niebla o emblemas que obstaculicen el flujo de aire hacia el radiador
- ✓ No acelere un motor frío para calentarlo, esto le resta vida a su motor además de que emiten mayores emisiones
- ✓ Evite “puentear” el motor del ventilador esto hace que el ventilador funcione todo el tiempo, lo cual no es necesario

### **5.4 Causas comunes de sobrecalentamiento del motor**

- ✓ No revisar el nivel del líquido refrigerante
- ✓ Mezclar marcas diferentes de refrigerantes
- ✓ Usar aditivos que no son compatibles con el líquido refrigerante
- ✓ Modificar la parte frontal del vehículo restringiendo el paso de aire hacia el radiador
- ✓ No cambiar el lubricante por lo menos una vez al año
- ✓ Usar líquidos refrigerantes de baja calidad
- ✓ Tener fugas en el sistema
- ✓ Cambiar el tipo de Tapón del radiador
- ✓ No cambiar mangueras dañadas, cuarteadas, rajadas, duras o muy suaves (esponjosas)

- ✓ No cambiar bandas dañadas
- ✓ Limpiar las mangueras del radiador con diesel, aceite, gasolina o solventes
- ✓ Usar mangueras de radiador que no sean originales
- ✓ Quitar la tolva del radiador
- ✓ Modificar (cerrar) las ranuras de ventilación en los motores enfriados por aire
- ✓ El termostato se queda pegado o no abre
- ✓ El embrague del ventilador es defectuoso o está dañado
- ✓ El motor del ventilador no opera
- ✓ La bomba de agua se encuentra dañada

## **5.5 Mantenimiento**

Los sistemas de enfriamiento de los motores requieren de un mantenimiento periódico para poder continuar funcionando correctamente. Estas revisiones varían desde comprobar el nivel de fluido de enfriamiento e inspeccionar las bandas y mangueras, hasta el reemplazo del fluido de enfriamiento.

Los sistemas de enfriamiento que reciben un mantenimiento adecuado brindan normalmente una operación libre de problemas durante toda la vida. El mantenimiento del sistema de enfriamiento debe ser de la siguiente manera:

- ✓ Limpieza y lavado del radiador
- ✓ Revisar el nivel de refrigerante cuando el motor está frío, el nivel de refrigerante debe estar levemente por encima de la marca inferior en el tanque recuperador, ubicado en el lado izquierdo del motor
- ✓ Revisar y limpiar la tapa del radiador ya que puede haber acumulación de sedimentos alrededor del sello y pueden conducir a un sellado inadecuado en la tapa del radiador, fugas y posible contaminación del refrigerante

## 5.6 Precauciones que se deben tener al revisar el sistema de enfriamiento

Recuerde que en muchos automóviles la temperatura del fluido de enfriamiento es superior al punto de ebullición, se recomienda que nunca se quite el tapón del radiador cuando el motor esté caliente; la liberación de la presión puede ser que ocurra una ebullición inmediata y violenta. Numerosas lesiones, e incluso muertes, se han derivado de quemaduras causadas por fluido de enfriamiento en ebullición. Si es absolutamente necesario retirar el tapón, cúbrase éste con un trapo suave, manténgase a un brazo de distancia y espérese la salida de agua caliente o vapor.

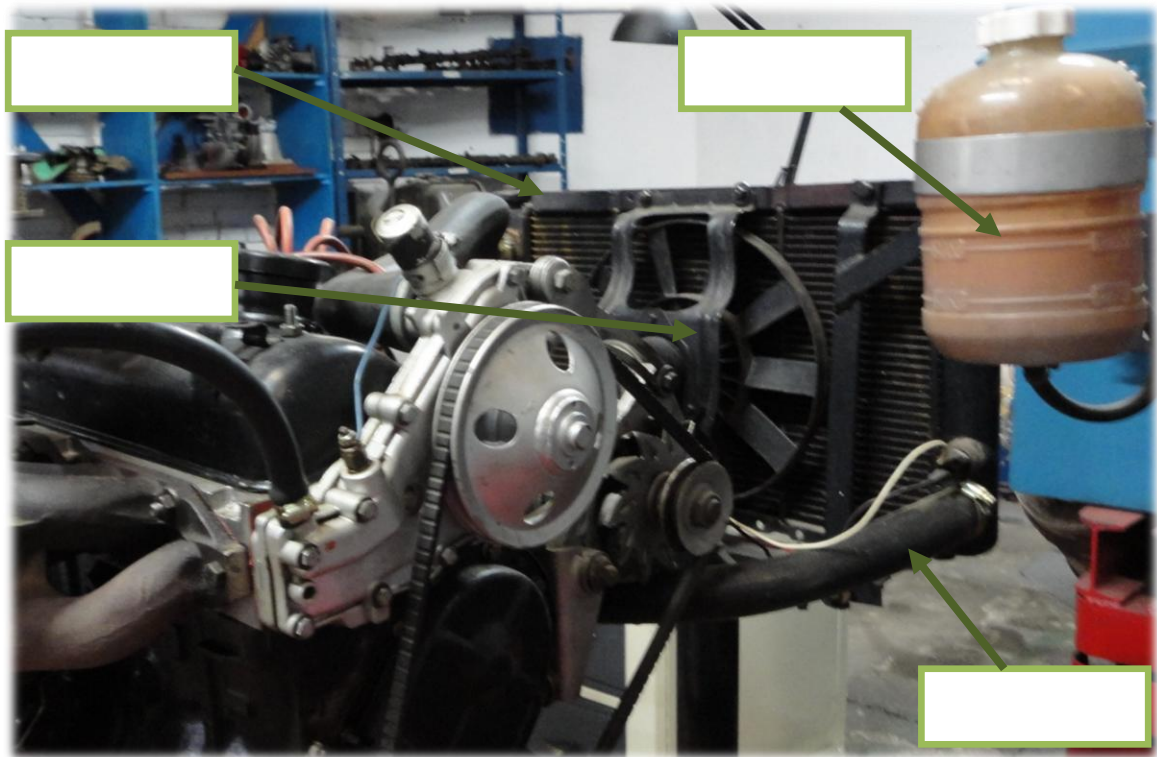
## 6. Procedimiento

Paso para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante.

6.2 Con ayuda del auxiliar de laboratorio realizar una inspección en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 9 y el motor Cummins en corte, luego identificar el sistema de enfriamiento, con el fin de determinar cada una de sus partes y entender su funcionamiento.

Figura 10.5 Motor a gasolina, Renault 9



6.3 Observando los la figura 10.6, identifique las partes del sistema de enfriamiento en los diferentes motores del laboratorio.

Figura 10.6 Sistema de enfriamiento del M.C.I.

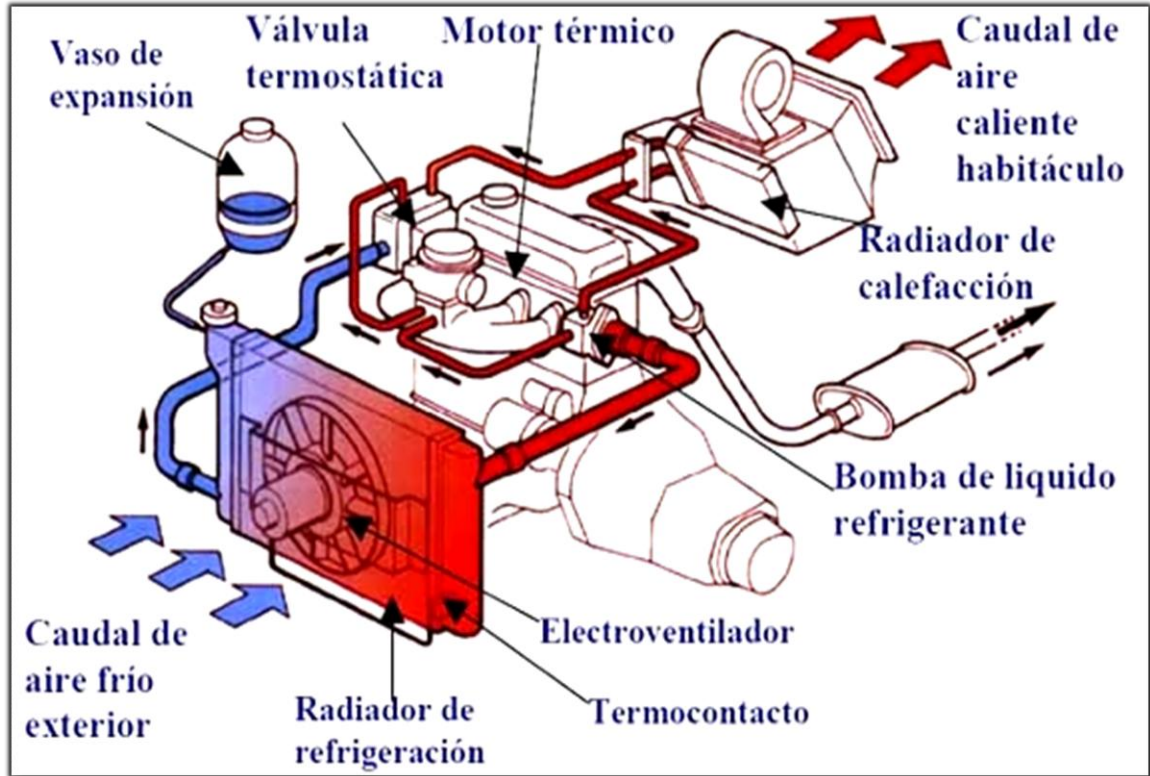
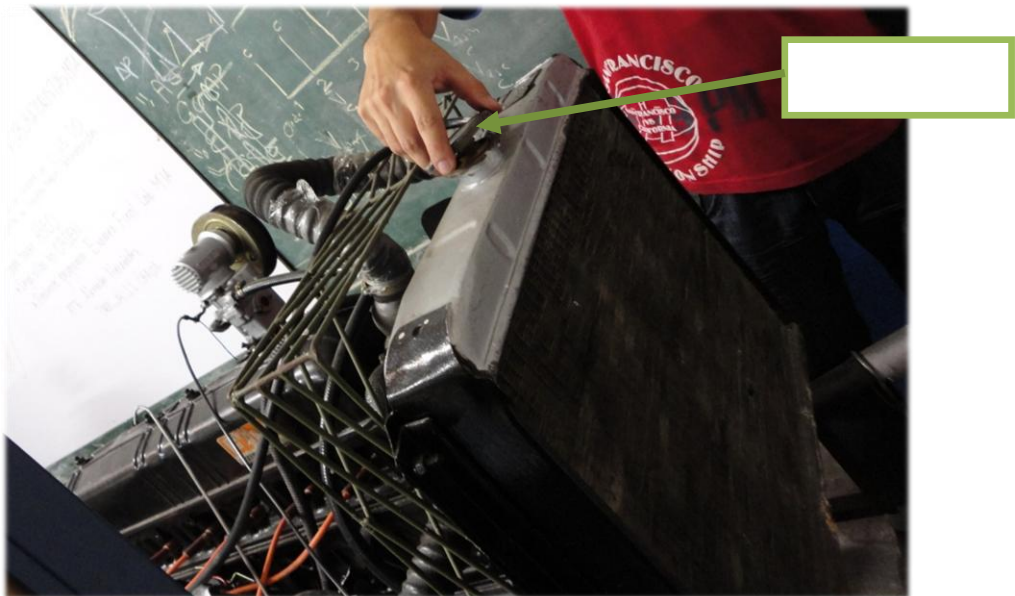


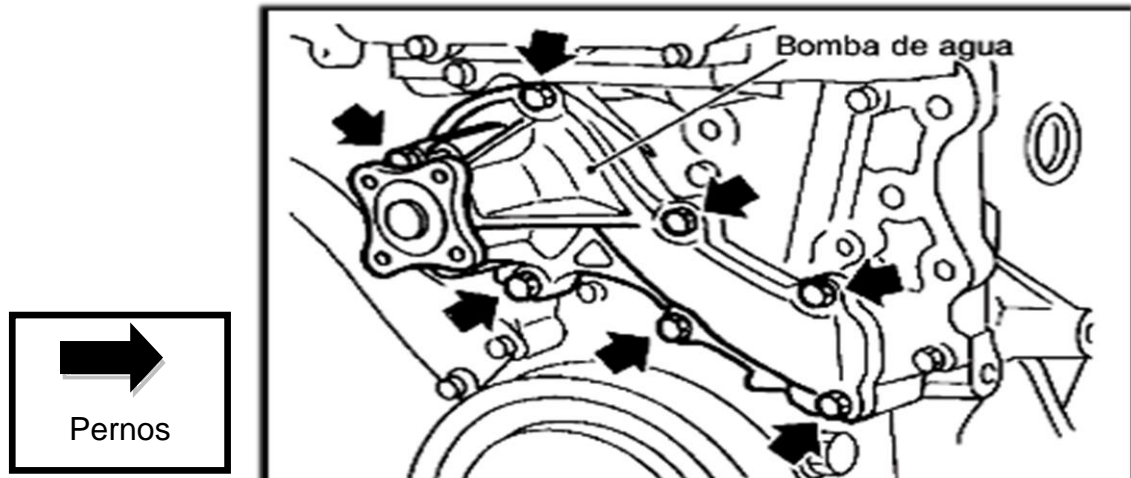
Figura 10.7 Toyota F110



6.4 Desmonte la bomba d agua del motor Toyota F110. Teniendo en cuenta los siguientes pasos:

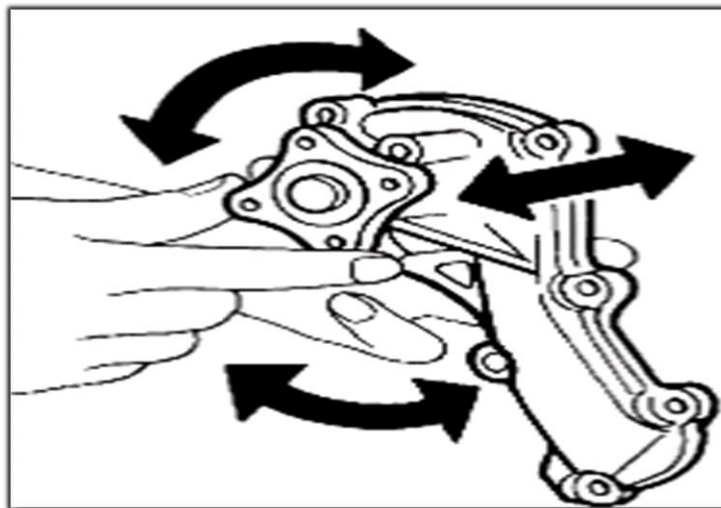
1. Aflojar los pernos de la polea de la bomba de agua.
2. Desmontar los pernos de la bomba de agua.

Figura 10.8 Pernos de la bomba de agua



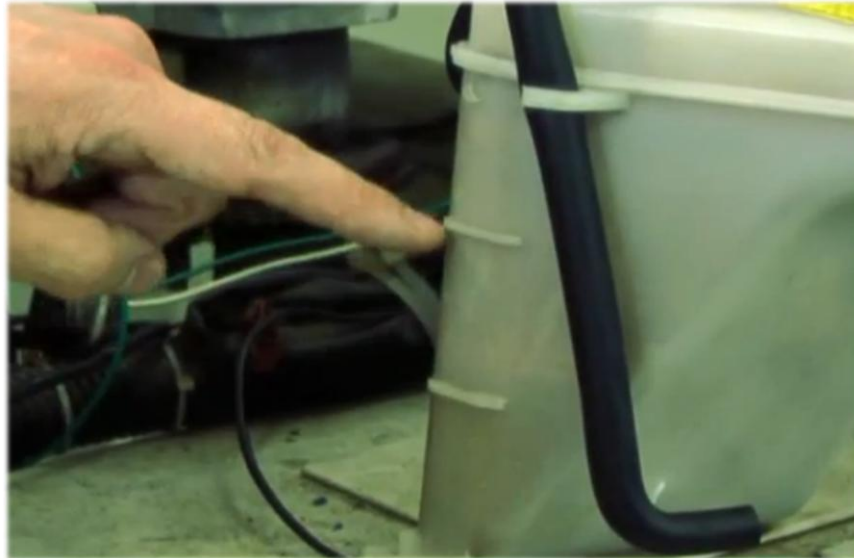
3. Desmontar la bomba de agua.
4. Inspeccionar la bomba de agua comprobando si hay óxido o corrosión en el conjunto del cuerpo y la aspa, además comprobar si funciona deficientemente debido a un excesivo juego axial.

Figura 10.9 Inspección de la bomba de agua



6.5 Observar e identificar, en el motor a gasolina, Renault 9, el depósito del líquido refrigerante. Observar las marcas del nivel máximo y mínimo.

Figura 10.10 Depósito de líquido refrigerante



6.6 Prueba del refrigerante: medir el pH del líquido refrigerante en el motor a gasolina, Renault 9, introduciendo el positivo del multímetro en el depósito del líquido refrigerante, haciendo que la punta toque el líquido, el negativo se coloca a tierra, por ejemplo al negativo de la batería. Compruebe que el pH del líquido del refrigerante este en los valores indicados por el fabricante, el cual debe estar alrededor de 0.05.-0.07.

Figura 10.11 Medición del pH del líquido refrigerante (Paso 1)



1

Introducir el positivo del multímetro en el depósito del líquido refrigerante

Figura 10.12 Medición del pH del líquido refrigerante (Paso 2)



2

El negativo del multímetro se coloca a tierra.

Figura 10.12 Medición del pH del líquido refrigerante (Paso 3)



3

El pH del líquido del refrigerante debe estar en los valores indicados por el fabricante, alrededor de 0.05.-0.07.

## 7. Cuestionario

En el siguiente cuestionario seleccione la respuesta correcta:

1. Si el termostato del sistema de refrigeración permanece atascado en la posición de abierto...
  - A. El motor alcanzará rápidamente la temperatura óptima de funcionamiento.
  - B. El motor tarda en alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento.
  - C. Impide el paso del líquido de refrigeración, con lo que el motor toma temperatura rápidamente.

2. El eje de la bomba centrífuga, en sistema de refrigeración, es excéntrico en el cuerpo de la misma, con el objeto de...

- A. Mayor caudal de líquido.
- B. Facilidad de montaje.
- C. Economizar el paso de líquido alrededor de la rueda

3. El termostato....

- A. Regula la temperatura del motor
- B. Regula la temperatura del agua

En las siguientes afirmaciones, marque V si la afirmación es verdadera y F si es falsa:

4. El sistema de enfriamiento se encarga de absorber por lo menos el 50% del calor generado en la combustión. (V) (F)

5. El líquido enfriador es una mezcla de agua con aditivos químicos para reducir la corrosión. (V) (F)

6. La cantidad de líquido que fluye en cada dirección se controla con el radiador. (V) (F)

Responda las siguientes preguntas:

7. ¿Cuáles son las partes del sistema de enfriamiento?

8. ¿Cuál es la objeción principal al uso del agua como elemento de refrigeración y de que forma se puede solventar esa situación?

9. ¿En que consiste el fenómeno de termosifón?

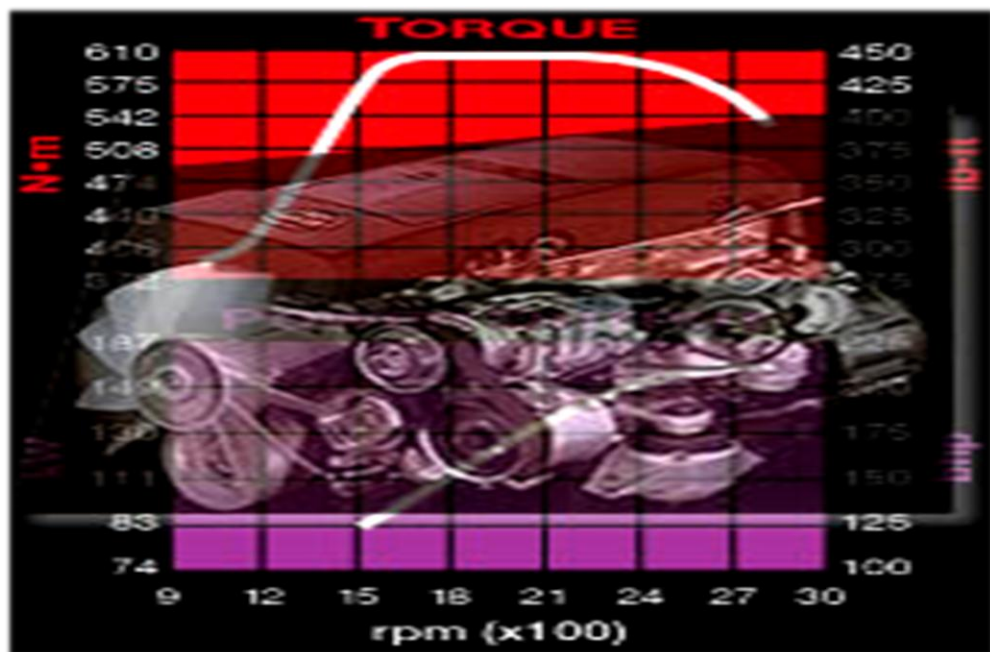
10. ¿Cuál es la función del termóstato y cual es su conformación?

11. Establezca la importancia del ventilador, ¿dónde esta montado y como se acciona?



## Práctica número 11

### Simulación de ciclos del MCI



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas

Escuela de Ingeniería Mecánica

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. El objetivo principal de esta práctica consiste en que el estudiante reconozca la importancia que tienen el software (SIMTA) para realizar estudios sobre los procesos termofluidodinámicos en M.C.I.
2. Identificar las características más importantes del ciclo termodinámico Diesel y Otto.
3. Al final de la práctica el alumno estará en capacidad de realizar estudios paramétricos simples en los ciclos de trabajo, a la hora de realizar posibles modificaciones sobre un MCI.

## **2. Introducción.**

En esta práctica se estudiara los fenómenos involucrados en los ciclos reales de trabajo de los MCI, así como también la influencia de los diferentes parámetros de estos ciclos.

La transformación de energía calorífica en mecánica en el MCI es un proceso complejo. Su realización en condiciones reales está ligada con el surgimiento de pérdidas adicionales que se consideran en la segunda ley de la termodinámica. El ciclo Otto es el ciclo termodinámico ideal que se aplica en los Motores de Combustión Interna de encendido provocado (motores de gasolina), se caracteriza porque en una primera aproximación teórica, todo el calor se aporta a volumen constante. El ciclo del motor Diesel ideal de cuatro tiempos es una idealización del diagrama del indicador de un motor Diesel, en el que se omiten las fases de renovación de la carga, y se asume que el fluido termodinámico que evoluciona es un gas perfecto. Además, se acepta que todos los procesos son ideales y reversibles, y que se realizan sobre el mismo fluido. Aunque todo ello lleva a un modelo muy aproximado del comportamiento real del motor, permite al menos extraer una serie de conclusiones cualitativas con respecto a este tipo de motores.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

Las aplicaciones en esta práctica están en el manejo de programas informáticos para realizar estudios de parámetros en M.C.I. y con estos hacer posibles modificaciones al motor

#### 4. Material y equipo a utilizar.

- ✓ Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 11)
- ✓ Literatura relacionada con simulación de ciclos del MCI.
- ✓ Programa informático SIMTA

#### 5. Fundamentos teóricos

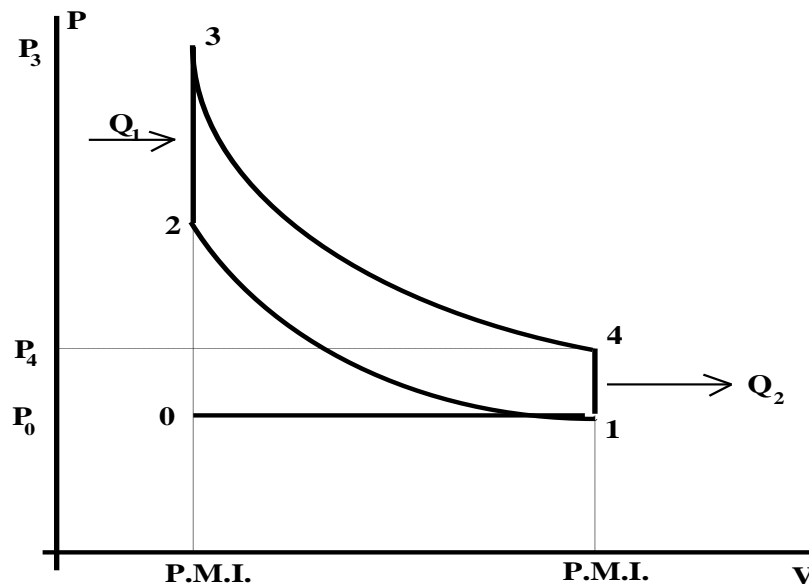
A continuación se describe brevemente los ciclos teóricos Otto y Diesel

##### 5.1 Ciclo teórico Otto

El motor a gasolina, también conocido como motor Otto, es el más empleado en la actualidad, y realiza la transformación de energía calorífica en mecánica fácilmente utilizable en cuatro fases, durante las cuales un pistón que se desplaza en el interior de un cilindro efectúa cuatro desplazamientos o carreras alternativas y, gracias a un sistema biela-manivela, transforma el movimiento lineal del pistón en movimiento de rotación del árbol cigüeñal, realizando este dos vueltas completas en cada ciclo de funcionamiento.

El ciclo Otto teórico representado gráficamente en un diagrama **P-V**, en la figura 11.1, se puede considerar ejecutado según las transformaciones termodinámicas que se presentan a continuación:

Figura 11.1 Diagrama P-V de un ciclo Otto teórico



**5.1.1 Admisión.** Se supone que la circulación de los gases desde la atmósfera al interior del cilindro se realiza sin rozamiento, con lo que no hay pérdida de carga y, por tanto, la presión en el interior del cilindro durante toda esta carrera se mantiene constante e igual a la atmosférica.

**5.1.2 Compresión.** Se supone que, como se realiza muy rápidamente, el fluido operante no intercambia calor con el medio exterior, por lo que la transformación puede ser considerada a calor constante.

**5.1.3 Combustión.** Se supone que salta la chispa y se produce una combustión instantánea del combustible, produciendo una cantidad de calor  $Q_1$  (figura 11.1). Al ser tan rápida se puede suponer que el pistón no se ha desplazado, por lo que el volumen durante la transformación se mantiene constante.

**5.1.4 Trabajo.** Se supone que debido a la rapidez de giro del motor los gases quemados no tienen tiempo para intercambiar calor con el medio exterior, por lo que se puede considerar que sufren una transformación a calor constante.

**5.1.5 Primera fase del escape.** Se supone una apertura instantánea de la válvula de escape, lo que genera una salida tan súbita de gases del interior del cilindro y una pérdida de calor  $Q_2$ , (figura 11.1), que permite considerar una transformación a volumen constante.

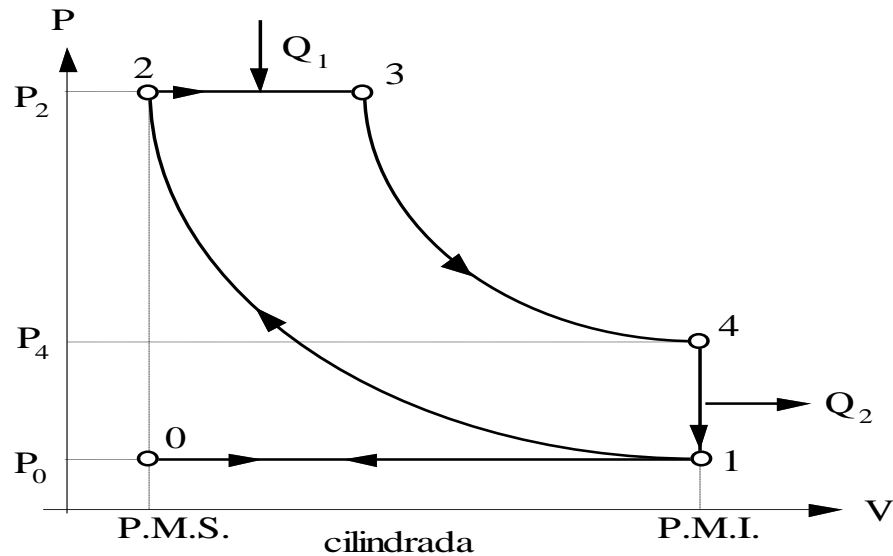
**5.1.6 Segunda fase del escape.** El pistón al desplazarse hacia el P.M.S., (figura 11.1), provoca la expulsión de gases remanentes en el interior del cilindro, y se supone que los gases quemados no ofrecen resistencia alguna para salir a la atmósfera, por lo que la presión en el interior del cilindro se mantiene constante e igual a la atmosférica.

## 5.2 Ciclo Diesel teórico

El motor Diesel de cuatro tiempos tiene una estructura semejante a los motores de explosión, salvo ciertas características particulares. El pistón desarrolla cuatro carreras alternativas mientras el cigüeñal gira  $720^\circ$ . Como el motor de ciclo Otto, realiza el llenado y evacuación de gases a través de dos válvulas situadas en la culata, cuyo movimiento de apertura y cierre está sincronizado con el cigüeñal a través del sistema de distribución por el árbol de levas.

En la figura 11.2 se representa gráficamente, en un diagrama **P-V**, el ciclo Diesel teórico

Figura 11.2 Diagrama P-V del ciclo Diesel teórico



**5.2.1 Admisión.** Durante la admisión se supone que el cilindro se llena totalmente de aire que circula sin rozamiento por los conductos de admisión, por lo que se puede considerar que la presión se mantiene constante e igual a la presión atmosférica. Es por lo que esta carrera puede ser representada por una transformación isóbara.  $P = K$

**5.2.2 Compresión.** Durante esta carrera el aire es comprimido hasta ocupar el volumen correspondiente a la cámara de combustión y alcanza en el punto **(2)**, (figura 11.2), presiones del orden de  $50 \text{ kp/cm}^2$ . Se supone que por hacerse muy rápidamente no hay que considerar pérdidas de calor, por lo que esta transformación puede considerarse adiabática. La temperatura alcanzada al finalizar la compresión supera los  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ , que es la temperatura necesaria para producir auto inflamación del combustible sin necesidad de chispa eléctrica

**5.2.3 Inyección y combustión.** Durante el tiempo que dura la inyección, el pistón inicia su descenso, pero la presión del interior del cilindro se supone que se mantiene constante, transformación isóbara, debido a que el combustible que entra se quema progresivamente a medida que entra en el cilindro, compensando el aumento de volumen que genera el desplazamiento del pistón. Esto se conoce como retraso de combustión.

Terminada la inyección se produce una expansión **(3-4)**, (figura 11.2), la cual como la compresión se supone que se realiza sin intercambio de calor con el medio

exterior, por lo que se considera una transformación adiabática. La presión interna desciende a medida que el cilindro aumenta de volumen.

**5.2.3 Primera fase del escape.** En el punto **(4)**, (figura 11.2), se supone que se abre instantáneamente la válvula de escape y se supone que los gases quemados salen tan rápidamente al exterior, que el pistón no se mueve, por lo que se puede considerar que la transformación que experimentan es una isocora. La presión en el cilindro baja hasta la presión atmosférica y una cantidad de calor **Q<sub>2</sub>**, (figura 11.2), no transformado en trabajo es cedido a la atmósfera.

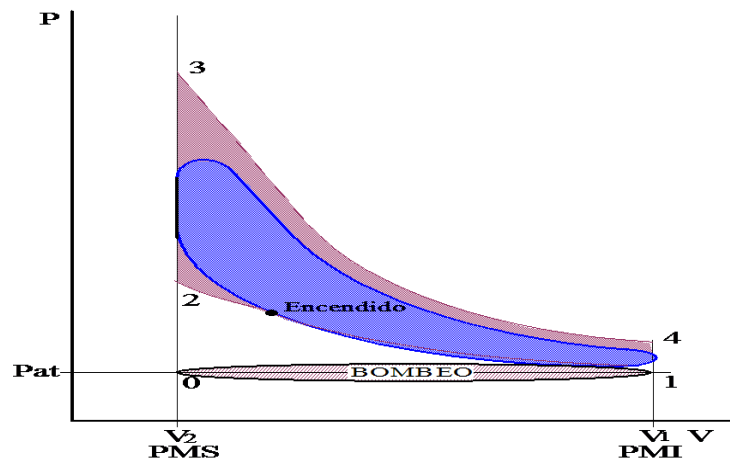
**5.2.4 Segunda fase del escape.** Los gases residuales que quedan en el interior del cilindro son expulsados al exterior por el pistón durante su recorrido **(1-0)**, (figura 11.2), hasta el P.M.S., (figura 11.2). Al llegar a él se supone que de forma instantánea se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión para iniciar un nuevo ciclo. Como se supone que no hay pérdida de carga debida al rozamiento de los gases quemados al circular por los conductos de escape, la transformación **(1-0)**, (figura 11.2), puede ser considerada como isóbara.

Como se puede observar, este ciclo difiere del ciclo Otto en que la aportación de calor se realiza a presión constante, con una carrera de trabajo menos efectiva debido al retraso de la combustión.

### 5.3 Ciclo real en M.C.I.

Ciclo real es el que refleja las condiciones efectivas de funcionamiento de un motor. En la figura 11.3 se observa gráficamente, en un diagrama **P-V**, el ciclo Otto real y teórico simultáneamente

Figura 11.3 Ciclos Otto teórico y real



Las diferencias que surgen entre el ciclo real y el ciclo teórico, tanto en los motores de ciclo Otto, como en los de ciclo Diesel, están causadas por:

**5.3.1 Pérdidas de calor.** las cuales son bastante importantes en el ciclo real, ya que al estar el cilindro refrigerado, para asegurar el buen funcionamiento del pistón, una cierta parte de calor del fluido se transmite a las paredes, y las líneas de compresión y expansión no son adiabáticas sino poli trópicas, con exponente  $n$ , diferente de  $\gamma$ .

**5.3.2 Tiempo de apertura y cierre de la válvula de admisión y de escape.** Aunque en el ciclo teórico se supuso que la apertura y cierre de válvulas ocurría instantáneamente, al ser físicamente imposible, esta acción tiene lugar en un tiempo relativamente largo, por lo que, para mejorar el llenado y vaciado del cilindro, las válvulas de admisión y de escape se abren con anticipación lo que provoca una pérdida de trabajo útil.

**5.3.3 Combustión no instantánea.** Ya que aunque en el ciclo teórico se supone que la combustión se realiza según una transformación isocora instantánea, en el ciclo real la combustión dura un cierto tiempo. Por ello, si el encendido o la inyección tuviesen lugar justamente en el P.M.S., la combustión ocurriría mientras el pistón se aleja de dicho punto, con la correspondiente pérdida de trabajo.

**5.3.4 Pérdidas por bombeo.** Las cuales aunque en el ciclo teórico se supone que tanto la admisión como el escape se realizan a presión constante, considerando que el fluido activo circula por los conductos de admisión y escape sin rozamiento, en el ciclo aparece una pérdida de carga debida al rozamiento, que causa una notable pérdida energética.

Cabe destacar que en los motores Diesel las pérdidas por bombeo son inferiores a las que se producen en los de ciclo Otto, pues no hay estrangulamiento al paso del aire durante la admisión ya que estos motores no utilizan carburador.

## **5.4 Programa informático SIMTA.**

El software SIMTA es un programa informático para la simulación de los ciclos reales, teóricos y real isentrópico en M.C.I., desarrollados por los estudiantes JOSÉ LUIS BARBOSA y JUAN FELIPE SALCEDO con la dirección de JORGE LUIS CHACÓN y la codirección de MANUEL GUILLERMO FLÓREZ.

El programa SIMTA esta diseñado para ser accedido vía web en la dirección <https://sistemas.uis.edu.co/simta>, este link lo arrojará directamente a la página principal (figura 11.4), donde se encuentra alojado el programa.

Figura 11.4 Página principal para el ingreso al programa SIMTA



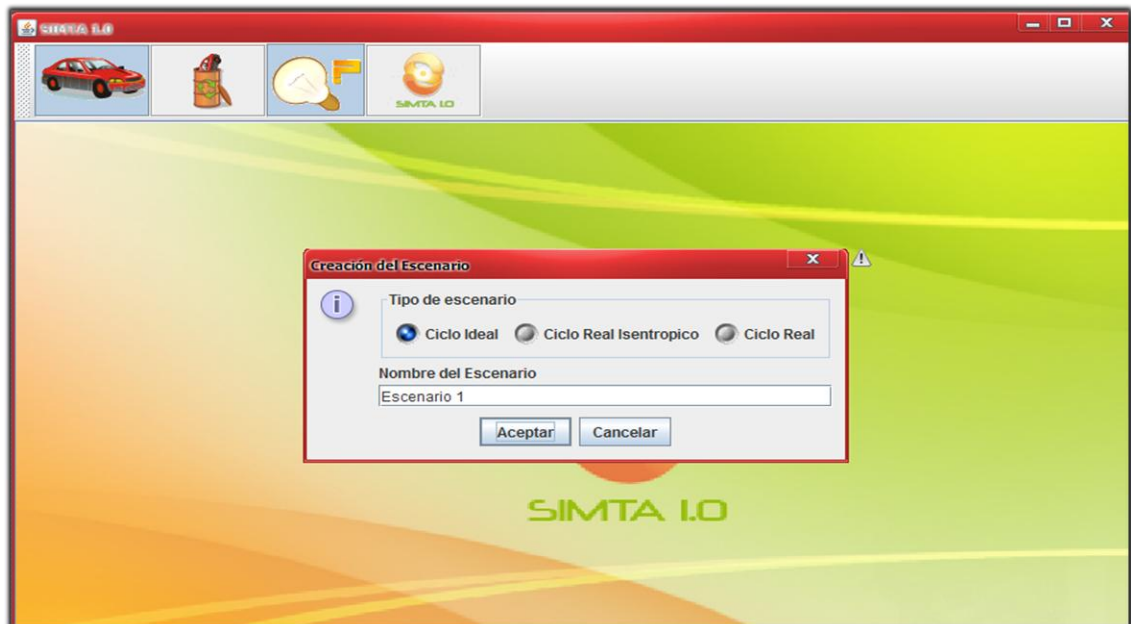
En la parte central de la página principal se encuentra el botón “SIMTA1.0”, pinchando este botón, se abrirá una ventana emergente que contiene el siguiente menú: “Crear escenario”, “Eliminar escenario”, “Ayuda”, “Acerca de”. Ver figura 11.5.

Figura 11.5 Menú principal del programa SIMTA.



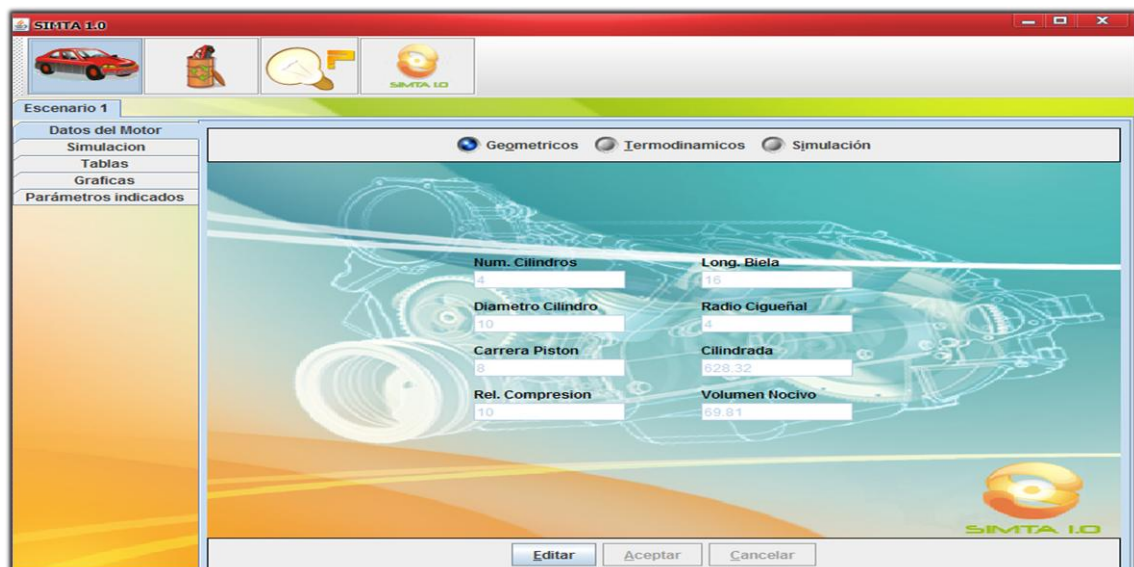
Al dar clic en el icono “*Crear escenario*” se abre una ventana de selección de escenario donde aparece una caja de texto “*Nombre del escenario*” y donde se puede escoger una de las siguientes opciones: Ciclo real, Ciclo real isentrópico y Ciclo ideal, finalmente para simular se da clic en “*aceptar*”. Ver figura 11.6

Figura 11.6 Menú de “*Crear escenario*” del programa SIMTA



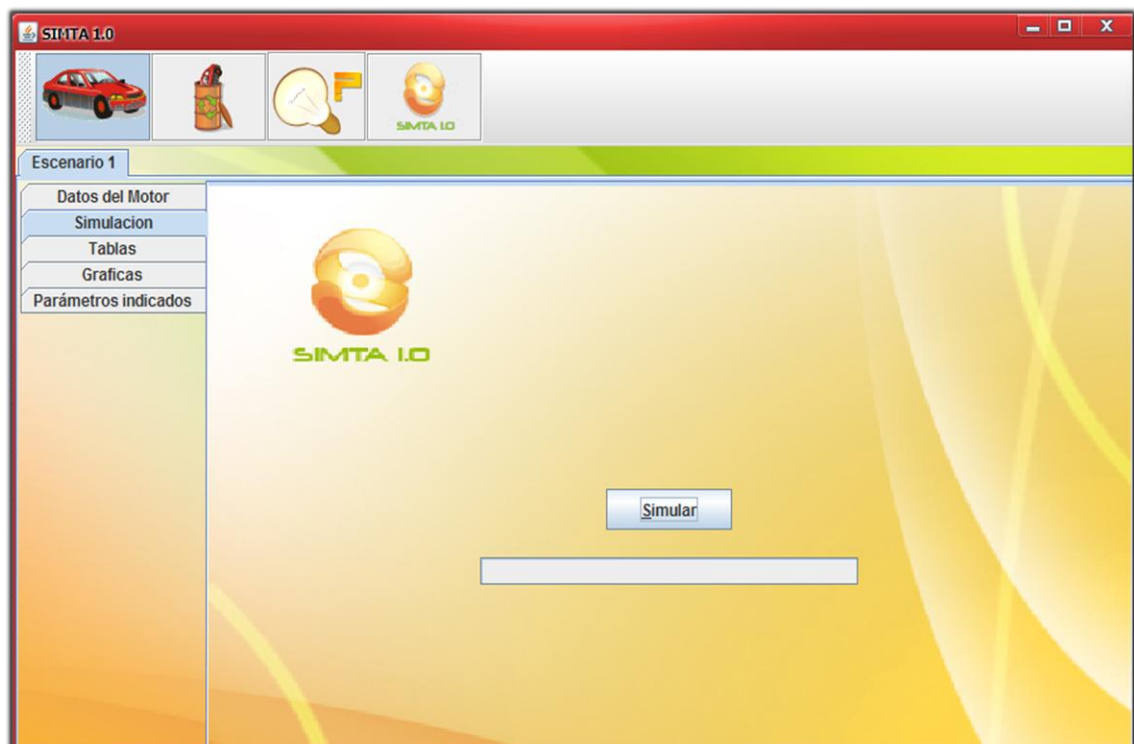
Después de escoger el escenario aparece la siguiente ventana: (ver figura 11.7)

Figura 11.7 Datos del escenario seleccionado



En la parte superior izquierda aparece el botón “*Datos del motor*” y en la parte superior central de la ventana se muestra el menú: “*Geométricos*”, “*Termodinámicos*” y “*Simulación*”. Pinchando el botón “*Editar*”, ubicado en la parte inferior central de la ventana, se pueden modificar los datos del motor que se deseen (geométricos, termodinámicos y simulación). Posteriormente se hace clic en la pestaña “*Simulación*”, ubicado en la parte superior izquierda, donde aparecerá habilitado el botón “*Simular*” y una barra que nos muestra el progreso de la simulación. (Ver figura 11.8)

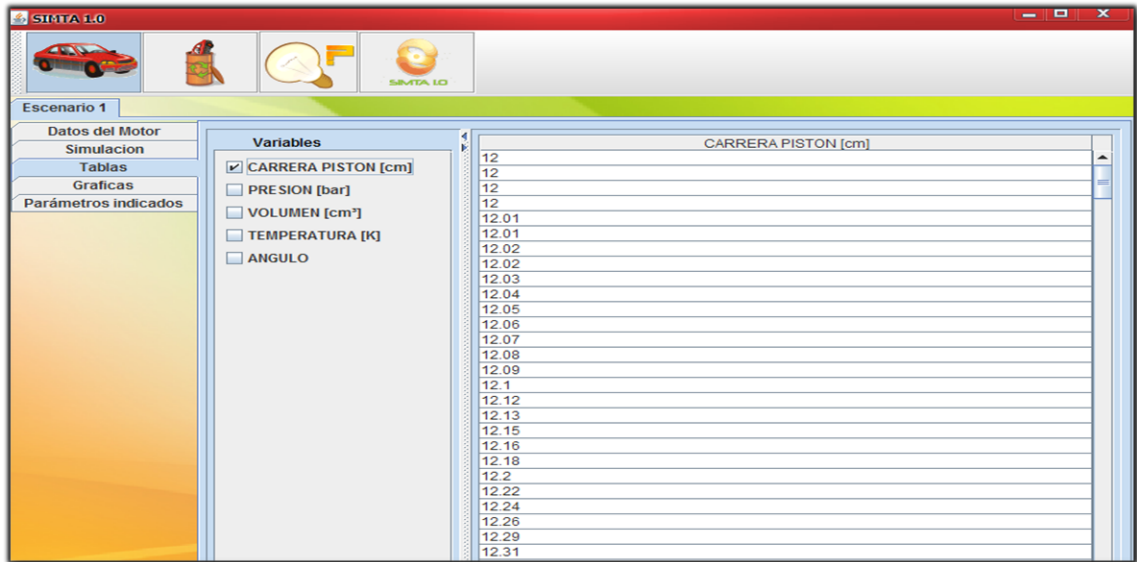
Figura 11.8 Ventana de simulación del programa SIMTA



Después de haber hecho este proceso se tiene la opción de seleccionar cualquiera de las pestañas ubicadas en la parte superior izquierda de la ventana: “*Tablas*”, “*Graficas*” o “*Parámetros indicados*”.

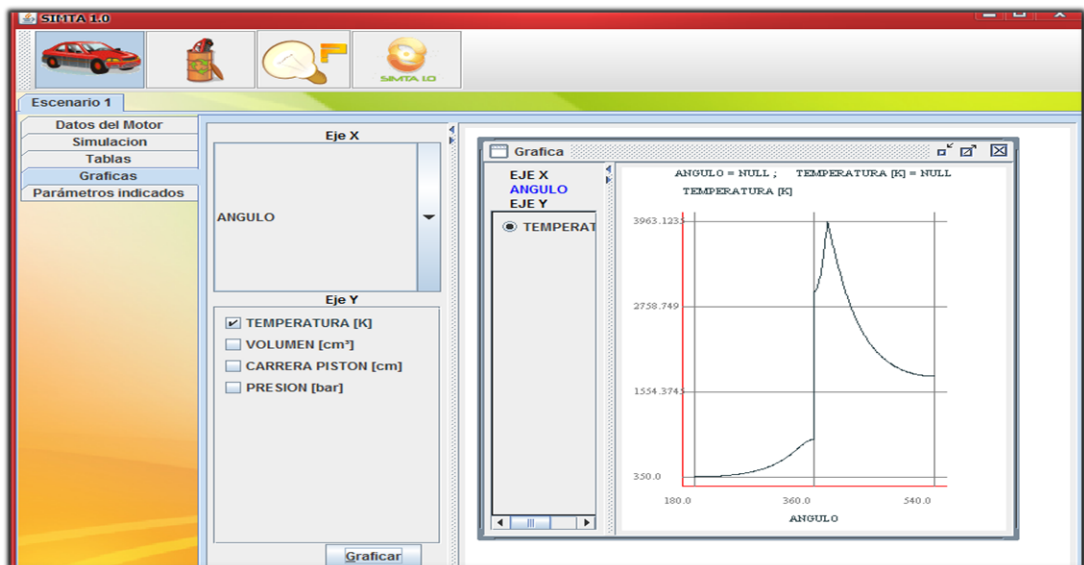
**Pestaña “*Tablas*”:** dando clic en esta pestaña aparecerán las variables que se quieren tabular y en la parte derecha de la ventana aparecen los datos obtenidos para cada una de las variables. (Ver figura 11.9)

Figura 11.9 Pestaña “Tablas” del programa SIMTA



**Pestaña “Graficas”:** haciendo clic en esta pestaña aparecerán una lista de pestañas verticales donde se mostrara por defecto en el eje X la variable “ANGULO” y en el eje Y la variable “VOLUMEN”. (Ver figura 11.10)

Figura 11.10 Pestaña “Graficas” del programa SIMTA



**Pestaña “Parámetros indicados”:** dando clic en esta pestaña aparecerá una lista vertical de los parámetros calculados durante la simulación. (Ver figura 11.11)

Figura 11.101 Pestaña “Parámetros indicados” del programa SIMTA



## 6. Procedimiento

Pasos a seguir para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante.

6.2. Calcular del siguiente ejercicio:

Determinar la presión máxima que alcanza un motor que funciona según un ciclo Otto teórico con las siguientes características:

- Cilindrada:  $500 \text{ cm}^3$
- Relación de compresión:  $\rho=8$
- Poder energético del combustible:  $H=10500 \text{ Kcal/Kg}$
- Eficiencia volumétrica:  $\eta_v=0.8$
- Presión inicial:  $P_1= 1 \text{ bar}$
- Temperatura inicial:  $T_1=293 \text{ K}$
- Relación de mezcla:  $r= 16/1$

Tome  $\gamma = 1.41$  y densidad del aire como  $\delta_{\text{aire}} = 1.293 \text{ gr/l}$

6.3 Realizar el cálculo del ejercicio anterior con ayuda del programa informático SIMTA. Posteriormente confronte los resultados.

6.4 Plenaria para resolución de dudas que puedan surgir en procedimiento anterior.

## 7. Cuestionario

Para las siguientes preguntas seleccione la respuesta correcta.

1. ¿Cual es la expresión más correcta desde el punto de vista termodinámico para definir una "MAQUINA TÉRMICA"?

- A. Es un aparato que trabaja a temperaturas altas
- B. Es cualquier aparato capaz de producir calor.
- C. Es todo aparato capaz de trabajar sin consumir calor
- D. Es todo aparato capaz de transformar calor en trabajo

2. De la siguiente afirmación: "Una máquina térmica funciona tomando 600 julios de un foco a  $400^{\circ}\text{K}$  y cediendo 400 j. a otro foco cuya temperatura es de  $310^{\circ}\text{K}$ , empleando los 200 julios restantes en realizar un trabajo exterior", podemos decir que:

- A. Cumple lo establecido por el primer principio, pero no lo que establece el segundo principio.
- B. No cumple lo establecido por el primer principio, pero sí lo establecido por el segundo principio.
- C. Cumple lo establecido tanto por el primer principio como por el segundo principio de termodinámica.
- D. No cumple ni lo establecido por el primer principio ni lo establecido por el segundo principio.

3. El rendimiento de una máquina térmica podemos definirlo como:

- A. Es el número de horas diarias que puede funcionar sin consumir energía.
- B. Es la proporción de calor que es capaz de transformar en trabajo.
- C. Es el cociente entre el calor tomado del foco caliente y el cedido al foco frío.

D. Es la diferencia entre el calor tomado del foco caliente y el calor cedido al foco frío.

4. Desde el punto de vista termodinámico ¿Cómo se podría definir una "MAQUINA TÉRMICA"?

A. Es un dispositivo que trabaja a temperaturas altas

B. Es cualquier instrumento capaz de producir calor.

C. Es todo aparato capaz de transformar calor en trabajo

D. Es todo aparato capaz de trabajar sin consumir calor

5. El rendimiento de una máquina térmica podemos definirlo como:

A. Es el número de horas diarias que puede funcionar sin consumir energía.

B. Es la diferencia entre el calor tomado del foco caliente y el calor cedido al foco frío.

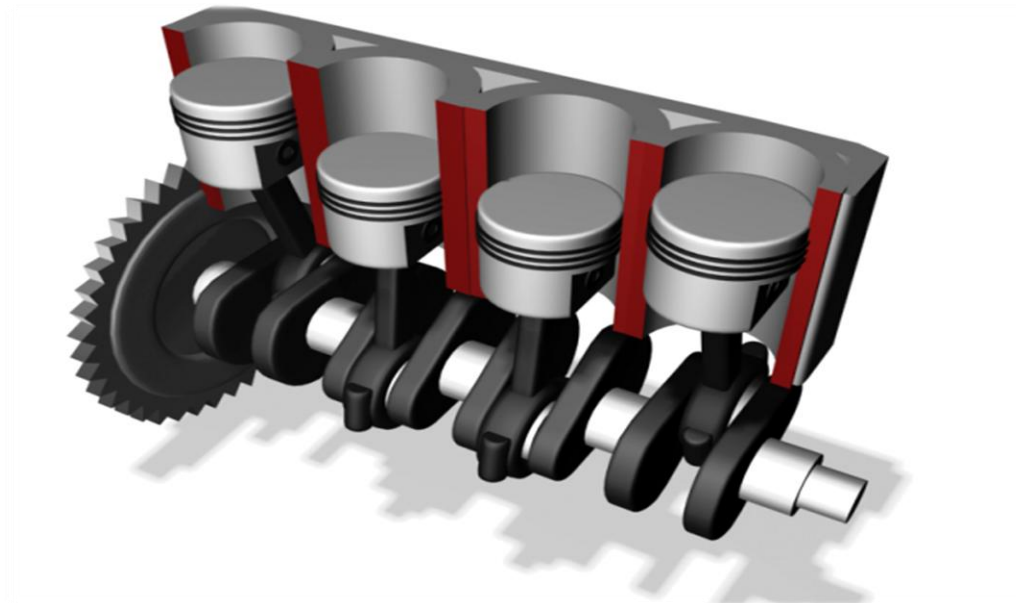
C. Es el cociente entre el calor tomado del foco caliente y el cedido al foco frío.

D. Es el cociente entre el calor transformado en trabajo y el calor tomado del foco caliente



## Práctica número 12

### Parámetros de diseño y operación de los MCI



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

## **1. Objetivos de la práctica:**

1. Conocer los parámetros de operación más importantes en los MCI.
2. Graficar las curvas características de potencia, torque y consumo específico de combustible.
3. Describir y entender las reacciones aire-combustible

## **2. Introducción**

En esta práctica se estudiarán algunas relaciones geométricas básicas (relación de compresión, relación entre el diámetro del cilindro y la carrera del pistón, relación entre el largo de la biela y el radio del cigüeñal, etc.) y los parámetros característicos de la operación de los MCI.

En general los Motores de Combustión Interna pueden clasificarse con base en una gran cantidad de parámetros relacionados con su diseño y operación. Por tanto se hace importante definir y entender cada uno de estos parámetros.

## **3. Aplicaciones de la práctica.**

En la vida profesional del ingeniero mecánico posiblemente estará ligada al funcionamiento de M.C.I., por tanto se hace necesario afianzar sus conocimientos en los parámetros de diseños (relaciones geométricas básicas) y operación (potenciación máxima o torque máximo disponible en cada velocidad dentro del rango útil de operación del motor, rango de velocidad y potencia dentro de los cuales el motor opera satisfactoriamente) de estos motores.

## **4. Material y equipo a utilizar.**

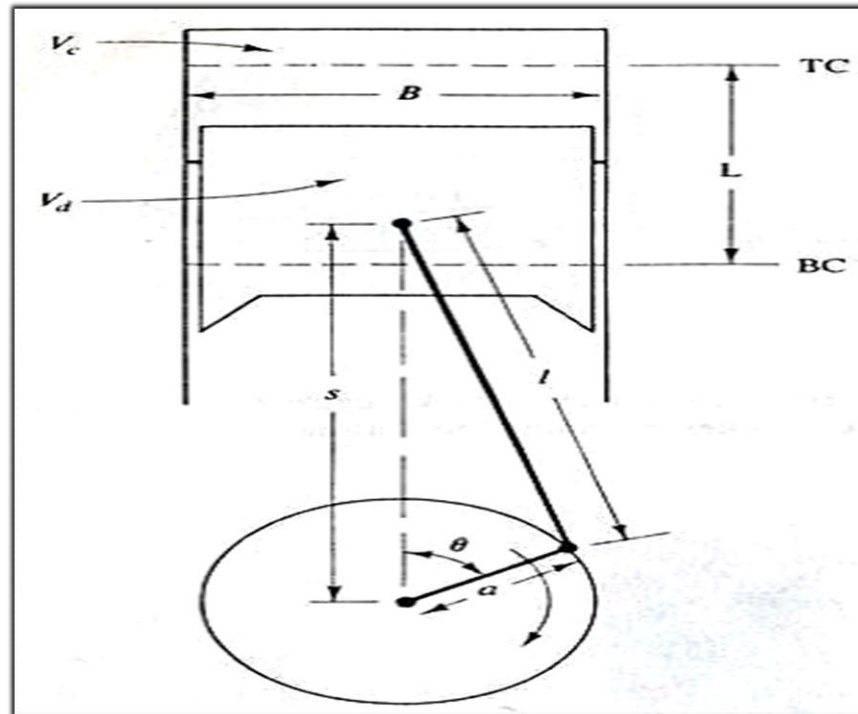
- ✓ Aula virtual (Práctica número 12)
- ✓ Manual del fabricante del motor Diesel Kia y el motor Toyota F110
- ✓ Pie de rey

## **5. Fundamentos teóricos**

### **5.1 Relaciones geométricas en M.C.I.**

Los parámetros que definen la geometría básica de un motor recíprocante son los siguientes: ver figura 12.1.

Figura 12.1 Geometría del cilindro, pistón, biela, manivela



1. Relación de compresión, \$R\_c\$:

Ecuación 12.1 
$$R_c = \frac{\text{VolumenMáximoCilindro}}{\text{VolumenMínimocilindro}} = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$

Donde \$V\_d\$ es el volumen desplazado y \$V\_c\$ es el volumen muerto.

2. Relación entre el diámetro del cilindro y la carrera del pistón:

Ecuación 12.2 
$$R_{bs} = \frac{B}{L}$$

3. Relación entre el largo de la biela y el radio del cigüeñal:

Ecuación 12.3 
$$R = \frac{l}{a}$$

Además la carrera y el radio del cigüeñal se relacionan como:

$$\text{Ecuación 12.4} \quad L = 2a$$

Valores típicos para estos parámetros son:  $R_c = 8$  a  $12$  para motores de encendido por chispa;  $R_c = 12$  a  $24$  para motores pequeños y medianos, disminuyendo a casi  $0.5$  para grandes motores de baja velocidad de encendido por compresión;  $R_c = 3$  a  $4$  para motores pequeños de baja velocidad de encendido por compresión.

4. El volumen del cilindro  $V$  en cualquier posición del cigüeñal es:

$$\text{Ecuación 12.5} \quad V = V_c + \frac{\pi B^2}{4} (1 + a - s)$$

Donde  $s$  es la distancia entre el eje del cigüeñal y el eje del bulón y está dada por:

$$\text{Ecuación 12.6} \quad s = a \cos \theta + (l^2 - a^2 \sin^2 \theta)^{1/2}$$

5. El área superficial de la cámara de combustión  $A$  en cualquier posición del cigüeñal está dada por:

$$\text{Ecuación 12.7} \quad A = A_{cn} + A_p + \pi B(1 + a - s)$$

Donde  $A_{cn}$  es el área superficial del cilindro en la culata y  $A_p$  es el área superficial de la cabeza del pistón. Para pistones de cabeza plana,  $A_p$ .

6. Una característica importante de velocidad es la velocidad media del pistón  $S_p$ :

$$\text{Ecuación 12.8} \quad \bar{S}_p = 2LN$$

Donde  $N$  es la velocidad de giro del cigüeñal. La velocidad media del pistón es a menudo un parámetro más apropiado que la velocidad de giro del cigüeñal cuando

se compara el comportamiento de motores en función de la velocidad. La velocidad instantánea del pistón  $S_p$  se obtiene de la ecuación:

$$\text{Ecuación 12.9} \quad S_p = \frac{d_s}{d_t}$$

La velocidad del pistón es cero en el comienzo de la carrera y alcanza el valor máximo cerca de la mitad y adquiere un valor nulo nuevamente al final de la carrera.

$$\text{Ecuación 12.10} \quad \frac{S_p}{S_p} = \frac{\pi}{2} \text{Sen}\theta \left[ 1 + \frac{\text{Cos}\theta}{(R^2 - \text{Sen}^2\theta)^{1/2}} \right]$$

La resistencia de los gases a fluir dentro del motor así como los esfuerzos debidos a la inercia de las partes móviles limitan la velocidad máxima promedio del pistón a un rango entre 8 y 15 m/s (1500 a 3000 Ft/s); Los motores operan en la parte alta de este rango mientras que en la parte baja se ubican los grandes motores Diesel marinos.

## 5.2 Consumo específico de combustible y eficiencia

En pruebas de motores de combustión interna, el consumo de combustible se mide como una variación de la masa por unidad de tiempo. Un parámetro más útil es el consumo específico de combustible (sfc): rata de flujo de combustible por unidad de potencia de salida,  $\dot{m}_f$ . Este mide qué tan eficientemente está usando un motor el combustible suministrado para producir trabajo útil.

$$\text{Ecuación 12.11} \quad sfc = \frac{\dot{m}_f}{P}$$

Valores bajos de sfc son obviamente deseables. Para motores de encendido por chispa los mejores valores típicos de bsfc (consumo específico de combustible al freno) son:

Ecuación 12.2 
$$\frac{\mu g}{J} = 270 \frac{g}{Kw-h} = 0.47 \frac{lbm}{hp-h}$$

Para motores de encendido por compresión los valores son más bajos y en grandes motores pueden estar por debajo de:

Ecuación 12.13 
$$\frac{\mu g}{J} = 200 \frac{g}{Kw-h} = 0.32 \frac{lbm}{hp-h}$$

El consumo específico de combustible se puede relacionar con otras variables para convertirlo en un parámetro adimensional que relacione el trabajo producido por ciclo con la cantidad de energía suministrada por ciclo por el combustible (energía que puede ser liberada durante el proceso de combustión). Esta es una medida de la eficiencia del motor. La máxima energía que puede liberar el combustible durante la combustión es igual a la masa del combustible suministrado al motor por ciclo multiplicado por la capacidad calorífica del combustible. El poder calorífico del combustible  $Q_{HV}$ , define su contenido de energía interna y es determinado en un procedimiento de prueba estandarizado en el cual una masa conocida de combustible es totalmente quemada con aire y la energía térmica liberada por el proceso es absorbida por un calorímetro hasta que los productos de la combustión se enfrían hasta la temperatura original.

Esta medida de la eficiencia de un motor, la cual será la llamada eficiencia de la combustión del combustible  $\eta_f$ , está dada por:

Ecuación 12.14 
$$\eta_f = \frac{W_c}{m_f Q_{HV}} = \frac{P n_R / N}{(m n_R / N) Q_{HV}} = \frac{P}{m_f Q_{HV}}$$

Donde  $m_f$  es la masa de combustible introducido por ciclo. Sustituyendo  $sfc$ .

Ecuación 12.15 
$$\eta_f = \frac{1}{sfc Q_{HV}}$$

Valores típicos de QHV para los combustibles comerciales usados en motores están entre 42 y 44 MJ/Kg. (18000 a 19000 BTU/lbm). El consumo de combustible es inversamente proporcional a la eficiencia de conversión del combustible. Note que la energía del combustible suministrado al motor por ciclo no es totalmente liberada como energía térmica durante el proceso de combustión porque este proceso de combustión real es incompleto. Cuando hay aire suficiente en el cilindro para oxidar el combustible totalmente, casi toda (más del 96%) la energía del combustible se transfiere como energía térmica al fluido de trabajo.

## 6. Procedimiento.

Pasos a seguir para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del estudiante.

6.2 Calcule la relación carrera / diámetro de un motor, para tal fin seleccione un pistón en los estantes del L.M.T.A., mida el diámetro del pistón ( $\emptyset$ ) y adiciónale la tolerancias recomendadas (Máximo 139.827 mm y mínimo 139.694 mm).

Haga el cálculo para:

1. Motores cuadrados: Son los motores cuya relación carrera del pistón / diámetro del cilindro es igual a uno
2. Motores de carrera corta: Son los motores cuya relación carrera del pistón /diámetro es inferior a uno (hasta 0,7 veces aproximadamente)
3. Motores de carrera larga: Son los motores cuya relación carrera del pistón / diámetro del cilindro es superior a uno (hasta 1,2 veces aproximadamente). Consigne los cálculos en la tabla 12.1.

Tabla 12.1 Relación carrera / diámetro

	Motores cuadrados	Motores de carrera corta	Motores de carrera larga
relación carrera / diámetro	$\emptyset_p$	$.7*\emptyset_p$	$1.2*\emptyset_p$

Figura 12.2 Diámetro del pistón



6.3 Plenaria para resolución de dudas que puedan surgir en procedimiento anterior.

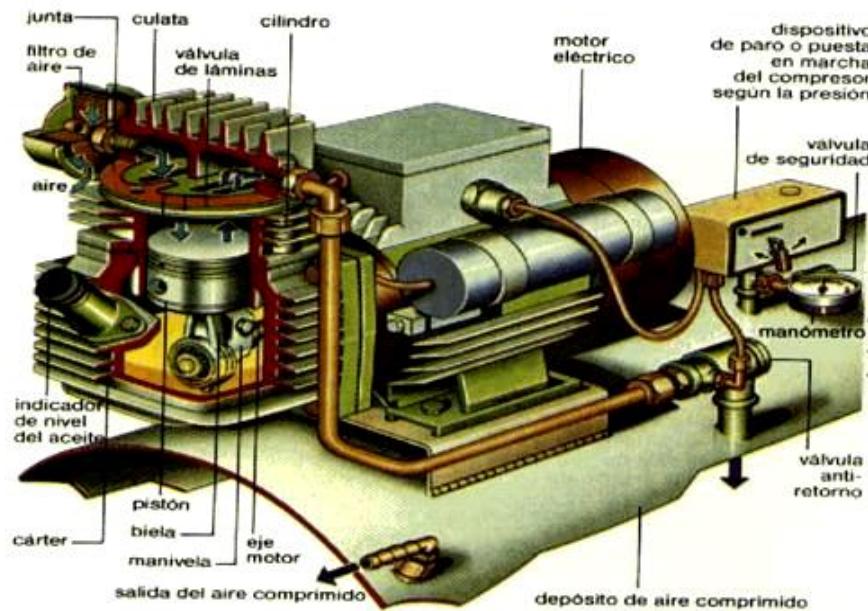
## 7. Cuestionario

Responda el siguiente cuestionario:

1. ¿Por qué el ángulo de avance de la chispa varía cuando el motor trabaja a diferentes regímenes de operación?
2. ¿Qué significa potencia nominal?
3. Defina potencia normal nominal.
4. ¿Qué significa velocidad nominal?
5. ¿Cuales son los parámetros que definen la geometría básica de un M.C.I.?
6. ¿Para que sirve el dinamómetro?
7. ¿que significa “motor cuadrado”?

**Práctica número 13**

**Compresores alternativos**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

### **1. Objetivos de la práctica:**

1. Diferenciar la clasificación de los compresores alternativos.
2. Conocer el protocolo de puesta en marcha de compresores alternativos.
3. Selección de un compresor alternativo

### **2. Introducción**

Con esta práctica se pretende que el estudiante comprenda aspectos relevantes sobre los compresores alternativos o maquinas que aportan una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores), haciéndolos fluir y aumentando a su paso la presión, característica que los distingue de los ventiladores y sopladores, que aunque manejan grandes cantidades de fluidos compresibles no cambian su presión, el estudiante podrá clasificar, entenderá las causas de los síntomas de funcionamiento anormal para así proceder a darles correctivos, asimilara el protocolo de puesta en marcha de los compresores alternativos.

### **3. Aplicaciones de la práctica.**

- ✓ En la industria como información necesaria para asegurar la selección correcta y un funcionamiento libre de problemas de los compresores alternativos.
- ✓ En el desempeño profesional como ingeniero mecánico, en las grandes plantas donde la confiabilidad del compresor alternativo siempre es primordial.

### **4. Material y equipo a utilizar.**

- ✓ Aula virtual (Práctica número 13)
- ✓ Material bibliográfico relacionado con los compresores alternativos.

## **5. Fundamentos teóricos**

Un compresor es una máquina de desplazamiento positivo de flujo intermitente que emplea como elemento de bombeo un pistón o un diafragma, ésta máquina eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión.

Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.

### **5.1 Clasificación de los compresores**

Es posible la división de los compresores en grupos de acuerdo con el género de gas que se desplaza, del tipo de transmisión y de la destinación del compresor. Al clasificarse según el indicio constructivo los compresores volumétricos se subdividen en los de émbolo y de rotor y los de paletas en centrífugos y axiales.

#### **5.1.1 Compresor alternativo o de embolo**

Estos compresores rara vez se emplean como unidades individuales, salvo que el proceso requiera funcionamiento intermitente. Los compresores alternativos funcionan con el principio adiabático mediante el cual se introduce el gas en el cilindro por las válvulas de entrada, se retiene y comprime en el cilindro y sale por las válvulas de descarga, en contra de la presión de descarga. Los compresores alternativos tienen piezas en contacto, como los anillos de los pistones con las paredes del cilindro, resortes y placas o discos de válvulas que se acoplan con sus asientos y entre la empaquetadura y la biela. Todas estas partes están sujetas a desgaste por fricción. Los compresores alternativos pueden ser del tipo lubricado o sin lubricar, Los problemas más grandes en los compresores con cilindros lubricados son la suciedad y la humedad, pues destruyen la película de aceite dentro del cilindro. En los compresores sin lubricación, la mugre suele ser el problema más serio, y hay otros problemas que puede ocasionar el gas en sí. Por ejemplo, un gas absolutamente seco puede ocasionar un severo desgaste de los anillos.

### 5.1.1.1 Clasificación de los compresores de embolo

Según la fase de compresión:

- ✓ Monofásico o de simple efecto, cuando el pistón realiza una sola fase de compresión (la acción de compresión la ejecuta una sola cara del pistón)
- ✓ Bifásico, de doble efecto o reciprocante cuando el pistón realiza doble compresión (la acción de compresión la realizan ambas caras del pistón).

Según las etapas de compresión:

- ✓ Compresores de una etapa cuando el compresor realiza el proceso de compresión en una sola etapa.
- ✓ Compresores de varias etapas cuando el proceso de compresión se realiza en más de una etapa por ejemplo una etapa de baja presión y una etapa de alta presión.

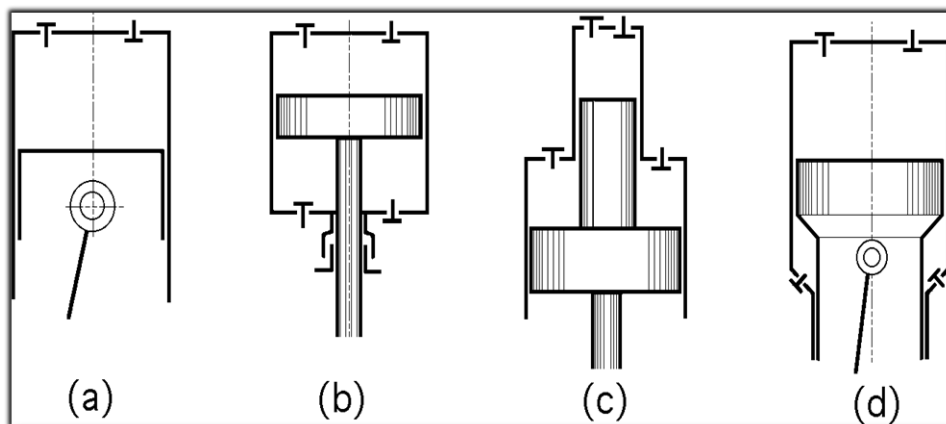
Según la disposición de los cilindros:

- ✓ Verticales
- ✓ Horizontales

Según el modo de trabajar el pistón

- ✓ De simple efecto, Cuando un pistón es de simple efecto, figura 13.1a, trabaja sobre una sola cara del mismo, que está dirigida hacia la cabeza del cilindro. La cantidad de aire desplazado es igual a la carrera por la sección del pistón.

Figura 13.1 – Formas de trabajar el pistón



Fuente <http://libros.redsauce.net/>

- ✓ De doble efecto, El pistón de doble efecto trabaja sobre sus dos caras y delimita dos cámaras de compresión en el cilindro, Figura 13.1.b. El volumen engendrado es igual a dos veces el producto de la sección del pistón por la carrera. Hay que tener en cuenta el vástago, que ocupa un espacio obviamente no disponible para el aire y, en consecuencia, los volúmenes creados por las dos caras del pistón no son iguales.
- ✓ De etapas múltiples, Un pistón es de etapas múltiples, si tiene elementos superpuestos de diámetros diferentes, que se desplazan en cilindros concéntricos. El pistón de mayor diámetro puede trabajar en simple o doble efecto, no así los otros pistones, que lo harán en simple efecto. Esta disposición es muy utilizada por los compresores de alta presión. Figura 13.1.c.
- ✓ De pistón diferencia, El pistón diferencial es aquel que trabaja a doble efecto, pero con diámetros diferentes, para conseguir la compresión en dos etapas, figura 13.1.d. Su utilidad viene limitada y dada la posición de los pistones está cayendo en desuso.

La relación o razón total de compresión se determina para tener una idea inicial aproximada del número de etapas. Si la relación es muy alta, entre 3.0 y 3.5 para una sola etapa, entonces la raíz cuadrada de la relación total será igual a la relación por etapa para las dos etapas, a la raíz cúbica para tres etapas, etc. Las presiones interetapas y la relación por etapa reales se modificarán después de tener en cuenta las caídas de presión en interenfriadores, tubería entre etapas, separadores y amortiguadores de pulsaciones, si se utilizan.

## **5.2 Puesta en marcha y parada.<sup>27</sup>**

En las instrucciones suministradas por el fabricante, se suelen detallar estas operaciones de puesta en marcha y parada de los compresores alternativos; no obstante, en términos generales se puede decir:

### **Puesta en marcha de compresores alternativos**

- ✓ Comprobar líneas, válvulas, juntas, etc.
- ✓ Comprobar los sistemas de lubricación y niveles de aceite. Algo de aceite debe ir al cilindro directamente, pero mucho aceite puede ensuciar las válvulas (hollín) y es antieconómico. Poco aceite puede ser causa de un

---

<sup>27</sup> Compresores alternativos, Pedro Fernandez Diez, pagina 18

desgaste prematuro de los anillos del pistón. Poner en marcha el sistema en caso de cilindros lubricados

- ✓ Comprobar el sistema de refrigeración de agua del cilindro y hacer circular el agua antes de ponerlo en marcha, para prevenir un sobrecalentamiento y pérdida de engrase
- ✓ Girar el volante lentamente para dar algunas emboladas y desalojar cualquier líquido que pudiera haber en el cilindro, y repartir bien el aceite
- ✓ Arrancar el compresor en descarga y con las válvulas de admisión y escape cerradas y el by-pass abierto. Después abrir la impulsión y cerrar el by-pass. A continuación ir abriendo la válvula de aspiración lentamente. De esta manera se da tiempo a evaporar todo el líquido. Durante todo el arranque el compresor debe tener las válvulas 2 y 3 de succión abiertas del todo (bloqueadas a tope). Así tenemos la seguridad de que el compresor no trabaja en carga
- ✓ Poner en carga el compresor, primero al 25%, después 50% y por último al 100%

### **Parada de compresores alternativos**

- ✓ Poner el compresor en descarga. Dejarle funcionando un poco sin carga para enfriar el pistón y asegurar la retención de una capa de aceite protector sobre todas las superficies metálicas. El agua de refrigeración debe seguir fluyendo hasta después de parar el compresor
- ✓ Cerrar la válvula de la línea de aspiración, abrir el by-pass y después cerrar la línea de impulsión
- ✓ Parar el motor o turbina que mueve el compresor
- ✓ Si el compresor va a estar parado unos días, el eje del pistón se debe proteger con una capa de aceite contra la corrosión
- ✓ Antes de la nueva puesta en marcha se debe sacar el aceite del cárter y poner uno nuevo

## 6. Procedimiento

Paso a seguir para el desarrollo de la práctica:

6.1 Exposición del tema por parte del alumno.

6.2 Selección preliminar de un compresor.

En la tabla número 13.1 se muestran los cálculos para la selección preliminar de un compresor alternativo de tres etapas, donde se especifican los datos dados y los que se deben hallar por medio de las ecuaciones que están enumeradas.

Esta tabla es una selección de compresor alternativo por el “Método del caballaje por Millón”.

### Problema:

Se hará la selección preliminar de un compresor alternativo de etapas múltiples típico para manejar 41.3 MMPCDE, de una mezcla típica de hidrogeno y gas hidrocarburo, con los siguientes datos: peso molecular = 2.925, Razón de calores específicos  $k = 1.40$ , presión de succión 208 psia, Temperatura de succión 100 F, Presión de descarga 1885 psia, Presión de succión para 2<sup>da</sup> etapa = 433, presión de succión 3<sup>ra</sup> etapa = 909 psia, compresibilidad de succión 1.01, 1.018, 1.035 para cada etapa respectivamente, compresibilidad de descarga 1.016, 1.03, 1.062 para cada etapa respectivamente con una carrera  $L=18$  in, una velocidad = 277 rpm, un tamaño de biela = 5 in.

Usando el método del caballaje por millón.

Tabla 13.1 Selección por método del caballaje por millón<sup>28</sup>

CALCULO DE COMPRESORES ALTERNATIVOS		
MÉTODO:		CABALLAJE POR MILLÓN
Capacidad, MMPCDE	4,13	DATO
Gas	Hidrogeno + Hidrocarburo	DATO
Peso Molecular, Mn	2,925	DATO

<sup>28</sup> Compresores, selección, uso y mantenimiento, Richard Greene, pag 29

Razón de calores específicos, k	1,4			DATO
Presión de succión, Ps psia	208 - 2 = 206			DATO (- pérdida en el amortiguador de pulsos)
Temperatura de succión, °F	100			DATO (o se supone interenfriamiento perfecto)
Presión de descarga, Pd psia	1.885 + 19 = 1.904			DATO (+ pérdida en el amortiguador de pulsos)
Etapas	1	2	3	Para identificación
Relación aproximada etapa *	2,1	2,1	2,1	rc
Presión aprox. De descarga, Pd psia	433	909	1,909	Ecuación 1
Caída de presión interetapas, psi	7	12		Ecuación 2
Perdida en el amortiguador de pulsos, psi	succión=2		Descarga=19	1% de la presión absoluta
Presión de succión, Ps psia	206	433	909	DATO O CALCULADA, EC. 1
Compresibilidad de la succión, z	1,01	1,018	1,035	DATO
Presión de descarga, Pd psia	440	921	1,904	Presión dada + pérdidas interetapas
Temperatura de descarga, °F	236	235	231	Ecuación 3

Compresibilidad de descarga, $z_d$	1,016	1,03	1,062	DATO
Relación real * etapa	2,14	2,13	2,09	Ecuación 4
Capacidad de succión, $Q$ , PCMS	2,226	1,067	517	Ecuación 5
Capacidad en la succión a T y 14.4 psia, MMPCDE	45,4	45,4	45,4	Ecuación 6
Compresibilidad promedio, $Z_{prom}$	1,013	1,024	1,049	Ecuación 7
bhp por etapa	1,871	1871	1862	Ecuación 8
Caballaje total al freno, bhp	5,604			Suma de todas las etapas
Numero de cilindros	1	1	1	Supuesto con base al fabricante
Espacio muerto en los cilindros, $C$ , %	15	15	15	Empléese 10 a 15% para estimarse
Eficiencia volumétrica, $E$ , %	86,3	86,6	87,3	Ecuación 9
Carrera, $L$ , in	18			ver tabla fabricante
Velocidad, $N$ , rpm	277			ver tabla fabricante
Tamaño de la biela, $d$ , in	5			ver tabla fabricante

Diámetro del cilindro, D ,in	24,12	16,87	11,97	Ecuación 10
	usar 24 1/4	usar 17	usar 12	
Área, lado de la cabeza, Aep, in	461,86	226,94	113,1	
Área, lado cigüeñal, Acig	442,23	207,35	93,47	Aep - Abiela
Carga en el cuerpo, compresión, Fc, lb	112,119	119,266	130,375	Ecuación 11
Carga en el cuerpo, tensión, Ft	-99,438	-92,687	-75,156	Ecuación 12
Limite de la carga en el cuerpo, lb	150			con base en cuerpos disponibles

Resumen: La selección preliminar es un compresor de tres cilindros, carrera de 18 in, que trabaje a 277 rpm, con un cilindro de 24 1/4 in (primera etapa), un cilindro de 17 in (segunda etapa) y un cilindro de 12 in (tercera etapa). Todos los cilindros son de doble acción. La unidad motriz es de 6000 hp.

### 6.3 Procedimiento para la selección preliminar de un compresor.

#### Ecuaciones a utilizar.

**Ecuación 1**       $P_{d'} = r_c * P_s$

Para hallar la Presión aproximada de descarga  $P_{d'}$  utilizamos la “Ecu 1” de la siguiente manera:

#### Para la etapa 1

$P_{d'} = r_c * P_s$

donde:

$P_{d'} = (2.1)*(206)$

$r_c$  = relación aprox. (Dato)

$P_{d'} = 432.6 = 433$  psia.

$P_s$  = presión de succión (Dato)

**Nota:** Para las dos etapas restantes aplicar el mismo procedimiento.

**Ecuación 2** Caída de Presión Interetapas =  $0.1 * (P_{d'})^{0.7}$

Para determinar la Caída de Presión Interetapas usamos la Ecu 2

**Para la etapa 1**

$$\text{Caída de Presión Interetapas} = 0.1 * (P_{d'})^{0.7}$$

$$\text{Caída de Presión Interetapas} = 0.1 * (433)^{0.7}$$

$$\text{Caída de Presión Interetapas} = 7.0071 = 7 \text{ psia.}$$

Donde  $P_{d'}$  es la Presión aproximada de descarga para cada etapa que hallamos con la ecuación 1

**Nota:** Para las dos etapas restantes aplicar el mismo procedimiento.

**Ecuación 3**  $r_r = P_d / P_s$

Para hallar la relación real  $r_r$  es necesario primero determinar la Presión de descarga  $P_d$

$$P_d = P_{d'} + \text{Caída de Presión Interetapas (ecuación 2)}$$

Para la etapa 1:

$$P_d = P_{d'} + \text{Caída de Presión Interetapas}$$

$$P_d = 433 + 7$$

$$P_d = 440 \text{ psia.}$$

Luego  $r_r = P_d / P_s$  sera:

$$r_r = 440 / 206$$

$$r_r = 2.136 = 2.14$$

**Nota:** Para las dos etapas restantes aplicar el mismo procedimiento.

**Ecuación 4**  $Z_{prom} = (z_s + z_d) / 2$

Esta ecuación nos permite hallar la Compresibilidad promedio  $Z_{prom}$  para cada etapa

Para la etapa 1

$$Z_{prom} = (z_s + z_d) / 2$$

$$Z_{prom} = (1.01 + 1.016) / 2$$

$$Z_{prom} = 1.013$$

**Nota:** Para las dos etapas restantes aplicar el mismo procedimiento.

**Ecuación 5**  $bhp = (bhp/MMPCDE)(F_{gr})(MMPCDE)( Z_{prom})$

Para hallar el caballaje al freno bhp reemplazamos los datos que nos dieron en el problema  $(bhp/MMPCDE)=46.5$ ,  $(F_{gr})=0.875$ ,  $(MMPCDE)=41.3$ ,  $(Z_{prom})= 1.013$

Para la etapa 1

$$bhp = (bhp/MMPCDE)(F_{gr})(MMPCDE)( Z_{prom})$$

$$bhp = (46.5)(0.875)(41.3)( 1.013)$$

$$bhp = 1.702$$




**Nota:** Para las dos etapas restantes aplicar el mismo procedimiento.

## 7. Cuestionario.

Responda las siguientes preguntas:

1. Enuncie los pasos para poner en marcha un compresor alternativo.
2. ¿Como se pueden clasificar los compresores alternativos?
3. ¿Cuáles son las principales aplicaciones de los compresores alternativos?
4. ¿Cual es la función de un compresor alternativo?
5. ¿Cuáles son las principales causas de averías en los compresores alternativos?

## Anexo F. Informe de la práctica para el L.M.T.A.

		<b>LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS</b>					
<b>Práctica 1. Medidas de seguridad</b>						Página 1 de 9	
Director: Jorge Luis Chacón			Auxiliar:			Fecha:	
Nombre:			Código:			Calificación	
<b>Objetivos de la práctica</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconocer las diferentes reglas de seguridad (Condiciones del entorno, Señalización, manejo de: herramientas manuales, equipos generales de trabajo, almacenamiento y manipulación de productos químicos) cuando se trabaje con M.C.I.</li> <li>2. Manipular y guardar combustible en forma segura.</li> <li>3. Conocer los diferentes tipos básicos de incendios y cómo extinguirlos.</li> <li>4. Reconocer los efectos nocivos que trae el monóxido de carbono y el ruido para la salud humana y reconocer cómo prevenirlos.</li> </ol>							
<b>Materiales y equipo a utilizar</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 1)</li> <li>2. Literatura sobre normas de seguridad en talleres y L.M.T.A.(N.T.C. 0024)</li> <li>3. Extinguidor, botiquín, puente grúa</li> <li>4. Tanque de depósito de combustible.</li> </ol>							
<b>Marco teórico</b>							
<p><b>Medidas de seguridad en laboratorio de M.T.A.</b> La seguridad es de suma importancia en las actividades que realizamos a diario, lamentablemente en muchos laboratorios, talleres mecánicos e incluso grandes industrias se tiene en último lugar. La mayoría de accidentes se producen por descuido, ignorancia y en algunos casos, por simple negligencia. Debido a esto se presentan accidentes, los cuales suelen ocurrir por desconocimiento o simple desatención de las normas mínimas de seguridad.</p>							



**Seguridad con el manejo de herramientas.** Muchas de las lesiones que se producen en talleres y en laboratorios de M.T.A. se deben a la mala utilización de herramientas, ya sean manuales o accionadas por motor. Las herramientas manuales más utilizadas son: tenazas, alicates, destornilladores, llaves entre otros. Por tal motivo se hace necesario seguir las siguientes medidas preventivas: las herramientas se usarán solo para el trabajo que han sido diseñadas, seguir las instrucciones adecuadas para la utilización de cada tipo de herramienta, utilizar gafas protectoras cuando haya peligro de proyección de partículas, utilizar guantes al manipular herramientas cortantes y productos calientes.

**Almacenamiento y manejo de gasolina.** El uso de la gasolina esta tan generalizado en el taller, que muchos olvidan lo muy peligrosa que es, si no se manipulada con un cuidado particular, ya que una chispa o una cerilla encendida en un recinto cerrado, con gasolina vaporizada puede ser causa de una explosión. Igualmente con la chispa procedente de un interruptor de la luz puede originar una explosión. Siempre se deberá proceder con mucha cautela cuando se este manipulando gasolina.

**El extintor.** Un extintor es un elemento cilíndrico relleno de material auxiliar en la sofocación de un incendio, normalmente son de color rojo dado a que de esta manera se pueden identificar fácilmente en un incendio o siniestro.

**Efectos del ruido en la salud humana.** En términos generales podemos definir al ruido como un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva.

1. El auxiliar da a conocer las normas y reglamentos del laboratorio para evitar accidentes, además recomienda, como complemento, estudiar las normas de seguridad del L.M.T.A.
2. El auxiliar expone como usar el extintor:
  - ✓ Antes de usar el extintor determine la clase de fuego.
  - ✓ Revise la etiqueta del extintor, asegúrese de que es el tipo que aplica a la clase de incendio.
  - ✓ Asegúrese que el extintor esta cargado. Vea el manómetro

Figura 1. Manómetro del extintor



- ✓ Hale la abrazadera y saque el pasador de seguridad.

Figura 2. Pasador de seguridad del extintor.



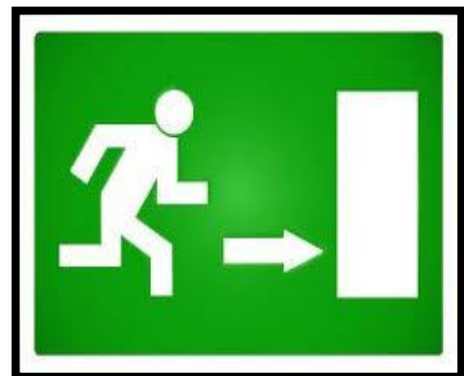
- ✓ Dirigir el chorro a la base de la llama, procurando mantener la botella en posición vertical.

Figura 3. Uso del extintor



3. Indicar que elementos de seguridad y de señalizaciones falta en el L.M.T.A.

Figura 4. Señalización





4. El auxiliar expone a los estudiantes las recomendaciones básicas de seguridad para alzar objetos ligeros, medianos y pesados, además expone la utilización de puentes grúa en el L.M.T.A.:

Según las normas N.T.C. OHSAS 18001:00. Sistemas de seguridad industrial y salud ocupacional, el peso de objetos, artículos o bultos que contengan cualquier clase de mercancía o producto no excederá los siguientes pesos máximos recomendados:

<b>Peso</b>			
<b>Sexo</b>	<b>Ligero</b>	<b>Mediano*</b>	<b>Pesado**</b>
Hombres	23 Kg	40 Kg	55 Kg
Mujeres	15 Kg	23 Kg	32 Kg

\*Para personas sanas y entrenadas físicamente y en condiciones seguras.

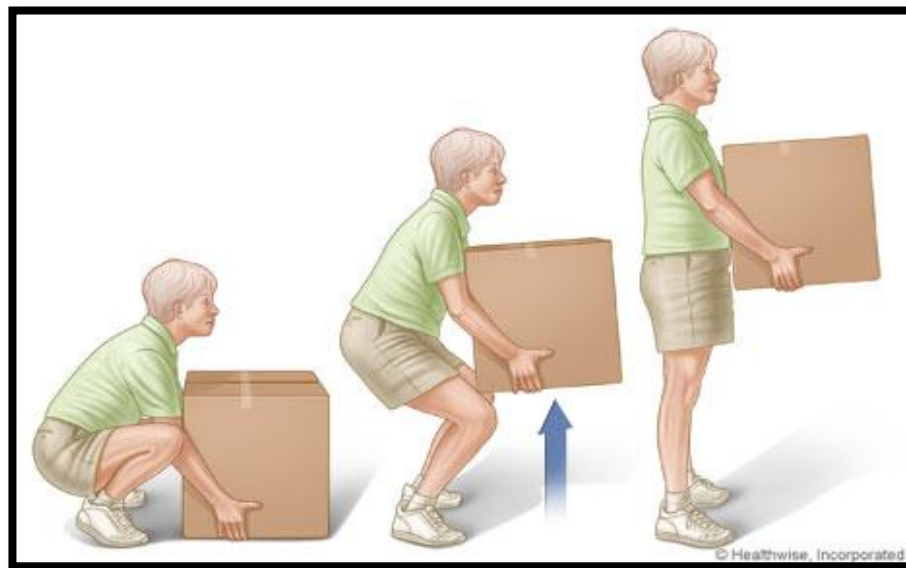
\*\*Circunstancias muy especiales se pone especial atención en la formación y entrenamiento en técnica de manipulación de cargas, adecuadas a la situación concreta.

**Pasos para levantar objetos pesados:**

1. Tómate tu tiempo para analizar el objeto que quieres levantar.
2. Coloca el objeto de modo que no se resbale.
3. Coloca tus pies cerca del objeto.
4. Coloca tu espalda en forma vertical y extiende tus manos hacia el objeto.  
Flexiona las rodillas para distribuir el peso entre las piernas.
5. Empieza a hacer fuerza con las piernas y con los brazos. Efectúa este paso lentamente, si lo haces de un tirón, podrías lastimarte la espalda seriamente.

6. Ponte de pie, si el objeto estaba en el suelo. Mantén el objeto lo más cerca a ti.
7. Si necesitas descansar hazlo y tomate el tiempo que te haga falta.

Figura 5 Forma de levantar un objeto pesado correctamente.



**Puente grúa:** Los puente grúas son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de L.M.T.A., talleres o industrias en general .

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

El bastidor del puente grúa consta de dos vigas transversales en dirección a la luz de la nave (vigas principales) y de uno o dos pares de vigas laterales (testeros), longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas.



**Antes de utilizar el puente grúa:**

- ✓ Comprobar que no existen sobre la grúa piezas sueltas u objetos que pudieran caerse.
- ✓ Asegurarse de que todos los interruptores de mando estén en posición "cero", antes de conectar el interruptor general. De no ser así, podría ponerse en marcha alguno de los movimientos de la grúa, con graves consecuencias en muchos casos.
- ✓ Realizar un frenado de prueba de todos los movimientos de la grúa.
- ✓ Comprobar el buen funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad como topes, finales de carrera, realizando muy lentamente las maniobras de prueba.
- ✓ Comprobar el estado de los cables y los ganchos.
- ✓ Cualquier anomalía en el funcionamiento de la grúa, debe ser puesta en conocimiento del auxiliar de laboratorio.
- ✓ Si se presentan defectos o anomalías que pusieran en peligro la seguridad de la grúa, deberá interrumpirse el trabajo de la misma.
- ✓ Está prohibido modificar o anular cualquiera de los dispositivos de seguridad con que está dotada la grúa.
- ✓ Trimestralmente, al menos , se realizará una revisión a fondo de los cables, cadenas, cuerdas, poleas, frenos y de los controles eléctricos y sistemas de mando, así como, en general, de todo el puente grúa.

Figura 6 Puente grúa



### Conclusiones

1. Es preciso tener presente las mínimas normas de seguridad en toda actividad que estemos desarrollando y más cuando estas actividades involucren M.T.A., debido a que poseen partes como ejes de rápido movimiento, con superficies muy calientes, y funcionan con sustancias químicas volátiles como la gasolina y A.C.P.M.
2. La señalización es una herramienta mediante la cual se estimula a un individuo para prevenir accidentes y riesgos laborales. La señalización se presenta en varios colores los cuales identifican la clase de señal, ejemplo, rojo: prohibición, amarillo: advertencia, azul: obligación, verde: auxilio.



### Conclusiones

Página 9 de 9

3. Saber diferenciar las clases de fuego, así como saber utilizar el extintor es de vital importancia en caso de emergencia, ya que esto puede evitar situaciones de riesgo en cualquier actividad que estemos desarrollando y más cuando nos encontremos manipulando M.T.A.

4. Existen varias situaciones de exposición a un ambiente ruidoso, estas puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva, estar expuesto a ruidos que sobre pasen los límites permitidos por la ley puede llegar a desarrollar pérdida auditiva.

5. Es de vital importancia para la salud humana, cuando se tenga que levantar objetos pesados, hacerlo de forma adecuada y segura.

### Bibliografía

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Ministerio de salud resolución 8321 del 4 de agosto de 1983.
- F. P. Marín Andrés. Manual de seguridad industrial. Editorial Dykinson, 2006 - 194 páginas
- Normas de manejo de combustibles. (N.T.C. 5011. Manejo de combustibles)



## LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS



CONSTRUIMOS FUTURO

### Práctica 2. Elementos constitutivos y sistemas principales del M.C.I.

Página 1 de 6

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

#### Objetivos de la práctica

1. Diferenciar las partes constitutivas de M.C.I. (Diesel y a gasolina).
2. Identificar los sistemas constitutivos de un M.C.I. mediante los diferentes motores con los que cuenta el laboratorio de M.T.A.
3. Reconocer los principales materiales y procesos de fabricación de las principales partes constitutivas del M.C.I.

#### Materiales y equipo a utilizar

1. Aula virtual (Práctica número 2)
2. Láminas didácticas del laboratorio
3. Manual del fabricante del motor Cummins
4. Motor Diesel Kia
5. Motor Toyota F110
6. Motor a gasolina, Renault 9
7. Motor Renault 4 en corte
8. Motor Cummins en corte
9. Motor mono-cilíndrico en corte
10. Elementos propios de M.C.I. (cigüeñal, bloque, pistones, biela, etc.)



**Motores de Combustión Interna.** Los M.C.I. son máquinas que transforman la energía calorífica en energía mecánica directamente utilizable.

La energía calorífica normalmente es obtenida de la combustión de combustibles líquidos y gaseosos y el trabajo útil es conseguido por órganos unas veces con movimiento alternativo, otras con movimiento rotativo.

Los principales elementos del M.C.I. están distribuidos en dos grandes zonas: la culata y el bloque de cilindros. Entre la culata y el bloque se pondrá la junta de culata.

Los principales elementos en la culata son: Tapa de culata, bujía, válvula de admisión, válvula de escape, circuito de lubricación.

Los principales elementos en el bloque del motor son: Pistón, biela, , cámara de combustión, cárter inferior, cigüeñal, circuito refrigeración, circuito de lubricación

### **Materiales de fabricación de los principales elementos de un M.C.I.**

**Bloque de cilindros:** Esta estructura se hace generalmente de hierro fundido, pero en algunos casos se forma mediante placas de acero soldadas. Los ductos pueden ser hechos mediante corazones en el bloque al fundirlo y sirve para distribuir la lubricación hasta los cojinetes principales. Para vehículos de placer o de bajo costo, los cilindros se taladran y asientan (rectifican) directamente en el bloque. Para motores de trabajo pesado se instalan forros que pueden reemplazarse cuando se desgastan. Dichos forros (camisas) pueden ser húmedos o secos. Los forros secos son menos susceptibles a las fallas que los forros húmedos, los cuales deben independizar las camisas de agua de enfriamiento.

### Marco teórico

Página 3 de 6

**El cigüeñal:** generalmente es una pieza de acero forjado, sin embargo, el advenimiento de cigüeñales largos y rígidos en motores multicilíndricos con esfuerzos relativamente bajos, permiten emplear el hierro fundido como sustituto, con objeto de reducir costos.

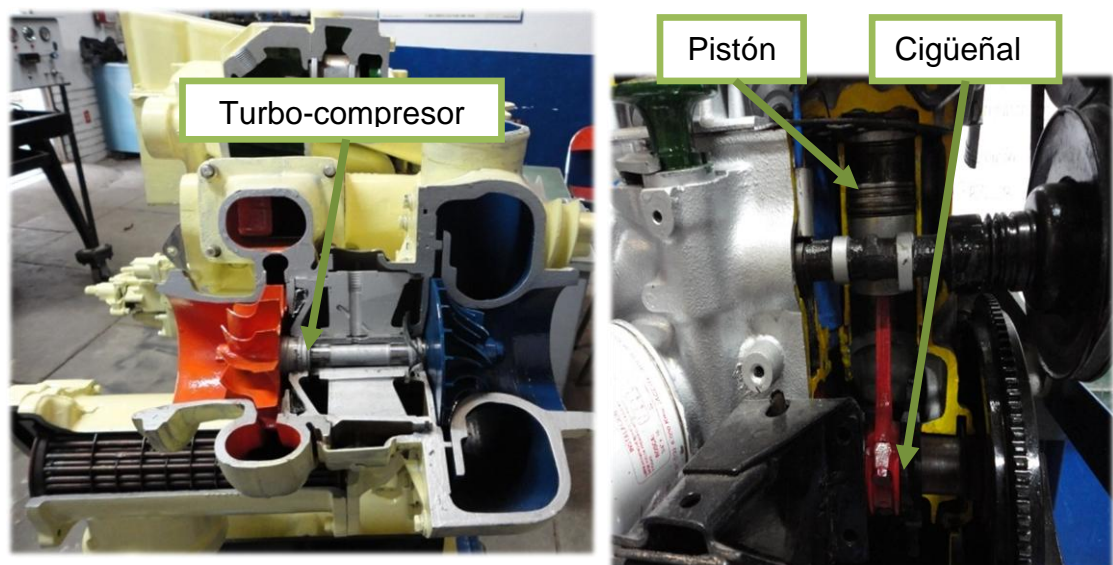
**Conjunto de los émbolos y bielas:** El embolo se construye de aluminio, acero fundido o hierro siendo su función principal la de transmitir a la biela la fuerza originada en el proceso de combustión. La biela de acero forjado, con sección de viga en I, une el embolo y al cigüeñal.

**Válvulas:** La válvula de admisión se hace de una aleación de acero al cromo-níquel, en tanto que la válvula de escape que es menor y que trabaja a temperaturas mas elevadas se hace de una aleación de cromo silicio.

### Procedimiento

1. Observación e identificación de las partes y sistemas que conforman los motores: Diesel Kia, Renault 9, Renault 4 en corte, Cummins en corte.

Figura 1 Motor Cummins y Renault 4 en corte



2. Observar e identificar las principales partes y sistemas de los M.C.I., además describa los materiales con los que son fabricados estos elementos.

Figura 2. Bloque de cilindros

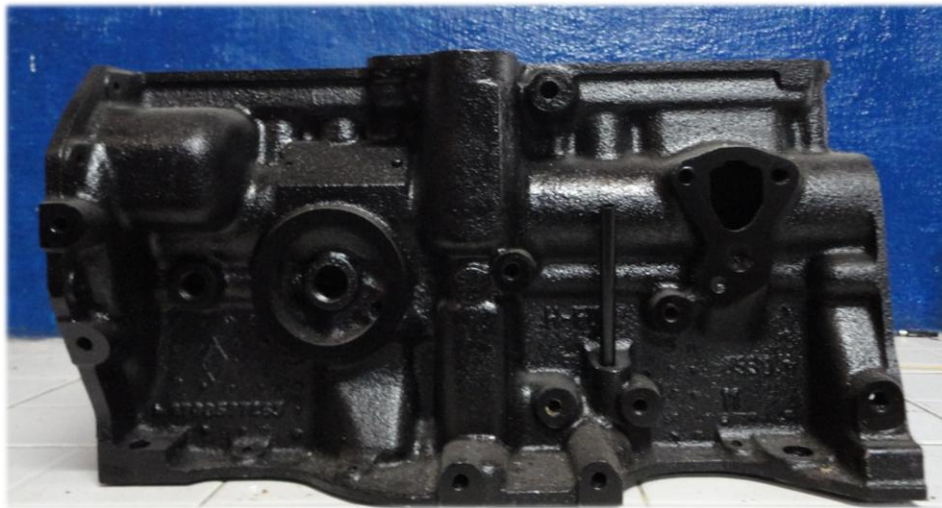
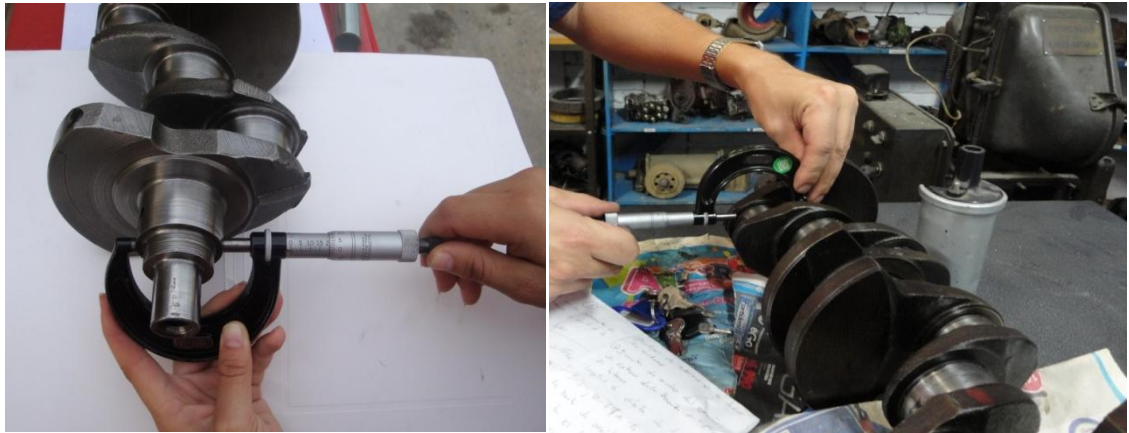


Figura 3. Biela y pistón



3. Medir con un micrómetro de exteriores el diámetro de los muñones principales a 6 mm (1/4") más o menos de cada extremo o a la distancia suficiente para librar el radio del filete, y alrededor del muñón en varios lugares para obtener las lecturas máxima y mínima.

Figura 1. Toma de medidas con micrómetro de exteriores en cigüeñal.



Datos obtenidos en la medicion:

Motor KIA				
N° de cilindros	1	2	3	4
Diámetro de muñón (mm)	54.5	55	56	55
	55	54.5	54	55
	56	55	55	56
	57	56	55.5	54.5
	54	54.5	55	55.5



### Conclusiones

Página 6 de 6

1. El M.C.I. para que funcione necesita una serie de elementos y sistemas, estos elementos necesitan de buen mantenimiento para que el motor tenga un óptimo desempeño.
2. Para la fabricación de las partes de un M.C.I. se utilizan diversos procesos y materiales, puesto que todas las partes del motor no están sometidas a los mismos esfuerzos mecánicos y térmicos

### Bibliografía

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Práctica de motores de combustión. Universidad Politécnica de Valencia. Alfaomega grupo editorial S.A. Valencia España 2005.
- William Harry Crouse. Mecánica del automóvil, Volumen 1. Marcombo, 1993 - 484 páginas



**Práctica 3. Metrología**

Página 1 de 7

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

**Objetivos de la práctica**

6. Comprender las operaciones de metrología dimensional necesarias para determinar los desgastes que han sufrido los cilindros del motor.
7. Identificar y operar diestramente procesos de verificación e interpretación de mediciones realizadas en cilindros.
8. Conocer desgastes comunes que se presentan en los cilindros tales como ovalidad y conicidad.
9. Comparar los valores suministrados por el fabricante y los obtenidos en las mediciones.
10. Tomar decisiones de reparación según los valores de las mediciones e inspección.

**Materiales y equipo a utilizar**

1. Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 3)
2. Alexómetro.
3. Micrómetro de exteriores.
4. Manual de taller del motor Renault 12 de 1300 c.c.

**Marco teórico**

**Sistemas Medidas.** Los dos sistemas de medida que se deben conocer son el sistema inglés y el sistema métrico. El sistema de medida inglés usado en países como EEUU, Canadá y Reino Unido. El sistema internacional de medida (S.I.) se conoce como sistema métrico, el sistema métrico es más universal. La base de este sistema es el metro, que equivale aproximadamente a 39,75 pulgadas.



**Herramientas de medidas.** En la medición de elementos y partes de M.T.A. se utilizan diferentes herramientas para tal fin según el grado de precisión que se desee obtener, algunas de estas herramientas son:

- **Cinta métrica.** Esta es una herramienta para tomar medidas aproximadas, permiten medir tanto en milímetros como en fracciones de pulgada, el uso de estas cintas se puede combinar con compases de interiores y de punta.
- **Galgas.** Pueden ser planas o de hilo redondo. Las galgas se suelen utilizar para medir la holgura de una válvula, la holgura lateral de los segmentos del pistón, el juego del cigüeñal, los segmentos en la caja o ranura donde se alojan dentro de los pistones.
- **Micrómetro.** Los micrómetros (pueden ser externos o internos) presentan ventajas sobre otro tipo de instrumentos de medidas. Resultan claros y fáciles de leer. Por otra parte, las lecturas que proporciona son consistentes y precisas, al tiempo que incorpora un calibre de ajuste que sirve para compensar los efectos del desgaste.
- **Alexómetro.** Esta herramienta puede medir holguras tales como las que produce el cigüeñal o el desgaste de las guías de válvulas. Asimismo, puede medir la distancia que sobresale la válvula dentro de la culata, entre su punto de apertura y cierre, llamadoalzada de válvula, así como, el diámetro interior del cilindro en sus distintas alturas y posiciones para determinar su conicidad y su ovalización respectivamente.

**Procedimiento**

Página 3 de 7

1. Hacer una limpieza y luego proceder a realizar una inspección visual para obtener información sobre el estado general de las camisas o los cilindros.

Figura 1 Limpieza de cilindros.



2. Comprobar el escalón o reborde superior del cilindro, deslizando los dedos por el interior del cilindro, desde abajo hacia arriba, y, al tacto, notará perfectamente el escalón si existe.

Figura 2. Reborde superior en el cilindro.



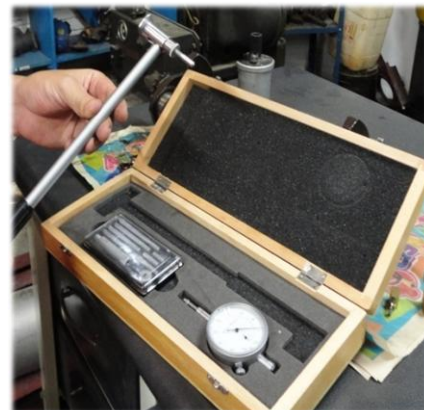
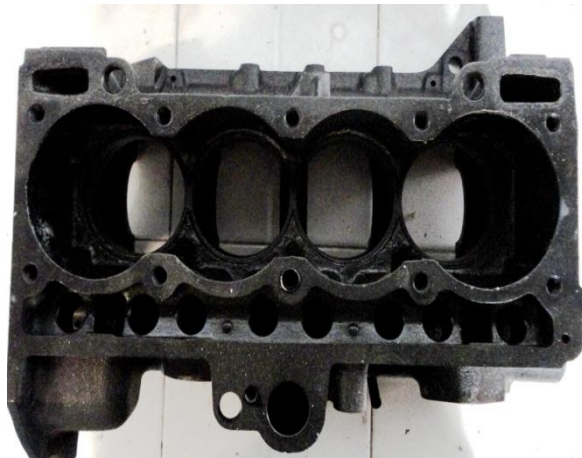
3. realizar una inspección visual en el exterior de la camisa, especialmente en el surco donde se coloca el empaque superior.

Figura 3. Exterior de camisa húmeda



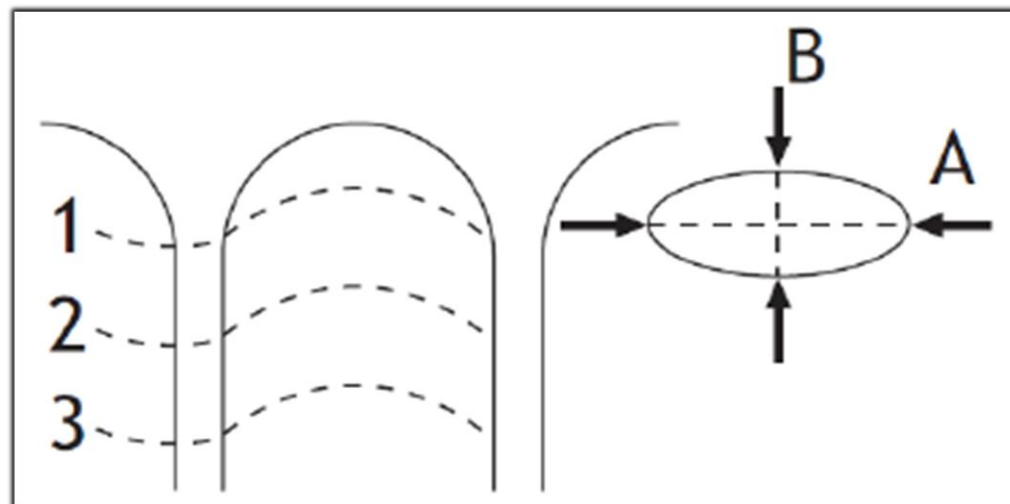
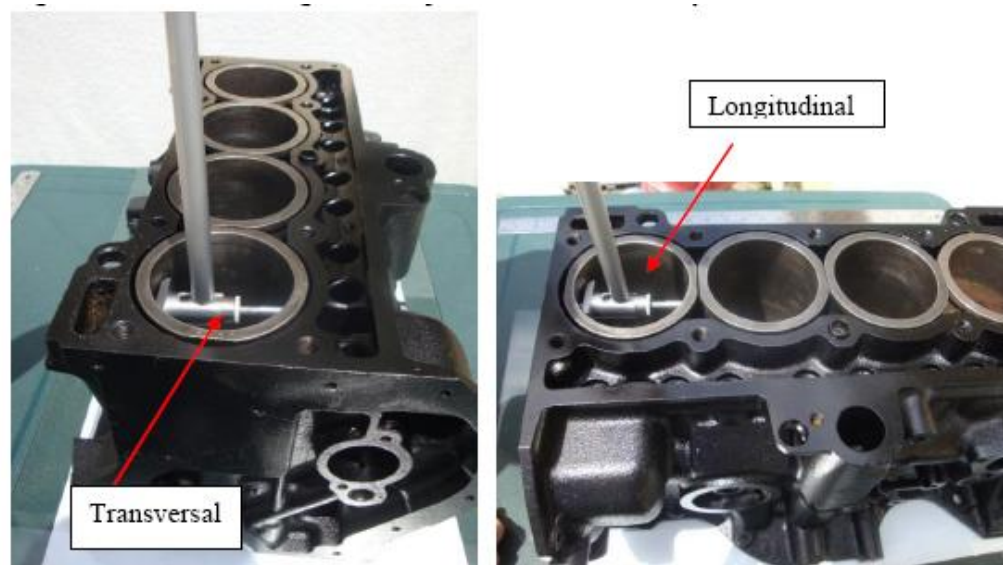
- Ubicar el banco de trabajo con el bloque de cilindros y el alexómetro provisto de un adaptador adecuado al diámetro del cilindro que va a medir.

Figura 5. Bloque de cilindros y alexometro



5. Tomar, en cada cilindro, medidas a tres alturas diferentes: la primera a unos 10 mm del plano superior del cilindro, la segunda a la mitad y la tercera a 10 mm del borde inferior del mismo, en sentido longitudinal (A) y otras tres en sentido transversal (B).

Figura 6. Puntos de medición



6. Introduzca el alexómetro en el cilindro, balancéelo hacia uno y otro lado, entonces la aguja del reloj se moverá hacia ambos lados de la esfera: el punto donde cambia de sentido corresponde a la menor lectura, que es el diámetro buscado.

Figura 7. Balanceo del alexómetro



7. Contar los trazos que hay después del cero de referencia y súmele el diámetro del cilindro dado por el fabricante.

**Tabla de datos**

1. Llene la tabla 1 con los datos obtenidos en el punto 5 del “Procedimiento”

Tabla 1. Toma de datos

Diámetro nominal cilindro:												
	Cilindro 1			Cilindro 2			Cilindro 3			Cilindro 4		
	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval
1												
2												
3												
Coni												



**Tabla de datos**

Página 7 de 7

2. Calcular la ovalización y conicidad para cada uno de los puntos medidos en el cilindro y determine donde se presenta la mayor de cada una de ellas.
  - La **ovalización** es la diferencia máxima entre el diámetro longitudinal (A) y el diámetro transversal (B) o, lo que es lo mismo,  $B - A$ .
  - La **conicidad** es la diferencia máxima entre los diámetros superior (1) e inferior (3), tomados en el mismo plano vertical.
  - Los **límites de ovalización y conicidad** los da el fabricante del motor. En caso de no conocerse, deberá tomarse el de 0,05 mm.
3. Valorar el desgaste sufrido por los cilindros, tome como referencia la medida estándar o diámetro original del cilindro, que lo marca el fabricante.
4. Calcule el desgaste máximo del cilindro seleccionando el diámetro mayor de cada una de las mediciones tomadas y restándole el diámetro nominal que se encuentra en el catalogo.

$$\text{Desgaste Máximo} = \text{Diámetro mayor de desgaste} - \text{Diámetro nominal}$$

**Conclusiones**

1. Los dos sistemas de medición son: el Sistema Internacional y el sistema Inglés, siendo el S.I. el más usado en el mundo, aunque países como E.E.U.U., Canadá y el Reino Unido, manejan el sistema Inglés.
2. Existen diferentes instrumentos de medición, el uso de una u otra herramienta de medición dependerá del elemento o parte a medir y del grado de precisión que deseemos.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Carlos Metrología. Mc Graw Hill. Segunda edición. 1998



**Práctica 4. Funcionamiento de M.C.I.**

Página 1 de 8

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

**Objetivos de la práctica**

1. Explicar el funcionamiento de un motor de 2 y 4 tiempos (Diesel y a gasolina).
2. Comparar entre si los sistemas de ignición de los MCI (Diesel y gasolina).
3. Describir el ciclo Otto y el ciclo Diesel.
4. Analizar los procesos termo-fluido-dinámicos que ocurren en el interior de los MCI

**Materiales y equipo**

1. Aula virtual (práctica número 4), láminas didácticas
2. Manual del fabricante del motor Cummins
3. Motor Diesel Kia
4. Compas de interiores
5. Micrómetro externo
6. Motor Toyota F110
7. Motor a gasolina, Renault 9
8. Motor Renault 4 en corte
9. Motor Cummings en corte
10. Motor monocilíndrico en corte
11. Elementos propios de M.C.I. (cigüeñal, bloque, pistones, biela, etc.)



**Motores de Combustion Interna.** Un Motor de Combustión Interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión.

### **Motor Diesel**

Estos motores al igual que los motores a gasolina pueden funcionar en 2 y 4 tiempos, por nuevas normas ambientales los más utilizados son los de 4 tiempos.

La mayoría de motores Diesel de 4 tiempos al principio funcionaban con una bomba mecánica muy complicada y contaban con una pre-cámara de inyección, actualmente es común ver inyección directa de combustible mediante conductos y controlada electrónicamente, además también suelen contar con un turbo el cual introduce y comprime mas aire en los cilindros.

### **Motor a gasolina.**

Al igual que los motores Diesel, en los motores a gasolina la cámara de combustión es un cilindro, por lo general fijo, cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al interior. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. El sistema consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido. En los motores de varios cilindros el combustible vaporizado se conduce a los cilindros a través de un tubo ramificado llamado colector de admisión. Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes.



### Tiempos en un motor

**Primer tiempo o admisión:** en esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión.

**Segundo tiempo o compresión:** al llegar al final de carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón.

**Tercer tiempo o explosión/expansión:** al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, mientras que en los motores Diesel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se auto inflama por la presión y temperatura existentes en el interior del cilindro. En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón.

**Cuarto tiempo o escape:** en esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta.

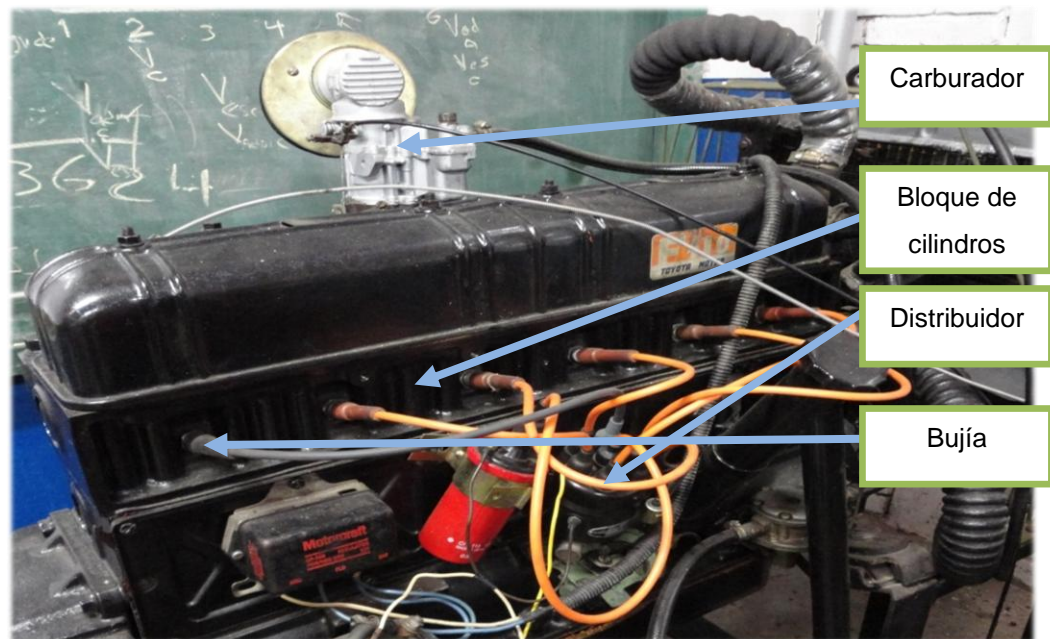
### Procedimiento

1. Observe en detalle el motor Renault 4 en corte, Cummins en corte, Diesel Kia y Toyota F110 y compare las partes que conforman los motores a gasolina y motores Diesel.

Figura 1 Motor diesel



Figura 2 Motor Toyota F110



2. Medir el diámetro del cilindro y la carrera del pistón en un motor. calcular cilindrada y relación de compresión; luego comparar con el manual del fabricante.

Figura 3 Medición del cilindro



Figura 4 Medición de las muñequillas del cigüeñal



3. Verificar los rangos de tolerancia, para los diámetros exterior e interior del cilindro y del diámetro externo y el juego máximo de la ranuras del pistón, en el motor Cummins.

Figura 5. Tolerancias en el motor Cummins



4. En el motor de dos tiempos didáctico identifique en que momentos suceden los dos tiempos

Figura 6. Motor de dos tiempos didáctico en corte

#### Explosión-escape

Se provoca la combustión de la mezcla gracias a una chispa eléctrica producida por la bujía. La expansión de los gases de combustión impulsa con fuerza el pistón que transmite su movimiento al cigüeñal a través de la biela.



#### Admisión-compresión

Mientras la cara superior del pistón realiza la compresión en el cilindro, la cara inferior succiona la mezcla de aire y combustible a través de la lumbrera.

Lumbrera de admisión

- Determinación de la cilindrada del motor:

Ecuación 1.  $V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L$  donde D= diámetro del cilindro, L= carrera del pistón

Ecuación 2.  $L = r/2$  r= radio de la muñequilla del cigüeñal, L= carrera del pistón  $\Rightarrow V = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} * 8 = 402 \text{ cc por cilindro} * 4 \text{ cilindros} = 1608 \text{ c.c.}$

Ecuación 3.  $\Delta = \frac{V_1 + v_2}{v_2}$   $v_2$  = Capacidad en centímetros cúbicos de la cámara de combustión de la culata,  $V_1$ = Capacidad del cilindro, con el pistón en su punto muerto inferior (cilindrada).  $\Delta$ = relación de compresión

- Complete la tabla numero 1 y 2 con los datos obtenidos de la medición del 3<sup>er</sup> paso del “Procedimiento”

Tabla 1. Bloque de cilindros

Ítems	Tolerancia	Medición
Diámetro Interno Cilindro	Máximo 139.827 mm	140.7 mm
	Mínimo 139.694 mm	139.4 mm
Diámetro Externo Cilindro	Máximo 166.77 mm	167mm
	Mínimo 166.72 mm	166. mm

Tabla 2. Pistones y Anillos

Ítems	Tolerancias	Medición
Diámetro Externo pistón	Máximo 139.692 mm	139 mm
	Mínimo 139.192 mm	139. mm
Juego Máximo Ranura pistón	Anillo 1° (0.43 – 0.68) mm	0.3 – 0.6 mm
	Anillo 2° (0.51 – 0.76) mm	0.4– 0.7 mm
	Anillo 3° (0.48 – 0.74) mm	0.4 – 0.7 mm
	Anillo 4° (0.25 – 0.64) mm	0.2– 0.6 mm



### Conclusiones

Página 8 de 8

1. Los motores Diesel y a gasolina funcionan en base a 4 o 2 tiempos: admisión, compresión, explosión y escape.
2. La diferencia mas marcada entre un motor Diesel y a gasolina es que un motor a gasolina aspira una mezcla de gas y aire, los comprime y enciende la mezcla con una chispa. Un motor Diesel sólo aspira aire, lo comprime y entonces le inyecta combustible al aire comprimido. EL calor del aire comprimido enciende el combustible espontáneamente.
3. En la inspección visual se observa que el motor Diesel no tiene bujía, toma el aire y lo comprime, después inyecta el combustible directamente en la cámara de combustión.
4. El sistema Diesel es fuerza, potencia y el de gasolina es mas para trabajo Liviano y velocidad.

### Bibliografía

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Mecánica de taller, 4<sup>ta</sup> edición, Madrid. Cultural de ediciones, 1994
- Jaime Gilardi. Motor de Combustión Interna. Agroamerica, 1985 - 133 páginas



**Práctica 5. Sistema de distribución en M.C.I.**

Página 1 de 6

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

**Objetivos de la práctica**

1. Conocer e identificar las partes del sistema de distribución en los M.C.I. (Diesel y a gasolina).
2. Reconocer la importancia del sistema de distribución en el funcionamiento general del MCI (Diesel y a gasolina).
3. Entender los mecanismos de sincronización del sistema de distribución.

**Materiales y equipo**

1. Aula virtual (Práctica número 5)
2. Láminas didácticas del laboratorio
3. Manual del fabricante del motor Renault 4
4. Micrómetro de exteriores
5. Motor Toyota F110
6. Motor Diesel Kia
7. Motor a gasolina, Renault 9
8. Motor Renault 4 en corte
9. Motor Cummins en corte

**Marco teórico**

**EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.** El sistema de distribución es el conjunto de elementos que regulan la apertura y cierre de válvulas en el momento oportuno y a su vez la entrada de la mezcla, (gases frescos) y la salida de los



gases residuales de los cilindros, en el momento adecuado después de producirse la explosión. Para ello actúa abriendo y cerrando las válvulas en los tiempos de admisión y escape de forma sincronizada con el giro del cigüeñal. Los elementos que constituyen la distribución son los siguientes: Válvulas, levas, empujadores, balancines, elementos de regulación.

**Válvula.** Está compuesta de cabeza, que sirve para cerrar el orificio de paso de los gases, y vástago o cola, que sirve para guiar el movimiento y para transmitir a la cabeza el empuje de la leva y la fuerza del muelle.

**Levas.** La válvula se mantiene cerrada por la acción del muelle y se abre por el empuje de la leva. Como ha de abrirse y cerrarse una vez por cada dos vueltas del cigüeñal, la leva tiene que dar una vuelta en cada ciclo. El ángulo de apertura de la leva de admisión o de escape es la mitad del ángulo girado por el cigüeñal.

El árbol de levas se fabrica por fundición en un molde y una vez mecanizado se les somete a un tratamiento de temple, gracias al cual adquiere gran dureza. Una vez concluido el tratamiento se rectifica para su acabado.

**Balancines.** Son palancas que transmiten el movimiento de las levas a las válvulas. En unos casos el eje de giro de los balancines puede estar en su centro, con lo que constituyen palancas de primer género, y en otros puede estar en un extremo de la palanca, con lo que constituyen palancas de segundo género. En el primer caso se denominan balancines basculantes y en el segundo balancines oscilantes. El tipo de balancín basculante es el normalmente utilizado cuando el árbol de levas se sitúa en el bloque, el tipo de balancines oscilantes o semibalancines se emplean cuando el árbol de levas se sitúa en la culata.

Procedimiento

Página 3 de 6

1. Construir el diagrama de sincronización de válvulas en forma de espiral para un motor Diesel y para un motor a gasolina de cuatro tiempos.

Para facilitar este punto se toma los siguientes datos:

Un motor tiene las siguientes cotas de reglaje:

Avance de la apertura de admisión. A.A.A.  $14^{\circ}$

Retraso de cierre de admisión. R.C.A.  $40^{\circ}$

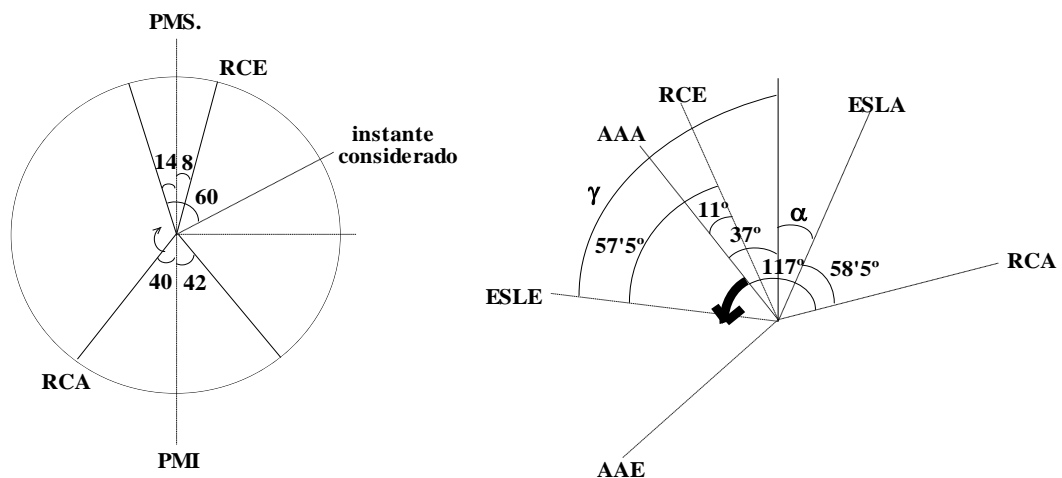
Angulo de avance de escape A.A.E.  $42^{\circ}$

Retraso de cierre de escape R.C.E.  $8^{\circ}$

En el instante considerado la muñequilla del cigüeñal forma  $60^{\circ}$  contados desde el P.M.S. y el motor está en la carrera de admisión.

Hallar el ángulo de los ejes de simetría de las levas de admisión y escape con los empujadores.

Figura 3. Diagrama de sincronización de válvulas en forma de espiral





**Solución:**

Instante considerado:  $60^\circ$  desde el P.M.S. carrera de admisión.

• Ángulo girado por el cigüeñal desde que empezó la admisión hasta el instante considerado:  $60 + 14 = 74^\circ$

• Ángulo girado por el árbol de levas desde que empezó la admisión hasta el instante considerado:  $\frac{74}{2} = 37^\circ$

• Ángulo girado por el cigüeñal durante toda la admisión:  $14 + 180 + 40 = 234^\circ$

• Ángulo girado por el árbol de levas durante toda la admisión:  $\frac{234}{2} = 117^\circ$

• Ángulo girado por el árbol de levas desde que se inicia la admisión hasta la máxima apertura de la válvula:  $\frac{117}{2} = 58.5^\circ$

• Ángulo formado por el ESLA con el empujador:  $\alpha = 58.5 - 37 = 21.5^\circ$

• Ángulo de solape en el cigüeñal:  $14 + 8 = 22^\circ$

• Ángulo girado por el cigüeñal durante todo el escape:  $42 + 180 + 8 = 230^\circ$

• Ángulo girado por el árbol durante todo el escape:  $\frac{230}{2} = 115^\circ$

• Ángulo girado por el árbol de levas hasta la máxima apertura de la válvula:

$$\frac{115}{2} = 57.5^\circ$$

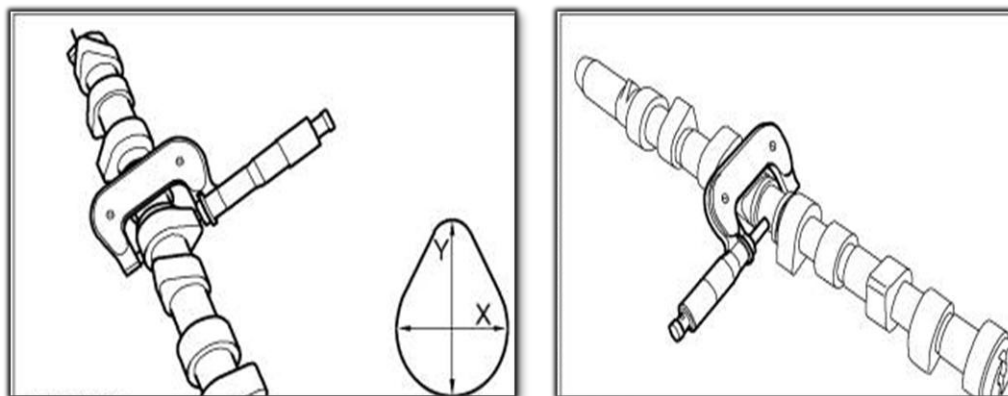
• Ángulo formado por el ESLE con el empujador:  $\gamma = 57.5 + 37 - 11 = 83.5^\circ$

**Procedimiento**

Página 5 de 6

2. Medir, Con un micrómetro o calibrador, el árbol de levas en el motor Renault
- 3, compare los datos obtenidos con el manual del fabricante.

Figura 4 medicion del arbol de levas con el micrometro



**Tabla de datos**

Tabla 2. Medidas de la altura del árbol de levas (levantamiento del lóbulo)

Renault 4	
Alzada de lóbulos (mm)	
Admisión	Escape
5.5	5.4
5.6	5.0
5.0	5.4
5.2	5.3



### **Conclusiones**

Página 6 de 6

1. El conjunto de elementos que constituye la distribución, está sometido a continuos desgastes y deformaciones producidas por los rozamientos, los choques y la elevada temperatura a que están expuestos.

Para su correcto funcionamiento es preciso realizar con cierta frecuencia las siguientes operaciones:

- Limpieza.
- Verificar el cierre hermético de las válvulas.

2. La importancia del sistema de distribución en M.C.I. radica en la apretura y cierre de válvulas, ya que esto determina la cantidad de consumo de combustible y la emisión de gases del motor.

### **Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Santiago Sanz Acebes. Motores. Editex, 2007 - 384 páginas



<b>Práctica 6. Sistemas de admisión y escape en los M.C.I.</b>		Página 1 de 8
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conocer los componentes más importantes que hacen parte del sistema de admisión y escape, tanto de los motores de encendido por chispa como los de encendido por compresión.</li><li>2. Identificar los de elementos típicos del sistema de admisión y escape.</li><li>3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento del sistema de admisión y escape en MCI.</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual (Práctica número 6)</li><li>2. Láminas didácticas del laboratorio</li><li>3. Motor Diesel Kia</li><li>4. Motor Toyota F110</li><li>5. Motor a gasolina, Renault 9</li><li>6. Motor Renault 4 en corte</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<p><b>Sistema de admisión y escape en un M.C.I.</b> El sistema de admisión de aire suministra aire limpio para la combustión del motor. El sistema de escape hace salir los gases y el calor e impulsa el turbo cargador</p> <p><b>Sistema de Escape.</b> Este sistema conduce gases del motor al exterior. Es importante porque ayuda a la expulsión de los gases del motor, a mejorar la combustión y la potencia final obtenida. Algunas de sus partes son:</p>		



- **Multiple de admisión.** El sistema de admisión consiste en un purificador de aire que remueve el polvo del aire del múltiple de admisión, que conduce la mezcla aire-combustible a cada uno de los cilindros.
- **Purificador de aire.** Naturalmente que el aire fresco contiene polvo. Si este polvo ingresa a los cilindros con el aire de admisión, este desgastará los cilindros y contaminará el aceite lubricante. Como resultado se acortará la vida útil del motor. Por lo tanto, el polvo debe removerse del aire de admisión antes de que ingrese a los cilindros. En los automóviles, el aire de admisión es limpiado por un depurador de aire, el cual también reduce la velocidad del aire y minimiza el ruido producido por mismo. Los depuradores de aire deben ser comprobados y limpiados regularmente debido a que el elemento llegará gradualmente a obstruirse con el polvo y no proporcionará suficiente aire al motor, causando una caída en su potencia.
- **Silenciador.** El silenciador reduce el nivel del sonido y proporciona suficiente contrapresión al motor, para que el motor “respire” según se ha diseñado.

El sistema de escape sirve para:

1. **Reducir las emisiones térmicas.** A la entrada del colector, los gases de combustión tienen una temperatura de orden de 900°C. Este calor presentaría un peligro si fuera evacuado directamente. El contacto con el aire, en toda la superficie de la línea de escape, contribuye a reducir la temperatura.
2. **Disminuir el nivel sonoro.** Las explosiones provocadas por el ciclo del motor producen ruido. El papel del silencioso o silenciador es atenuar estos perjuicios acústicos.



**3. Canalizar y evacuar los gases resultantes de la combustión del combustible.** En un motor de explosión, los gases quemados son recogidos por el colector de escape y, después, encaminados hacia el silencioso delantero, el silencioso trasero y la salida.

**El sistema de admisión.** Consiste de la caja de filtros (si se utiliza), filtro de aire, tubería y conexiones al múltiple de admisión o turbocargador. Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio.

Un sistema de admisión ineficiente afectará de manera adversa el desempeño, las emisiones y la vida útil del motor.

Algunas partes del sistema de admisionson:

- **Purificador de Aire.** En los MCI, el aire de admisión es limpiado por un purificador de aire, el cual también reduce la velocidad del aire y minimiza el ruido producido por mismo. Los depuradores de aire deben ser comprobados y limpiados regularmente debido a que el elemento llegará gradualmente a obstruirse con el polvo y no proporcionará suficiente aire al motor, causando una caída en su potencia. Los tipos de purificadores de aire son: depurador de aire tipo de baño en aceite, depurador de aire tipo ciclón, depurador de aire tipo elemento de papel.
- **Múltiple de Admisión.** Este múltiple posee un conducto para conducir la mezcla de aire-combustible hecha por el carburador para cada uno de los cilindros. Es necesario que el múltiple de admisión sea conformado para que la mezcla aire-combustible sea distribuida uniformemente y fácilmente.

1. En los motores Diesel: Kia y Cummings en corte y motores a gasolina: Renault 9 y Renault 4 en corte observe, analice e identifique sus sistemas de admisión y escape, luego enuncie las principales diferencias entre el sistema de admisión y escape de un motor Diesel y uno a gasolina.

Figura 1. Motor Diesel Kia



Figura 2 Motor toyota F110 y Motor a gasolina, Renault 9

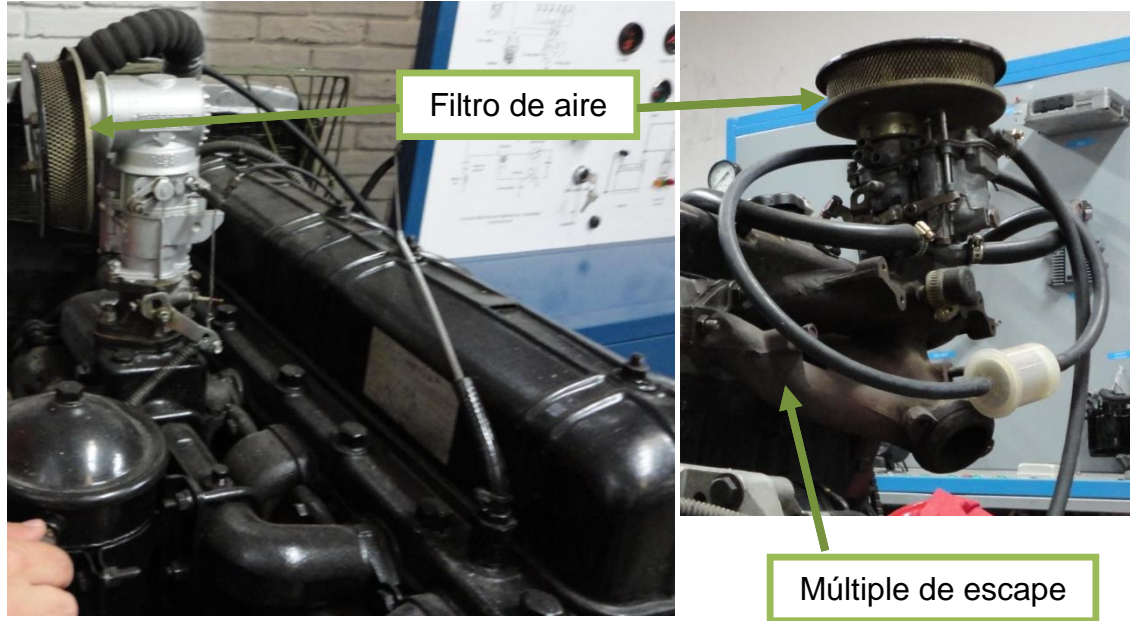
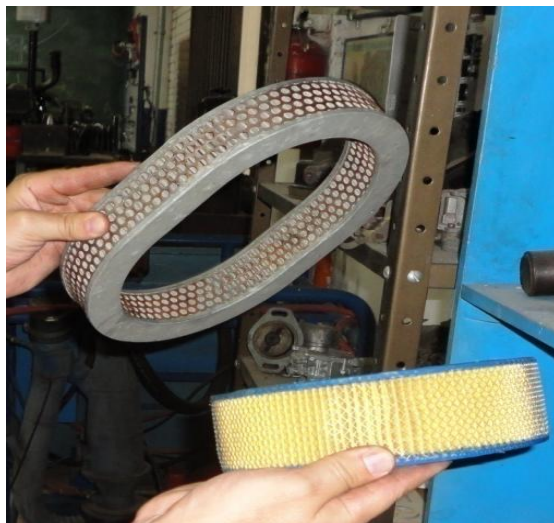
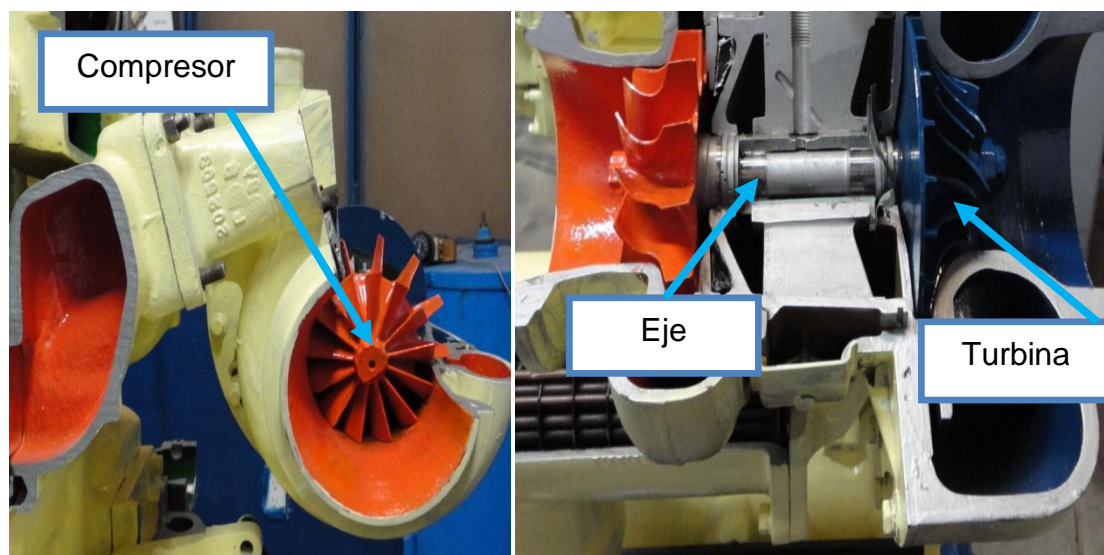


Figura 3. Figura 3. Filtro de aire y silenciador del sistema de admision y escape



2. En el motor Cummins en corte, observe e identifique las partes del turbo cargador.

Figura 4. Turbo cargador del motor Cummins



3. Enuncie las principales fallas y las posibles soluciones del sistema de admisión y escape: en la tabla 1 se presentan las diferentes “ANOMALIA”, “CAUSA PROBABLE” y “SOLUCIÓN” del sistema de admision y escape del MCI.

Tabla de datos

Tabla 1. Fallas y posibles soluciones del sistema de admisión y escape.

ANOMALIA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
Humos negros en el escape, apreciando perdida de potencia en el motor	Filtro de aire sucio, colectores de admisión obstruidos, interferencia en el conjunto rotatorio del turbo.	Limpiar filtro de aire, limpiar o cambiar las partes obstruidas, desmontar el turbo-compresor.



Tabla 1. (Continuación) Fallas y posibles soluciones del sistema de admisión y escape.

<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROBABLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Ruidos en el turbocompresor.	Cojinetes u otros componentes que rocen contra la carcasa. Lubricación deficiente. Impurezas o carbonilla que obstaculizan el giro	Desmontar el turbo y sustituir las piezas averiadas. Examinar los conductos de lubricación. Examinar y limpiar la unidad
Baja velocidad del turbo, pérdida de potencia y gases de escape sucios.	Fugas en los colectores de admisión y escape. Contra presión excesiva en la salida de gases del turbo	Ajustar todas las conexiones y sustituir las juntas precisas. Eliminar suciedad o abolladuras en los conductos de escape.

**Conclusiones**

1. El reciclado de los gases de escape, debido a la reducción de la temperatura de combustión que produce, obtiene un efecto positivo sobre las emisiones de óxidos de nitrógeno. Como contrapartida podemos decir que una "relación" demasiado alta de recirculación, puede ser negativa respecto a la vida útil del motor, la cual puede verse disminuida por polución interna y desgaste



**Conclusiones**

Página 8 de 8

2. Un sistema de escape esta en perfecto estado si existe un buen sonido y ademas purifica los gases que salen del motor. Otra punto importante del sistema de escape es que ayuda a que el motor desarrolle una mayor potencia al eliminar los gases que no sean necesarios. Hay varias partes que componen el sistema de escape, como la de admisión, el colector, el colector de escape y el silenciador.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Eduardo Aguada. Elementos amovibles. Ediciones paranito S.A. 4 edicion 2008



<b>Práctica 7. Sistema de alimentación de combustible en M.C.I.</b>		Página 1 de 5
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Reconocer el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas de alimentación de combustible.</li><li>2. Entender las diferencias, ventajas y desventajas de cada sistema de alimentación en MCI.</li><li>3. Conocer del diagnóstico y mantenimiento del sistema de alimentación en MCI.</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual del L.M.T.A. (Práctica número 7)</li><li>2. Banco de inyección electrónica. B.SIE.</li><li>3. Multímetro</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<p><b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN M.C.I.</b> La alimentación de los motores alternativos consiste en hacer llegar al interior de los cilindros, en los de ciclo Otto una mezcla de aire limpio y combustible, y en los de ciclo Diesel aire limpio al que tras la compresión se le inyecta el combustible finamente pulverizado a alta presión.</p> <p><b>CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN.</b> El combustible contenido en el depósito es aspirado por una bomba que lo envía, mediante tuberías, al carburador, según un circuito que se denomina circuito de alimentación.</p> <p><b>Depósito de combustible.</b> Es un recipiente que tiene un amplio orificio de llenado provisto de un tapón que no impide la entrada de aire, para que el interior se encuentre siempre a la presión atmosférica.</p>		



**ALIMENTACIÓN EN MOTORES DIESEL.** En los motores diesel la alimentación se realiza introduciendo por separado, en el interior de los cilindros, el aire que en el tiempo de compresión alcanza los  $600^{\circ}\text{C}$ , y el combustible que se inyecta a alta presión, los cuales se mezclan en el interior de la cámara de combustión, donde se produce la combustión de esta mezcla.

Generalmente, en el colector de admisión, no hay válvula de mariposa que regule la cantidad de aire en la admisión. Mediante el pedal del acelerador que activa la bomba de inyección se dosifica la cantidad de combustible que se inyecta en el tercer tiempo, momento en el cual se inflama la mezcla, produciéndose trabajo.

**CIRCUITO DE BAJA PRESIÓN.** El circuito que se utiliza en los motores de ciclo Diesel para llevar el combustible desde el depósito hasta el interior de la bomba de inyección se denomina circuito de baja presión.

**CIRCUITO DE ALTA PRESIÓN.** Este circuito, que recibe el combustible a la presión tarada en la válvula reguladora de presión del circuito de alimentación, está formado por una bomba de inyección, que comprime el combustible a presión que en algunos vehículos llega a superar 1250 atmósferas, lo que ha cambiado muchas de las antiguas ideas que había sobre los motores Diesel, de finas tuberías de acero, una por cilindro, que conducen el combustible que sale de la bomba de inyección, de inyectores, que situados en la culata pulverizan a alta presión, cada uno en su respectiva cámara de combustión, el combustible que reciben a través de las tuberías de presión desde la bomba de inyección.

Procedimiento

Página 3 de 5

1. Identificar los elementos de medida electrónicos como el multímetro, útil para medir sensores en el B.SIE.

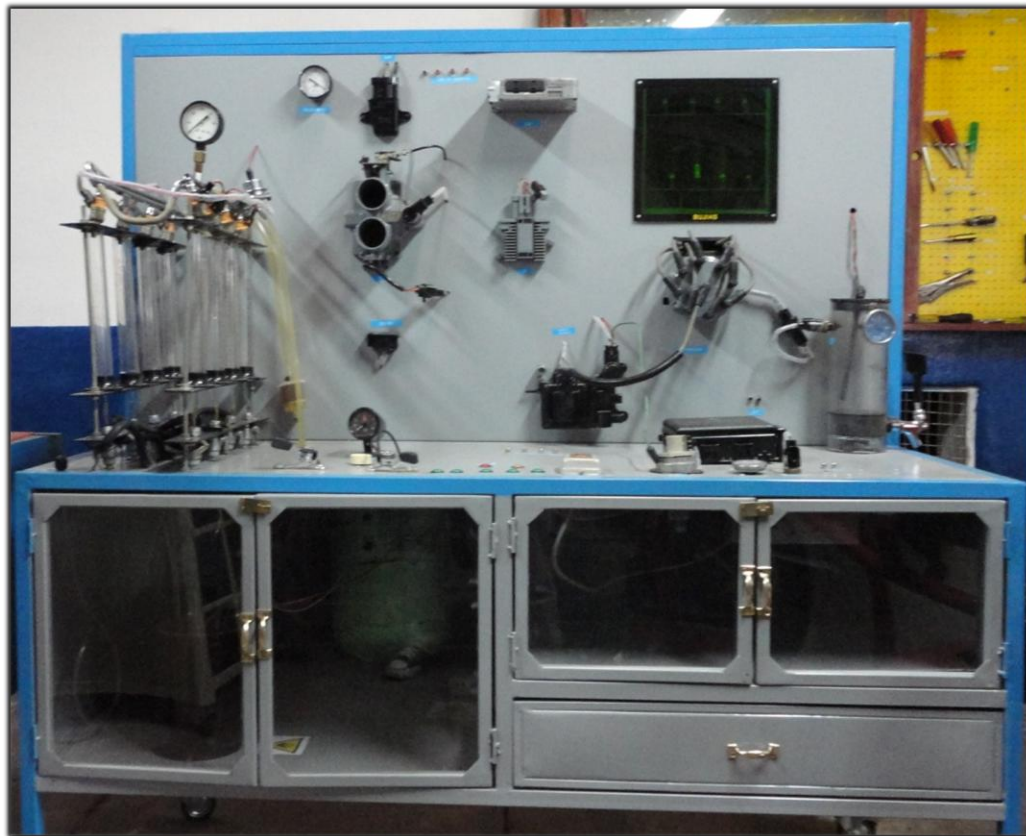
Figura 1 Multímetro



2. Conocer como se lleva a cabo la inyección de combustible de manera real en un automotor y cómo los diferentes sensores y elementos afectan el proceso. De igual manera, el estudiante identificará físicamente todos los sensores y elementos del B.SIE., ubicará la toma de datos de los elementos y comprenderá la diferencia entre sensores y actuadores y la forma en que el proceso de inyección se lleva a cabo.

3. Reconocer las fallas más comunes que los sistemas de inyección electrónica presenta, como primera medida el estudiante se enfrentara a un funcionamiento correcto de todos lo sistemas del B.SIE pero la bomba eléctrica de gasolina no mostrara trabajo alguno, por lo que el estudiante con el multímetro y los planos eléctricos tendrá que estudiar las posibles causa por las cuales este elemento no esta funcionando, expondrá las posibilidades al auxiliar y por ultimo tomara una decisión acerca de cual de las opciones es la correcta.

Figura 1 Banco de inyección electrónica. B.SIE.





**Procedimiento**

Página 5 de 5

4. La bomba eléctrica estará funcionando de manera correcta pero el sistema de inyectores no estará respondiendo a las órdenes de la ECU, por lo cual el estudiante tendrá que repetir el proceso anterior pero ahora buscar una solución para el incorrecto funcionamiento de los sensores.

**Conclusiones**

1. Cuando hacemos un buen mantenimiento del sistema de alimentación de combustible en M.C.I. estamos contribuyendo con el medio ambiente y a su vez con nuestra propia economía, debido a que este sistema influye directamente en la cantidad de combustible que consume el motor y en la cantidad de gases contaminantes producto de la combustión.
2. Con el avance tecnológico del sistema de alimentación de combustible en M.C.I. se logrado un mayor aprovechamiento del combustible y bajar el nivel de partículas contaminantes.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- ORTEGA, Jaime y RAMOS, Agustín. Banco Simulador de Inyección de Gasolina para Motores de Combustión Interna. 1999



<b>Práctica 8. Sistema de ignición en M.C.I.</b>		Página 1 de 7
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha.
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conocer las generalidades del sistema de ignición en M.C.I.</li><li>2. Identificar los elementos y los principios de funcionamiento de los sistemas de ignición en M.C.I.</li><li>3. Evaluar y comparar el comportamiento de los sistemas de encendido en los motores de ignición por chispa e ignición por compresión.</li><li>4. Identificar las características de un buen sistema de encendido.</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual (Práctica número 8)</li><li>2. Manual del fabricante motor Kia</li><li>3. Motor Toyota F110</li><li>4. Motor Diesel Kia</li><li>5. Motor Renault 4 en corte</li><li>6. Copas para bujía</li><li>7. Galgas</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<p><b>Sistema de encendido en M.C.I.</b> El circuito de encendido utilizado en los motores de gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno. Para arrancar un motor Diesel, existen diferentes métodos los principales son con motores eléctricos, motores de arranque hidráulico y sistemas de aire comprimido. Todos estos tipos funcionan al engranar un piñón con el volante motor.</p>		



### Elementos comunes que componen el sistema de ignición.

**Bobina.** Dispositivo eléctrico, destinado a producir una carga de alto voltaje o tensión. La bobina de ignición constituye un transformador eléctrico, que eleva por inducción electromagnética la tensión entre los dos enrollados que contiene en su interior. El enrollado primario de baja tensión se conecta a la batería de 12 volt, mientras que el enrollado secundario la transforma en una corriente eléctrica de alta tensión de 15 mil ó 20 mil volt. Esa corriente se envía al distribuidor y éste, a su vez, la envía a cada una de las bujías.

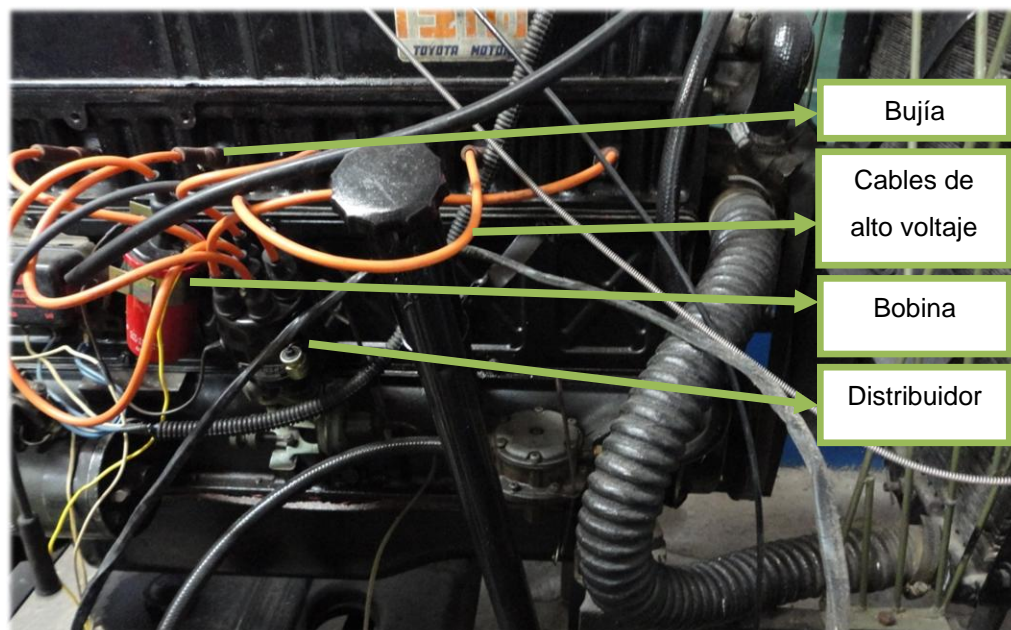
**Ruptor.** Es un contacto que corta o permite el paso de la corriente eléctrica a través de la bobina. La apertura o cierre del ruptor es provocado por una leva accionada por el eje del distribuidor, con el cual esta sincronizado para que la apertura de contactos y salto de chispa se produzca a cada cilindro en el momento oportuno.

**Distribuidor.** Es el elemento más complejo y que más funciones cumple dentro de un sistema de encendido. El distribuidor reparte el impulso de alta tensión de encendido entre las diferentes bujías, siguiendo un orden determinado (orden de encendido) y en el instante preciso. Sus funciones son:

1. Abrir y cerrar a través del ruptor el circuito que alimenta el arrollamiento primario de la bobina.
2. Distribuir la alta tensión que se genera en el arrollamiento secundario de la bobina a cada una de las bujías a través del rotor y la tapa del distribuidor.
3. Avanzar o retrasar el punto de encendido en función del número de revoluciones y de la carga del motor, esto se consigue con el sistema de avance centrífugo y el sistema de avance por vacío respectivamente.

1. Inspección Visual: realizar una inspección en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 4 en corte y el motor Cummins en corte, luego hacer una observación detallada de cada elemento que compone el sistema de ignición, con el fin de determinar cada una de sus partes y entender su funcionamiento.

Figura 1. Motor Toyota F110



2. Identifique las bujías en el motor Toyota F110, desmóntelas evitando ladear la llave de copa para no dañar la porcelana aislante de la bujía, luego de desmontarlas, proceda a calibrarlas, lo cual consiste en situar los electrodos, central y lateral donde salta la chispa, a la distancia que indica el fabricante del motor. Si la separación es muy abierta, el voltaje requerido será mayor, si por el contrario es menor, el voltaje será insuficiente para crear la chispa adecuada, ocasionando que la bujía acumule depósitos de carbón y deje de funcionar.

Par montar de nuevo las bujías utilice el torquimetro aplicándole el torque según las especificaciones del fabricante, si no cuenta con esta herramienta en el laboratorio, proceda a montarlas con la mano, seguidamente con la copa para bujía apriétela hasta  $\frac{1}{4}$  de vuelta, esto equivale aproximadamente al torque que indica el catalogo

Figura 2 Motor Toyota F110

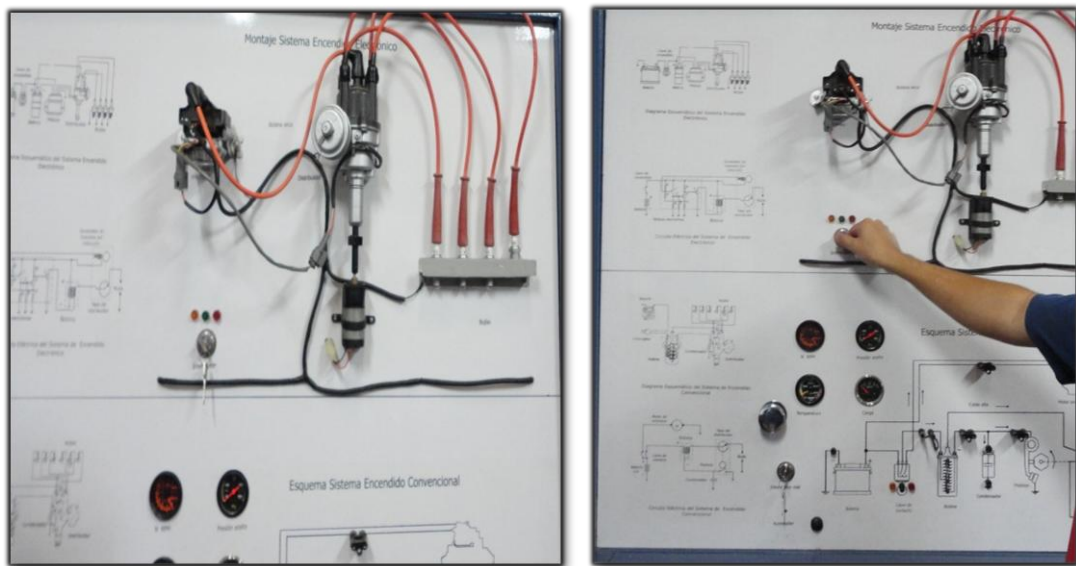


Figura 3. Bugía



3. Encienda el motor Toyota F110: Accione la llave en el interruptor de encendido (I.E.). La corriente de la batería con una diferencia de potencial de 12 Voltios se hace presente en la bobina de encendido (BE) en el borne positivo cruza el arroyamiento primario de ésta y sale por el borne negativo y con la ayuda del cable adecuado atraviesa los platinos donde de una manera intermitente se cierra el circuito a tierra, es decir, los 12 Voltios presentes en la bobina se reducirán a cero (0) voltios de una manera repentina cada vez que el platino se cierre.

Figura 3 Tablero de encendido del motor Toyota F110



4. Determinar el estado de carga de la batería. Utilice el hidrómetro para medir la gravedad específica del líquido de cada celda de la batería.

Figura 4 Batería



- Utilizar el multímetro para determinar el voltaje y la intensidad de corriente de la batería, alternador y motor de arranque, para el motor KIA

**Tabla de datos**

- La tabla 1 contiene los datos de la gravedad específica de la batería según el estado de la carga.

Tabla 1. Rangos de gravedad específica

Estado de la carga de la batería	Gravedad Específica @ 27°C
100 %	1.260 – 1.280
75%	1.230 – 1.250
50%	1.200 – 1.220
25%	1.170 – 1.190
Descargada	1.110 – 1.130



**Conclusiones**

Página 7 de 7

1. La gran importancia que tiene el sistema de encendido en M.C.I. radica en que un mal estado de este sistema con lleva un mal desempeño del motor y por consiguiente un menor rendimiento en su desempeño y un mayor numero de emisiones contaminantes.
2. Después de arrancar un motor Diesel, no se necesita más la batería para continuar andando porque, a diferencia de un motor de gasolina, la combustión no necesita un sistema de encendido.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- JOVAJ, M. S. Motores de Automóvil. URSS: MIR, 1982.
- <http://www.microcaos.net>



<b>Práctica 9. Sistema de lubricación en M.C.I.</b>		Página 1 de 9
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conocer y comprender la constitución detallada del sistema de lubricación en M.C.I.</li><li>2. Conocer las características físicas y químicas de los aceites o lubricantes, líquidos o sólidos, y su clasificaciones estándar, ejemplo: SAE, JASO, etc.</li><li>3. Identificar los tipos de lubricación.</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual (Práctica número 9)</li><li>2. Láminas didácticas del laboratorio</li><li>3. Manual del fabricante motor Kia y Toyota</li><li>4. Motor Diesel Kia</li><li>5. Motor Toyota F110</li><li>6. Motor a gasolina, Renault 9</li><li>7. Motor Renault 4 en corte</li><li>8. Motor Cummins en corte</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<b>Lubricación en M.C.I.</b>		
<p>Para hablar del sistema de lubricación en M.C.I. es preciso conocer el concepto de fricción e identificar que tipos de lubricantes se utilizan en este sistema.</p> <p><b>Fricción.</b> Fricción es la resistencia ofrecida al movimiento, siempre que dos cuerpos se deslizan o ruedan uno sobre el otro.</p>		



Aparentemente las superficies son planas y lisas, pero esto es otra cosa que nunca se consiguió, empleando los métodos más modernos de pulimento. La superficie realmente esta formada por serie de montañas y valles.

**Lubricantes.** Los aceites empleados en la lubricación de los motores están sometidos a elevadas temperaturas y presiones, lo cual hace que tiendan a descomponerse, anulando así sus propiedades lubricantes, por tanto, la calidad de estos aceites debe ser muy elevada. Los más usados y que ofrecen características adecuadas son los aceites minerales, obtenidos del petróleo, mezclados con aditivos que mejoran sus cualidades. La característica más importante de los lubricantes es la viscosidad, la cual se define como la resistencia que opone un líquido a fluir por un conducto. Esta debe ser la adecuada para que cumpla la misión encomendada, ya que si el aceite es muy fluido llenará perfectamente los espacios y holguras entre las piezas en contacto, pero en cambio, debido a su excesiva fluidez, soportará con dificultad las cargas y presiones a que debe estar sometido y no eliminará los ruidos de funcionamiento. Por el contrario, si el aceite es muy viscoso, soportará perfectamente la presión, pero fluirá mal por los conductos de engrase, llenará con dificultad el espacio entre las piezas y la bomba, necesitará además, un mayor esfuerzo para su arrastre, obligando a consumir mayor energía al motor y ocasionando un mayor calentamiento del mismo.

#### **Partes del sistema de lubricación**

**Bombas de Aceite.** Su misión es la de enviar el aceite a presión y el una cantidad determinada. Se sitúan en el interior del cárter y toman movimiento por el árbol de levas mediante un engranaje o cadena.



### Marco teórico

Página 3 de 9

**Malla, filtro o coladera.** Red metálica por la que se aspira el aceite. Se retienen las partículas extrañas al sistema y las que se han generado por desgaste en el motor.

**Cárter.** Es la zona inferior del bloque motor en la cual se recoge todo el aceite que circula a través del motor. Al ser un sistema cerrado todo el aceite del circuito de lubricación retorna al cárter.

**Galería principal.** Se encarga de distribuir el lubricante por todas las partes del motor: cigüeñal y bielas, distribuidores, árbol de levas y culatas, engranes de distribución, etc.

**Cigüeñal.** Lubrica el eje fundamental del motor y además, a través de él también se envía el aceite a otras partes del motor, como las bielas y los cojinetes de biela.

**Árbol de levas.** El aceite proveniente de la galería principal lubrica el árbol de levas y este lo dirige hacia los ejes de balancines, los propios balancines y el arrastre de la bomba de inyección.

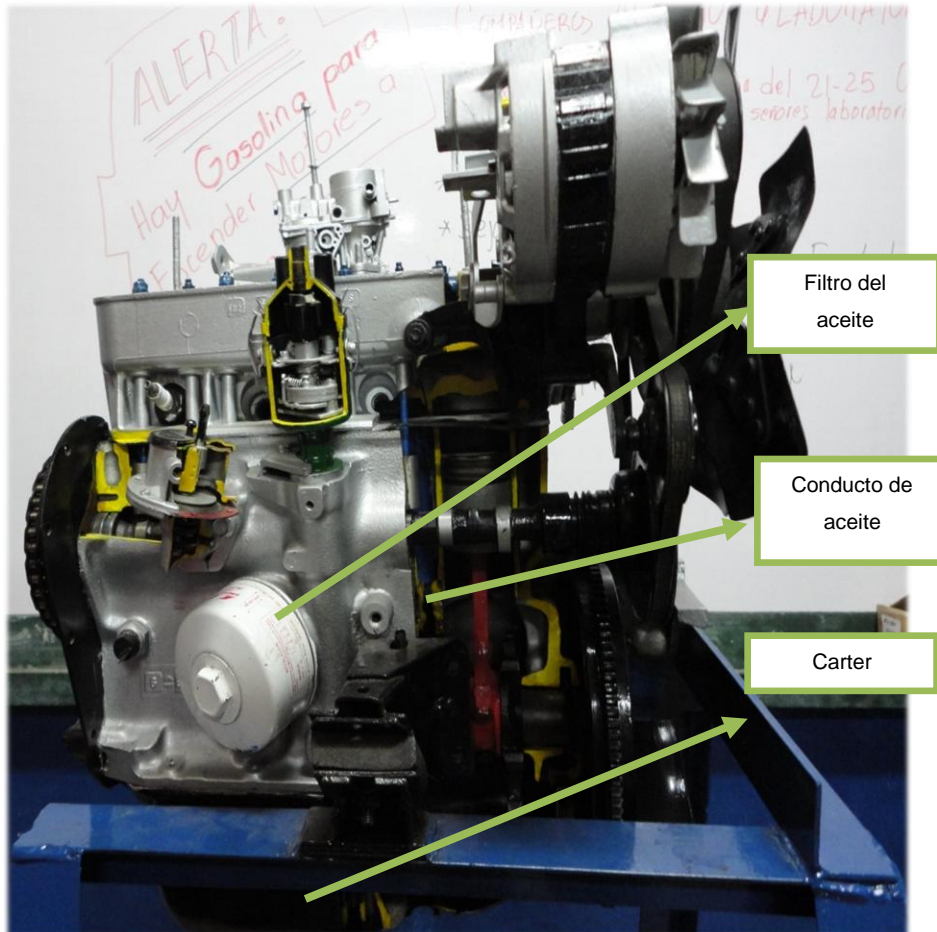
**Distribución.** El aceite que pasa a través de este elemento se dirige a diversas partes del motor como son el eje del turbocompresor, filtro centrífugo, el eje de levas de la bomba de inyección y arrastre de la bomba del agua.

**Balancines.** Se encargan de lubricar el sistema de Válvulas de los gases de la compresión. Proporcionan lubricación a válvulas, asientos, guías y resortes

### Procedimiento

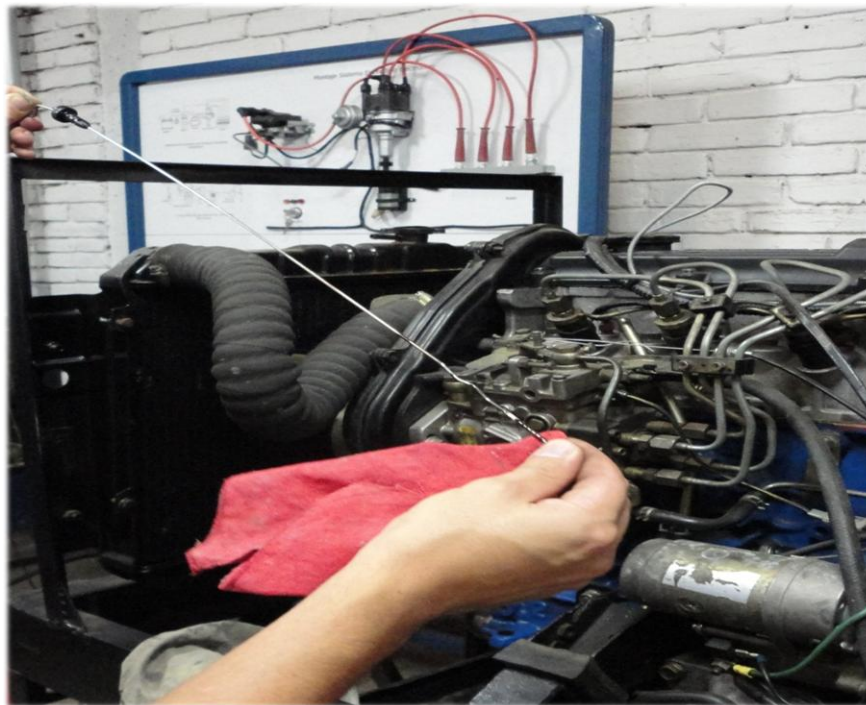
1. Realizar una inspección visual en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 4 en corte y el motor Cummins en corte identificando cada elemento que compone el sistema de lubricación.

Figura 1 Motor Renault 4 en corte



2. Revise la varilla del aceite del motor Diesel Kia e identifique los puntos del nivel. Identifique la varilla del aceite, sáquela y límpiela con un paño seco, libre de motas, introduzca de nuevo la varilla y retírela nuevamente para hacer la lectura del nivel del aceite.

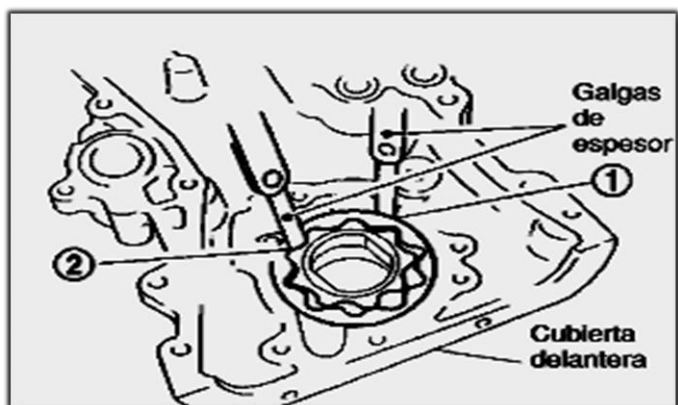
Figura 2 Motor Kia



3. Tomar las respectivas mediciones para los diferentes elementos del sistema de lubricación. (Diámetro muñones del cigüeñal, diámetro externo la bomba, diámetro interno de la bomba, longitud dientes de la bomba). Para medir el cigüeñal ver “Procedimiento” de la práctica número 5.

4. Determinar el caudal de aceite necesario para un motor si se pretende que el aceite de lubricación entre a  $60^{\circ}\text{C}$  y salga a  $75^{\circ}\text{C}$  cuando el motor gira a 2500 r.p.m. Tome en cuenta los siguientes datos para desarrollar el problema: el cojinete de la bancada tiene un diámetro de 50 mm, una longitud de 50 mm y tiene un coeficiente de rozamiento  $\rho = 0'01$ . y la presión específica es de 200 Kg/cm<sup>2</sup>,

Figura 3 Bomba de aceite



5. Que significa el numero S.A.E. en los aceites utilizados en la lubricación de M.C.I.

Figura 3 Aceite para lubricar el motor



6. Con las galgas verifique las holguras de la bomba de aceite.
7. Desmontar el filtro del aceite del motor Toyota F110.

Figura 4. Filtro del aceite



Tabla de datos

1. complete la tabla numero 1 con los datos obtenidos en paso 3 de "Procedimiento"

Tabla 1 Medidas de elementos del sistema de lubricación

Elemento	Datos
<b>Diámetro muñones del cigüeñal</b>	57 mm
<b>Diámetro externo la bomba</b>	100 mm
<b>Diámetro interno de la bomba</b>	80 mm
<b>Longitud dientes de la bomba</b>	20mm

2. Complete la tabla número 3 con los datos obtenidos en paso 6 de "Procedimiento" y confróntelos con los datos de la tabla 2.

Tabla 2. Inspección de la bomba de aceite

Holgura	Unidad: mm
Radial entre el cuerpo y el rotor externo	0,114 - 0,260
Entre las puntas del rotor interno y del rotor externo	Menos de 0,18
Axial entre el cuerpo y el rotor interno	0,050 - 0,090
Axial entre el cuerpo y el rotor externo	0,030 - 0,190
Entre el rotor interno y la parte soldada con bronce del alojamiento	0,045 - 0,091

3. desarrollo del punto 4 del "Procedimiento"

$$C_{e \text{ aceite}} = 1.2 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}\cdot\text{gr} \longrightarrow \text{Calor específico}$$

$$\delta_{\text{Aceite}} = 0.85 \text{ gr/cm}^3 \longrightarrow \text{Densidad del aceite}$$

**Solución:**

- La fuerza que actúa sobre el cojinete es de:

$$F = 200 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2} \cdot 5 \cdot 5 \text{ cm}^2 \Rightarrow F = 5000 \text{ Kp}$$

- La fuerza de rozamiento es de:  $R = F \cdot \rho \Rightarrow R = 5000 \cdot 0.01 \text{ Kp} \Rightarrow R = 50 \text{ Kp}$

- El par de torsión generado por el rozamiento es de:

$$M = R \cdot r \Rightarrow M = 50 \cdot \frac{50}{2} \cdot 10^{-3} \text{ Kp} \cdot \text{m} \Rightarrow M = 125 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$



**Tabla de datos**

Página 9 de 9

- La potencia absorbida por el rozamiento será de:

$$N = M \cdot \omega \Rightarrow N = 1.25 \cdot 2500 \cdot \frac{\pi}{30} \text{ Kp} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow N = 327 \text{ Kp} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow N = 0.765 \frac{\text{Kcal}}{\text{s}}$$

Luego es preciso evacuar 0.765 Kcal cada segundo.

$$\text{Como: } Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \Rightarrow 0.765 \cdot 10^3 = m \cdot \text{gr} \cdot 1.2 \cdot (75 - 60) \Rightarrow$$

$$m = 42.5 \text{ gr de aceite} \equiv 42.5 \cdot \frac{1}{0.85} \text{ cm}^3 \longrightarrow \text{Luego son necesarios: } 50 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

**Conclusiones**

1. La vida del motor depende directamente del sistema de lubricación, de ahí la importancia en hacer un buen diagnóstico, mantenimiento y reparación de este sistema.
2. Cada vez que hace cambio de aceite en un M.C.I. se debe tener en cuenta que el aceite sea el recomendado por el fabricante y además se hace necesario cambiar el filtro del aceite

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Bernardo Tormos, Bernardo Tormos Martínez Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis del aceite usado. Reverte, 2005 - 373 páginas
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Lubricante>



**Práctica 10. Sistema de enfriamiento en MCI.**

Página 1 de 7

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

**Objetivos de la práctica**

1. Analizar y comprender la importancia que tiene el sistema de enfriamiento.
2. Conocer las partes que conforman el sistema de enfriamiento.
3. Mostrar el funcionamiento del sistema de enfriamiento.
4. Describir la clasificación de los sistemas de enfriamiento de acuerdo al tipo de fluido utilizado para enfriar el motor.
5. Implementar diseños que pueden mejorar el rendimiento de M.C.I. que involucran al sistema de enfriamiento.

**Materiales y equipo**

1. Aula virtual (Práctica número 10)
2. Láminas didácticas del laboratorio
3. Motor Diesel Kia
4. Motor Toyota F110
5. Motor a gasolina, Renault 9
6. Motor Renault 4 en corte
7. Motor Cummins en corte
8. Multímetro



### **Sistema de enfriamiento en M.C.I.**

La función principal del sistema de enfriamiento es mantener la temperatura correcta del motor sacando el calor excesivo generado por la combustión y la fricción. El refrigerante circula por los pasajes del motor llamados camisas de refrigerante o de agua. El refrigerante absorbe el calor de las superficies calientes del motor y lo lleva al radiador, donde se transfiere a la atmósfera.

El sistema de enfriamiento también ayuda a mantener la temperatura correcta del motor, de la transmisión y del sistema hidráulico mediante el uso de enfriadores de aceite.

#### **Objetivo del sistema de enfriamiento.**

1. Reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor.
2. Disminuir el desgaste de las partes.
3. Reducir el calentamiento de los elementos de la máquina que se mueven unos con respecto a otros.
4. Mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor. Para cumplir con estos objetivos el sistema cuenta con el refrigerante que es la sustancia encargada de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente, y debe tener las siguientes características: Mantener el refrigerante en estado líquido evitando su evaporación.

#### **Elementos que conforman el sistema de enfriamiento:**

**Radiador.** El radiador transfiere el calor lejos del refrigerante, bajando la temperatura de éste. El refrigerante fluye por los tubos del radiador mientras que el aire circula alrededor de los tubos, proveyendo transferencia de calor hacia la atmósfera.



### **Bomba de Agua.**

La bomba de agua provee circulación continua del refrigerante cada vez que el motor gira.

### **Refrigerante.**

El refrigerante es una mezcla de agua, anticongelante (glicol) y acondicionador de refrigerante. Para lograr el enfriamiento adecuado, cada uno debe mantenerse en la proporción correcta.

### **Termostato.**

El termostato como un regulador de temperatura. El termostato ayuda a calentar el motor y a conservar la temperatura del refrigerante y del motor durante a operación. Cuando el motor está frío, el termostato permite circular el refrigerante sólo por el motor, desviándolo del radiador (para ayudar a mantener caliente el motor). Cuando el motor está a la temperatura de operación adecuada, el termostato se abre para permitir que el refrigerante fluya a través del radiador (de este modo se efectúa el enfriamiento). El termostato se abre y se cierra continuamente, a medida que cambia la temperatura.

### **Indicador de la Temperatura del Agua.**

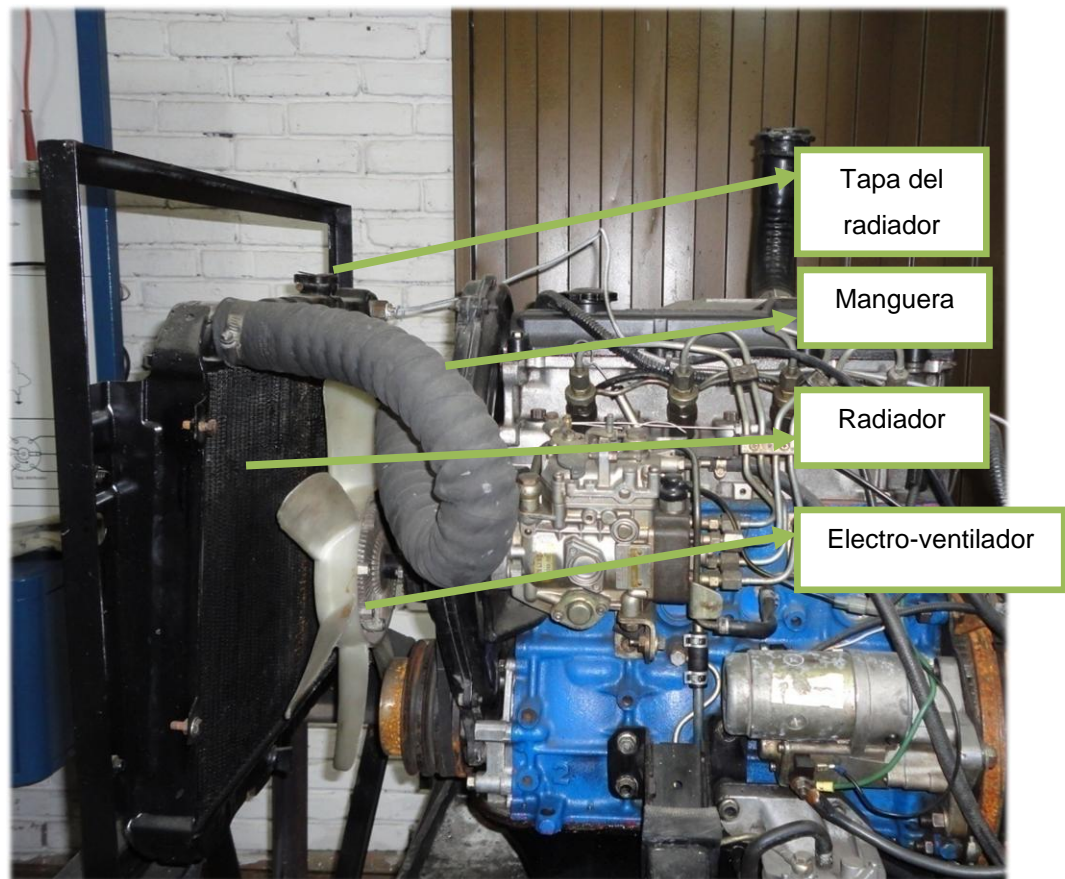
El indicador de temperatura indica la temperatura del refrigerante. La gama de operación recomendada es generalmente de 880 a 990 0 (1900 a 2100 F).

### **Ventilador.**

El ventilador introduce a la fuerza el aire alrededor de los tubos del radiador para transferir el calor hacia afuera del refrigerante y bajar la temperatura. Los ventiladores se impulsan con polea desde el cigüeñal.

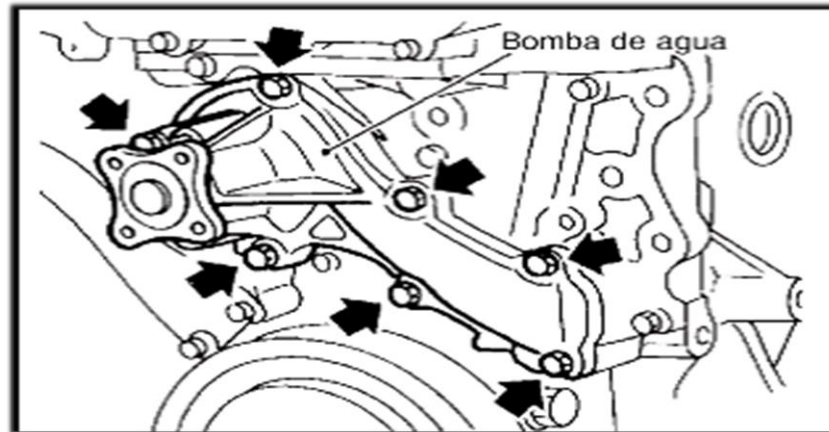
1. Con ayuda del auxiliar de laboratorio realizar una inspección en los motores Diesel Kia, motor Toyota F110, motor Renault 4 en corte y el motor Cummings en corte, luego identificar el sistema de enfriamiento, con el fin de determinar cada una de sus partes y entender su funcionamiento.

Figura 1 Motor Diesel Kia



2. Desmonte la bomba d agua del motor Toyota F110. Teniendo en cuenta los siguientes pasos:
  - I. Aflojar los pernos de la polea de la bomba de agua.
  - II. Desmontar los pernos de la bomba de agua.

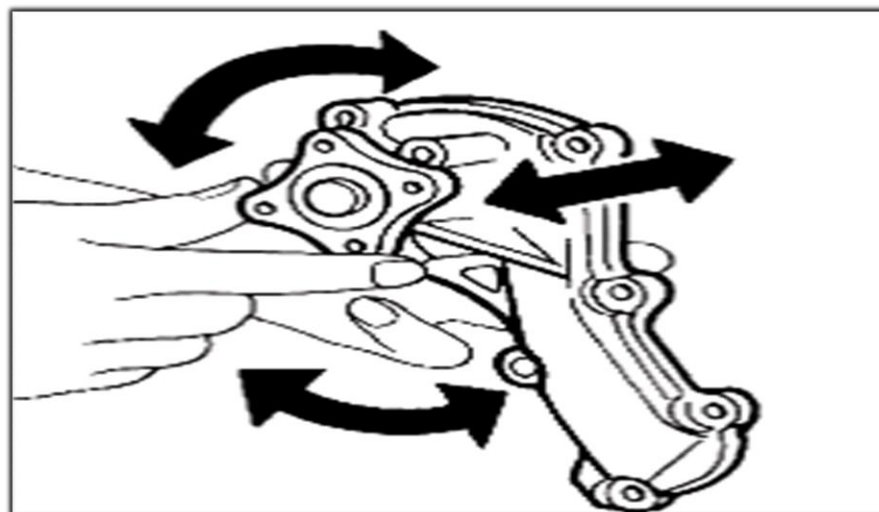
Figura 2. Pernos de la bomba de agua



III. Desmontar la bomba de agua.

IV. Inspeccionar la bomba de agua comprobando si hay óxido o corrosión en el conjunto del cuerpo y la aspa, además comprobar si funciona deficientemente debido a un excesivo juego axial.

Figura 3. Inspección de la bomba de agua



Procedimiento

Página 6 de 7

3. Observar e identificar, en el motor a gasolina, Renault 9, el depósito del líquido refrigerante. Observar las marcas del nivel máximo y mínimo.

Figura 4. Deposito de liquido refrigerante



4. Prueba del refrigerante: medir el pH del líquido refrigerante en el motor a gasolina, Renault 9, introduciendo el positivo del multímetro en el depósito del líquido refrigerante, haciendo que la punta toque el líquido, el negativo se coloca a tierra, por ejemplo al negativo de la batería. Compruebe que el pH del líquido del refrigerante este en los valores indicados por el fabricante, el cual debe estar alrededor de 0.05.-0.07.

Figura 5. Medición del pH del liquido refrigerante



**Procedimiento**

Página 7 de 7

5. Describa el funcionamiento del termostato y la tapa del radiador.

Figura 6. Termostato y tapa del radiador



**Conclusiones**

1. Una temperatura óptima de operación recomendada en el M.C.I. es generalmente de 88 a 99 grados Celsius. Una temperatura más elevada puede fundir el motor.
2. En el sistema de refrigeración por aire sólo es necesaria la limpieza esporádica de las aletas, la cual debe hacerse tanto más frecuentemente cuanto peores sean las condiciones de trabajo del M.C.I.
3. El calentamiento excesivo del agua del radiador puede ser debido al mal funcionamiento del termostato o a destensado de la correa de accionamiento del ventilador.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Miguel de Castro Vicente. El motor a gasolina. Ediciones CEAC, 1998 - 394 páginas



**Práctica 11. Simulación de ciclos del MCI.**

Página 1 de 9

Director: Jorge Luis Chacón

Auxiliar:

Fecha:

Nombre:

Código:

Calificación:

**Objetivos de la práctica**

1. El objetivo principal de esta práctica consiste en que el estudiante reconozca la importancia que tienen el software (SIMTA) para realizar estudios sobre los procesos termo-fluido-dinámicos en M.C.I.
2. Identificar las características más importantes del ciclo termodinámico Diesel y Otto.
3. Al final de la práctica el alumno estará en capacidad de realizar estudios paramétricos simples en los ciclos de trabajo, a la hora de realizar posibles modificaciones sobre un MCI.

**Materiales y equipo**

1. Aula virtual (Práctica número 11)
2. Literatura relacionada con la simulación de ciclo en M.C.I.
3. Programa informático SIMTA

**Marco teórico**

**Ciclo teórico Otto**

Este motor, también conocido como motor Otto, es el más empleado en la actualidad, y realiza la transformación de energía calorífica en mecánica fácilmente utilizable en cuatro fases, durante las cuales un pistón que se desplaza en el interior de un cilindro efectúa cuatro desplazamientos o carreras alternativas y, gracias a un sistema biela-manivela, transforma el movimiento lineal del pistón en movimiento de rotación del árbol cigüeñal, realizando este dos vueltas completas en cada ciclo de funcionamiento.



### **Ciclo teórico Diesel**

El motor Diesel de cuatro tiempos tiene una estructura semejante a los motores de explosión, salvo ciertas características particulares. El pistón desarrolla cuatro carreras alternativas mientras el cigüeñal gira  $720^\circ$ .

### **Ciclo real en M.C.I.**

Ciclo real es el que refleja las condiciones efectivas de funcionamiento de un motor. Las diferencias que surgen entre el ciclo real y el ciclo teórico, tanto en los motores de ciclo Otto, como en los de ciclo Diesel, están causadas por:

**Pérdidas de calor.** las cuales son bastante importantes en el ciclo real, ya que al estar el cilindro refrigerado, para asegurar el buen funcionamiento del pistón, una cierta parte de calor del fluido se transmite a las paredes, y las líneas de compresión y expansión no son adiabáticas sino poli trópicas, con exponente  $n$ , diferente de  $\gamma$ .

**Tiempo de apertura y cierre de la válvula de admisión y de escape.** Aunque en el ciclo teórico se supuso que la apertura y cierre de válvulas ocurría instantáneamente, al ser físicamente imposible, esta acción tiene lugar en un tiempo relativamente largo, por lo que, para mejorar el llenado y vaciado del cilindro, las válvulas de admisión y de escape se abren con anticipación lo que provoca una pérdida de trabajo útil.

**Combustión no instantánea.** Ya que aunque en el ciclo teórico se supone que la combustión se realiza según una transformación isocora instantánea, en el ciclo real la combustión dura un cierto tiempo. Por ello, si el encendido o la inyección tuviesen lugar justamente en el P.M.S., la combustión ocurriría mientras el pistón se aleja de dicho punto, con la correspondiente pérdida de trabajo.

**Procedimiento**

Página 3 de 9

1. Determinar la presión máxima que alcanza un motor que funciona según un ciclo Otto teórico con las siguientes características:

- Cilindrada:  $500 \text{ cm}^3$
- Relación de compresión:  $\rho=8$
- Poder energético del combustible:  $H=10500 \text{ Kcal/Kg}$
- Eficiencia volumétrica:  $\eta_v=0.8$
- Presión inicial:  $P_1= 1 \text{ bar}$
- Temperatura inicial:  $T_1=293 \text{ K}$
- Relación de mezcla:  $r= 16/1$

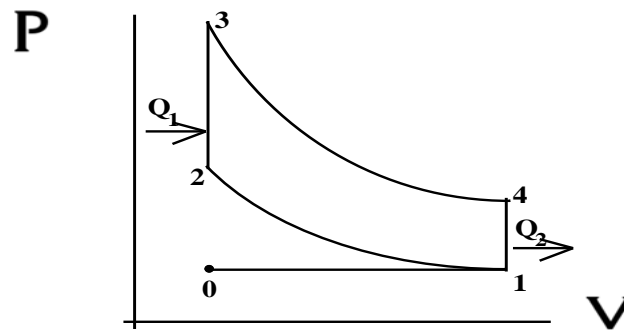
Tome  $\gamma = 1.41$  y densidad del aire como  $\delta_{\text{aire}} = 1.293 \text{ gr/l}$

2. Resolver el anterior ejercicio con ayuda del programa SIMTA

**Tabla de datos**

- Desarrollo del punto 1 del "Procedimiento":

Figura 1. Coordenadas P-V-T:



Solución:

$$\begin{cases} V_1 - V_2 = 500 \\ \frac{V_1}{V_2} = 8 \end{cases} \Rightarrow 7 \cdot V_2 = 500 \Rightarrow \begin{cases} V_2 = 71.4 \text{ cm}^3 \\ V_1 = 571.4 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

$$P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = P_1 \cdot 8^{1.41}$$



Tabla de datos

Página 4 de 9

Por tanto:

$$P_2 = 18.76 \text{ bar}$$

Vamos a calcular Q1:

$$P_1 \cdot (V_1 - V_2) = n \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$1 \text{ bar} \cdot 500 \text{ cm}^3 = n \cdot 0.848 \frac{\text{bar} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293^\circ \text{K} \Rightarrow n = 0.02 \text{ moles}$$

1 mol de aire son 28.9 gr  $\Rightarrow 0.02 \cdot 28.9 \text{ g} = 0.58 \text{ g} \Rightarrow 0.58 \text{ g}$  de aire.

Como el  $\eta_v = 0.8 \Rightarrow 0.464 \text{ gr}$  de aire.

Como la relación de mezcla es 16/1  $\Rightarrow 0.029 \text{ gr}$  de combustible.

Como H = 10500 Kcal/Kg  $\Rightarrow$

$$Q_1 = 0.029 \cdot 10^{-3} \text{ Kg} \cdot 10500 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \Rightarrow Q_1 = 0.3045 \text{ Kcal}$$

Como:  $Q_1 = C_v \cdot (T_3 - T_2) \Rightarrow Q_1 = C_v \cdot \frac{(P_3 \cdot V_3 - P_2 \cdot V_2)}{R}$

$$Q_1 = C_v \cdot \frac{(P_3 \cdot V_3 - P_2 \cdot V_2)}{C_p - C_v} \Rightarrow Q_1 = C_v \cdot V_2 \cdot \frac{P_3 - P_2}{C_p - C_v} \cdot A$$

$$Q_1 = A \cdot V_2 \cdot \frac{P_3 - P_2}{\gamma - 1} \Rightarrow P_3 = \frac{Q_1 \cdot (\gamma - 1)}{A \cdot V_2} + P_2$$

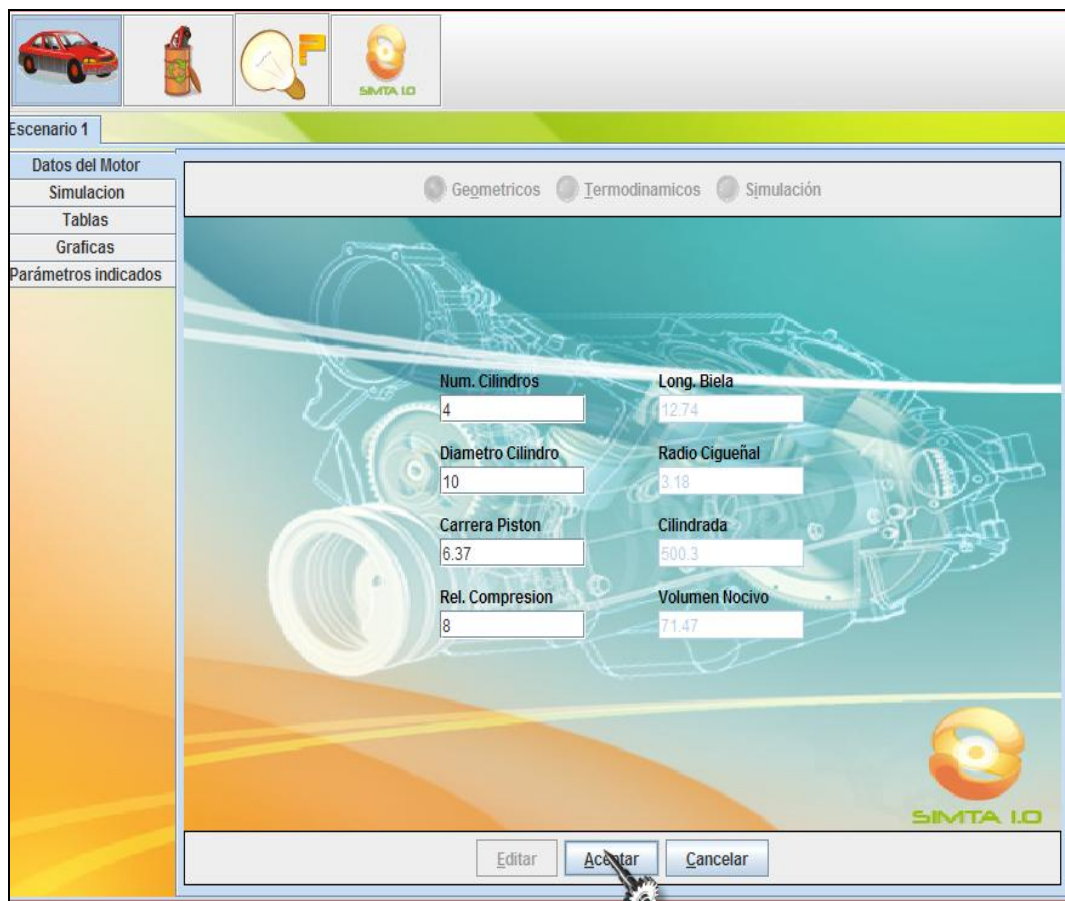
$$P_3 = \frac{0.304 \text{ Kcal} \cdot 0.41}{\frac{1}{427} \frac{\text{Kcal}}{\text{Kpm}} \cdot 71.4 \text{ cm}^3} + 18.76 \text{ bar} \Rightarrow$$

$$P_3 = \frac{427 \cdot 0.304 \cdot 10^2 \cdot 0.41}{71.4} \text{ bar} + 18.76 \text{ bar} \Rightarrow \boxed{P_3 = 93.3 \text{ bar}}$$

Desarrollo del punto 2 del “Procedimiento”:

1. Introducción de datos del ejercicio en el programa SIMTA

Figura 1. Introducción de datos en el programa



Escenario 1

Datos del Motor

Simulacion

Tablas

Graficas

Parámetros indicados

Geométricos Termodinámicos Simulación

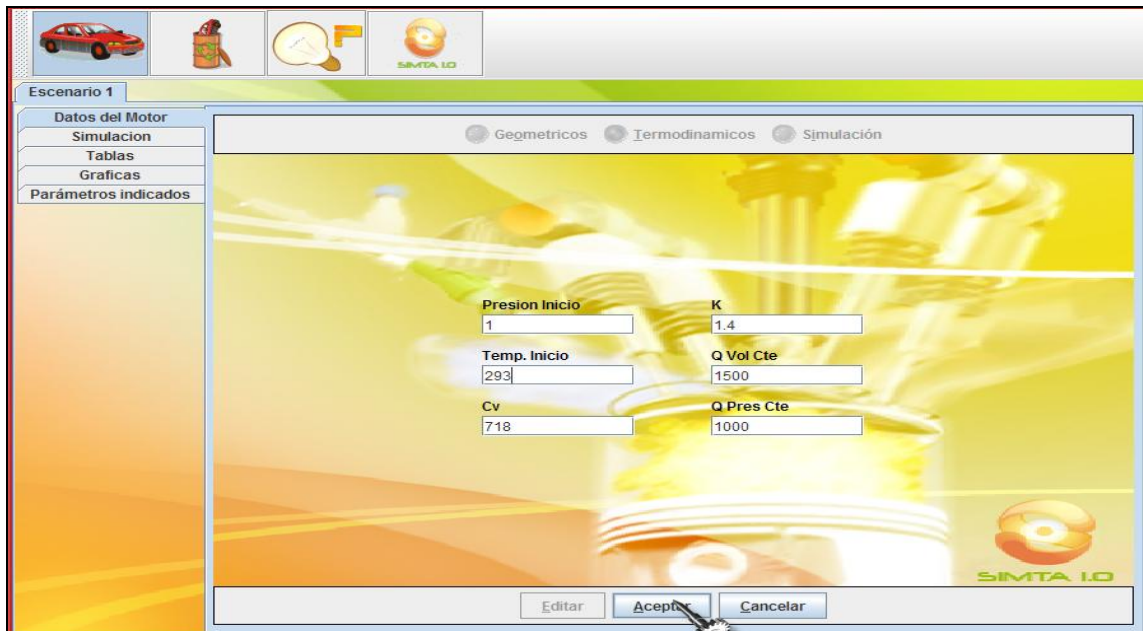
Num. Cilindros	Long. Biela
4	12.74
Diametro Cilindro	Radio Cigüeñal
10	3.18
Carrera Piston	Cilindrada
6.37	500.3
Rel. Compresion	Volumen Nocivo
8	71.47

Editar Aceptar Cancelar

SIMTA 1.0

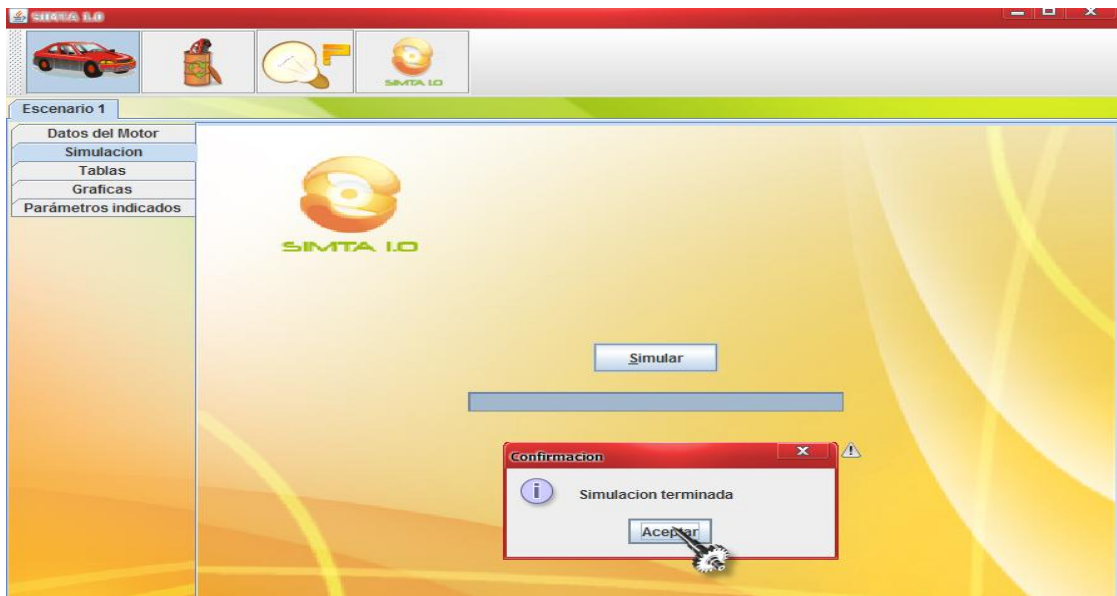
Introducimos en “Datos del Motor” en la pestaña “Geométricos” los datos geométricos del problema y en la pestaña “Termodinámicos” los datos termodinámicos. Ver figura 1 y 2

Figura 2. Introducción de datos termodinámicos en el programa



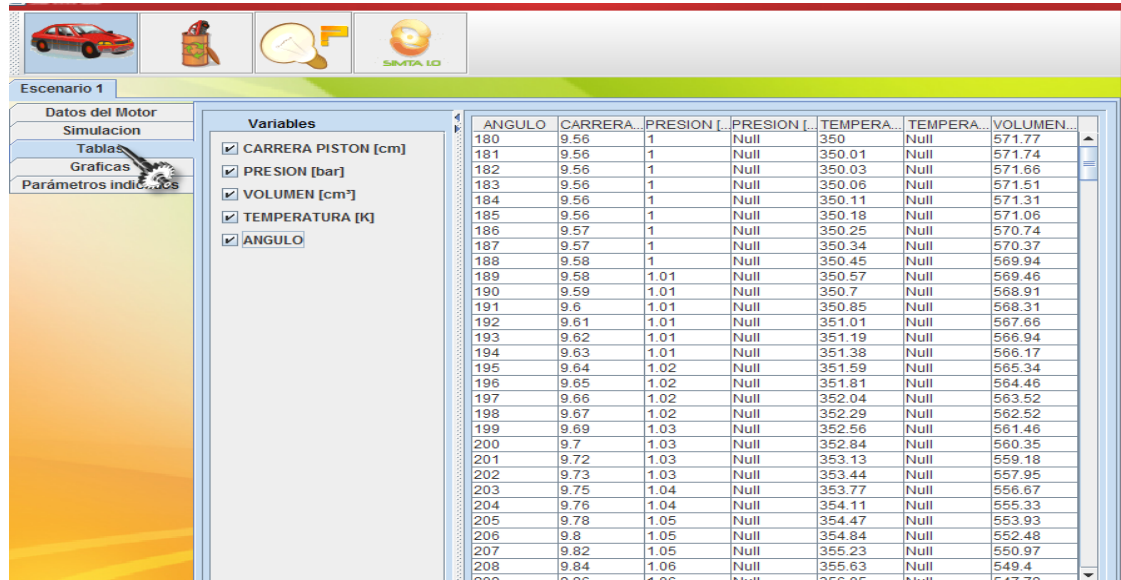
2. Simulación del programa SIMTA. Ver figura 3

Figura 3. Simulación



3. Resultados arrojados por el programa. Ver figura 4, 5 y 6

Figura 4 Tablas arrojadas por programa SIMTA



ANGULO	CARRERA	PRESION [bar]	PRESION [bar]	TEMPERA [K]	TEMPERA [K]	VOLUMEN [cm³]
180	9.56	1	Null	350	Null	571.77
181	9.56	1	Null	350.01	Null	571.74
182	9.56	1	Null	350.03	Null	571.66
183	9.56	1	Null	350.06	Null	571.51
184	9.56	1	Null	350.11	Null	571.31
185	9.56	1	Null	350.18	Null	571.06
186	9.57	1	Null	350.25	Null	570.74
187	9.57	1	Null	350.34	Null	570.37
188	9.58	1	Null	350.45	Null	569.94
189	9.58	1.01	Null	350.57	Null	569.46
190	9.59	1.01	Null	350.7	Null	568.91
191	9.6	1.01	Null	350.85	Null	568.31
192	9.61	1.01	Null	351.01	Null	567.66
193	9.62	1.01	Null	351.19	Null	566.94
194	9.63	1.01	Null	351.38	Null	566.17
195	9.64	1.02	Null	351.59	Null	565.34
196	9.65	1.02	Null	351.81	Null	564.46
197	9.66	1.02	Null	352.04	Null	563.52
198	9.67	1.02	Null	352.29	Null	562.52
199	9.69	1.03	Null	352.56	Null	561.46
200	9.7	1.03	Null	352.84	Null	560.35
201	9.72	1.03	Null	353.13	Null	559.18
202	9.73	1.03	Null	353.44	Null	557.95
203	9.75	1.04	Null	353.77	Null	556.67
204	9.76	1.04	Null	354.11	Null	555.33
205	9.78	1.05	Null	354.47	Null	553.93
206	9.8	1.05	Null	354.84	Null	552.48
207	9.82	1.05	Null	355.23	Null	550.97
208	9.84	1.06	Null	355.63	Null	549.4

Figura 5. Graficas arrojadas por el programa SIMTA

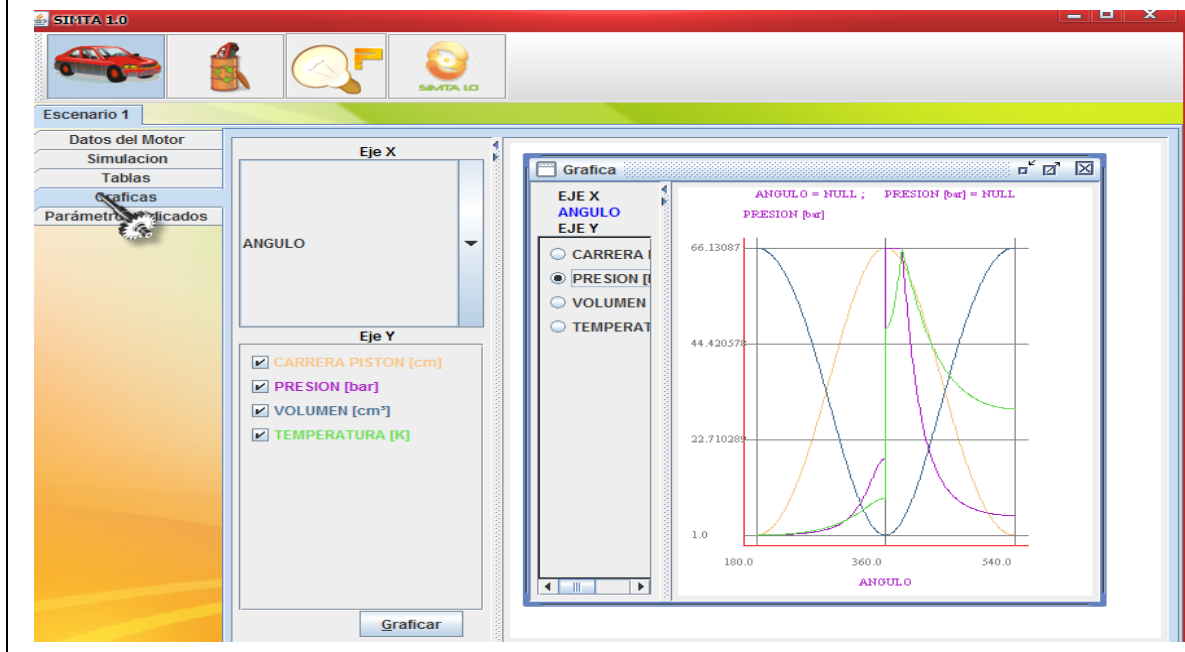
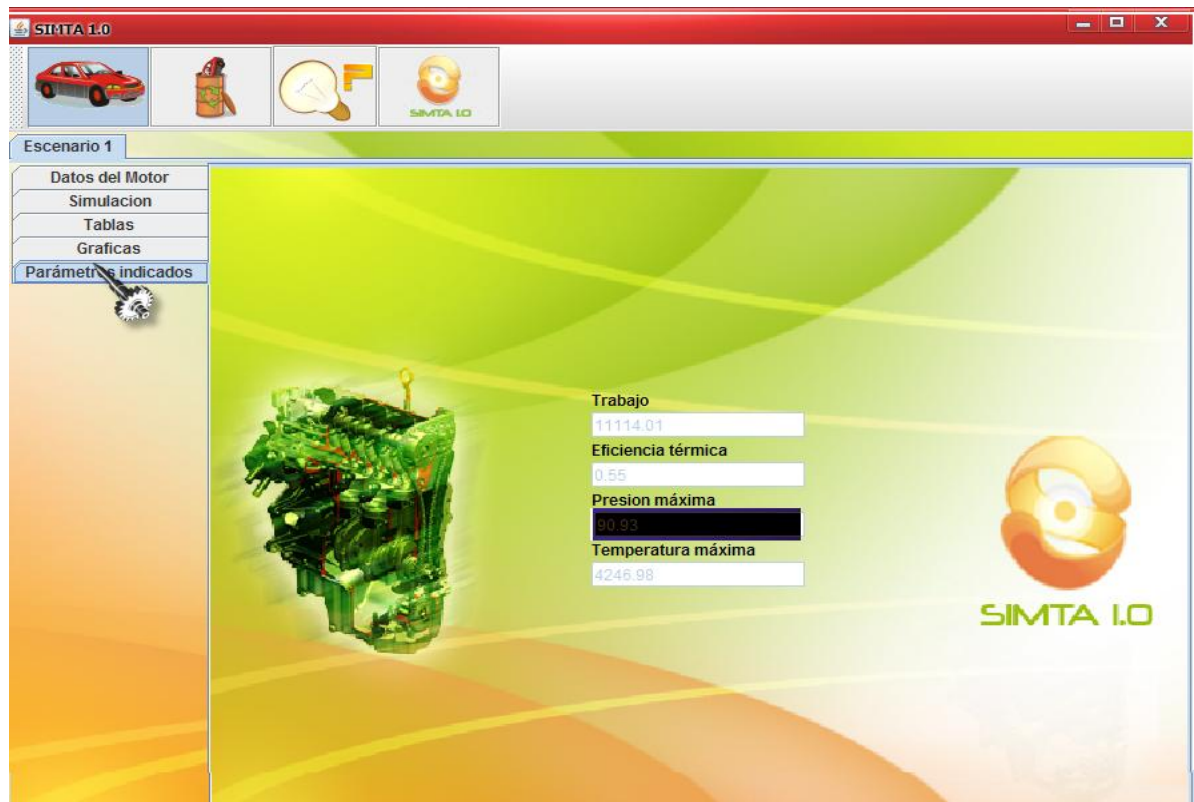


Figura 6. Parámetros arrojados por el programa SIMTA



### Conclusiones

1. En el ciclo teórico de funcionamiento de un M.C.I. no se tienen en cuenta varios aspectos como: pérdidas de calor, tiempo de apertura y cierre de la válvula de admisión y de escape, combustión no instantánea, pérdidas por bombeo.
2. Las pérdidas por bombeo en los motores Diesel son inferiores a las que se producen en ciclo Otto, puesto que no hay estrangulamiento en el aire de aspiración; en los motores de encendido por compresión no existe la válvula mariposa, característica de los motores de encendido por chispa, provistos de carburador.



**Conclusiones**

Página 9 de 9

3. Los datos obtenidos por el programa SIMTA son más precisos debido a que la probabilidad de introducir algún error es menor por parte del estudiante.

4. Los programas, para la resolución de problemas termodinámicos en MCI, es una valiosa herramienta a la hora de hacer posibles modificaciones a un motor.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Ismael Prieto Fernández, Manuela Alonso Hidalgo, J. Carlos Luengo. Fundamentos de Máquinas Térmicas. Universidad de Oviedo, 2007 - 311 páginas
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_Otto](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_Otto)



<b>Práctica 12. Parámetros de diseño y operación en MCI.</b>		Página 1 de 4
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Reconocer los parámetros de operación más importantes en los MCI.</li><li>2. Graficar las curvas características de potencia, torque y consumo específico de combustible.</li><li>3. Describir y entender las reacciones aire-combustible</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual (práctica número 12)</li><li>2. Manual del fabricante</li><li>3. Pie de rey</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<p>Del estudio teórico se tiene que los parámetros de desempeño del ciclo Otto dependen fundamentalmente de parámetros geométricos, y son disjuntos del desempeño mismo del motor, como la relación de compresión en el motor. Los parámetros térmicos se consideran estables.</p> <p>En un motor real los parámetros geométricos son fijos, en operación, cuando se acciona el acelerador se varían son los parámetros de operación, debido a que la cantidad de combustible y de mezcla admitida en el motor cambia (llenado de sus cilindros), por lo tanto el motor trabaja la mayor parte del tiempo a condiciones fluctuantes e inferiores a las de máxima aceleración y esto conlleva a que algunos parámetros de desempeño, dependan del mayor o menor llenado de los cilindros.</p> <p>En el desempeño del motor, fuera de los parámetros de operación, también tienen influencia sus parámetros geométricos.</p>		



Por ejemplo que la potencia depende básicamente de la cilindrada y de la velocidad de rotación del motor. A mayor cilindrada, mayor puede ser la cantidad de mezcla admitida y mayor la fuerza de la expansión. Del mismo modo, la potencia será mayor cuantas más expansiones motrices se consigan en el mismo tiempo.

Las principales formulas para en el diseño y operación de los M.C.I. son las siguientes:

$$\text{Eficiencia} = \eta = \frac{HP}{LHV * \dot{m}_{comb}}$$

$$\text{La relación aire combustible} = A/F = \frac{\dot{m}_{aire}}{\dot{m}_{comb}}$$

$$\text{El consumo específico de combustible sfc} = sfc = \frac{\dot{m}_{comb}}{HP}$$

$$\text{presión efectiva (mep)} = \frac{HP}{162} = \frac{mep * (A_p) NS}{162}$$

Donde:

Ap es el área total del pistón

N= revoluciones por unidad de tiempo

S = carrera del pistón

**Procedimiento**

1. Calcule la relación carrera / diámetro de un motor, para tal fin seleccione un pistón en los estantes del L.M.T.A. Mida el diámetro del pistón ( $\emptyset$ ) y adiciónale la tolerancias recomendadas (Máximo 139.827 mm y mínimo 139.694 mm).

Haga el cálculo para:

**Motores cuadrados:** Son los motores cuya relación carrera del pistón / diámetro del cilindro es igual a uno

**Motores de carrera corta:** Son los motores cuya relación carrera del pistón / diámetro es inferior a uno (hasta 0,7 veces aproximadamente)

**Motores de carrera larga:** Son los motores cuya relación carrera del pistón / diámetro del cilindro es superior a uno (hasta 1,2 veces aproximadamente).

Figura 1. Diámetro del pistón



Tabla de datos

Datos obtenidos para el cálculo de la relación carrera/diámetro. Ver tabla 1.

Tabla1. Relación carrera / diámetro

	Motores cuadrados	Motores de carrera corta	Motores de carrera larga
relación carrera / diámetro	$\text{Øp}$	$.7*\text{Øp}$	$1.2*\text{Øp}$



### Conclusiones

Página 4 de 4

1. Los parámetros de diseño de los M.C.I. determinan el rendimiento del motor, el consumo de combustible, los niveles de ruido, la cantidad de partículas contaminantes producto de la combustión, el costo del motor y la durabilidad de este.
2. Los parámetros de desempeño de un M.C.I. dependen directamente de los parámetros geométricos.

### Bibliografía

- Aula virtual del L.M.T.A.
- The Internal Combustion Engine. C Taylor. Ed Textbook company
- Manual de automóviles. M Arias-Paz. Ed Dossat 200.



<b>Práctica 13. Compresores.</b>		Página 1 de 5
Director: Jorge Luis Chacón	Auxiliar:	Fecha:
Nombre:	Código:	Calificación:
<b>Objetivos de la práctica</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Diferenciar la clasificación de los compresores alternativos.</li><li>2. Conocer el protocolo de puesta en marcha de compresores alternativos.</li><li>3. Distinguir los síntomas de funcionamiento anormal, causas y correcciones en los compresores alternativos.</li></ol>		
<b>Materiales y equipo</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aula virtual (Práctica número 13)</li><li>2. Material bibliográfico relacionado con los compresores alternativos.</li></ol>		
<b>Marco teórico</b>		
<b>Compresores alternativos</b>		
<p>Un compresor es una máquina de desplazamiento positivo de flujo intermitente que emplea como elemento de bombeo un pistón o un diafragma, ésta máquina eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión.</p> <p>Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.</p>		
<b>Puesta en marcha de compresores alternativos</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar líneas, válvulas, juntas, etc</li></ol>		



2. Comprobar los sistemas de lubricación y niveles de aceite. Algo de aceite debe ir al cilindro directamente, pero mucho aceite puede ensuciar las válvulas (hollín) y es antieconómico. Poco aceite puede ser causa de un desgaste prematuro de los anillos del pistón. Poner en marcha el sistema en caso de cilindros lubricados
3. Comprobar el sistema de refrigeración de agua del cilindro y hacer circular el agua antes de ponerlo en marcha, para prevenir un sobrecalentamiento y pérdida de engrase
4. Girar el volante lentamente para dar algunas emboladas y desalojar cualquier líquido que pudiera haber en el cilindro, y repartir bien el aceite
5. Arrancar el compresor en descarga y con las válvulas de admisión y escape cerradas y el by-pass abierto. Después abrir la impulsión y cerrar el by-pass. A continuación ir abriendo la válvula de aspiración lentamente. De esta manera se da tiempo a evaporar todo el líquido. Durante todo el arranque el compresor debe tener las válvulas 2 y 3 de succión abiertas del todo (bloqueadas a tope). Así tenemos la seguridad de que el compresor no trabaja en carga
6. Poner en carga el compresor, primero al 25%, después 50% y por último al 100%

#### **Parada de compresores alternativos**

1. Poner el compresor en descarga. Dejarle funcionando un poco sin carga para enfriar el pistón y asegurar la retención de una capa de aceite protector sobre todas las superficies metálicas. El agua de refrigeración debe seguir fluyendo hasta después de parar el compresor
2. Cerrar la válvula de la línea de aspiración, abrir el by-pass y después



**Marco teórico**

Página 3 de 5

cerrar la línea de impulsión

3. Parar el motor o turbina que mueve el compresor
4. Si el compresor va a estar parado unos días, el eje del pistón se debe proteger con una capa de aceite contra la corrosión
5. Antes de la nueva puesta en marcha se debe sacar el aceite del cárter y poner uno nuevo

**Procedimiento**

1. Seleccionar un compresor alternativo.

En la tabla número 1 consigne los datos del compresor seleccionado de tres etapas utilice el “Método del caballaje por Millón”.

**Tabla de datos**

Tabla 1 Selección por método del caballaje por millón

<b>CALCULO DE COMPRESORES ALTERNATIVOS</b>		
<b>MÉTODO:</b>	<b>CABALLAJE POR MILLÓN</b>	
Capacidad, MMPCDE	4,13	DATO
Gas	Hidrogeno + Hidrocarburo	DATO
Peso Molecular, Mn	2,925	DATO
Razón de calores específicos, k	1,4	DATO
Presión de succión, Ps psia	$208 - 2 = 206$	DATO (- pérdida en el amortiguador de pulsos)
Temperatura de succión, °F	100	DATO (o se supone interenfriamiento perfecto)
Presión de descarga, Pd psia	$1.885 + 19 = 1.904$	DATO (+ pérdida en el amortiguador de pulsos)



**Tabla de datos**

Página 4 de 5

Tabla 1 ( continuación) Selección por método del caballaje por millón

Etapa	1	2	3	Para identificación
Relación aproximada * etapa	2,1	2,1	2,1	rc
Presión aprox. De descarga, Pd psia	433	909	1,909	Ecuación 1
Caída de presión interetapas, psi	7	12		Ecuación 2
Perdida en el amortiguador de pulsos, psi	succión=2		Descarga=19	1% de la presión absoluta
Presión de succión, Ps psia	206	433	909	DATO O CALCULADA, EC. 1
Compresibilidad de la succión, z	1,01	1,018	1,035	DATO
Presión de descarga, Pd psia	440	921	1,904	Presión dada + perdidas interetapas
Temperatura de descarga, °F	236	235	231	Ecuación 3
Compresibilidad de descarga, zd	1,016	1,03	1,062	DATO
Relación real * etapa	2,14	2,13	2,09	Ecuación 4
Capacidad de succión, Q , PCMS	2,226	1,067	517	Ecuación 5
Capacidad en la succión a T y 14.4 psia, MMPCDE	45,4	45,4	45,4	Ecuación 6
Compresibilidad promedio, Zprom	1,013	1,024	1,049	Ecuación 7
bhp por etapa	1,871	1871	1862	Ecuación 8
Caballaje total al freno, bhp	5,604			Suma de todas las etapas
<b>Numero de cilindros</b>	1	1	1	Supuesto con base al fabricante



**Conclusiones**

Página 5 de 5

1. los compresores alternativos tienen varias aplicaciones como: refrigeración, acondicionamiento de aire, calefacción transporte por tuberías. Acopio de gas natural, y procesos químicos.
2. La mejor forma de prevenir los daños en un compresor alternativo es el mantenimiento preventivo.

**Bibliografía**

- Aula virtual del L.M.T.A.
- Compresores alternativos, Pedro Fernández Díez, página 18

## **Anexo G. Manual de usuario del aula virtual del L.M.T.A.**

### **Manual de usuario del aula virtual del L.M.T.A.**

El siguiente tutorial pertenece a la propuesta que se hace en el presente proyecto de grado del aula virtual del laboratorio, el cual estaría ubicado en el portal del profesor **JORGE LUIS CHACÓN**, puesto que en el momento del desarrollo del proyecto el laboratorio no cuenta con un sitio web.

#### **ACCESO AL AULA VIRTUAL**

Para comenzar, se abre el navegador web. Se digita la dirección <http://profesor.uis.edu.co/portal/jchacon/>. Este proceso lleva al portal del profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO profesor y director del L.M.T.A. Esta ventana presenta un menú principal con varias opciones:

- Presentación
- Currículo
- Docencia
- Investigación
- Extensión
- Administración
- Enlaces de interés
- Noticias
- Salir

#### **Presentación**

En este link del portal se puede encontrar información acerca de quién es el docente a cargo del portal, en qué lugar se encuentra su oficina y los respectivos números telefónicos o extensión en los cuales puede ser localizado; también se podrá ver las noticias o clasificados que el profesor publique, referente a un tema en específico. Este modulo cuenta a su vez con un buscador Web, permitiendo la

búsqueda en internet sin abandonar el portal. El módulo presentación se carga por defecto en el momento en que se ingresa al portal.

### **Currículo**

En este módulo se encuentra la hoja de vida del profesor. En este caso la hoja de vida del ingeniero JORGE LUIS CHACÓN VELASCO.

### **Docencia**

En este modulo se encuentran las diferentes asignaturas orientadas por el profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, las cuales son:

1. Transferencia de calor (1) (21805)
2. **Máquinas Térmicas Alternativas (1) (21806)**
3. Tecnología adictivas (1) (23120)
4. Energía y medio ambiente (1) (23366)

En link **Máquinas Térmicas Alternativas (1) (21806)** estará disponible la información correspondiente a la asignatura Máquinas Térmicas Alternativas y además se encontrara el aula virtual del Laboratorio de **Máquinas Térmicas Alternativas**.

### **Investigación**

La información contenida en esta sección es la referente a la investigación realizada por el docente, JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, en los diferentes campos en los cuales se ha desempeñado y los proyectos de investigación que está liderando.

### **Extensión**

En este módulo se encuentra información relacionada con los cargos en los cuales se ha desempeñado el docente fuera de la Universidad Industrial de Santander, con sus respectivas referencias.

### **Administración**

En esta sección del portal está disponible la información referente a los cargos que el docente, JORGE LUIS CHACÓN VELASCO, ha desempeñado y desempeña dentro de la Universidad Industrial de Santander.

## Enlaces de interés

En esta sección del portal se encuentran links de interés que son recomendados por el experto docente, que proporcionan apoyo a los temas vistos en clase ó relacionan temas de interés para la asignatura.

## Noticias

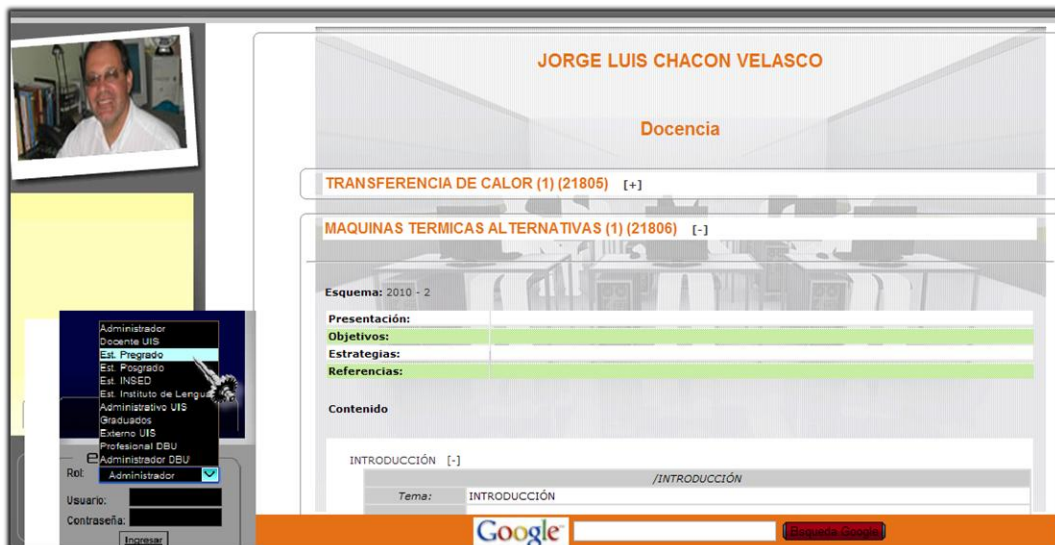
En este módulo se encuentra las noticias que a criterio del profesor sean importantes.

## Salir

Haciendo clic en este modulo saldrá del portal del profesor.

Para registrarse en el Aula Virtual, del L.M.T.A., se hace clic en la pestaña **“Presentación”**. En la parte baja izquierda del portal se selecciona el **“Rol” “Est. Pregrado”**, después se digita el nombre de usuario y la contraseña y se hace clic en **“Ingresar”**. Después de haber ingresado, se comprueba el acceso en la parte superior derecha. Seguidamente ingresa al módulo **“Docencia”** y selecciona el link **“Máquinas Térmicas Alternativas (1) (21806)”**, en este link aparecen dos opciones **“Máquinas Térmicas Alternativas (Teoría)”** y **“Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas”**. Para ingresar al aula virtual del laboratorio selecciona **“Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas”**.

Figura G1. Registro en el aula virtual del L.M.T.A.



## Herramientas del aula virtual del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas

En el tutorial anterior, se dio las instrucciones para digitar el nombre de usuario y contraseña, con el fin de ingresar al portal del profesor JORGE LUIS CHACÓN VELASCO y posteriormente acceder la página principal del ***aula virtual del L.M.T.A.***

Ya ubicados en la página principal del laboratorio, es posible ver que debajo del banner principal se encuentran varias opciones:

- Cartelera
- Información del curso
- Docente
- Prácticas
- Debate
- Correo electrónico
- Bibliografía
- Glosario
- Demo manejo de la plataforma

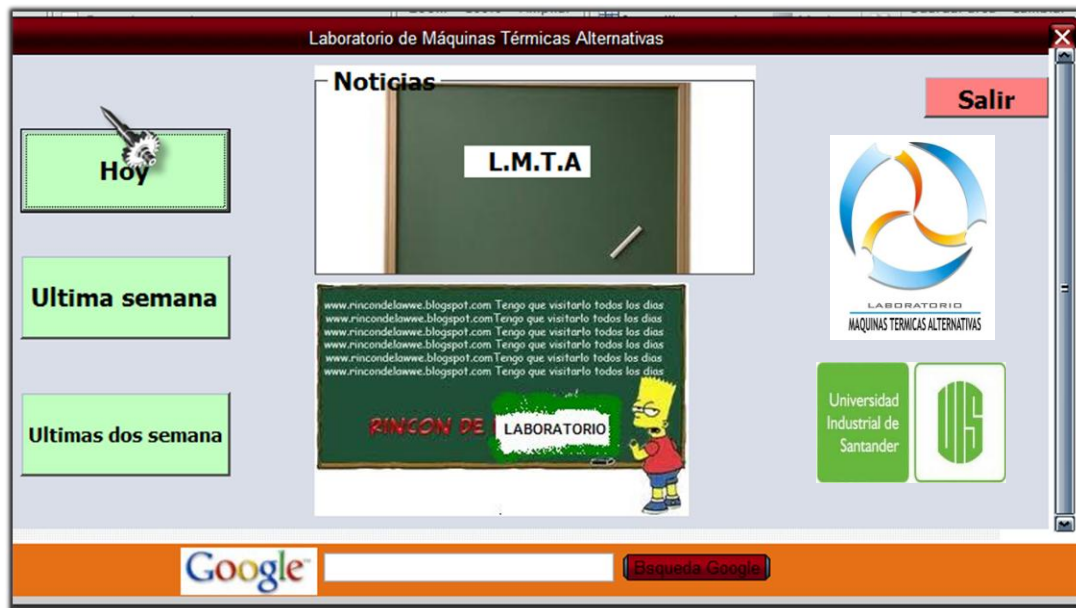
### Cartelera

Este modulo, figura G1, contiene las novedades de interés para la comunidad virtual, anuncios y noticias importantes referentes al laboratorio, dando clic en este módulo aparecerán tres nuevos módulos: **“hoy”**, **“Última semana”** y **“Última dos semanas”**, estos espacios contiene novedades en las últimas dos semanas, en la última semana y en el día de hoy.

Figura G2 Módulo “**cartelera**” del aula virtual del laboratorio



Figura G2. Menú del link “**cartelera**” del aula virtual del laboratorio



### Información del curso

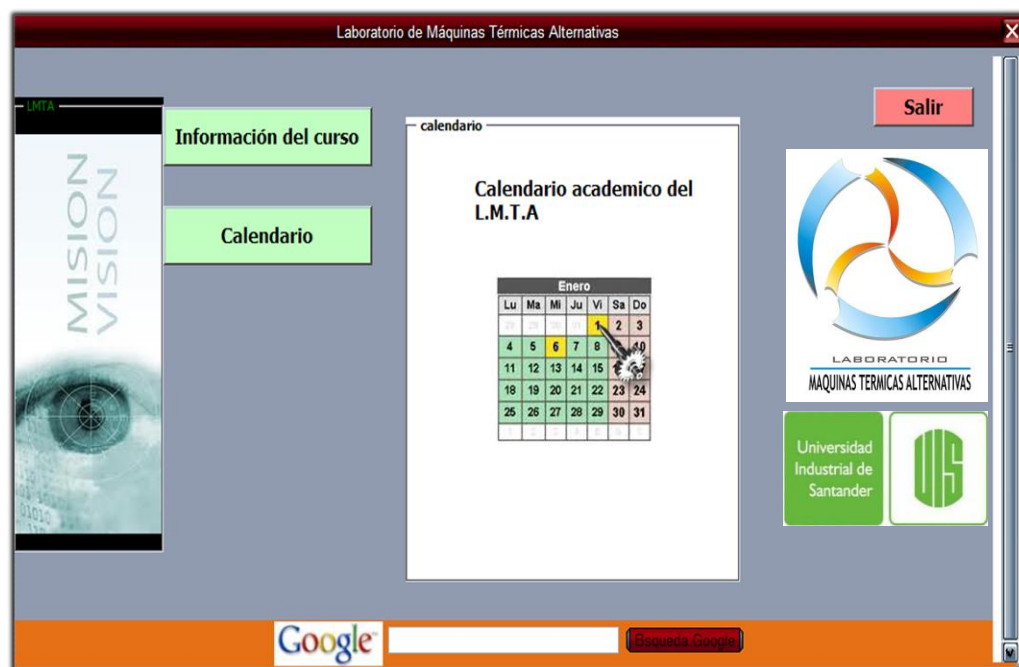
Este espacio es dedicado a la información general y al calendario del laboratorio. En este módulo, figura G3, se encuentra entre otra información importante, la

misión, visión, finalidad, proyección, organización, propósitos y competencias, precauciones de seguridad y prácticas del laboratorio.

Este módulo se encuentra la distribución, por semanas, de las prácticas del curso. Para conocer en detalle las fechas en las cuales el docente ha programado actividades durante el desarrollo del curso, por ejemplo la entrega de talleres, fecha límite para la participación en un foro, etc. se consulta la pestaña “**Calendario**”, ubicado al lado izquierdo de la ventana, haciendo clic en el título que muestra mes y año, por ejemplo, marzo 2010. Esta acción nos permite ver la programación para ese mes. Por medio de las flechas izquierda y derecha de este bloque, se puede avanzar o retroceder mes a mes.

El día agendado, se muestra sombreado y el color es diferente, para establecer diferencias con días donde no se tengan programadas actividades del L.M.T.A. Desplazando el mouse sobre los días sombreados, aparece una etiqueta con el título del evento y la actividad a desarrollar.

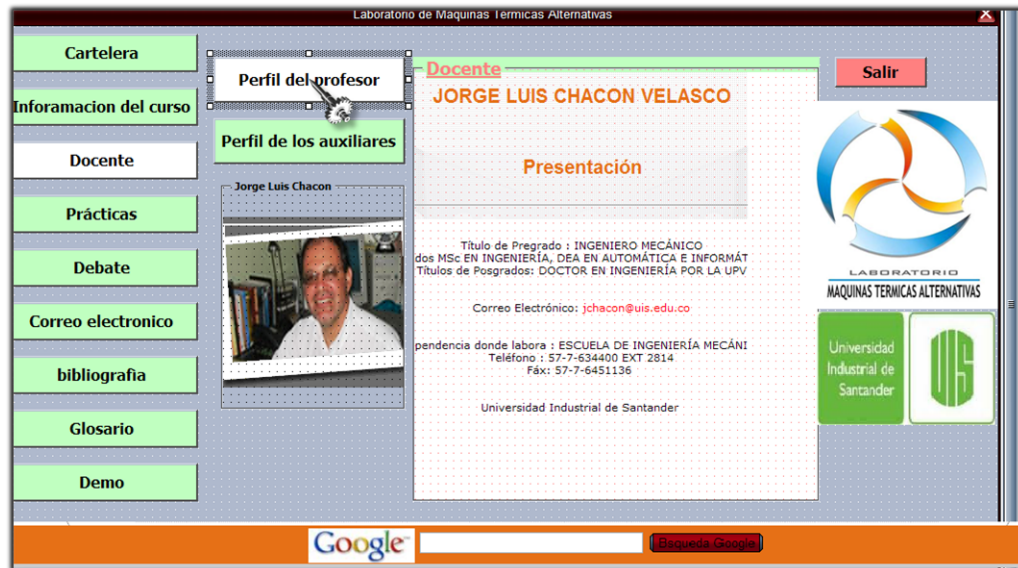
Figura G3. Módulo “información del curso” del laboratorio



## Docente

Contiene el nombre del profesor director del laboratorio, cargo que desempeña, títulos obtenidos, la bienvenida a su grupo de estudiantes y sus datos de contacto como correo electrónico, nombre de usuario en Messenger y teléfonos.

Figura G4 Módulo “**Docente**” del aula virtual del laboratorio



## Prácticas

Haciendo clic en este modulo, figura G5, aparecerá, en la parte central de la pantalla, pestañas con los nombres de las prácticas a desarrollar durante el semestre. Haciendo clic en cada una de estas pestañas aparecerá el siguiente menú:

- Objetivos
- Competencias
- Nivel de logro
- Recursos
- Actividades
- Evaluación

En los enlaces **“Objetivos”**, **“Competencias”**, **“Nivel de logro”**, se encuentran los objetivos, competencias y niveles de logro de la prácticas respectivamente, el enlace **“Recurso”** es un espacio para leer o descargar archivos en pdf, Word, ppt, y videos relacionados con la práctica, en el enlace **“actividades”** se encuentra la información relacionada con las actividades que deben desarrollar los estudiantes como refuerzo de la práctica y finalmente en el enlace **“evolución”**, el usuario del aula virtual, encontrara una serie de preguntas relacionadas con la práctica para su estudio individual.

Figura G5. Módulo **“Prácticas”** del aula virtual del laboratorio

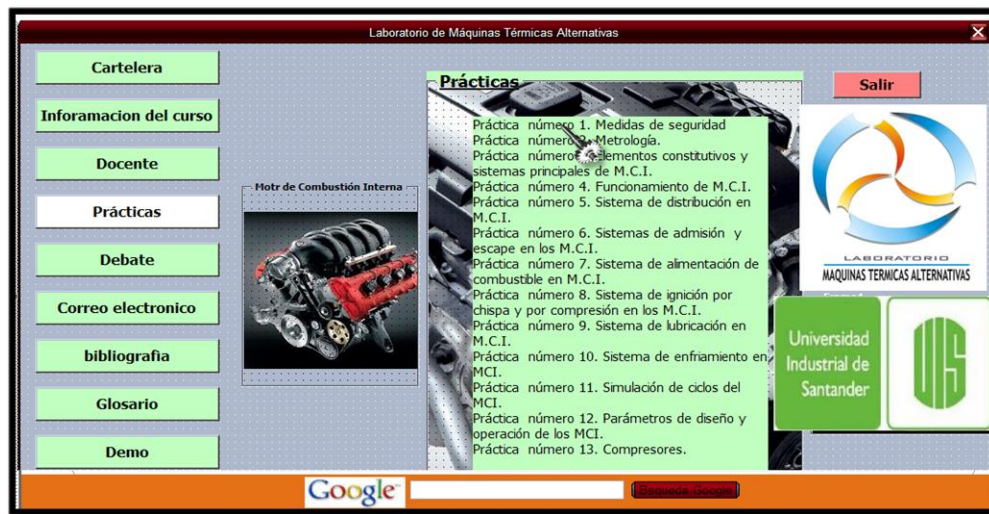
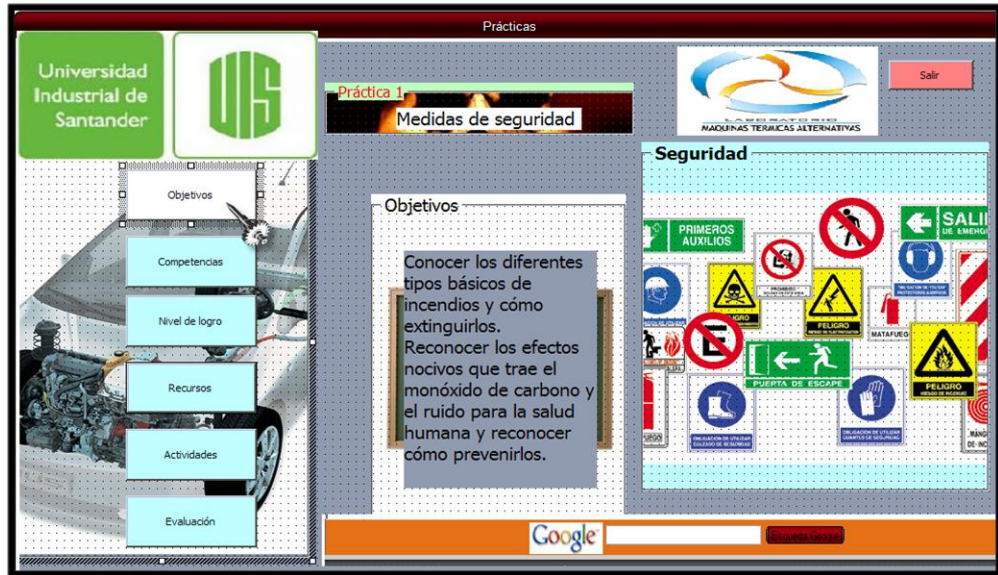


Figura G6 Enlaces del módulo **“Prácticas”** del aula virtual del laboratorio



Figura G7 Enlace “Objetivos” del aula virtual del laboratorio



## Debate

Este módulo, figura G8, incorpora una serie de servicios que permiten establecer una relación entre docentes y estudiantes en el ciberespacio, a través de unas herramientas con las cuales podemos interactuar y relacionarnos, compartir información y conocimientos.

Figura G8. Módulo “Debate” del aula virtual del laboratorio



En este sitio, la metodología virtual está orientada hacia la adquisición y construcción del conocimiento mediado por la tecnología, apoyándose en herramientas tales como:

- **Cafetería virtual.** En este enlace presta una asesoría sincrónica a través de la sala de chat, es muy importante para generar el diálogo y la interacción entre docentes y estudiantes, ampliar conceptos, generar debate, sustentar y socializar experiencias y trabajos, evaluar procesos y llegar a consensos. Debido a que durante la conversación ocurre que se entrecruzan los mensajes, debe nombrarse un moderador. Es importante recordar que los debates deben programarse con un plan de trabajo concreto.

Para ingresar a la cafetería virtual, se hace clic en el enlace que invita a participar de esta actividad. En una nueva ventana en la cual aparece el link “Entrar a la cafetería”, se accede al sitio, en el ciberespacio, en el que se va a participar del encuentro virtual. Observamos en la nueva ventana, en el panel izquierdo, el nombre de las personas que van ingresando a la cafetería y los mensajes que envían. Se debe hacer clic en la caja de texto situada en la parte inferior de esta ventana, para ubicar allí el cursor y empezar a escribir. Con “Enter” se envía el nuevo mensaje. En el panel derecho, aparece el listado de las personas que están al interior de la cafetería virtual. Para salir, se cierra la ventana.

- **Dudas e inquietudes.** Esta es una herramienta asincrónica (es decir que la interacción no se da en el mismo momento, en tiempo real). Un estudiante puede formular o responder preguntas y dudas a sus compañeros, en un lapso de tiempo variable. Se utilizan como estrategia o espacio de reflexión, con el fin de conocer el grado de comprensión que el estudiante ha adquirido sobre un tema en particular, además de poner a prueba su capacidad de análisis. También son un ambiente interesante para compartir opiniones, desarrollar trabajos en equipo, entablar un diálogo y retroalimentarse de los aportes de los compañeros.

Para ingresar a este módulo “Dudas e inquietudes”, se hace clic en el enlace que ha sido creado para esta actividad, se abre una nueva ventana donde aparece “ingresar duda o inquietud”, en esta el estudiante ingresa formula su pregunta. “Guardar y Enviar”, este botón completa el proceso, para resolver las inquietudes de los compañeros simplemente ingresa al espacio donde esta la pregunta. El botón “Comentar” finaliza este proceso.

- **Aportes de los estudiantes.** Por medio de este espacio el estudiante puede aportar información (texto, imágenes, videos), partiendo de un tema en particular; estas entradas están organizadas cronológicamente es decir, que los temas mostrados, son ordenados de acuerdo a la fecha de su publicación. Cada post está referenciado con el título, fecha de publicación, contenido y nombre del autor. Los visitantes de este espacio pueden hacer comentarios sobre los temas publicados y el autor u otros visitantes, pueden dar respuesta a estos comentarios, de manera que se pueda establecer un dialogo asincrónico.

Al hacer clic en el enlace **“Aporte del estudiante”**, se abre una ventana en la cual es posible encontrar: el botón **“Examinar”**, para buscar el archivo, que quieres compartir, en el PC y el botón **“Subir este archivo”** para subir dicho archivo.

### **Correo electrónico**

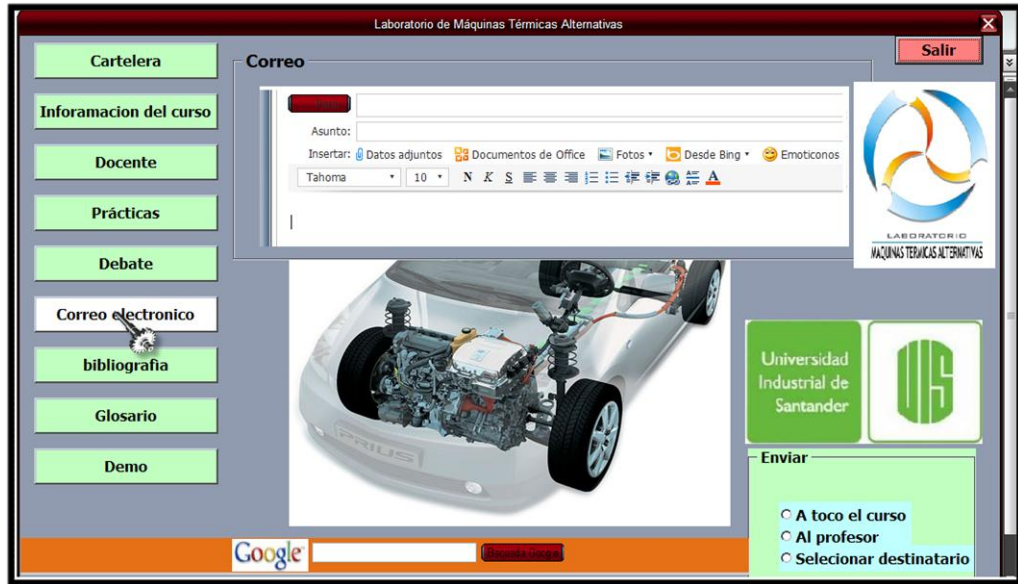
Este módulo, figura G 9, potencia la comunicación y la interacción entre los actores del ambiente de aprendizaje virtual. Es una ayuda efectiva para dinamizar las tareas y los procesos de socialización. Cobra mucha importancia en el momento en que se quiere tener una comunicación privada con el estudiante.

Un mensaje de correo electrónico está compuesto por: un remitente (persona que envía el mensaje), destinatario (persona o personas que reciben el mensaje), asunto (motivo o tema a tratar), un cuerpo (contenido en el cual se desarrolla el asunto) y por último los archivos adjuntos.

La dirección de correo electrónico está compuesta por tres partes: un nombre de usuario, arroba (definida por el símbolo @) y terminando con el nombre de dominio del servidor de correo.

Para enviar correos electrónicos ingrese haciendo clic en el módulo “correo electrónico”, se abre una ventana semejante al correo de Hotmail. Con la diferencia que al hacer clic en el botón “Enviar” aparecen tres opciones: a todo el curso, a el profesor o seleccionar destinatario, donde el usuario puede elegir el destinatario de su correo.

Figura G9. Módulo “*correo electrónico*” del laboratorio

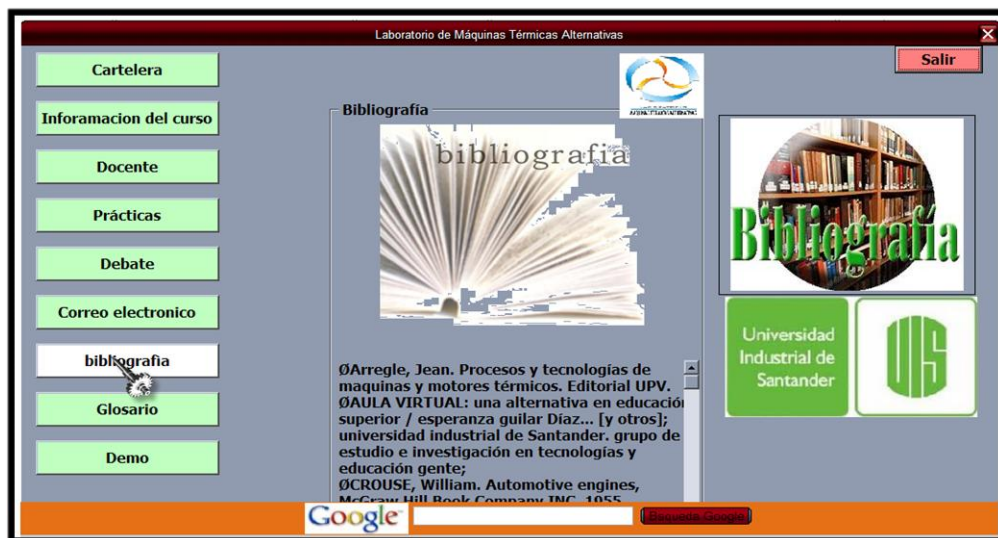


## Bibliografía

En este modulo, figura G10, el estudiante encontrar nombres de libros, así como también direcciones electrónicas donde podrá profundizar los temas vistos.

Para consultar la bibliografía seleccione el modulo creado para tal fin, se abrirá una ventana con información relacionada de libros y paginas electrónicas de interés.

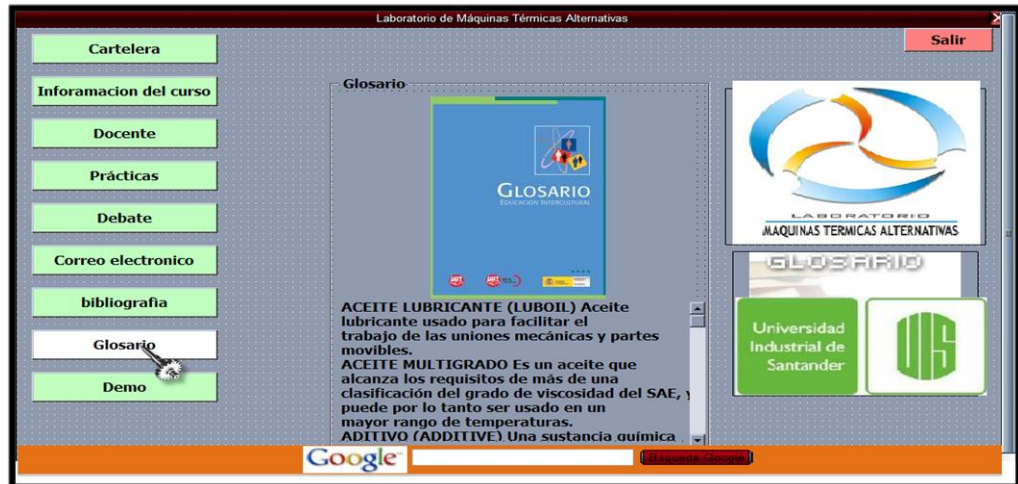
Figura G10. Módulo “*Bibliografía*” del aula virtual del laboratorio



## Glosario

En este módulo, figura G11, el usuario encontrara la definición de términos claves utilizados en los M.C.I. Para consultar el módulo “Glosario” seleccione el modulo creado para tal fin, se abrirá una ventana con los términos más relevantes utilizados en el L.M.T.A.

Figura G11. Módulo “**Glosario**” del aula virtual del laboratorio.



## Demo

Este espacio, Figura G12, es reservado para que usuario del aula virtual del L.M.T.A., aprenda a conocer y a utilizar las herramientas este sitio web. Para consultar el módulo “Demo” seleccione el modulo creado para tal fin, se abrirá una ventana donde se navega por el aula virtual del L.M.T.A.

Figura G12. Módulo “**Demo**” del aula virtual del laboratorio



Anexo H. Distribución de plantas del L.M.T.A.

