



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

PROGRAMA SINTÉTICO

CARRERA: Ingeniería Mecánica

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

SEMESTRE: Octavo/Noveno

OBJETIVO GENERAL:

El alumno explicará los factores que influyen en la puesta a punto del motor y resolverá problemas de combustión interna previo análisis y simulación del sistema.

CONTENIDO SINTÉTICO:

- I Ciclo Real: Puesta a Punto.
- II Potencia y Rendimientos.
- III Combustibles y Combustión.
- IV Balance Térmico del Motor.
- V Trabajo del Motor y Factores que lo Influyen.
- VI Sistemas Auxiliares.
- VII Análisis y Modelado.

METODOLOGÍA:

Técnicas grupales para la discusión de conceptos y solución de problemas, con la coordinación del profesor .
Búsqueda y discusión de material relacionado con los contenidos del curso, por parte del alumno.
Trabajos extra clase y tareas relacionados con los temas del curso, por parte del alumno.
Prácticas de laboratorio referidas a la operación de las máquinas térmicas.
Exposiciones por parte del profesor apoyadas por recursos audiovisuales.

EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:

Aplicación de tres exámenes departamentales que comprenden las siete unidades del curso.
Reportes de prácticas de laboratorio.
Participación en clase.
Trabajos de búsqueda de información y tareas.

BIBLIOGRAFÍA:

Giacosa, D. Motores endotérmicos. 3ª ed. Barcelona, Omega, 1970, 758 págs.
Obert, F. E. Motores de combustión interna. México, Cecsca, 1995, 764 págs.
Jóvaj, M. S. Motores de Automóvil. Moscú, Mir, 1982, 655 págs.
Schneider, G. Motores Térmicos. España, Urmo, 1981, 480 págs.
Cupido, J. Tapia. Apuntes de motores de combustión interna. México, ESIME, I.P.N, 2002, 860 págs.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ESCUELA: Escuela Superior de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
CARRERA: Ingeniería Mecánica
OPCIÓN:
COORDINACIÓN: Academias de Térmicas e
Ingeniería Térmica
DEPARTAMENTO:

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna
SEMESTRE: Octavo/Noveno
CLAVE:
CRÉDITOS: 7.5
VIGENTE: 2006
TIPO DE ASIGNATURA: Teórico-Práctica/Optativa
MODALIDAD: Escolarizada

TIEMPOS ASIGNADOS

HRS/SEMANA/TEORÍA:	3.0
HRS/SEMANA/PRÁCTICA:	1.5
HRS/SEMESTRE/TEORÍA:	54
HRS/SEMESTRE/PRÁCTICA:	27
HRS/TOTALES:	81

**PROGRAMA ELABORADO O ACTUALIZADO
POR:** Academia de Térmicas de la ESIME
Azcapotzalco y Academia de Ingeniería Térmica
de ESIME Culhuacan
REVISADO POR: Subdirecciones Académicas de
ESIME Azcapotzalco y Culhuacan
APROBADO POR: Consejos Técnicos
Consultivos Escolares de ESIME Azcapotzalco y
Culhuacan.
Ing. Jorge Gómez Villarreal
Ing. Ernesto Mercado Escutia

AUTORIZADO POR: Comisión de Planes y
Programas de Estudio del Consejo General Consultivo
del I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 2 DE 11

FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

En el campo de la producción de fuerza motriz, los motores de combustión interna de movimiento alternativo han demostrado ventajas muy particulares que los hacen insustituibles en gran número de aplicaciones como son el transporte terrestre y marino, la agricultura mecanizada y el accionamiento de maquinaria estacionaria de toda índole.

Si bien, las máquinas térmicas en general, generan cerca del 80 % de la energía que se consume en todo el mundo, los motores de combustión interna en particular, producen alrededor de las dos terceras partes de esa energía, esto es, su potencia acumulada triplica la de todas las demás máquinas térmicas y en número de unidades son abrumadora mayoría en proporción superior de 100 a 1.

Es por esto que el estudio de los motores de combustión interna es parte esencial de la formación del Ingeniero Mecánico, quien de acuerdo a su perfil, debe poseer el conocimiento y la habilidad técnica para enfrentarse exitosamente, en su ejercicio profesional, a las tareas vinculadas con el campo de aplicación de los motores de combustión interna, en lo relativo al diseño, instalación, pruebas de comportamiento, operación y mantenimiento.

Los contenidos temáticos de esta asignatura que se imparte en el octavo o noveno semestre, han sido distribuidos en 7 unidades, guardando entre sí un carácter secuencial y un orden lógico, que configuran un cuerpo integral de conocimiento en donde la teoría y la práctica se conjugan consistentemente para ofrecer al alumno una asignatura útil y versátil que pueda asistirle con eficacia en su desempeño profesional.

Para su desarrollo, este curso requiere en forma antecedente de los conocimientos que proporcionan las asignaturas de Mecánica, Termodinámica I y II, Transferencia de Calor y Máquinas Térmicas.

OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El alumno explicará los factores que influyen en la puesta a punto del motor y resolverá problemas de combustión interna previo análisis y simulación del sistema.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 3 DE 11

No. UNIDAD I

NOMBRE: Ciclo Real: Puesta a Punto

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno interpretará la puesta a punto del motor, así como la organización de los eventos de distribución en el proceso de diseño, con el propósito de obtener de él, el mayor trabajo útil y la mayor eficiencia y planteará los diagramas de indicador, presión-ángulo de giro del cigüeñal y de distribución.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
1.1	Desviaciones del ciclo teórico.	1.5	3.0	1.5	3B
1.2	Ciclo real sin puesta a punto.	1.5		1.5	2B
1.3	Puesta a punto: organización de los eventos de la distribución.	1.5		1.5	4B 1B
1.4	Diagramas de indicador, p-φ y de distribución.	1.5		1.5	6C 8C
	Subtotal	6.0	3.0	6.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Discusión grupal sobre la interpretación de los principios presentados
Realización de tareas y trabajos extraclase
Estudio individual sobre los diagramas involucrados en el tema
Práctica de laboratorio
Exposición oral por parte del profesor de los aspectos teóricos del tema

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Primer examen departamental que abarca las unidades I y II (50%).
Solución de problemas y participación dentro del aula (15%).
Prácticas de laboratorio (30%).
Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 4 DE 11

No. UNIDAD II

NOMBRE: Potencia y Rendimientos

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno resolverá ejercicios prácticos en los que intervengan los parámetros indicados, los parámetros efectivos y los diferentes rendimientos del ciclo real.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
2.1	Parámetros indicados: potencia, consumo, consumo específico, rendimiento.	1.5	3.0	1.5	4B 3B 2B 5B 7C 6C
2.2	Rendimientos: volumétrico, relativo y mecánico. Coeficiente de exceso de aire.	1.5		1.5	
2.3	Potencia gastada en pérdidas mecánicas. Trabajo de bombeo.	1.5			
2.4	Parámetros efectivos: potencia, consumo, consumo específico, rendimiento.	1.5		1.5	
2.5	Ecuación de la potencia efectiva.	3.0			
Subtotal		9.0	3.0	4.5	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Discusión grupal en torno a los parámetros y rendimientos que caracterizan la operación del motor.
Realización de tareas y trabajos extraclase.
Solución de ejercicios prácticos donde intervengan parámetros y rendimientos del motor real.
Práctica de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Primer examen departamental que abarca las unidades I y II (50%).
Participaciones dentro del aula (15%).
Prácticas de laboratorio (30%).
Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 5 DE 11

No. UNIDAD III

NOMBRE: Combustibles y Combustión

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno explicará las mejores condiciones en que deben producirse los procesos de formación de la mezcla aire-combustible para la combustión en los motores de gasolina y diesel, con el propósito de elevar el rendimiento de la energía disponible y conservar del medio ambiente.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
3.1	Formación de la mezcla aire-combustible.		6.0	1.5	1B
3.2	Combustibles para motores. Estequiometría	1.5			3B
3.3	Gasolinas. Propiedades. Número de octano. Poder calorífico.				2B 4B
3.4	Aceites Diesel. Propiedades. Número de cetano. Poder calorífico.	1.5		1.5	7C 6C
3.5	Emisiones contaminantes. Factores que los propician.	1.5		1.5	11C
3.6	Fenómenos indeseables en la combustión: preignición y golpeteo.				
3.7	Combustibles alternativos y mezclas de combustibles para M.C.I.	1.5		1.5	
	Subtotal	6.0	6.0	6.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Exposición de los conceptos específicos del tema, por parte de los alumnos.
 Discusión colectiva de los procesos de formación de la mezcla y de las propiedades de los productos de la combustión.
 Realización de tareas y trabajos extraclase.
 Solución de ejercicios de estequiometría.
 Prácticas de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Segundo examen departamental que abarca las unidades III, IV y V (50%).
 Participaciones en el desarrollo de las actividades de la asignatura (15%).
 Prácticas de laboratorio (30%).
 Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 6 DE 11

No. UNIDAD IV

NOMBRE: Balance Térmico del Motor

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno explicará los principales componentes en que se distribuye el calor suministrado a un motor y resolverá ejercicios prácticos relativos al balance térmico de un motor.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
4.1	Calor introducido al motor.		3.0		1B,3B
4.2	Potencia efectiva.	1.5		1.5	2B
4.3	Cálculo de los componentes del calor disipado.	4.5		1.5	7C 6C 11C
	Subtotal	6.0	3.0	3.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Discusión general sobre los componentes del calor en el motor.
Ejercicios sobre balance térmico del motor, con la guía del profesor.
Realización de tareas y trabajos extraclase.
Práctica de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Segundo examen departamental que abarca las unidades III, IV y V (50%).
Participaciones en el desarrollo de las actividades de la asignatura (15%).
Prácticas de laboratorio (30%).
Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 7 DE 11

No. UNIDAD V

NOMBRE: Trabajo del Motor y Factores que lo Influyen

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno Identificará los factores externos y los parámetros de diseño que influyen en la operación de un motor de combustión interna.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
5.1	Influencia de las condiciones atmosféricas.	1.5	3.0	1.5	1B
5.2	Velocidad media del pistón.				3B
5.3	Dimensiones del cilindro y relación carrera-diámetro.	1.5		1.5	2B
5.4	Número y disposición de los cilindros.				5B
5.5	Velocidad de rotación del motor.	1.5		1.5	7C
5.6	Orden de encendido.				6C
5.7	Tiempos de la distribución y rendimiento volumétrico.	1.5		1.5	4B
	Subtotal	6.0	3.0	6.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Discusiones grupales acerca de los factores que influyen en el trabajo del motor.
 Realización de tareas y trabajos extraclase.
 Solución de ejercicios, con la guía del profesor
 Práctica de laboratorio

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Segundo examen departamental que abarca las unidades III, IV y V (50%).
 Participaciones en las actividades de la asignatura (15%).
 Prácticas de laboratorio (30%).
 Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 8 **DE** 11

No. UNIDAD VI

NOMBRE: Sistemas Auxiliares

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno describirá los sistemas auxiliares en cuanto a su operación en el motor, su principio de funcionamiento, su trabajo en condiciones reales, sus componentes y las principales tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que requieren.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
6.1	Suministro de gasolina (carburación).	1.5	6.0	1.5	1B
6.2	Suministro de gasolina (inyección electrónica).	1.5		1.5	3B
6.3	Suministro de combustible (diesel).	1.5		1.5	2B
6.4	Encendido convencional.	1.5			7C
6.5	Encendido electrónico.	1.5		1.5	6C
6.6	Refrigeración.	1.5			8C
6.7	Lubricación.	1.5		1.5	9C
6.8	Sobrealimentación.	1.5			10C
	Subtotal	12.0	6.0	6.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Exposición de cada tema con el apoyo de material audiovisual, por parte de los alumnos.
 Discusión grupal de las particularidades de cada tema.
 Realización de tareas y trabajos extraclase.
 Prácticas de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Tercer examen departamental que abarca las unidades VI y VII (50%).
 Participaciones en el desarrollo de las actividades de la asignatura (15%).
 Prácticas de laboratorio (30%).
 Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 9 **DE** 11

No. UNIDAD VII

NOMBRE: Análisis y Modelado

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

El alumno aplicará las técnicas de análisis y simulación, como auxiliares para el modelado de elementos de motores de combustión interna.

No. TEMA	TEMAS	HORAS			CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	EC	
7.1	Observación	1.5	3.0	1.5	3B
7.2	Simulación	4.5		4.5	2B
7.3	Modelado	3.0		3.0	7C 6C
Subtotal		9.0	3.0	9.0	

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Exposición de las técnicas de análisis, simulación y modelado.
Aplicaciones de las técnicas estudiadas en el tema.
Realización de tareas y trabajos extraclase.
Práctica de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Tercer examen departamental que abarca las unidades VI y VII (50%).
Participaciones en el desarrollo de las actividades de la asignatura (15%).
Prácticas de laboratorio (30%).
Trabajos extra clase (5%).



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 10 DE 11

RELACIÓN DE PRÁCTICAS

PRACT. No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	UNIDAD	DURACIÓN	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Diagramas	I	3.0	Todas las prácticas se efectuarán en el Laboratorio de Ingeniería Térmica y de Térmicas.
2	Potencia y rendimientos	II	3.0	
3	Combustibles y combustión	III	6.0	
4	Balance térmico	IV	3.0	
5	Trabajo del motor	V	3.0	
6	Sistemas auxiliares	VI	6.0	
7	Análisis	VII	3.0	
	Total		27.0	



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna

CLAVE

HOJA: 11 **DE** 11

PERÍODO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	
1	I y II	Primer examen departamental	50%
		Tareas y trabajos extra clase	5%
		Solución de problemas y participación	15%
		Reporte de prácticas	30%
2	III, IV y V	Segundo examen departamental	50%
		Tareas y trabajos extra clase	5%
		Solución de problemas y participación	15%
		Reporte de prácticas	30%
3	VI y VII	Tercer examen departamental	50%
		Tareas y trabajos extra clase	5%
		Solución de problemas y participación	15%
		Reporte de prácticas	30%
Nota. La evaluación final será el promedio de los tres periodos.			

CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		Giacosa, Dante. <u>Motores Endotérmicos</u> . Barcelona, OMEGA, 2000. 758 págs.
2	X		Obert, F. Edward. <u>Motores de Combustión Interna</u> . México, CECSA, 2000 764 págs
3	X		Cupido, J. Tapia. <u>Apuntes de Motores de Combustión Interna</u> . México, ESIME, I.P.N, 2002. 860 págs.
4	X		Jóvaj, M. S. <u>Motores de Automóvil</u> . Moscú, MIR, 1982. 655 págs.
5	X		Schneider, G. <u>Motores Térmicos</u> . España, URMO, 1981.
6		X	Lychty, L.C. <u>Procesos de los Motores de Combustión</u> . España, McGraw-Hill. Ed. Castillo, 1970, 674 págs.
7		X	Maleev, V.L. <u>Internal Combustion Engines</u> . Nueva York, McGraw-Hill, 1990. 480 págs.
8		X	Crouse, W. <u>Motores de Automóvil</u> . México-Barcelona, Alfa-Omega. 1992, 449 págs.
9		X	Martí Pareda, A. <u>Motores de Automóvil</u> . México-Barcelona, Alfa-Omega. 1990. 449 págs.
10		X	Muñoz Rodríguez, Mariano. <u>Motores alternativos de Combustión Interna</u> , 3ª ed., Universidad de Zaragoza, 1999, 339 págs.
11		X	Heywood, J. B. <u>Internal Combustion Engine Fundamentals</u> . Nueva York, McGraw Hill, 1988, 930 págs.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

PERFIL DOCENTE POR ASIGNATURA

1. DATOS GENERALES

ESCUELA: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidades Azcapotzalco y Culhuacán

CARRERA: Ingeniería Mecánica **SEMESTRE** Octavo/Noveno

ÁREA:

BÁSICAS	C. INGENIERÍA	D. INGENIERÍA	C. SOC. y HUM.
---------	---------------	---------------	----------------

ACADEMIA: Ingeniería Térmica **ASIGNATURA:** Motores de Combustión Interna

ESPECIALIDAD Y NIVEL ACADÉMICO REQUERIDO: Ingeniero Mecánico

2. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

El alumno explicará los factores que influyen en la puesta a punto del motor y resolverá problemas de combustión interna previo análisis y simulación del sistema.

3. PERFIL DOCENTE:

CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
Ingeniero titulado en el área de Mecánica, eléctrica o aeronáutica. Cursos de didáctica o pedagogía. Cursos en el área de Ingeniería térmica. Preferentemente con maestría en el área de energéticos. Paquetería, programación y diseño computacional.	2 años en la industria: Automotriz Generación de energía eléctrica Transformación En plantas industriales. En Refrigeración y Acondicionamiento de Aire. 3 años en la docencia o experiencia en dar cursos.	Liderazgo Trabajo en equipo, Organizado Capaz Creativo Excelente comunicación oral y escrita.	Responsable Honesto Asertivo Ético Compromiso social Tolerante

ELABORÓ

REVISÓ

AUTORIZÓ

M. en C. Alejandro Zacarías S.
 Ing. Rodolfo Ortega Tenorio
 PRESIDENTES DE ACADEMIA

M. en C. Ricardo Cortez Olivera
 Ing. Rubén Juárez Barrientos
 SUBDIRECTORES ACADÉMICOS

Ing. Jorge Gómez Villarreal
 Ing. Ernesto Mercado Escutia
 DIRECTORES DE LOS PLANTELES

FECHA: Abril 2006