



POLITÉCNICA

ANEXO II

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

Datos Descriptivos

ASIGNATURA:	TURBOMAQUINAS TERMICAS. APLICACIONES NAVALES
MATERIA:	CONSTRUCCIÓN NAVAL
CRÉDITOS EUROPEOS:	4,5
CARÁCTER:	TECNOLOGÍA ESPECÍFICA
TITULACIÓN:	G. INGENIERÍA MARÍTIMA
CURSO/SEMESTRE	Curso 3º Semestre 2
ESPECIALIDAD:	G. INGENIERÍA MARÍTIMA

CURSO ACADÉMICO	2013-2014		
PERIODO IMPARTICION	Septiembre- Enero	Febrero - Junio	
		x	
IDIOMA IMPARTICIÓN	Sólo castellano	Sólo inglés	Ambos
	x		

DEPARTAMENTO:	SISTEMAS OCEÁNICOS Y NAVALES	
PROFESORADO		
NOMBRE Y APELLIDO (C = Coordinador)	DESPACHO	Correo electrónico
LUIS RAMÓN NUÑEZ RIVAS (C)	TURBINAS	luisramon.nunez@upm.es

CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA	
ASIGNATURAS SUPERADAS	ENERGÍA Y PROPULSIÓN I
OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS	Es recomendable haber superado la FÍSICA y la TERMODINÁMICA

Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
Código	COMPETENCIA	NIVEL
CG1	Que los estudiantes demuestren haber llegado a poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.	2
CG5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.	3
CT UPM 4	Uso de las TIC.	3
CE7	Conocimiento de los conceptos generales que definen y estructuran una planta principal a vapor y una planta de potencia naval basada en la Turbina así como sus particularidades.	3
CE18	Capacidad para la realización de cálculos básicos de dimensionamiento de dichas plantas.	2
CE19	Conocimiento de su uso específico a bordo, tanto como planta principal como planta auxiliar.	3

Código	OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA
Obj 1.	Que los estudiantes alcancen la capacidad necesaria para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería naval y oceánica, de acuerdo con los conocimientos y que formen parte de las actividades de construcción, montaje, transformación, explotación, mantenimiento, reparación, o desguace de buques, embarcaciones y artefactos marinos, así como las de fabricación, instalación, montaje o explotación de los equipos y sistemas navales y oceánicos.
Obj 2.	Que los estudiantes alcancen la capacidad necesaria para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de Ingeniería Marítima.
Obj 3.	Que los estudiantes se formen en el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y en la versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones basándose en los conocimientos adquiridos en materias básicas y tecnológicas propias de la Ingeniería Marítima.
Obj 4.	Que los estudiantes alcancen la madurez necesaria para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en los procesos del proyecto y la construcción de buques así como de sus sistemas propulsivos y térmicos auxiliares.
Obj 5.	Que los estudiantes se formen en la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos en el ámbito de la Ingeniería Marítima.
Obj 6.	Que los estudiantes se formen en el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento que afectan principalmente a la seguridad, la definición de espacios a bordo, la estructura y la operatividad de buques.
Obj 7.	Que los estudiantes lleguen a ser capaces de analizar y valorar el impacto social y ambiental de las soluciones técnicas navales.
Obj 8.	Que los estudiantes lleguen a ser capaces de organizar y planificar en el ámbito de los astilleros y de las instituciones y organismos marítimos.
Obj 9.	Que los estudiantes se formen en el trabajo en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
Obj 10.	Que los estudiantes alcancen el nivel de conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Naval, especialidad en Propulsión y Servicios del Buque.

Código	RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA
RA1. -	Conocer los tipos de turbomáquinas térmicas y sus características generales.

RA2. -	Conocer la termodinámica de las turbomáquinas y el análisis detallado de los procesos y del funcionamiento de las mismas.
RA3. -	Conocer la estructura, el funcionamiento y el dimensionamiento de una planta de potencia mediante turbomáquinas tanto de vapor como de gas
RA4. -	Conocer la dinámica de la turbomáquina y del conjunto del sistema completo de propulsión.
RA5. -	Conocer el funcionamiento de la turbomáquina y de sus sistemas auxiliares propios.
RA6. -	Conocer la operación, control y regulación de la turbomáquina así como el proceso de su instalación y montaje a bordo del buque.
RA7. -	Conocer los procesos básicos de ensayo y prueba de la turbomáquina.
RA8. -	

Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)			
TEMA / CAPITULO	LECCIÓN	APARTADO	Indicadores Relacionados
Tema 1. Características Generales (2 horas).			
Capítulo 1.1. Características Generales.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 1.1.1:	Definiciones básicas. Evolución histórica...	
	Lección 1.1.2:	Tipos y clasificación. Elementos principales	
Tema 2. Análisis de Ciclos Termodinámicos (6 horas).			
Capítulo 2.1. Análisis de Ciclos Termodinámicos.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 2.1.1:	El Ciclo Rankine. Análisis de los procedimientos de mejora del rendimiento.	
	Lección 2.1.2:	Recalentador intermedio. Precaentamiento regenerativo.	
Tema 3. Toberas y Difusores (4 horas).			
Capítulo 3.1. Toberas y Difusores.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 3.1.1:	Definiciones. Ecuaciones fundamentales. Proceso de expansión. Flujos, convergente y divergente. Sección de salida.	
	Lección 3.1.2:	Parámetros críticos. Obtención del perfil. Toberas, convergentes, divergentes y convergentes-divergentes. Flujo real. Rozamientos y pérdidas.	
Tema 4. Paleteado, consideraciones geométricas y aerodinámicas. Perdidas energéticas (3 horas).			
Capítulo 4.1. Paleteado, consideraciones geométricas y aerodinámicas. Perdidas energéticas.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 4.1.1:	Definiciones. Características geométricas. Ángulos. Distribución de la presión. Esfuerzo periférico.	

	Lección 4.1.2:	Pérdidas en flujo subsónico. Pérdidas en flujo supersónico. Acción del vapor húmedo.	
Tema 5. La Turbina de Acción (3 horas).			
Capítulo 5.1. La Turbina de Acción.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 5.1.1:	Transformación energética. Diagrama de velocidades. Trabajo sobre las paletas. Fuerza de empuje.	
	Lección 5.1.2:	Rendimientos. Limitaciones a la velocidad. La Turbina Laval. La Turbina Curtís.	
Tema 6. La Turbina de Reacción (3 horas).			
Capítulo 6.1. La Turbina de Reacción.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 6.1.1:	Transformación energética. Diagrama de velocidades. Grado de reacción. Trabajo sobre las paletas. Fuerza de empuje. Rendimientos.	
	Lección 6.1.2:	La Turbina Parsons. Elección del grado de reacción. Elección de la relación de velocidades. Determinación de las dimensiones fundamentales.	
Tema 7. Elementos estructurales (2 horas).			
Capítulo 7.1. Elementos estructurales.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 7.1.1:	Paletados. Rotores. Carcasas. Tubuladuras de escape.	
	Lección 7.1.2:	Válvulas. Cojinetes. Sistemas de lubricación. Cierres.	
Tema 8. Turbinas de vapor multietápicas (3 horas).			
Capítulo 8.1. Turbinas de vapor multietápicas.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 8.1.1:	Funcionamiento. Proceso de expansión.	
	Lección 8.1.2:	Factor de recalentamiento. Curva de condición.	
Tema 9. Pérdidas en Turbinas (2 horas).			
Capítulo 9.1. Pérdidas en Turbinas.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 9.1.1:	Conceptos generales.	
	Lección 9.1.2:	Pérdidas internas. Pérdidas externas.	
Tema 10. Vibraciones en la Turbina (2 horas).			
Capítulo 10.1. Vibraciones en la			RA 1; RA 4; RA3

Turbina.			
	Lección 10.1.1:	Vibraciones en el rotor. Vibraciones en el paleteado.	
	Lección 10.1.2:	Problemas debidos a la admisión parcial.	
Tema 11. Regulación y Operación de las Turbinas (2 horas).			
Capítulo 11.1. Regulación y Operación de las Turbinas.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 11.1.1:	Variación de la carga. Etapa de regulación. Regulación por estrangulación.	
	Lección 11.1.2:	Regulación mediante la variación de la presión. Arranque y Parada.	
Tema 12. Características generales (3 horas).			
Capítulo 12.1. Características generales.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 12.1.1:	Conceptos básicos. Esquema de funcionamiento.	
	Lección 12.1.2:	Tipos. Partes esenciales.	
Tema 13. Ciclos de la Turbina de Gas (4 horas).			
Capítulo 13.1. Ciclos de la Turbina de Gas.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 13.1.1:	Ciclo simple ideal. Ciclo simple regenerativo.	
	Lección 13.1.2:	Ciclos compuestos. Pérdidas.	
Tema 14. Compresor centrífugo (3 horas).			
Capítulo 14.1. Compresor centrífugo.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 14.1.1:	Descripción y partes fundamentales. Esquema de funcionamiento.	
	Lección 14.1.2:	Trabajo. Pérdidas. Rendimiento.	
Tema 15. Compresor axial (6 horas).			
Capítulo 15.1. Compresor axial.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 15.1.1:	Descripción y partes fundamentales. Etapas.	
	Lección 15.1.2:	Rendimientos, total y de etapa y Grado de reacción.	
Tema 16. Cámara de combustión (4 horas).			
Capítulo 16.1. Cámara de combustión.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 16.1.1:	Descripción y esquema de funcionamiento. Inyección del combustible.	

	Lección 16.1.2:	Tipos. Disposición. Características principales.	
Tema 17. Elementos principales (2 horas).			
Capítulo 17.1. Elementos principales.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 17.1.1:	Rotor. Paletas. Estabilidad térmica. Enfriadores.	
	Lección 17.1.2:	Regeneradores. Materiales y construcción.	
Tema 18. Gobierno y Operación (2 horas).			
Capítulo 18.1. Gobierno y Operación.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 18.1.1:	Cargas. Sistemas de gobierno. Arranque.	
	Lección 18.1.2:	Sistemas de seguridad.	
Tema 19. La planta de ciclo combinado (4 horas).			
Capítulo 19.1. La planta de ciclo combinado.			RA 1; RA 4; RA3
	Lección 19.1.1:	El ciclo Brayton-Rankine. Rendimientos.	
	Lección 19.1.2:	Análisis general de la Planta.	

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORÍA	Las clases de teoría serán expositivas, con abundancia de ejemplos y promoviendo la participación de los alumnos.
CLASES PROBLEMAS	El profesor realizara ejemplos concretos de los ejercicios relativos a los cálculos, de dimensionamiento, de procesos termodinámicos y de análisis dinámico de turbomáquinas.
PRACTICAS	No hay
TRABAJO AUTÓNOMOS	No hay
TRABAJO EN GRUPO	No hay
TUTORÍAS	Se impartirán por los profesores de la asignatura según el horario que se puede encontrar en: http://www.etsin.upm.es/ETSINavales/Escuela/Agenda_Academica/Horarios_Tutorias

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Coates R. "Marine Steam Turbines" 1975. IMAREST. Londres.
	Kostyuk A.; Frolov V. "Steam and Gas Turbines" 1985 MIR, Moscu.
	Muñoz M.; Valdes M.; Muñoz Domínguez M. "Turbomáquinas Térmicas" 2001 ETSII, Madrid.
	Muñoz Rodríguez M. y Otros "Turbomáquinas Térmicas" 1999 PUZ, Zaragoza.
	Meherwan P. Boyce "Gas Turbine Engineering Handbook" 2006 Elseiver, Oxford.
	Schegliaiev A V "Turbinas de Vapor", 1978 MIR, Moscu.
	Woodward JB "Marine Gas Turbines" 1975 John Wiley & Sons, New York.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura http://moodle.upm.es
EQUIPAMIENTO	Aulas
	Centro de Cálculo
	Biblioteca
	Salas de estudio

Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades Aula	Trabajo Individual	Actividades Evaluación	Otros
1	Características Generales (2 horas). Definiciones básicas. Evolución histórica. Tipos y clasificación. Elementos principales.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
2	Análisis de Ciclos Termodinámicos (6 horas). El Ciclo Rankine. Análisis de los procedimientos de mejora del rendimiento. Recalentador intermedio. Precalentamiento regenerativo.	12h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
3	Toberas y Difusores (4 horas). Definiciones. Ecuaciones fundamentales. Proceso de expansión. Flujos, convergente y divergente. Sección de salida. Parámetros críticos. Obtención del perfil .Toberas, convergentes, divergentes y convergentes-divergentes. Flujo real. Rozamientos y pérdidas.	8h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
4	Paletado, consideraciones geométricas y aerodinámicas. Perdidas energéticas (3 horas). Definiciones. Características geométricas. Ángulos. Distribución de la presión. Esfuerzo periférico. Perdidas en flujo subsónico. Perdidas en flujo supersónico. Acción del vapor húmedo.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
5	La Turbina de Acción (3 horas). Transformación energética. Diagrama de velocidades. Trabajo sobre las paletas. Fuerza de empuje. Rendimientos. Limitaciones a la velocidad. La Turbina Laval. La Turbina Curtís.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		

6	La Turbina de Reacción (3 horas). Transformación energética. Diagrama de velocidades. Grado de reacción. Trabajo sobre las paletas. Fuerza de empuje. Rendimientos. La Turbina Parsons. Elección del grado de reacción. Elección de la relación de velocidades. Determinación de las dimensiones fundamentales.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
7	Elementos estructurales (2 horas). Paletados. Rotores. Carcasas. Tubuladuras de escape. Válvulas. Cojinetes. Sistemas de lubricación. Cierres.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
8	Turbinas de vapor multietápicas (3 horas). Funcionamiento. Proceso de expansión. Factor de recalentamiento. Curva de condición.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
9	Pérdidas en Turbinas (2 horas). Conceptos generales. Perdidas internas. Perdidas externas.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
10	Vibraciones en la Turbina (2 horas). Vibraciones en el rotor. Vibraciones en el paletado. Problemas debidos a la admisión parcial.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
11	Regulación y Operación de las Turbinas (2 horas). Variación de la carga. Etapa de regulación. Regulación por estrangulación. Regulación mediante la variación de la presión. Arranque y Parada.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
12	Prueba de evaluación continua (2h) Características generales (3 horas). Conceptos básicos. Esquema de funcionamiento. Tipos. Partes esenciales.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	Prueba de evaluación continua Turbinas de Vapor Completos (acumulativa)	
13	Ciclos de la Turbina de Gas (4 horas). Ciclo simple ideal. Ciclo simple regenerativo. Ciclos compuestos. Pérdidas.	8h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		

14	Compresor centrífugo (3 horas). Descripción y partes fundamentales. Esquema de funcionamiento. Trabajo. Pérdidas. Rendimiento.	6h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
15	Compresor axial (6 horas). Descripción y partes fundamentales. Etapas. Rendimientos, total y de etapa y Grado de reacción.	12h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
16	Cámara de combustión (4 horas). Descripción y esquema de funcionamiento. Inyección del combustible. Tipos. Disposición. Características principales.	8h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
17	Elementos principales (2 horas). Rotor. Paletas. Estabilidad térmica. Enfriadores. Regeneradores. Materiales y construcción.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
18	Gobierno y Operación (2 horas). Cargas. Sistemas de gobierno. Arranque. Sistemas de seguridad.	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
19	La planta de ciclo combinado (4 horas). El ciclo Brayton-Rankine. Rendimientos. Análisis general de la Planta.	8h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
20	Prueba de evaluación continua (3h)	3h realización de ejemplos y resolución de problemas	Prueba de evaluación continua Turbinas de Gas (acumulativa final)	
21-23	Examen Final (2h) En la fecha fijada por el calendario oficial de exámenes (Junio 2014 y extraordinario en Julio 2014)		Examen Final	

Total Horas presenciales 60	Total Horas de trabajo individual del alumno 120
------------------------------------	---------------------------------------------------------

Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
L1	Conocer los tipos de turbomáquinas térmicas y sus características generales.	RA1,RA3
L2	Conocer la termodinámica de las turbomáquinas y el análisis detallado de los procesos y del funcionamiento de las mismas.	RA2,RA5
L3	Conocer la estructura, el funcionamiento y el dimensionamiento de una planta de potencia mediante turbomáquinas.	RA4,RA5
L4	Conocer la dinámica de la turbomáquina y del conjunto del sistema completo de propulsión.	RA6,RA7
L5	Conocer el funcionamiento de la turbomáquina y de sus sistemas auxiliares propios.	RA6
L6	Conocer la operación, control y regulación de la turbomáquina así como el proceso de su instalación y montaje a bordo del buque.	RA3
L7	Conocer los procesos básicos de ensayo y prueba de la turbomáquina.	RA3

La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas.

EVALUACION SUMATIVA			
BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES	MOMENTO	LUGAR	PESO EN LA CALIFICACIÓN
Prueba primera de evaluación continua	Semana 12	Aula de dibujo	55%
Prueba segunda de evaluación continua	Semana 20	Aula de dibujo	45%
Memoria de prácticas	No hay		
Trabajo individual	No hay		
Examen Final	Consultar Calendario	Aula de dibujo	100%

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

En las pruebas de evaluación continua será necesario obtener una calificación superior a 2,0 en cada una de ellas para poder optar al aprobado mediante la evaluación continua.

Si el alumno no supera el proceso de evaluación continua, la calificación obtenida siempre que sea superior a cuatro puntos (4.0), como media ponderada de todas las actividades por sus respectivos pesos porcentuales, supondrá un 10% a sumar en la nota final, siempre y cuando en el examen se obtenga una calificación de cuatro (4) o superior.

Cualquier alumno puede decidir acudir solo a la evaluación por la prueba final mediante el procedimiento establecido, es decir presentando la solicitud dirigida al coordinador de la asignatura en el Registro del Centro a lo largo de las dos (2) primeras semanas de clase, en ese caso deberá obtener cinco (5) puntos para superar la asignatura.