

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REVISION Y PROPUESTA DE ACTUALIZACION
DEL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

CARLOS FEDERICO GUILLERMO BOBURG MORALES
AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,995

GUATEMALA, ABRIL DE 1,995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T (3570)

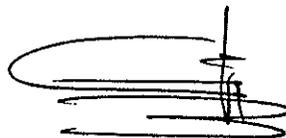
504

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

REVISION Y PROPUESTA DE ACTUALIZACION
DEL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de fecha 7 de febrero de 1,994 , con No. IN 120.94 .



CARLOS FEDERICO GUILLERMO BOBURG MORALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	Br. FREDY ESTUARDO RODRIGUEZ QUEZADA
VOCAL QUINTO	Br. MARIO NEPHTALI MORALES SOLIS
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALES LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	ING. HEBER OTTONIEL GONZALEZ
EXAMINADOR	ING. JULIO CONTRERAS
EXAMINADOR	ING. JORGE RAUL SOTO OBEDIENTE
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Guatemala. 23 de abril de 1.994.

Ingeniero
Jorge Chilo Siguere R.
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Mecánica
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ciudad.

Señor Coordinador

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de tesis titulado: **REVISION Y PROPUESTA DE ACTUALIZACION DEL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA**, desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS FEDERICO GUILLERMO BUBURG MURALES**. El trabajo al que hago referencia, llena los requisitos establecidos para la presentación de trabajos de graduación.

Por lo anterior recomiendo; se sigan los trámites necesarios, previos a optar al título y grado académico correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo ante usted, atento servidor.



Ing. Miguel Ángel Zetina Toralla
Colegiado No. 864
Asesor.



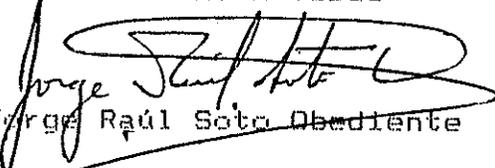
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area Térmica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor, y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado **Revisión y Propuesta de Actualización del Curso de Motores de Combustion Interna**, del estudiante **Carlos Federico Guillermo Boburg Morales**, recomienda la autorización.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Raúl Soto Obediente

Coordinador de Area

Guatemala, septiembre de 1,995.

/bedei.



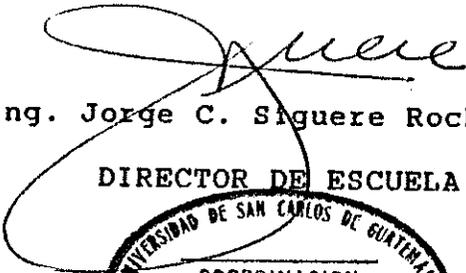
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Area Térmica al trabajo de tesis titulado **REVISION Y PROPUESTA DE ACTUALIZACION DEL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA**, del estudiante Carlos Federico Guillermo Boburg Morales, procede a la autorización del mismo.

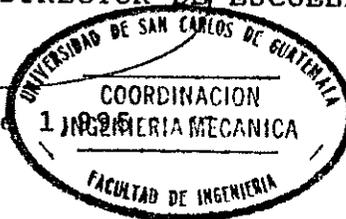
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge C. Siguere Rockstroh

DIRECTOR DE ESCUELA

Guatemala, septiembre de 1995

/bedei.





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Jorge C. Siguere Rockstroh, al trabajo de tesis titulado **Revisión y Propuesta de Actualización del Curso de Motores de Combustión Interna**, presentado por el estudiante universitario Carlos Federico Guillermo Boburg Morales, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK

DECANO

Guatemala, septiembre de 1,995.

/bedei.



AGRADECIMIENTO

A DIOS, por darme vida, fuerzas e inteligencia.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: LIC. FRANCISCO MIGUEL BOBURG ZETINA
ZOILA HERTY MORALES TAGER DE BOBURG
EVA TAGER OZAETA DE MORALES

A MIS HERMANOS: LIC. FRANCISCO JOSE MAXIMILIANO
LUIS MIGUEL ALEJANDRO
ANA MARIA WALESKA

A LA FAMILIA: MORALES GUERRA

EN FORMA ESPECIAL A: EMILIO MORALES GUERRA (MILIN)
JUAN CARLOS PUGA CASTELLANOS
ING. NORMAN RODRIGUEZ BALDIZON

CARIÑOSAMENTE A: ANITA LUCRECIA REQUENA PINELO

A MI FAMILIA EN GENERAL Y A MIS AMIGOS DE SIEMPRE

A MI UNIVERSIDAD

INDICE GENERAL

	Página
INDICE GENERAL	I
GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS	III
INTRODUCCION	1
CAPITULO No.1 REVISION	4
1.1 CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (MCI). EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA USAC	4
1.1.1 CONTENIDO TEORICO DEL CURSO DE MCI. PROGRAMA ACTUAL	4
1.1.2 PROGRAMA DE PRACTICAS DE LABORATORIO	7
1.1.3 Metodología aplicada	8
1.1.3.1 Curso Teórico	8
1.1.3.2 Práctica	9
1.2 LA ENSEÑANZA EN ALGUNAS OTRAS UNIVERSIDADES. DEL CURSO DE MCI	10
1.2.1 Programas	10
CAPITULO No.2 METODOLOGIA	17
2.1 Metodología de la Investigación	17
2.1.1 Explicación de la Metodología	17
2.1.2 Manejo de datos y tabulación de resultados	18
CAPITULO No.3 LA FUNCION PROFESIONAL EN RELACION AL CURSO DE MCI EN GUATEMALA	21
3.1 DISEÑO	21
3.2 SELECCION DE MATERIALES	22

3.3 PROCESOS DE MANUFACTURA DE ELEMENTOS DE	
MCI	23
3.4 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS MCI	24
3.5 TEMAS DIVERSOS	24
 CAPITULO No.4 LA PREPARACION ACTUAL VRS LA	
REQUERIDA	25
Evaluación	25
 CAPITULO No.5 PROPUESTA DE REFORMA AL PROGRAMA	
DEL CURSO DE MCI	29
 CAPITULO No.6 INFORME SOBRE EL EQUIPO DE	
LABORATORIO.	31
 CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA	44
APENDICE Y ANEXOS	45
APENDICE A. Sobre la encuesta realizada	45
APENDICE B. Sobre la tabulación de resultados	
obtenidos de la encuesta	50
APENDICE C. Sobre la tabulación de resultados	
de cálculos de probabilidades de	
aceptación y de rechazo	56
APENDICE D. Sobre la tabulación de resultados	
calculados	59

GLOSARIO

Acelerador.	1. Pedal de un vehiculo a motor que actúa sobre la válvula extranguladora controlando así la potencia y la velocidad del motor. 2. Pedal que controla la inyección de combustible en un motor de aceite pesado.
Admisión.	Instante del ciclo de funcionamiento de un MCI en el cual la válvula de admisión permite la entrada de fluido en el cilindro.
Altitud estimada.	Altitud a la cual un motor de pistón da su máxima potencia. Con más de un nivel de sobrealimentación habrá como corresponde, más de una altitud estimada.
Amortiguación.	Proceso en el cual la energía de un sistema vibratorio desaparece.
Amortiguación viscosa.	Atenuación de la energía en un sistema vibratorio a través de disipadores hidráulicos.
Amortiguadores de vibraciones.	Amortiguadores ajustados al cigueñal de un motor para suprimir o reducir el esfuerzo producido por la vibración de torsión a velocidades de funcionamiento críticas.
Asiento de válvula.	Superficie de soporte sobre la que se asienta la válvula cuando se interrumpe el flujo de gas o líquido.
Avance de chispa.	En la ignición, girar el interruptor de contacto de modo que la chispa encienda la carga con anterioridad durante la carrera de compresión. Un MCI tiene un avance de encendido si se produce un avance de chispa.
Biela.	Barra que conecta el pistón al cigueñal de un motor.
Cámara de combustión.	Cámara de un MCI en la que tiene lugar la combustión.
Cara de válvula.	Superficie que sella un válvula y encaja sobre el asiento.

Carburador.	Dispositivo en el que el combustible es pulverizado y mezclado con el aire. La demanda variable hacia el motor se obtiene variando el flujo dentro del motor por medio de una válvula de mariposa.
Carter de lubricante.	La parte inferior del cuerpo de un MCI que actúa como reserva de aceite.
Etapas.	Secuencia de operaciones que tienen lugar en un MCI, llamadas aspiración, compresión, trabajo y escape.
Ciclo de Carnot.	Ciclo de trabajo de una máquina térmica ideal, de máxima eficiencia térmica. Consta de dos isotérmicas y dos isentrópicas.
Ciclo de cuatro tiempos.	Ciclo de un motor de pistón completado en cuatro tiempos, en el que se realizan dos revoluciones del cigüeñal llamadas succión o aspiración, compresión, expansión o tiempo motor y expulsión.
Ciclo Diesel.	El ciclo de un motor encendido por compresión en el que el aire es comprimido, el calor añadido a presión constante mediante inyectores de combustible dentro de la carga comprimida, que se expande luego para actuar sobre el pistón y los productos expulsados, tanto en el de dos tiempos como en el de cuatro. Ello implica calentamiento y enfriamiento reversibles a presión constante.
Ciclo de dos tiempos.	Ciclo de un motor de pistones completado en dos tiempos con una revolución del cigüeñal, que es la carga introducida, comprimida, expandida y expulsada a través de lumbreras en la pared del cilindro, antes y durante la carga.
Ciclo Otto.	Ciclo de trabajo de un motor de pistón de cuatro tiempos con aspiración, explosión a volumen constante, expansión y escape. Ello implica calentamiento y enfriamiento reversibles a volumen constante.
Cigüeñal.	El árbol principal de un motor u otra máquina, que lleva una manivela o manivelas

para el enganche de las bielas por medio del muñón del cigüeñal.

- Cilindro. Cámara cilíndrica o tubular en la que el pistón de un motor o bomba de desplazamiento positivo realiza el movimiento de vaivén.
- Detonación. La combustión espontánea, de parte de la carga que hay en el cilindro de un motor a gasolina, acompañada de golpe.
- Dinamómetro. Equipo que mide la potencia al freno de cualquier máquina motriz.
- Etapas. Secuencia de operaciones que tienen lugar en un MCI, llamadas aspiración, compresión, trabajo y escape.
- Freno de Prony. Dinamómetro de absorción en el que el par torsional de un motor es absorbido por un par de almohadillas de fricción unidas mediante un tambor de freno, y equilibradas mediante pesas en los extremos de un brazo adosado a las almohadillas. Alternativamente, el brazo se asegura a la cinta que rodea el volante o polea de un motor.
- H.P. Horse power. Unidad de medida de potencia en el sistema Inglés equivalente a: La potencia necesaria para levantar 1 pie de altura en un segundo 550 Libras-fuerza de peso.
- Mando electrónico. La aplicación de dispositivos electrónicos al control de máquinas, potencia, procesamiento de datos, vehículos móviles etc.
- Motor. Un generador de energía. Máquina en la que la potencia se aplica para realizar un trabajo, con frecuencia para convertir la energía calorífica en trabajo mecánico.
- MCI. Abreviatura de Motor de Combustión Interna.
- Motor de Combustión Interna. Motor en el que la combustión de un combustible líquido, gaseoso, o sólido, pulverizado dentro de un cilindro, suministra calor y luego es convertido en

	trabajo mecánico mediante un pistón.
Motor Diesel.	Motor de encendido por compresión en el que el combustible diésel es inyectado en la carga de aire comprimido.
Motor a Gas.	Motor de combustión interna que funciona según el ciclo de Otto, en el que el combustible gaseoso se mezcla con el aire para suministrar la mezcla combustible en el cilindro, explotando la carga por medio de un encendido por chispa.
Motor a Gasolina.	Motor de combustión interna que trabaja según el ciclo de Otto de dos o cuatro tiempos, utilizando un chorro de gasolina desde un carburador o inyectándolo directamente. La ignición de la mezcla gasolina-aire se efectúa mediante una bujía de encendido.
Motor Wankel o Rotativo.	Motor de combustión interna con un rotor de tres lóbulos que gira en la cámara de combustión para originar el mismo ciclo que tiene lugar en un motor de pistón alternativo.
Pistón.	Embolo cilíndrico, hueco o macizo que realiza un movimiento alternativo en el cilindro de un motor, bomba o compresor del tipo reciprocante.
Potencia.	La capacidad para hacer trabajo.
Potencia efectiva.	Potencia desarrollada por un motor, medida mediante un freno o dinamómetro aplicado al eje impulsor.
Potencia indicada.	La potencia que señala un indicador, correspondiente a la desarrollada por los cambios de presión/volumen del fluido de trabajo que tiene lugar en el interior del cilindro del motor alternativo. Es mayor que la potencia efectiva, debido a que no toma en cuenta las pérdidas producidas por el rozamiento y el bombeo.
Rendimiento.	El porcentaje de aprovechamiento de una máquina, en relación con el aprovechamiento

teórico máximo.

Rendimiento
mecánico.

Relación entre la potencia al freno de un motor y la potencia indicada.

Rendimiento
Térmico.

Relación entre la potencia al freno de un motor térmico y el equivalente mecánico del calor suministrado por el combustible.

Sobrealimentación. Exceso de presión.

Sobrealimentador. Compresor centrífugo que suministra aire a un motor de pistón a presión mayor que la atmosférica y es accionado directamente por una turbina de gas movida por los gases de escape.

Válvula.

Tapa o cubierta de una abertura, que abre el paso de un líquido o gas en una dirección o la cierra en la otra, o regula la cantidad de flujo.

INTRODUCCION

Al examinar el ritmo al que avanza la ciencia y la tecnología, y su notable aceleración en las últimas décadas, debe considerarse como algo indispensable para la formación de nuevos profesionales, mantener los contenidos de los programas lo más cerca posible a los últimos cambios y avances para tener de esta forma expertos en temas actualizados; adicionalmente se debe tomar en cuenta y con la misma importancia que lo anteriormente expuesto, el hecho de que esta meta será lograda temporalmente y será posible redefinirla únicamente si se programan los estudios de revisión de contenidos.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente la Escuela de Ingeniería Mecánica, necesita de una constante actualización y revisión de contenidos programáticos. Dichas revisiones deberán de realizarse en una forma metódica y profesional para optimizar resultados.

Este trabajo de investigación ha sido orientado hacia el establecimiento de un método confiable de revisión de cursos del área profesional, el cual como primer intento contendrá algunas partes vulnerables, que habrá que identificarlas al implementarlo, y redefinirlo en estudios posteriores hasta obtener el prototipo buscado.

Como primer paso en busca del objetivo, se seleccionó el curso de Motores de Combustión Interna (MCI). Las razones son las siguientes: primero, por el acelerado proceso de cambio en el que está inmerso la totalidad del contenido de este curso, y que a consideración del autor, es un área atrasada, y segundo, porque habrá que seleccionar por lo menos un curso para su evaluación en la elaboración del método.

Se deja firme la propuesta a los alumnos por graduarse, a que realicen ensayos de este tipo, ya sea con el mismo curso o con otro que ellos consideren más general y/o adecuado, sin perder nunca de vista el objetivo más general del estudio que es el de elevar el nivel académico de la Facultad de Ingeniería de nuestra Universidad. Debe corresponder a la Escuela de Ingeniería Mecánica la actividad de programar y coordinar esta clase de estudios facilitando a la vez cuanta información sea requerida, y favorecer en lo posible a quien emprenda este tipo de tarea.

La investigación y su informe final se resumen de la siguiente forma: como primer punto se explican los objetivos más generales de la investigación: elevar el nivel académico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la USAC a través de la creación de un método de revisión de cursos del área profesional.

Seguidamente, se presentan seis capítulos que mencionan lo siguiente:

El primer capítulo contiene el programa del curso de MCI, que da al lector una idea sobre lo que versa el curso en estudio. Adicionalmente se presentan los programas del curso de MCI impartido en otras universidades, para que de esta forma se puedan visualizar los temas de actualidad respecto al curso en una forma simplificada. El segundo capítulo explica la metodología aplicada en el manejo de datos, y sobre tamaños de muestra seleccionados. El capítulo tres refiere lo que piensa el profesional activo respecto a las necesidades que debe cubrir el curso de MCI. El capítulo cuatro presenta la evaluación del programa versus lo requerido por los profesionales; se presenta en el capítulo cinco el programa elaborado. Para finalizar, el capítulo seis muestra la realidad del laboratorio del curso actualmente y sus perspectivas.

CAPITULO No.1 REVISION

1.1.- CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA, EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA USAC.

Objetivos:

Generales:

- I.- Que el estudiante utilice o aplique en un 80 % los conocimientos de termodinámica , diseño de máquinas y mecanismos en la compresión y solución de problemas relacionados con los MCI estacionarios y móviles.

Específicos:

- II.- Proporcionados por el catedrático.

1.1.1.- CONTENIDO TEORICO DEL CURSO DE MCI.

PROGRAMA ACTUAL.

A.- El Motor de Combustión Interna.

A.1.- Breve historia. Usos y aplicaciones actuales.

Principios de funcionamiento. El sistema mecánico.
Potencias.

A.2.- Clasificación de los motores. Por la carrera del pistón, por el combustible utilizado, por el método de ignición, por la admisión de combustible , por la admisión de aire, por el número de cilindros y su posición y por la posición del subsistema de válvulas.

A.3.- Tendencias modernas en los motores de vehículos.

- A.4.- Aplicación del volante al motor. Importancia de la inercia.
- B.- Termodinámica aplicada.
 - B.1.- Procesos de rendimiento de los ciclos Otto y Diésel.
 - B.2.- Medición de la presión en la cámara. Instrumentos.
 - B.3.- Desplazamiento. Eficiencia volumétrica. Potencia indicada. Potencia al freno. Potencia media. Eficiencia térmica y mecánica.
 - B.4.- Sobrealimentación. Métodos.
 - B.5.- Recuperación del calor de los gases de escape.
- C.- Combustibles y combustión.
 - C.1.- Productos y subproductos del petróleo crudo.
 - C.2.- Aceites combustibles, gasolinas y combustibles gaseosos. Normas y clasificación. Poder calorífico de los mismos.
 - C.3.- El golpeteo y su efecto. Relación de compresión.
 - C.4.- Productos de la combustión. Contaminantes ambientales.
 - C.5.- Relación de mezclas. Uso y aplicación de las ecuaciones de combustión. Análisis ORSAT.
 - C.6.- Tiempos de cámaras de combustión. Inyección del combustible.
- D.- Lubricantes y lubricación.

- D.1.- Consumo teórico del aceite lubricante. Temperatura de trabajo.
- D.2.- Clasificación de los lubricantes, tipos, aditivos, Grado SAE. Contaminación del aceite.
- D.3.- El análisis de laboratorio del lubricante como herramienta del mantenimiento predictivo.
- E.- Enfriamiento de los motores.
 - E.1.- El porqué del enfriamiento.
 - E.2.- Enfriamiento por líquido. Líquidos utilizados, aditivos, cantidad necesaria. Métodos de circulación . Por termosifón y por bombeo. Sistema sellado y presurizado. Radiadores, cálculo y selección.
 - D.3.- Enfriamiento por aire. Cálculo de aletas.
- F.- Normas para motores.
 - F.1.- Estudio de normas para la selección e instalación.
 - F.2.- Pruebas de motores. Mediciones, instrumentos y aparatos. Tabulación de resultados.
 - F.3.- Seguridad industrial.
 - F.4.- Manual del fabricante. Uso.
- G.- Operación y mantenimiento de motores.
 - G.1.- Costos de operación, lubricantes, consumo de combustible, mantenimiento.
 - G.2.- Registro de rendimiento. Presiones. Temperaturas.
 - G.3.- Formas de inspección y mantenimiento.

6.4.- Equipo para mantenimiento.

6.5.- Cálculo de escapes.

1.1.2.- PROGRAMA DE PRACTICAS DE LABORATORIO.

Se persigue brindar conocimientos relacionados con el funcionamiento de los mecanismos y sistemas que intervienen en la puesta de operación de un motor.

Objetivos generales.

Que el estudiante conozca y comprenda los principios teóricos y prácticos del funcionamiento de los motores.

Objetivos específicos.

Que el estudiante comprenda, mediante clases prácticas en el Laboratorio, el funcionamiento de las partes que integran los mecanismos de que constan los distintos sistemas de un motor, su nomenclatura, su función y sus características de funcionamiento.

Contenido:

1. Nomenclatura del motor de gasolina de cuatro tiempos.
2. Sistema de distribución del motor.
3. Sistema de alimentación de combustible del motor.
4. Sistema de lubricación y refrigeración del motor.
5. Estructura del motor de dos tiempos de gasolina y del motor de cuatro tiempos diésel.

6. Sistema de encendido del motor de gasolina.
7. Sistema de carburación del motor.
8. Ajustes del motor de gasolina y sistema de inyección diésel del motor.
9. Freno de Prony y uso del dinamómetro.
10. Visita.
11. Visita.
12. Examen final.

1.1.3.- Metodología aplicada.

1.1.3.1.- Curso teórico.

En el programa del curso que le es entregado al alumno a principio de semestre, se incluyen dos puntos relacionados. El primero que es titulado Metodología de la Enseñanza y un segundo que se refiere a la Evaluación.

Como información adicional a estos dos puntos, se adjunta lo siguiente:

El catedrático deberá proporcionar esta información durante la primera semana de iniciado el curso, y en lo referente a la evaluación, se someterá al reglamento de evaluación vigente.

En entrevista sostenida con el catedrático, se logró recabar la siguiente información.

Actividades semestrales:

- a.- 2 visitas semestrales de asistencia obligatoria a centros de aplicación de los MCI.
- b.- 2 conferencias semestrales de personas expertas en el tema de los MCI. Duración: 50 minutos c/u.
- c.- Presentación de video-tapes, películas, sobre el mantenimiento y operación de los MCI operados con diésel y búnquer.
- d.- El programa del curso es cubierto mediante 3 clases magistrales semanalmente con una duración de 50 minutos c/u.
- e.- Como dinámica se promueve la participación del alumno en la resolución de dudas del tema tratado en el salón de clase.
- f.- Son de carácter obligatorio 2 trabajos de investigación relacionados con los temas más importantes del curso.
- g.- El sistema de evaluación consiste en dos exámenes parciales de 15 puntos cada uno; el laboratorio tiene un valor de 25 puntos, dos trabajos de investigación de 2.5 puntos cada uno y un examen final con un valor de 40 puntos. El curso es aprobado con 51 puntos sobre 100.

1.1.3.2.- Práctica.

La metodología aplicada en la práctica de laboratorio es la siguiente: el tiempo programado por práctica es de dos

horas y media con un total de catorce prácticas por semestre. Si revisamos el contenido del laboratorio en el punto 1.1.2. en los incisos 2, 4 y 5, se cubren con dos prácticas cada tema. La primera media hora de cada practica se destina a la explicación del tema, y luego los estudiantes realizan las prácticas con el material y equipo que se dispone. Se realizan trabajos de investigación por tema y para optar a examen final, el laboratorio deberá aprobarse con un mínimo de 15 puntos, y se tiene a la vez como requisito el 80 % de asistencia.

1.2. LA ENSEÑANZA EN ALGUNAS OTRAS UNIVERSIDADES, DE EL CURSO DE MCI.

1.2.1.- Programas.

NOMBRE: INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITECNICO DE LAS FUERZAS ARMADAS.

PAIS : REPUBLICA DE VENEZUELA.

CURSO : GENERACION DE POTENCIA I.

Objetivos del aprendizaje:

Al finalizar la asignatura, el estudiante deberá ser capaz de:

- 1.- Identificar los diferentes ciclos y procesos en las centrales de Generación de Potencia.
- 2.- Analizar los factores que inciden en la carga y los aspectos económicos.

- 3.- Identificar los componentes de las centrales hidroeléctricas y analizar los factores que inciden en su funcionamiento.
- 4.- Analizar los MCI y los factores que inciden en su funcionamiento.

Programa Sinóptico:

Generalidades. Combustión. Fundamento de la demanda. Fundamentos de la economía. Centrales hidroeléctricas. Motores de Combustión Interna. Análisis de los ciclos de los MCI.

Título y contenido:

- 1.- Generalidades. Fuentes de energía y sus transformaciones. Conservación y utilización de la energía. Ciclos y procesos. Ciclo de Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Brayton y Ciclo Dual.
- 2.- Combustibles y combustión. Proceso de la combustión. Combustibles naturales. Obtención del combustible del petróleo. Análisis de los productos de la combustión. Evaluación de los procesos reales de combustión. Calor de combustión, poder calorífico de los combustibles.
- 3.- Centrales energeticas. Sistemas de generación y consumo. Curva eléctrica y mecánica. Variabilidad de la carga. Perfil de base de carga y punto de carga. Tipos de carga. Carga residencial, industrial, comercial y de iluminación.

Aspectos económicos. Costos fijos. Costos de operación.
Métodos de evaluación.

- 4.- Cargas hidroeléctricas. El ciclo hidrológico del agua.
Ecuaciones de hidráulica. Potencia y energía obtenibles.
Embalses y presas. Equipos esenciales de una central hidroeléctrica . Tipos de turbinas hidráulicas.
Velocidades de la turbina. Cavitación. Aspectos económicos de la planta hidroeléctrica.
- 5.- MCI. Tipos de motores. Análisis del ciclo Otto real. La detonación, importancia, características; detección y corrección. Instalaciones con motores Otto. Motores de ignición por compresión, características de funcionamiento. Instalaciones diésel estacionarias. Partes componentes. Criterios de selección y diseño.

NOMBRE : UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR. DECANATO DE ESTUDIOS

PAIS : BOLIVIA.

CURSO : LABORATORIO DE CONVERSION DE ENERGIA.

Contenido del curso:

- a.- Análisis de gases producidos por la combustión. Análisis de Orsat.
- b.- Número de octanos en una combustión de motores Otto.
- c.- Determinación de las pérdidas mecánicas y del rendimiento mecánico en motores de pistón alternativo.

- d.- Motores diésel.
- e.- Estudio del generador de vapor con tubos de agua y del sobre calentador. Determinación del rendimiento de una planta de vapor.
- f.- Obtención de las curvas de Williams en una turbina de vapor. Turbina de gas.

NOMBRE : RENSSELAER. POLYTECHNIC INSTITUTE.
PAIS : USA. NEW YORK.
CURSO : MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA.

Contenido:

- I.- La compresión, combustión y expansión. Procesos en los MCI.
- II.- Carburación, inyección de combustible.
Sobrealimentación y enfriamiento. Controles de los MCI.
- III.- Una comparación entre los distintos tipos de motores sobrealimentados.
- IV.- Ciclos de combustión de la turbina de gas.

NOMBRE : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
PAIS : COSTA RICA.
CURSO : MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Contenido:

- a.- Conversión de energía térmica en energía mecánica.
- b.- Aspectos termodinámicos de los motores. Ciclos teóricos y reales.
- c.- Motores de encendido por compresión.
- d.- Motores sobrealimentados.
- e.- Sistemas de motores.
- f.- Combustibles y lubricantes.
- g.- Procesos de combustión.
- h.- Dinámica de los motores.
- i.- Generadores de gas.
- j.- Motores combinados. Nuevos tipos de motores.

NOMBRE : UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR.

PAIS : GUATEMALA.

CURSO : MAQUINAS TERMICAS I.

Objetivos:

Generales: que el estudiante utilice los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera, es decir, de termodinámica, mecanismos y diseño de máquinas, en la solución de problemas de motores.

Específicos: que el estudiante aprenda a seleccionar las máquinas de acuerdo con las necesidades de utilización y que

obtenga conocimiento claro, de cuáles son los cambios o alteraciones que pueden efectuarse en una máquina para mejorar su eficiencia.

Contenido:

1.- Repaso breve de Termodinámica II.

Ciclos de potencia de gas.

- 1.1.- Ciclo de Otto.
- 1.2.- Ciclo de Diesel.
- 1.3.- Ciclo Dual (Duplex).
- 1.4.- Ciclo de Brayton.
- 1.5.- Solución de problemas.

2.-

- 2.1.- Tipos básicos de motores y su funcionamiento.
- 2.2.- Ciclos ideales y sus procesos. (lectura).
- 2.3.- Pruebas de los motores.
- 2.4.- Clasificación de los MCI.

** Primera comprobación de lectura**

3.- El motor de gasolina.

- 3.1.- Partes del motor y su funcionamiento.
- 3.2.- Características del motor de cuatro tiempos.
- 3.3.- Ciclo real.
- 3.4.- Medición de la potencia.
- 3.5.- Cilindrada.
- 3.6.- Relación de compresión y posibles modificaciones.

** Lectura capítulo 14/ Obert.**

- 4.- El motor diésel.
 - 4.1.- Componentes básicos.
 - 4.2.- Ciclo real.
 - 4.3.- Lectura capítulo 15 / Obert.
- 5.- Carburación e inyección de combustible.
 - 5.1.- Lectura de los capítulos 11 y 12/ Obert.
 - **Segunda comprobación de lectura**
- 6.- Combustibles y lubricación.
 - 6.1.- Lectura de los capítulos 11 y 16/ Obert.
- 7.- Velocidad de un vehículo.
 - 7.1.- Fórmulas generales.
- 8.-
 - 8.1.- Teoría de la combustión y la detonación.
 - 8.2.- Regulación de las válvulas.
- 9.- Cálculos de sistema de enfriamiento.

CAPITULO No.2 METODOLOGIA

2.1 Metodología de la investigación.

2.1.1 Explicación de la metodología.

El objetivo de crear una metodología de investigación es para determinar las necesidades del profesional en relación con el curso de MCI. Para poder conocer dichas necesidades, fue necesario preguntarle a la población existente acerca de éstas, para lo cual se recurrió la elaboración del trabajo de campo, que se inicia con una encuesta piloto cuyo objetivo es conocer la funcionalidad del instrumento de investigación. Esta evaluación del instrumento fue realizada con dieciocho encuestas.

El contenido de la encuesta piloto es el mostrado en el Apéndice A.

Sobre las correcciones que hubo que realizar a ésta puede decirse que son de poca o ninguna importancia, ya que se trató de sugerencias particulares muy dispersas y otras sobre temas implícitos entre los mencionados. La única pregunta que si cambió en su estructura fue la relacionada con las modificaciones a los sistemas de los MCI según la aplicación, 2.1 Automotriz, 2.2 Marina, 2.3 Generación de Potencia Eléctrica, ya que los encuestados calificaron la importancia de cada aplicación, y no en las variantes a los sistemas del

motor según la aplicación, a lo cual se refería la pregunta.

La pregunta se redujo a una sola:

- Sobre la importancia en el aprendizaje profesional de las variantes que se deben realizar en cada sistema de los MCI, según la aplicación que éstos tengan. Por ejemplo: las características del sistema de enfriamiento en aplicaciones vehiculares, marinas (no usa radiador o intercambiadores agua-aire); variación de los mandos de la bomba de combustible en sistemas de generación eléctrica ,etc.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

2.1.2 Manejo de datos y tabulación de resultados.

Lo correspondiente a tabulación de resultados de la encuesta final se presenta en el Apéndice B. El manejo de datos obtenidos del trabajo de campo se resume de la siguiente forma:

Primero, fueron tabulados las probabilidades de aceptación y rechazo para cada pregunta en la encuesta piloto, sin tomar en cuenta la pregunta modificada. El punto de separación entre aceptación y rechazo fue en la escala la calificación 3 que corresponde a "necesario", y se incluye a éste dentro de los del grupo de aceptación. Para ver sobre la tabulación de probabilidades de aceptación y de rechazo en

la encuesta piloto y sobre el calculo del tamaño de muestra; referirse al anexo C. Habiéndose determinado el número de encuestas por realizarse, se procedió a la delimitación del universo.

2.2 Delimitación del universo.

Se le llamó Universo al total de personas que aplican en la elaboración de la encuesta; estos son: profesionales de la Ingeniería Mecánica y Mecánica Industrial y al total de alumnos que hayan aprobado el curso de MCI y que se encuentren pendientes de examen publico. Para obtener el dato del total de profesionales, se recurrió a el centro de información del Colegio de Ingenieros de Guatemala del cual se obtuvo el dato de 155 Ingenieros Mecánicos Activos y 173 Mecánicos Industriales al 11 de octubre de 1994, que hace un total de 328 profesionales posibles que se van a encuestar. El dato del total de alumnos lo proporcionó el Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, que dio un total de 485 personas a la fecha. El universo total que se va a encuestar está formado de 813 personas entre Profesionales graduados y alumnos aprobados en el curso.

- a. El total de encuestas que se van a realizar es de 122 , y se acepta un margen de error del 5 % . (Ver tabla de resultados en anexo C); pregunta No.5 (Ver nota al final del anexo C.): con el objeto de reducir aún más el

error, se encuestaron 128 personas con un error máximo calculado de 7.7%)

- b. El estrato 1; integrado por profesionales graduados en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecánica Industrial, se calculó de la siguiente forma: las 813 personas que conforman el Universo Total, son el 100 % , los 328 profesionales registrados por el Colegio de Ingenieros de Guatemala a la fecha , son el 40.3 % de 813 . Si se han calculado 122 encuestas por realizarse, el 40.3 % de 122 es 49 encuestas del estrato 1.
- c. El estrato 2, que está formado por alumnos aprobados en el curso de MCI y que aún están pendientes de la Colegiatura, se calculó como el complemento que sumado con 49 encuestas producen un resultado de 122. Este número es de 73 encuestas.

CAPITULO No.3

LA FUNCION PROFESIONAL EN RELACION AL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA EN GUATEMALA.

El trabajo de campo, cumple una función adicional e importante en la determinación de la función profesional con relación al curso en estudio. Si revisamos el anexo A o B, se puede ver que las preguntas del trabajo de campo se han agrupado por temas de aplicación. Al tabular separadamente los resultados obtenidos del estrato 1 y del 2, se puede visualizar si alguno de los dos estratos inclinó la balanza sobre el resultado obtenido. El análisis que se aplica para la evaluación de un resultado incongruente es la función χ^2 . Hacer referencia al anexo D para ver la tabla de resultados obtenidos. Sobre esta base, se presenta el siguiente análisis de clasificación según su importancia; de cada uno de los puntos presentados para el programa del curso clasificados por temas.

3.1 DISEÑO:

Los profesionales de la Ingeniería Mecánica en Guatemala califican los puntos referentes a diseño de la siguiente manera:

Prioridad 1: punto tratado en la pregunta No.5, sobre el Análisis del Proceso de Combustión. (Análisis de Orsat) y sobre el mejoramiento de dicho proceso. **Prioridad 4:** Pregunta No.1.2 . Sobre la clasificación de los MCI del tipo

reciprocante, gasolina y de diesel con aspiración natural y sobrealimentados.

Prioridad 5: pregunta número 6: trata alrededor de la sobrealimentación de motores. **Prioridad 7:** pregunta número 1.1: estudio del diseño de los MCI que los clasifica según el combustible que utilizan, movimiento del eje, tipos de aspiración y otros. **Prioridad 8:** pregunta 3.2 : sobre el diseño del sistema integrado de transmisión. **Prioridad 9:** pregunta 4.0 : sobre la medición de la potencia y posibles modificaciones al diseño original del motor. **Prioridad 10:** pregunta 2.0 : sobre la importancia en el aprendizaje profesional de las variantes que deben ser aplicadas a cada sistema de los MCI, según la aplicación que éstos tengan. **Prioridad 12:** pregunta 1.4: sobre el estudio de motores reciprocantes a gasolina y a diésel de 2 tiempos. **Prioridad 15:** pregunta 3.1: sobre el estudio del diseño de componentes de los MCI ejes, bielas, pistones, anillos y otros. **Prioridad 21:** pregunta 1.3: sobre el diseño de los motores rotativos a gasolina. **Prioridad 23:** pregunta 1.5: sobre el diseño de turbinas a gas.

3.2 SELECCION DE MATERIALES.

El orden de importancia que los profesionales dan a los puntos del tema sobre selección de materiales, es el siguiente:

Prioridad 11: Pregunta 2.5 . Sobre fundiciones y tratamientos

térmicos aplicables a elementos de motores. **Prioridad 13:** pregunta número 2.4: sobre materiales aplicables a sistemas de escape. **Prioridad 14:** pregunta 3: sobre filtros. Materiales utilizados en su elaboración. **Prioridad 15:** pregunta 2.1: sobre materiales aplicables a intercambiadores de calor. **Prioridad 17:** pregunta 1.0: sobre normas internacionales que regulan la aplicación de materiales a sistemas específicos. **Prioridad 18:** preguntas 2.2 y 2.3 : sobre materiales aplicables a tanques de combustible y a sistemas de escape de MCI.

3.3 PROCESOS DE MANUFACTURA DE ELEMENTOS DE MCI.

A este respecto se obtuvo la siguiente información sobre la clasificación de los puntos presentados según la importancia que los profesionales actuales consideran.

Prioridad 17: pregunta 1: sobre los procesos de maquinado, torneado y balanceado de ejes, rectificación de culatas, reparación de carcazas de turbos y otros. **Prioridad 18:** pregunta 2.1.: sobre tratamientos térmicos, propiedades mecánicas y sobre ensayos no destructivos aplicables. Verificación de dureza en ejes, la correcta evaluación de superficies de contacto, la evaluación de la dureza interna etc. **Prioridad 19:** pregunta número 2.2: sobre la revisión de resortes.

3.4 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS MCI.

La clasificación de los puntos sobre este respecto, según

el orden de importancia que el grupo de profesionales sugiere, es el siguiente:

Prioridad 1: preguntas 2.3 y 3: sobre combustibles. La relación aire-combustible y los sistemas de ajuste que existen para aplicaciones a altas revoluciones, y el tema de los lubricantes, su clasificación y aplicaciones. **Prioridad 2:** pregunta 1: sobre el estudio de los ciclos térmicos de los MCI, teóricos y reales. **Prioridad 4:** pregunta 4.3 : sobre el estudio de manuales de fallas de reparación. **Prioridad 6:** preguntas 2.1 y 4.1 : sobre combustibles; la primera, clasificación y aplicaciones de estos. Y Sobre la utilización de bibliografía referente a mantenimiento y operación de los MCI, la segunda. **Prioridad 9:** pregunta 2.2: sobre combustibles. Estudio del poder calorífico de éstos. **Prioridad 20:** pregunta 4.3 : sobre el estudio del manual de partes. **Prioridad 22:** pregunta 4.4 : sobre el estudio de manuales de tiempos estándares de reparación para distintas marcas de MCI.

3.5 TEMAS DIVERSOS.

Prioridad 3: pregunta 4: sobre mediciones de diagnóstico de los motores. **Prioridad 9:** pregunta 3 : sobre el cálculo de sistemas de escape. **Prioridad 16:** pregunta 1 : sobre el análisis de la vida útil del MCI. **Prioridad 18:** pregunta 2: sobre el estudio de cimentación de máquinas estacionarias.

CAPITULO No.4

LA PREPARACION ACTUAL VERSUS LA REQUERIDA.

EVALUACION.

Se necesita visualizar cuál es la diferencia entre lo que se enseña actualmente y lo que el estudio de campo indica que debe ser enseñado. Ese es el objetivo principal de este capítulo. Podría darse el caso en que no sea necesario realizar ningún cambio en el programa por estar acorde a lo que los profesionales requieren, pero como beneficio se podrá obtener el reforzamiento de algún tema debido al grado de importancia que el estudio de campo requiere. Si revisamos el capítulo No.1, se encuentra el programa actual del curso de MCI. Veamos como están calificados los puntos que actualmente se enseñan.

A. El MCI. Breve historia. Usos y aplicaciones actuales. Principios de funcionamiento. El sistema mecánico. Potencias. La clasificación de los MCI. Tendencias en el futuro. Aplicación del volante al motor. Importancia de la inercia.

La calificación a este punto del programa la podemos relacionar con: preguntas sobre diseño 1.1 , 1.2 , 1.3 , 1.4 , 1.5 y 2.0 con calificaciones de prioridad 7, 4, 21, 12, 23 y 10 respectivamente. Adicionalmente tiene relación con la pregunta No. 1.0 del tema sobre Operación y Mantenimiento con calificación igual a prioridad 2.

B. Termodinámica Aplicada. Procesos de rendimiento de los

ciclos Otto y Diésel. Medición de la presión en la cámara.
Instrumentos. Desplazamiento. Eficiencia volumétrica.
Potencia Indicada. Potencia al freno. Potencia media.
Eficiencia Térmica y Mecánica. Sobrealimentación. Métodos.
Recuperación del calor de los gases de escape.

Estos puntos del programa y su calificación en la encuesta es como sigue. Sobre Diseño: las preguntas relacionadas son la 4.0 y 6.0 con calificaciones 9 y 5, sobre materiales; la pregunta relacionada es la 2.1 con calificación 15, sobre operación y mantenimiento de los MCI; la pregunta relacionada es la 1.0 con calificación 2. Otras Funciones representativas; la pregunta 4.0 con calificación 3.

C. Combustibles y combustión. Productos y subproductos del petróleo crudo. Aceites combustibles, gasolinas y combustibles gaseosos. Normas y clasificación. Poder calorífico de los mismos. El golpeteo y su efecto. Relación de compresión. Productos de la combustión. Contaminantes ambientales. Relación de mezclas. Uso y aplicaciones de las ecuaciones de la combustión. Análisis Orsat. Tiempos de cámaras de combustión. Inyección del combustible. Las preguntas relacionadas son: sobre Diseño la 5.0 con calificación 1. Sobre Operación y Mantenimiento de los MCI las preguntas 2.1, 2.2, 2.3 con calificaciones 6, 9 y 1 respectivamente.

D. Lubricantes y lubricación. Sobre el consumo del aceite

lubricante. Temperatura de trabajo. Clasificación de los lubricantes, tipos y aditivos. Grado SAE. Contaminación del aceite. El análisis de laboratorio del lubricante como herramienta del mantenimiento predictivo. Se resume en la pregunta 3.0 sobre Operación y Mantenimiento de los MCI con calificación 1.

E. Sobre el enfriamiento de los MCI. El porqué del enfriamiento. Enfriamiento por líquido. Líquidos utilizados, aditivos, cantidad necesaria. Métodos de circulación. Termosifón y bombeo. Sistema sellado y presurizado. Radiadores, cálculo y selección. Las preguntas relacionadas son la 2.1 en el tema de Materiales con calificación 15 y la 4.1 y 4.3 del tema Operación y Mantenimiento de los MCI con calificación 6 y 4.

F. Normas para motores. Estudio de normas para la selección e instalación. Pruebas de motores. Mediciones, instrumentos y aparatos. Tabulación de resultados. Seguridad industrial. Manual del fabricante. Uso. Las preguntas relacionados todas son del tema sobre Operación y Mantenimiento de los MCI; la 4.1 4.2 4.3 4.4 con calificación 6, 20, 4 y 22.

G. Operación y mantenimiento de los MCI. Costos de operación, lubricantes, consumo de combustible, mantenimiento. Registro de mantenimiento, Presiones, Temperatura. Formas de inspección y mantenimiento. Equipo para el mantenimiento. Cálculo de escapes. Las preguntas

relacionadas son las del tema sobre Operación y mantenimiento de los MCI 4.1 con puntuación 6 y del tema: Otras Funciones representativas las preguntas 3.0 y 4.0 con puntuaciones 9 y 5 respectivamente.

Al realizar un recuento de los temas incluidos en el programa actual y su puntuación, prematuramente se podrá concluir que el programa es bastante aproximado a lo que los resultados de la encuesta sugieren. (Ver nota al final del apéndice D sobre los temas incluidos). Primero se revisará los puntos que carecen de importancia. El primero es el relacionado con la enseñanza sobre turbinas de gas. Este tema tiene una aceptación del 55 % y es el de mas baja puntuación de todos los puntos incluidos en la encuesta: prioridad 23. (Ver Apéndice D: grupo de preguntas sobre Diseño; pregunta número 1.5). El segundo que se va a examinar pertenece también al tema de Diseño, sobre el estudio de los motores rotativos a gasolina con un 69 % de aceptación y un calificación de prioridad 21. Segundo: se revisaran los puntos de importancia que no están siendo incluidos en el programa y que deben sugerirse respaldándolos con el presente estudio. Nos referimos a los puntos que tienen calificación entre 1 y 13 y son excludentes del programa actual. Vale hacer ver que la calificación 13 corresponde al 85 % de aceptación del total de encuestados. (Ver programa sugerido en el capítulo No.5).

CAPITULO No.5

PROPUESTA DE REFORMA AL PROGRAMA DEL CURSO DE MCI.

CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA, EN LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE LA USAC.

Objetivos:

Generales:

- I. Que el estudiante aplique conocimientos sobre Diseño de Máquinas ,Termodinámica, Mecanismos y Selección de materiales de aplicación; en el aprendizaje del funcionamiento, operación y mantenimiento de los motores de combustión interna.

Específicos:

- I. Que el estudiante aprenda a identificar los efectos en el desempeño de los MCI según el diseño.
- II. Que el estudiante aprenda sobre los efectos de un buen diseño de sistema de escape y sobre las recomendaciones del fabricante respecto a la contra-
presion.
- III. Que se tenga presente al final del curso sobre los efectos que tiene en los MCI la selección de un buen lubricante. Que el alumno sea capaz de clasificarlos de acuerdo con su conformación, para así decidir cuál es el más adecuado.
- IV. Que el estudiante sepa alrededor de los parámetros de

diagnóstico de un MCI.

CONTENIDO DEL CURSO DE MCI.

- 1.- Clasificación de los Motores de Combustión Interna según combustible utilizado, tiempos del motor, por la forma de admisión de combustible, por el tipo de admisión de aire, y por la posición de los cilindros.
2. Estudio de los ciclos térmicos teóricos y reales de los MCI.
- 3.- Análisis Orsat. Estudio del proceso de combustión.
- 4.- Combustibles y lubricantes. Clasificación y aplicaciones. Estudio del poder calorífico de los combustibles y análisis de la relación aire-combustible; corrección de mezclas a altas revoluciones.
- 5.- Estudio de motores sobre-alimentados. Principios de funcionamiento y operación del sistema Turbo.
- 6.- Cálculo de sistemas de escape. Valores de restricción máxima proporcionados por fabricante.
- 7.- Procesos de fundición y tratamientos térmicos aplicados a elementos de MCI. Los efectos del micro-acabado en superficies de contacto tales como levas, y otros.
- 8.- Familiarización/utilización de manuales de fabricante: Mantenimiento y operación del motor. Análisis de fallas y reparación.
- 9.- Mediciones de diagnóstico del motor.

CAPITULO No.6

INFORME SOBRE EL EQUIPO DE LABORATORIO

Descripción: actualmente el laboratorio del curso de MCI cuenta con un área de 102.00 mts cuadrados aproximadamente, y se ubica en el edificio T-7 de la Facultad de Ingeniería de la USAC. La distribución del local está de acuerdo con las actividades que van a realizarse; entre las que figuran, la clase teórica donde se dispone de un área para 30 alumnos como máximo, área para motores de pruebas arranque, motores para desarme, área de reconstrucción, limpieza y lavado de partes, área de pruebas mecánicas y eléctricas de los motores, armarios para herramientas y para equipo didáctico entre otras.

De acuerdo con la información obtenida del Ingeniero a cargo del Laboratorio de MCI: las prácticas se realizan con limitación de recursos tales como herramientas, equipos de medición y comprobación, materiales didácticos tales como videos, proyector de acetatos, películas, bibliografía, revistas de actualización. Además de que el área de que dispone es sumamente reducida, y se limita con esto las prácticas a grupos de 15 personas como máximo.

A continuación, se presenta un ante-proyecto para el mejoramiento del laboratorio de MCI de la Facultad de Ingeniería de la USAC elaborado por el Ing. Mecánico Industrial

Oscar Maldonado, quien es el que desarrolla la labor de instructor en el laboratorio en mención. El objetivo principal que se persigue es la actualización y adecuación de los recursos existentes a las necesidades que la práctica requiere. El único cambio realizado al trabajo original es la redistribución del área disponible y elaboración de planos, con el previo permiso del autor.

LABORATORIO DE MOTORES

DE COMBUSTION INTERNA.

PROYECTO: ING. OSCAR MALDONADO.

1994.

La Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala carece de laboratorios y los pocos de que dispone es necesario equiparlos adecuadamente para poder prestar el servicio para el cual fueron destinados. Para mejorar dichos laboratorios o crearlos y así beneficiar al estudiante y futuro profesional con una buena preparación académica, se ha elaborado el presente proyecto, que tendrá como finalidad crear y/o complementar los laboratorios a través de la ayuda estudiantil, considerándolo como retribución del año de práctica que solicita la Facultad como prerequisite para poder optar al Examen General Privado. El Laboratorio de Motores de

Combustión Interna es necesario complementarlo con material y equipo adicional, el cual vendrá a fortalecer el nivel académico que se debe alcanzar en una educación superior. Esta ayuda se solicitará a las diferentes empresas que se encuentran en el mercado y que demandan un buen nivel académico del profesional egresado de una universidad.

Objetivos:

- 1.- Equipar el Laboratorio de Motores de Combustión Interna para obtener un mejor nivel académico.
- 2.- Lograr por medio de donaciones; equipo, material y herramienta, para el mejoramiento del aprendizaje y la enseñanza.
- 3.- Lograr la inmersión total en el campo práctico del Ingeniero Mecánico.
- 4.- Que el profesional pueda egresar con una capacidad suficiente para enfrentarse a las necesidades del medio nacional.

Para la realización del presente proyecto, se han calendarizado las actividades de tal manera de poder darle un seguimiento directo al avance logrado. Dichas actividades son:

I.- Hacer plano:

Este consiste en dibujar una distribución en planta, en un plano a Escala, en donde se considere el área de clase teórica, el equipo didáctico, los motores para arrancar, los

tableros eléctricos para pruebas, los motores desarmables, el equipo para pruebas, el área de reconstrucción de motores, el área de limpieza y lavado de piezas.

II.- Pintar e identificar las áreas:

Con base en el código de colores normado, se deben pintar las diferentes áreas que se tienen en el laboratorio.

III.- Ordenar:

Tomando como base el plano de distribución en planta, se deberá ordenar todo el laboratorio, para que desde un inicio se cuente con áreas definidas y evitar así el desorden.

IV.- Definir necesidades:

Elaborar un listado de todo el material, equipo y herramienta que sea necesaria para el buen desempeño del laboratorio.

V.- Hacer un listado de Empresas:

Obtener un listado de todas las Empresas que pueden aportar alguna donación de material, maquinaria, herramienta y equipo, que cubran nuestras necesidades, y así lograr nuestros objetivos.

VI.- Realizar visitas para las donaciones:

Visitar las diferentes empresas que aparecen en el listado, que se ha elaborado previamente, para plantear los objetivos de la visita, la necesidad de las donaciones, las metas que se persiguen y llevar una carta de respaldo de la Escuela para que se tenga certeza de la formalidad del proyecto. Estas visitas las realizará cada integrante del grupo de trabajo.

VII.- Montar equipo:

Luego de obtener las donaciones, será necesario instalar y montar todo el equipo, considerando la distribución en planta.

VIII.- Pruebas:

Para verificar el buen montaje realizado y el estado del equipo, se tendrá un periodo de pruebas en donde se comprobará el buen funcionamiento del mismo.

Necesidades:

-Motores para reconstruir:

Motores de cuatro tiempos:

Motores a gasolina de 1 cilindro.

Motores a gasolina de 2 cilindros.

Motores a gasolina de 4 cilindros.

Motores a diésel de 4 cilindros.

Motores fuera de borda.

Motores de motocicleta.

Motores rotativos.

Motores de dos tiempos:

La misma clasificación anterior.

-Herramientas:

Juego de llaves de cola métricas.

Juego de llaves de cola en pulgadas.

Juego de llaves de corona métricas.

Juego de llaves de corona en pulgadas.

Juego de trinquete y copas métricas.

Juego de trinquete y copas en pulgadas.

Juego de desarmadores de castigadera.

Juego de desarmadores Philips.

Juego de martillos (bronce, hule, madera, acero, plástico)

Herramienta para extraer cojinetes.

Herramienta para extraer filtros de aceite.

Herramienta para extracción de válvulas.

Herramienta para extraer engranajes.

Martillo de golpe.

Arcos para sierra de hierro.

Llave de torque.

Juego de alicates.

Juego de pinzas.

-Repuestos:

Conjunto de empaques.

Cables de alta tensión.

Bujías.

Contactos.

Condensadores.

Aceite.

Filtros para aceite.

Filtros para aire.

Filtros para gasolina.

-Distribuidores para desarmar:

Distribuidor de contactos.

Distribuidor electrónico.

Distribuidores para 4,6,8,12 cilindros.

-Carburadores para desarmar:

De dos entradas.

De cuatro entradas.

Para motocicletas.

-Sistemas de inyección:

Sistema de inyección a gasolina.

Sistema de inyección a diésel.

Bombas de inyección para gasolina.

Bombas de inyección para diésel.

-Sistema de ignición, arranque y carga:

Sistema de ignición:

Aplicación en cuatro cilindros.

Aplicación en seis cilindros.

Aplicación en ocho cilindros.

-Sistema de arranque:

Sistema de batería y motor de arranque.

-Equipo de medición:

Lámpara de tiempo.

Analizador de gases.

Tacómetro.

Voltímetro.

Medidor de compresión.

Calibrador de hojas de contactos y válvulas.

Calibrador de bujías.

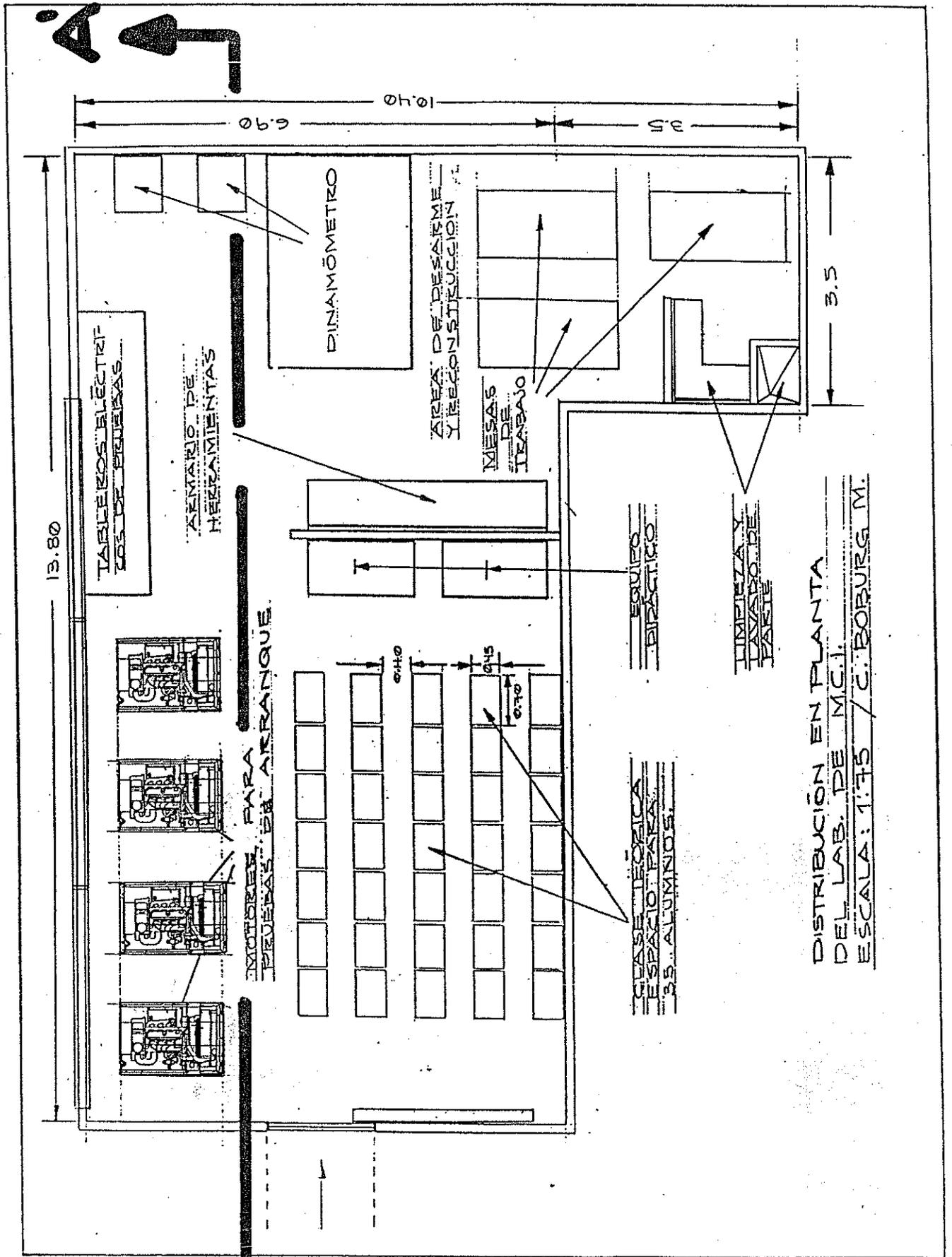
Medidores de vacío.

Medidores de presión para bomba de combustible.

Densímetro.

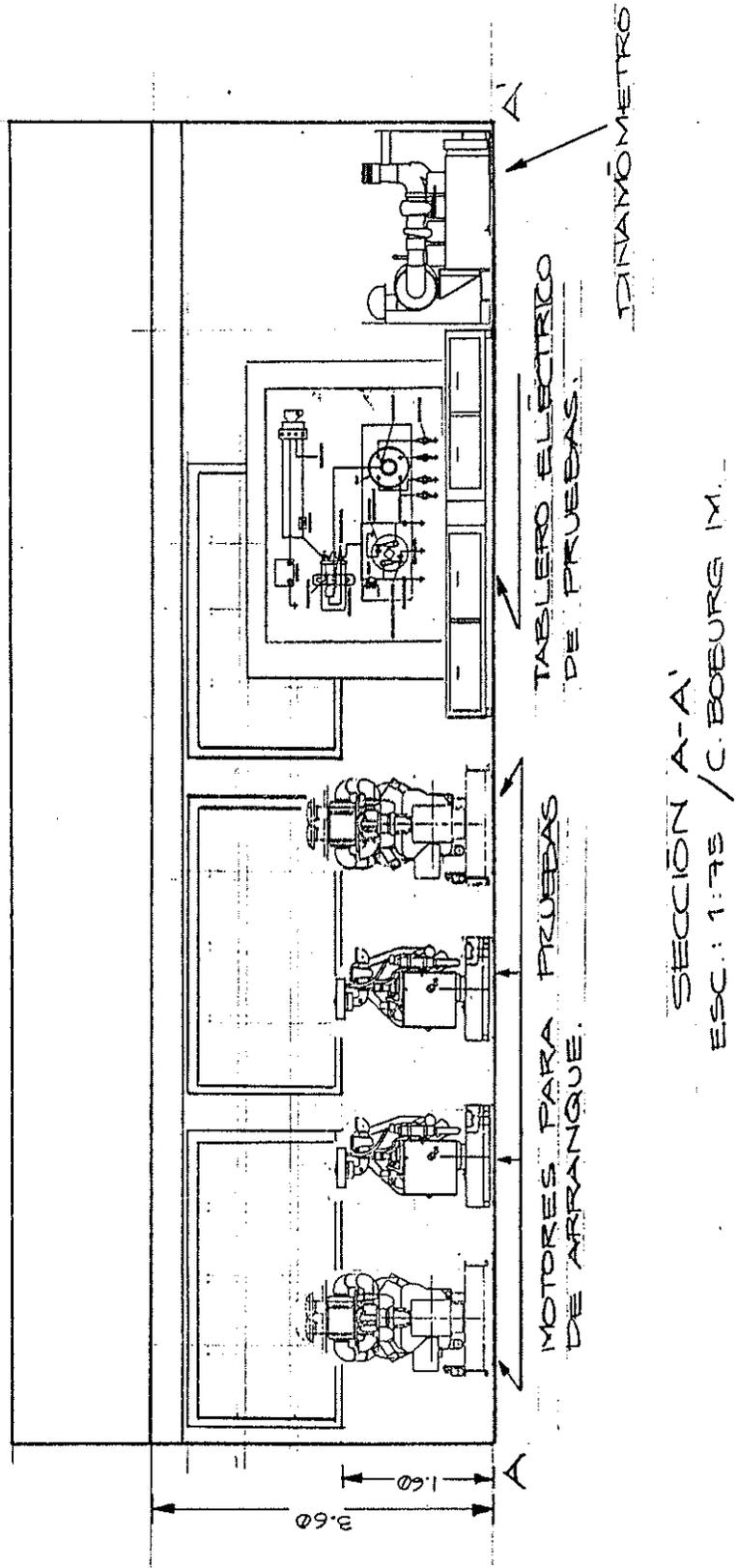
FIN

Si evaluamos el proyecto anteriormente presentado, diremos que su alcance fue bastante bueno ya que al finalizar esta investigación se encontraba en su fase final con muy buenos resultados. Diremos adicionalmente, como crítica constructiva a lo proyectado, que los anteproyectos de este tipo deberían tener alcances más ambiciosos para que de esta forma tratemos de llegar más lejos y lograr algún beneficio adicional. Un ejemplo de esto podría ser la compra de equipo sofisticado para la calibración de bombas de combustible y dosificación con la ayuda conjunta de empresas afines que presenten interés en el tema. Otro ejemplo podría ser la presentación de un documento a la Rectoría de la Universidad, en el cual se justifique la compra por parte de la misma de un Dinamómetro moderno que realice pruebas a motores particulares con la correspondiente remuneración de trabajos realizados. Al rededor de este tema queda mucho por investigar, pues de esta misma forma podríamos pensar en grandes talleres de rectificado de la Universidad para el curso de Procesos como También la creación de técnicos en soldadura con toda la tecnología que le pueda proporcionar la Escuela de Ingeniería Mecánica. Sin salirnos más del tema de los MCI, pensemos en cada sistema del Motor y que podemos crear para poder profundizar en el concepto aplicado a su diseño, en su funcionamiento y en su mantenimiento para así lograr mejores beneficios del curso.



DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
 DEL LAB. DE M.C.I.
 ESCALA: 1:75 / C. BOBURG M.

LABORATORIO DE MOTORES DE
COMBUSTIÓN INTERNA
USAC / 1995



CONCLUSIONES

- 1.- Los resultados obtenidos del estudio fueron satisfactorios, ya que se logró delinear un procedimiento para la revisión de cursos del área profesional.
- 2.- El estudio realizado indica que existen algunos puntos de considerable importancia que no han sido incluidos en el programa del curso de MCI.
- 3.- El programa para el curso de MCI deberá ser el presentado en el capítulo 5, como producto de este estudio.
- 4.- La puntuación obtenida en cada tema del curso denota el grado de importancia que la población de profesionales existente le atribuye.
- 5.- Los cambios de actualización aparecerán inicialmente en programas de otras universidades de países con mayor desarrollo tecnológico; de allí su importancia.

RECOMENDACIONES

- 1.- Considero de suma importancia la adopción de un método por parte de la escuela de Ingeniería Mecánica de la USAC para la revisión de cursos, para lo cual se sugiere el presente trabajo de tesis.
- 2.- Debido a que existen aún una serie de puntos de gran importancia alrededor de los MCI que no se toman en cuenta, debe someterse a consideración un estudio sobre la implementación de un segundo curso sobre este Tema.
- 3.- Se recomienda, para una mejor efectividad en el proceso de recolección de datos tales como programas de otras universidades y realización de encuestas a la población, la intervención directa de la Escuela de Ingeniería Mecánica.
- 4.- Para la enseñanza de los temas del programa sugerido, se recomienda tomar en cuenta la puntuación obtenida en el estudio, ya que ésta denota su importancia, según la población de profesionales existente, y se debe extender cada tema según su calidad.
- 5.- Sobre el análisis estadístico de los datos, se recomienda adoptar como máximo un margen de error del 10 % .

BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS GALICIA, Fernando. Introducción a la Técnica de Investigación en Ciencias de la Administración y del Comportamiento. México. Editorial Trillas. 1979. 235 pp.
2. LEVIN, Jack. Fundamentos de Estadística en la Investigación Social. México. Editorial McGraw-Hill. 1990. 250 pp.
3. MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico. 8a. edición. México. Editorial McGraw-Hill. 1992. p. 9-83.
4. NAYLER. Diccionario de Ingeniería Mecánica. España. Editorial Grijalbo S.A.. 1986. 350 pp.
5. SCHMELKES, Corina. Manual para la presentación de Anteproyectos e Informes de Investigación (Tesis). México. Editorial Harla S.A.. 1988. 184 pp.
6. GUIA DE LUBRICANTES. Esso. USA. Editorial Maga. 1993. 25 pp.
7. OPERATION AND MAINTENACE MANUAL, B SERIES DIESEL ENGINES. Cummins Engine Company Inc. USA. Copyright Cumdiex. 1987. 225 pp.
8. PUBLICATIONS AND TRAINING AIDS. Cummins Engine Company Inc. USA. Copyright Cumdiex. 1994. 81 pp.
9. PRODUCT SALESFAX DIGEST. Chevron. USA. s.p.i..1990. 167 pp.

APENDICE Y ANEXOS

APENDICE A: SOBRE LA ENCUESTA REALIZADA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

FECHA ____/____/____

A: INGENIEROS MECANICOS, INGENIEROS MECANICOS-INDUSTRIALES Y A ALUMNOS APROBADOS EN EL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (MCI).

LA SIGUIENTE INFORMACION SERVIRA PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES ACTUALES DEL PROFESIONAL EN EL AREA DE MOTORES.
OBJETIVO: ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DEL CURSO DE MCI.

GRACIAS POR SU COLABORACION.



INSTRUCCIONES: califique cada tema según la importancia que considere. Marque de acuerdo con el siguiente código:

Tema	1	2	3	4	5
1. Indispensable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Muy necesario	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Necesario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Complementario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. No aplica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Recuerde que aprendiendo bien lo necesario, es una forma de mejorar el nivel académico de la Facultad.

LA FUNCION PROFESIONAL EN RELACION AL CURSO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

EL DISEÑO:

1.- Sobre la clasificación/tipos de MCI:

	1	2	3	4	5
1.1 Clasificación de los MCI según: combustible que utiliza, tiempos del motor, movimiento del eje, tipo de aspiración, otros:	<input type="checkbox"/>				
1.2 Motores reciprocantes, gasolina y diésel, de 4 tiempos. Aspiración natural y sobrealimentados:	<input type="checkbox"/>				
1.3 Motores rotativos, a gasolina	<input type="checkbox"/>				
1.4 Motores reciprocantes a gasolina y a diésel, de 2 tiempos.....	<input type="checkbox"/>				
1.5 Turbinas a gas	<input type="checkbox"/>				

2.- Sobre la importancia en el aprendizaje profesional de las variantes que se deben aplicar a cada sistema de los MCI, según la aplicación que éstos tengan. Por ejemplo: las características del sistema de enfriamiento en aplicaciones vehiculares, marinas (no usa radiador o intercambiadores agua-aire); variación de los mandos de la bomba de combustible en sistemas de generación eléctrica etc.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

3.- Sobre el diseño de componentes de los MCI:

	1	2	3	4	5
3.1 Ejes, bielas, pistones anillos, otros.....:	<input type="checkbox"/>				
3.2 Sistema integrado de transmisión.....:	<input type="checkbox"/>				
4.- Medición de la potencia; posibles modificaciones al diseño.....:	<input type="checkbox"/>				
5.- Análisis Orsat. Mejoramiento del proceso de combustión.....:	<input type="checkbox"/>				
6.- Motores sobre-alimentados.....:	<input type="checkbox"/>				

MATERIALES:

	1	2	3	4	5
1.- Normas internacionales que regulan la aplicación de materiales a sistemas específicos.....:	<input type="checkbox"/>				
2.- Materiales aplicables a:	1	2	3	4	5
2.1 Intercambiadores de calor:	<input type="checkbox"/>				
2.2 Tuberías de combustible...:	<input type="checkbox"/>				
2.3 Tanques de combustible...:	<input type="checkbox"/>				
2.4 Sistemas de escape.....:	<input type="checkbox"/>				
2.5 Fundiciones y tratamientos térmicos aplicables a elementos de motores.....:	<input type="checkbox"/>				
3.- Filtros. Tipos y materiales utilizados en su elaboración.....:	<input type="checkbox"/>				

PROCESOS DE MANUFACTURACION DE ELEMENTOS DE MCI.

1.- Procesos de maquinado:

	1	2	3	4	5
1.1 Torneado y balanceado de ejes, rectificando de carcasas de turbos, otros....:	<input type="checkbox"/>				

2.- Tratamientos térmicos / Propiedades mecánicas / Ensayos no destructivos:

	1	2	3	4	5
2.1 Ensayos de dureza aplicados a ejes. Evaluación de superficies de contacto, dureza interna.....:	<input type="checkbox"/>				
2.2 Revisión de resortes	<input type="checkbox"/>				
2.3 Otros. Indique.....:	<input type="checkbox"/>				

OPERACION Y MANTENIMIENTOS DE LOS MCI.

	1	2	3	4	5
1. Estudio de los ciclos térmicos de los MCI. Teóricos y reales...:	<input type="checkbox"/>				

2.-Combustibles:

	1	2	3	4	5
2.1 Clasificación/ Aplicaciones.....:	<input type="checkbox"/>				
2.2 Poder calorífico de éstos.....:	<input type="checkbox"/>				
2.3 Relación aire-combustible. Sistemas de ajuste en altas revoluciones del motor....:	<input type="checkbox"/>				

3.-Lubricantes. Clasificación y aplicaciones.....:	<input type="checkbox"/>				
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4.- Manuales. Utilización de bibliografía:

	1	2	3	4	5
4.1 Mantenimiento y operación del motor.....:	<input type="checkbox"/>				
4.2 Manual de partes.....:	<input type="checkbox"/>				
4.3 Análisis de fallas y reparación.....:	<input type="checkbox"/>				
4.4 Tiempos estándares de reparación.....:	<input type="checkbox"/>				
4.5 Otros. Indique.....:	<input type="checkbox"/>				

OTRAS FUNCIONES REPRESENTATIVAS.

	1	2	3	4	5
1.- Cálculo de la vida útil del motor.....:	<input type="checkbox"/>				
2.- Cimentación de máquinas.....:	<input type="checkbox"/>				
3.- Cálculo de sistemas de escape.:	<input type="checkbox"/>				
4.- Mediciones de diagnóstico del motor.....:	<input type="checkbox"/>				
5.- Otros temas que Ud. considere importantes:					
5.1.- _____:	<input type="checkbox"/>				
5.1.- _____:	<input type="checkbox"/>				

GRACIAS

APENDICE B:

Sobre la tabulación de resultados de la encuesta sumando estratos 1 y 2 para cada nivel de aceptación:

DISEÑO:

1.- Sobre la clasificación/tipos de MCI.

1.1. Clasificación de los MCI, según el combustible que utilizan, tiempos del motor, movimiento del eje, tipo de aspiración, otros.

1	2	3	4	5	TOTAL
67	38	14	9	0	128

1.2. Motores reciprocantes, gasolina y diésel, de cuatro tiempos. Aspiración natural y sobrealimentados.

1	2	3	4	5	TOTAL
75	29	20	4	0	128

1.3. Motores rotativos a gasolina.

1	2	3	4	5	TOTAL
44	17	27	36	4	128

1.4. Motores reciprocantes a gasolina y a diésel, de 2 tiempos.

1	2	3	4	5	TOTAL
66	38	7	14	3	128

1.5. Turbinas de Gas.

1	2	3	4	5	TOTAL
15	37	18	41	17	128

2.- Sobre la importancia en el aprendizaje profesional de las variantes que se deben aplicar a cada sistema de los MCI según la aplicación que estos tengan. Por ejemplo: las características de el sistema de enfriamiento en aplicaciones vehiculares, en aplicaciones marinas (no utilizan radiador o intercambiadores agua-aire); modificación del control del acelerador de la bomba de combustible en sistemas de generación eléctrica (gobernadores); etc.

1	2	3	4	5	TOTAL
52	36	26	14	0	128

3.- Sobre el diseño de componentes de los MCI
3.1 Ejes, bielas, pintones, anillos, otros.

1	2	3	4	5	TOTAL
56	35	14	18	5	128

3.2 Sistema integrado de transmisión.

1	2	3	4	5	TOTAL
57	51	10	5	5	128

4.- Medición de la potencia; posibles modificaciones al diseño.

1	2	3	4	5	TOTAL
46	56	14	10	2	128

5.- Análisis Orsat. Mejoramiento del proceso de combustión.

1	2	3	4	5	TOTAL
72	50	6	0	0	128

6.- Motores sobre-alimentados.

1	2	3	4	5	TOTAL
51	57	15	5	0	128

MATERIALES:

1.- Normas internacionales que regulan la aplicación de materiales a sistemas específicos.

1	2	3	4	5	TOTAL
42	41	18	24	3	128

2.- Materiales aplicables a:

2.1 Intercambiadores de calor:

1	2	3	4	5	TOTAL
46	36	23	23	0	128

2.2 Tuberías de combustible:

1	2	3	4	5	TOTAL
22	57	19	29	1	128

2.3 Tanques de combustible:

1	2	3	4	5	TOTAL
23	56	20	28	1	128

2.4 Sistemas de escape:

1	2	3	4	5	TOTAL
26	43	40	19	0	128

2.5 Fundiciones y tratamientos térmicos aplicables a elementos de motores:

1	2	3	4	5	TOTAL
41	44	27	13	3	128

3.- Filtros. Tipos de materiales utilizados en su elaboración.

1	2	3	4	5	TOTAL
49	41	16	17	5	128

PROCESOS DE MANUFACTURACION DE ELEMENTOS DE MCI.

- 1.- Procesos de maquinado. Torneado y balanceado de ejes, rectificado de culatas, carcazas de turbos y otros.

1	2	3	4	5	TOTAL
57	15	29	24	3	128

- 2.- Tratamientos térmicos/ Propiedades mecánicas/ ensayos no destructivos.

- 2.1. Ensayos de dureza aplicados a ejes. Evaluación de superficies de contacto, dureza interna.

1	2	3	4	5	TOTAL
26	51	21	27	3	128

- 2.2. Chequeo de resortes.

1	2	3	4	5	TOTAL
21	21	50	23	13	128

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS MCI.

- 1.- Estudio de los ciclos térmicos de los MCI. Teóricos y reales.

1	2	3	4	5	TOTAL
49	70	8	1	0	128

- 2.- Combustibles.

- 2.1 Clasificación / Aplicaciones.

1	2	3	4	5	TOTAL
55	58	9	5	1	128

- 2.2 Poder calorífico de los combustibles.

1	2	3	4	5	TOTAL
62	28	27	11	0	128

2.3 Relación aire-combustible. Sistemas de ajuste de la relación; a altas revoluciones del motor.

1	2	3	4	5	TOTAL
50	41	37	0	0	128

3.- Lubricantes. Clasificación y aplicaciones.

1	2	3	4	5	TOTAL
53	65	10	0	0	128

4.- Manuales. Utilización de bibliografía.

4.1 Mantenimiento y operación del motor.

1	2	3	4	5	TOTAL
66	50	6	6	0	128

4.2 Manual de partes.

1	2	3	4	5	TOTAL
34	36	21	20	17	128

4.3 Analisis de fallas y reparación.

1	2	3	4	5	TOTAL
97	20	7	4	0	128

4.4 Manual de tiempos estándares de reparación.

1	2	3	4	5	TOTAL
34	29	18	33	14	128

OTRAS FUNCIONES REPRESENTATIVAS

1.- Cálculo de la vida útil del motor.

1	2	3	4	5	TOTAL
52	19	32	22	3	128

2.- Cimentación de máquinas.

1	2	3	4	5	TOTAL
27	43	28	18	12	128

3.- Cálculos de sistemas de escape.

1	2	3	4	5	TOTAL
32	30	55	11	0	128

4.- Mediciones de diagnóstico del motor.

1	2	3	4	5	TOTAL
76	36	14	2	0	128

APENDICE C:

Sobre la tabulación de resultados de cálculo de probabilidades de aceptación y de rechazo.

Total de encuestas: 18. Probabilidad de aceptación: Suma de respuestas 1.Indispensable + 2.Muy necesario + 3.Necesario. Probabilidad de rechazo: suma de respuestas: 4.Complementario + 5.No aplica.

Cálculo del tamaño de muestra:

$$n = \frac{K^2 * N * \sigma^2}{k^2 * PQ + N * E^2}$$

donde:

n = Tamaño inicial de la muestra.

K = Valor de Z a un nivel de significancia dado (Z=95 %
k=1.96)

N = Tamaño de la población.

σ^2 = Covarianza.

P = Probabilidad de aceptación de cada pregunta..

Q = Probabilidad de rechazo de cada pregunta.

E = Error máximo aceptado. (8%)

Nota: Para niveles de medición ordinal/nominal; el producto entre las probabilidades de aceptación y rechazo es igual al valor de la covarianza. Existe variación donde el nivel de medición es por intervalos.

Se determinó el valor de "n" para cada una de las preguntas de la encuesta piloto y se presentan los resultados en la tabla siguiente:

No. de pregunta	P	Q	n	No. de pregunta	P	Q	n
1	17/18	1/18	31	18	16/18	2/18	56
2	18/18	0/18	0	19	13/18	5/18	105
3	13/18	5/18	105	20	13/18	5/18	105
4	16/18	2/18	56	21	13/18	5/18	105
5	11/18	7/18	122	22	17/18	1/18	31
6	14/18	4/18	92	23	16/18	2/18	56
7	15/18	3/18	76	24	15/18	3/18	76
8	16/18	2/18	56	25	18/18	0/18	0
9	16/18	2/18	56	26	18/18	0/18	0
10	18/18	0/18	0	27	17/18	1/18	31
11	17/18	1/18	31	28	16/18	2/18	56
12	14/18	4/18	92	29	15/18	3/18	76
13	15/18	3/18	76	30	14/18	4/18	92
14	13/18	5/18	105	31	14/18	4/18	92
15	13/18	5/18	105	32	13/18	5/18	105
16	15/18	3/18	76	33	15/18	3/18	76
17	15/18	3/18	76	34	17/18	1/18	31

NOTA: el valor de "n" mayor se encuentra en la pregunta numero 5 igual a 122 encuestas que se realizarán. Al final se encuestaron a 128 personas, lo cual reduce el error a: 7.7 %

APENDICE D

Sobre la tabulación de resultados calculados. Explicación de los datos tabulados para cada columna:

No. de pregunta: número asignado a cada pregunta según el tema en el que se encuentra clasificado.

% Tot/de Acept. : porcentaje de aceptación total calculado sobre 128 encuestas realizadas (se tomaron en cuenta los dos estratos). El complemento es el porcentaje Total de rechazo. Para información sobre resultados que conducen a la aceptación o rechazo de un pregunta, referirse al capítulo 2.

% de Acept. Prof. : porcentaje de aceptación calculado sobre 49 profesionales colegiados encuestados. (estrato 1).

Prioridad Total : según el porcentaje de aceptación total que obtuvo la pregunta, se le asignó un valor iniciando con la prioridad 1 para los que tienen el 100 % de aceptación. Del total de 34 preguntas que contiene la encuesta, se establecieron 23 niveles de prioridad en total, dado que existen varias preguntas que tienen el mismo nivel de aceptación.

TEMA : DISEÑO

No. de pregunta:	% Tot/de Acept.	% de Acept Prof.	Prioridad Total
* 1.1	93 %	93 %	7
* 1.2	97 %	100 %	4
* 1.3	69 %	71 %	21
* 1.4	87 %	90 %	12
1.5	55 %	55 %	23
2.0	89 %	98 %	10
3.1	82 %	82 %	15
3.2	92 %	98 %	8
* 4.0	91 %	94 %	9
* 5.0	100 %	100 %	1
* 6.0	96 %	100 %	5

TEMA : MATERIALES

No. de pregunta:	% Tot/de Acept.	% de Acept Prof.	Prioridad Total
1.0	79 %	76 %	17
* 2.1	82 %	84 %	15
2.2	77 %	69 %	18
2.3	77 %	77 %	18
2.4	85 %	84 %	13
2.5	88 %	84 %	11
3.0	83 %	86 %	14

TEMA : PROCESOS DE MANUFACTURACION DE ELEMENTOS DE MCI.

No. de pregunta:	% Tot/de Acept.	% de Acept Prof.	Prioridad Total
1.0	79 %	71 %	17
2.1	77 %	71 %	18
2.2	72 %	71 %	19

TEMA : OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS MCI.

No. de pregunta:	% Tot/de Acept.	% de Acept Prof.	Prioridad Total
* 1.0	99 %	100 %	2
* 2.1	95 %	88 %	6
* 2.2	91 %	84 %	9
* 2.3	100 %	100 %	1
* 3.0	100 %	100 %	1
* 4.1	95 %	94 %	6
* 4.2	71 %	88 %	20
* 4.3	97 %	92 %	4
* 4.4	63 %	78 %	22

TEMA : OTRAS FUNCIONES REPRESENTATIVAS.

No. de pregunta:	% Tot/de Acept.	% de Acept Prof.	Prioridad Total
1.0	80 %	82 %	16
2.0	77 %	84 %	18
* 3.0	91 %	76 %	9
* 4.0	98 %	96 %	3

NOTA: todas las preguntas marcadas con " * " indica que están siendo incluidas en el programa actual. Hacer referencia a la puntuación obtenida.