1.- Datos de la Asignatura

Titulación	INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. Especialidad Mecánica					
Centro	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA					
Denominación	INGENIERÍA TÉRMICA II				Código	12033
Plan	96: B.O.E. de 28/01/1.997		Ciclo	1º	Curso	3º
Carácter	TRONCAL		Periodicidad	CUATRIMESTRAL		
Créditos LRU	**T**	3.0	**P**	1.5	Créditos ECTS	7,1
Área	MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS					
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA					
Aula / Horario / grupo	113 EDIFICIO DE. PIEDRA		MIÉRCOLES: De 09:30 h a 11:30 h VIERNES De 08:30 h a 09:30 h		GRUPO ÚNICO	
Laboratorio/ Horario / grupo						
Informática / Horario / grupo						
Plataforma Virtual	Plataforma: http://eudored.usal.es, Curso: Ingeniería Energética (la contraseña se proporciona en clase).					
	URL de Acceso: http://dim.usal.es/eps/mmt					

Datos del profesorado

Profesor Responsable /Coordinador	JUAN-RAMÓN MUÑOZ RICO		
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA		
Área	MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS		
Centro	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA		
Despacho	232 – Ed. POLITÉCNICA	Grupo / s	
Horario de tutorías	**Previa cita.** **PRIMER CUATRIMESTRE:** Lunes, de 11:30 h a 13:30 h. Miércoles, de 10:30 h a 12:30 h. Viernes, de 10:30 h a 12:30 h. **SEGUNDO CUATRIMESTRE:** Miércoles, de 11:30 h a 12:30 h y de 13:30 h a 15:30 h. Viernes, de 9:30 h a 10:30 h y de 12:30 h a 14:30 h.		

URL Web	http://dim.usal.es/eps/mmt		
E-mail	rico@usal.es	Teléfono	639 234 804

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios*

Esta asignatura se incluye en el plan de Estudios de Ingeniería Técnica Mecánica con el fin de aportar al alumno conocimientos de nivel avanzado en el ámbito energético, necesarios para el ejercicio de su profesión.

Bloque formativo al que pertenece la materia

Ingeniería Térmica II se enmarca en el área de Máquinas y Motores Térmicos y se vincula, por sus contenidos, con las siguientes asignaturas: Ingeniería Térmica I, Termotecnia, Climatización y Calefacción, Mecánica de Fluidos y Circuitos de Fluidos.

Perfil profesional.

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Comunicación oral y escrita de ideas y conceptos en lenguaje científico.
- Resolución de problemas.
- Trabajo en equipo.
- Razonamiento crítico.
- Aprendizaje autónomo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

3.- Recomendaciones previas*

El Plan de Estudios y la normativa vigente no considera como prerrequisito el conocimiento de otras materias para cursar Ingeniería Térmica II. Sin embargo, por sus contenidos, se recomienda haber cursado previamente las siguientes Asignaturas: Fundamentos Físicos, Álgebra, Cálculo, Fundamentos Químicos, Ingeniería Térmica I, Termotecnia y Mecánica de Fluidos.

Datos Metodológicos

4.- Objetivos de la asignatura (Generales y Específicos)

Con esta asignatura se pretende dotar al alumno de conocimientos terminales en el ámbito de la generación energética a partir de la térmica pudiendo abordar, sin ninguna dificultad, tanto la comprensión como el diseño cálculo de cualquier instalación de este tipo.

5.- Contenidos

1. Análisis Exergético. Introducción a la Termoeconomía.

1.1. Primero y Segundo Principios de la Termodinámica.
1.2. Energía utilizable: exergía.
- Ambiente y estado muerto.
- Trabajo máximo interactuando con el ambiente: exergía.

1.3. Balance de exergía para sistemas cerrados.
1.4. Balance de exergía para volúmenes de control.
1.5. Eficiencia termodinámica o rendimiento exergético.
- Rendimiento exergético en turbinas, compresores y bombas.
- Rendimiento exergético en intercambiadores de calor cerrados.
- Rendimiento exergético en intercambiadores de calor cerrados.

1.6. Cogeneración.

2. Sistemas de potencia con vapor.

2.1. Temperatura media de intercambio de calor: transformación equivalente.
2.2. Rendimiento en función de las temperaturas medias de absorción y cesión de calor.
2.3. Posibilidades reales del ciclo de Carnot.
- Ciclo de Carnot con gas.
- Ciclo de Carnot con vapor.

2.4. Ciclo de Rankine.
- Ciclo de Rankine en una máquina de vapor volumétrica.
- Ciclo de Rankine con turbina de vapor: sobrecalentamiento.

2.5. Irreversibilidades en el ciclo de Rankine.
- En la turbina.
- En la bomba.
- En la caldera.
- En el condensador.

2.6. Procedimientos de mejora del rendimiento del ciclo de Rankine.
- Aumento de la temperatura media de absorción de calor.
  - ¤ Aumento de la presión en la caldera: ciclos supercríticos.
  - ¤ Aumento de la temperatura de entrada en la turbina: límite metalúrgico.
- Disminución de la temperatura media de cesión de calor.
  - ¤ Disminución de la presión en el condensador: vacío en el condensador, necesidad del purgado.

2.7. Ciclo de vapor con recalentamiento intermedio.
2.8. Ciclo de vapor con regeneración.
- Con calentador abierto.
- Con calentador cerrado.

2.9. Utilización de ciclos de vapor: centrales térmicas, barcos, submarinos, etc.
2.10. Ciclos de vapor binarios.
2.11. Cogeneración con ciclos de vapor.

3. Sistemas de potencia con gas.

3.1. Ciclos de potencia de las turbinas de gas. Ciclo de Brayton.
- Ciclo con recalentamiento intermedio.
- Ciclo con regeneración.

3.2. Aplicaciones aeronáuticas del ciclo de Brayton.
- Turborreactor.
- Turbofán.
- Estatorreactor.
- Pulsorreactor.
- Postcombustión.
- Motores de varios carretes.
- Motor cohete.

3.3. Ciclos combinados con turbina de gas y con turbina de vapor.
3.4. Ciclos de potencia de los motores volumétricos de combustión interna.
- Ciclo de Otto.
- Ciclo de Diesel.
- Ciclo de Sabatier.

3.5. Ciclo real. Ciclos indicados. Rendimientos.
3.6. Cogeneración con ciclos de gas.

4. Motores volumétricos de combustión interna.

4.1. Alimentación en motores Otto.
- Sistemas de carburación. Carburadores.
- Sistemas de inyección.

4.2. Alimentación en motores Diesel.
- Inyección indirecta.
- Inyección directa.
- Common rail.

4.3. Sobrealimentación en motores volumétricos de combustión interna.
- Con compresor accionado por turbina en el escape.
- Con compresor accionado por motor eléctrico.

4.4. Enfriamiento previo de los gases de admisión. Intercooler.
4.5. Encendido en motores Otto.

4.6. Refrigeración.
4.7. Lubricación.
4.8. Escape.

5. Turbomáquinas térmicas.

5.1. Clasificación de las turbinas térmicas.
5.2. Grado de reacción.
5.3. Clasificación según la dirección del flujo en el rodete.
5.4. Pérdidas y rendimientos.
5.5. Ecuación de Euler.
- Triángulos de velocidades.
- Primera forma de la Ecuación de Euler.
- Segunda forma de la Ecuación de Euler.
- Rendimiento interno.

5.6. Turbinas de acción.
- Triángulos de velocidades.
- Rendimiento interno y condiciones de diseño de máximo rendimiento.
- Escalonamientos de velocidad.
- Escalonamientos de presión.

5.7. Turbinas de reacción.
- Triángulos de velocidades.
- Rendimiento interno y condiciones de diseño de máximo rendimiento.

5.8. Regulación de turbinas térmicas.

6. Futuro y tendencias de la Ingeniería Térmica. Cambio climático, efecto invernadero y capa de ozono.

6.1. Causas del cambio climático.
6.2. Los malos rendimientos de las máquinas térmicas: cogeneración y trigeneración.
6.2. Los clorofluorocarbonados (CFC) y la capa de ozono: los hidrofluorocarbonados (HFC) como alternativa.
6.3. El dióxido de carbono y el efecto invernadero: la vegetación y la función clorofílica como alternativa.
6.4. Energías limpias: la pila de combustible.
6.5. Futuro de la energía térmica en automoción.
6.6. Futuro de la energía térmica en la generación de energía eléctrica.

6.- Competencias a adquirir

3. Competencias a adquirir por los estudiantes.

3.1.1. Competencias instrumentales:

Alto		Capacidad de análisis y síntesis.
Alto		Capacidad de organización y planificación.
	Medio	Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
	Medio	Conocimiento de una lengua extranjera.
Alto		Capacidad de gestión de la información.
Alto		Resolución de problemas.
Alto		Toma de decisiones.
	Medio	Conocimiento de informática en el ámbito de estudio.

Alto Medio Bajo Otras:
Alto Medio Bajo Otras:

3.1.2. Competencias personales:

Alto	Trabajo en equipo.
Medio	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
Medio	Trabajo en un contexto internacional.
Alto	Habilidades en las relaciones interpersonales.
Alto	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.
Medio	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
Alto	Razonamiento crítico.
Medio	Compromiso ético.
Alto Medio Bajo	Otras:
Alto Medio Bajo	Otras:

3.1.3. Competencias sistémicas:

Medio	Aprendizaje autónomo.
Alto	Adaptación a nuevas situaciones.
Alto	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
Medio	Habilidad para trabajar de forma autónoma.
Medio	Creatividad.
Alto	Liderazgo.
Medio	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
Alto	Iniciativa y espíritu emprendedor.
Alto	Motivación por la calidad.
Alto	Sensibilidad hacia temas medioambientales.
Alto Medio Bajo	Otras:
Alto Medio Bajo	Otras:

7.- Metodologías

CLASES TEÓRICAS:
Consistirán en la explicación de los contenidos teóricos del programa intercalando ejemplos de aplicación práctica al objeto tanto de facilitar y afianzar su comprensión como de comprobar su utilización.

CLASES DE PROBLEMAS:
Los problemas se irán intercalando a medida que se vaya evolucionando en el contenido de la asignatura. Habitualmente serán propuestos y resueltos por el profesor en la pizarra aunque es conveniente que los alumnos tomen como costumbre la de asistir a clase provistos de calculadora y tablas y diagramas de uso frecuente en la asignatura (se pueden descargar de la Web), así como la de adoptar una actitud participativa.

VISITAS A EMPRESAS:
En el transcurso de la asignatura y a medida que se vayan completando las lecciones correspondientes se propondrá la realización de Practicas de Campo.

8.- Previsión de Técnicas (Estrategias) Docentes

Opcional para asignaturas de 1er curso				
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.	Horas de trabajo autónomo del alumnos	Horas totales
Clases magistrales	30			30
Clases de problemas	15			15
Prácticas	10			10
Exposiciones y debates				
Estudio de las clases teóricas		45		45
Estudio de las clases de problemas		22,5		22.5
Preparación de trabajos				
Otras actividades (seminarios 5 h, tutorías, 3 h)	8	15		23
Exámenes	4	28		32
TOTAL	67	110,5		177,5

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

AGÜERA, J.

- Termodinámica Lógica y Motores Térmicos. Ed. Ciencia 3 (Madrid), 1999. ISBN: 84-86204-98-4.
- Termodinámica Lógica y Motores Térmicos: Problemas Resueltos. Ed. Ciencia 3 (Madrid), 1999. ISBN: 84-86204-99-2.
- Balances Térmico y Exergético de Centrales Térmicas. Programa Informático para problemas relativos a Instalaciones de Vapor de Agua. Ed. Ciencia 3 (Madrid), 1991. ISBN: 84-86204-37-2.

AGUILAR, J.
Curso de Termodinámica. Ed. Alhambra (Madrid), 1981. ISBN: 84-205-0842-X.

ARCO, L.
Termotecnia. Calor Industrial. Transferencia, producción y aplicaciones. Ed. Mitre (Barcelona), 1984. ISBN: 84-86153-16-6.

ARIAS-PAZ, M.
Manual de Automóviles. Ed. Cie. SL. Dossat (Madrid), 2000. ISBN: 84-89656-09-6.

ARJAROV, A. MARFÉNINA, I. y MIKULIN, E.
Sistemas Criogénicos. Ed. Mir (Moscú), 1988. ISBN: 5-03-001682-1.

ATKINS, P.
Química General. Ed. Omega (Barcelona), 1992. ISBN: 84-282-0892-1.

ÇENGEL, Y. y BOLES, M.

- Termodinámica. Ed. McGraw Hill Internacional (Madrid), 2001. ISBN: 970-10-0910-X.
- Solutions Manual to Accompany. Thermodynamics. Ed. McGraw Hill (USA), 1993. ISBN: 0-07-011062-X.

COHEN, H., ROGERS, G. y SARAVANAMUTOO, H.
Teoría de las turbinas de gas. Ed. Marcombo (Barcelona), 1983. ISBN: 84-267-0458-1.

DE ANDRÉS, J., AROCA, S. y GARCÍA, M.
Termotecnia. Ed. UNED (Madrid), 1985. ISBN: 84-362-1710-1.

GIACOSA, D.
Motores endotérmicos. Ed. Dossat, S. A. (Madrid), 1980. ISBN: 84-237-0382-7.

HOLMAN, J.
Transferencia de calor. Ed. McGraw Hill (Madrid), 1998. ISBN: 007-844785-2.

JONES, J. y DUGAN, R.
- Ingeniería Termodinámica. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana (México), 1997. ISBN: 968-880-845-8.
- Solutions Manual. Engineering Thermodynamics. Ed. Prentice-Hall (Upper Saddel River, NJ), 1997. ISBN: 0-02-361333-5.

JOVAJ, M.
Motores de Automóvil. Ed. Mir (Moscú), 1982.

KIRILLIN, V., SÍCHEV, V. y SCHEINDLIN, A.
Termodinámica Técnica.

LEVENSPIEL, O.
- Fundamentos de Termodinámica. Ed. Reverté (Barcelona), 1993. ISBN: 0-13-531203-5.
- Flujo de fluidos e intercambio de calor. Ed. Reverté (Barcelona), 1993. ISBN: 84-291-7968-2.

LORENZO, J.
Los G. L. P. Los Gases Licuados del Petróleo. Ed. Repsol-Butano (Madrid), 1989. ISBN: 84-398-4005-5.

MARTÍNEZ, I.
Termodinámica Básica y Aplicada. Ed. Dossat (Madrid), 1992. ISBN: 84-237-0810-1.

MATAIX, C.
- Termodinámica Técnica y Máquinas Térmicas. Ed. ICAI (Madrid), 1978. ISBN: 84-7399-050-1.
- Turbomáquinas Térmicas. Ed. Dossat, S. A. (Madrid), 1988. ISBN: 84-237-0727-X.

MILLS, A.
Transferencia de calor. Ed. Irwin (California), 1995. ISBN: 84-8086-194-0.

MORAN, M. y SHAPIRO, H.
- Fundamentos de Termodinámica Técnica. Ed. Reverté (Barcelona), 1994. ISBN: 84-291-4171-5.
- Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Ed. John Wiley & Sons, Inc., 1992. ISBN: 0-471-53984-8.
- Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Instructor's Manual to Accompany. Ed. John Wiley & Sons, Inc., 1992. ISBN: 0-471-55033-7.

MUÑOZ, J. (Un servidor)
- Máquinas Motrices: Prácticas de Laboratorio. Ed. Universidad de Salamanca (Salamanca), 1991. ISBN: 84-7481-693-9.
- Apuntes de Termodinámica Técnica y Máquinas Térmicas. Ed. Revide (Salamanca), 1993. Depósito Legal: S-777-1.993.
- Test de Termodinámica Técnica y Máquinas Térmicas. Ed. Comercial Studio (Salamanca), 1994. ISBN: 84-605-2023-4.

MUÑOZ, M. y PAYRI, F.
Motores de Combustión Interna Alternativos. REPROVAL (Valencia), 1983. ISBN: 84-600-3339-2.

PITTS, D. y SISSOM, L.
Transferencia de Calor. Ed. McGraw-Hill Latinoamericana, S. A. (Bogotá), 1977. ISBN: 0-07-091981-X.

REQUEJO, I., LAPUERTA, M., PEIDRÓ, J. y ROYO, R.
Problemas de Motores Térmicos. SPUPV (Valencia), 1988. ISBN: 84-7721-052-7.

SALA, J.
Cogeneración: aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (Bilbao), 1994. ISBN: 84-7585-571-7.

SEGURA, J.
Termodinámica Técnica. Ed. Reverté (Barcelona), 1990. ISBN: 84-291-4352-1.

SEGURA, J. y RODRÍGUEZ, J.
Problemas de Termodinámica Técnica. Ed. Reverté (Barcelona), 1990. ISBN: 84-291-4353-X.

TIPLER, P.
Física. Ed. Reverté (Bilbao), 1995. ISBN: 84-291-4366-1.

VILLARES, M.
Cogeneración. Ed. Fundación Confemetal (Madrid), 2000. ISBN: 84-95428-15-6.

WARK, K.
Termodinámica. Ed. Reverté (Barcelona), 1988. ISBN: 968-422-780-9.

WARK, K. y RICHARDS, D.
Termodinámica. Ed. McGraw Hill Internacional (Madrid), 2001. ISBN: 84-481-2829-X.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se pueden encontrar otras fuentes de información adicionales en la Web de la asignatura.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

Todo lo relativo a la evaluación será expuesto en clase. No obstante, se encuentra descrito en la Web de la asignatura. La evaluación se realizará mediante un único examen escrito que consistirá en la realización de cuatro problemas de dificultad similar a los realizados en clase y propuestos en la bibliografía básica.

Criterios de evaluación

Todos los criterios de evaluación serán expuestos en el transcurso de las clases. No obstante, se encuentran expuestos en la web de la asignatura.

Instrumentos de evaluación

Examen escrito.

Recomendaciones para la evaluación.

Al inicio del curso los alumnos dispondrán de un calendario donde se indicará en qué fecha está prevista la realización del examen. La hora y aula se indicará en el Tablón de Anuncios de la Escuela. Esta información estará, también, disponible en la Web de la asignatura.

Es muy aconsejable la asistencia a clase. En caso de no poder asistir por cualquier impedimento, es muy aconsejable seguir la asignatura al día.