

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Termohidraulica nuclear

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Termohidraulica nuclear
<b>Titulación</b>	05AL - Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	53000837
<b>Nombre en inglés</b>	Nuclear thermohydraulic

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Seguridad nuclear

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Diseño de reactores nucleares

Centrales nucleares

Tecnología nuclear

## Competencias

---

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CE1 - Entiende a fondo las leyes básicas y avanzadas de la física atómica y nuclear y las ciencias de la ingeniería pertinentes aplicables a la tecnología de las plantas de energía nuclear de fisión y/o fusión.

CE2 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión.

CE3 - Comprende y sabe utilizar los datos básicos así como los sistemas informáticos más utilizados tanto en la investigación como en la industria nuclear para los sistemas de fisión y/o fusión

CE4 - Comprende los sistemas de las centrales nucleares de fisión, con todos sus componentes principales, y en particular su influencia sobre la seguridad.

CE7 - Es capaz de trabajar profesionalmente en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para participar en la puesta en marcha y apoyo a operación de las instalaciones nucleares.

CG1 - Tener conocimientos fundamentales de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear.

CG2 - Realizar investigación, desarrollo e innovación en procesos y métodos aplicables a los sistemas de fisión o fusión nuclear.

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA2 - Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

RA6 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

RA1 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

RA10 - Conocer los fundamentos de la termohidráulica aplicable a reactores nucleares de fisión. Ser capaz de llevar a cabo el diseño térmico de éstos reactores

RA42 - Adquirir destreza en la utilización de herramientas de simulación termohidráulica de reactores nucleares

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Cuervo Gomez, Diana ( <b>Coordinador/a</b> )	Despacho	d.cuervo@upm.es	La hora previa a las clases impartidas
Jimenez Varas, Gonzalo	Despacho	gonzalo.jimenez@upm.es	La hora previa a las clases impartidas

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Esta asignatura tiene como objetivo conocer las leyes que regulan el comportamiento del fluido refrigerante en el reactor nuclear. Para ello es necesario estudiar inicialmente los modelos térmico e hidráulico y sus interrelaciones con el modelo nuclear. Debido a las realimentaciones que se producen entre el comportamiento del fluido y el de la barra combustible se estudia también la transmisión de calor en el combustible obteniendo la solución analítica del problema y aplicándolo al combustible plano y cilíndrico.

Por último la asignatura se centra en la parte propiamente termohidráulica analizando los procesos de refrigeración del elemento combustible sin y con cambio de fase y los regímenes de flujo. Para que sea posible la aplicación práctica analítica se lleva a cabo el análisis de un canal de refrigeración en reactor PWR y BWR obteniendo la distribución axial de temperaturas y parámetros de seguridad del reactor como son el flujo crítico de calor y los factores de pico de canal caliente.

## Temario

---

1. Presentación e introducción de la asignatura
2. Generación de potencia
3. Transmisión de calor en la barra combustible
4. Ecuaciones de conservación y tipos de códigos termohidráulicos
  - 4.1. Ecuaciones de Navier-Stokes promediadas para flujo bifásico
  - 4.2. Códigos CFD
  - 4.3. Códigos de núcleo y planta
  - 4.4. Códigos de núcleo
  - 4.5. Códigos de planta
  - 4.6. Códigos de accidente severo
5. Hidrodinámica de reactores
6. Refrigeración del combustible
7. Análisis de canal de refrigeración
8. Límites térmicos
9. Tema de interés actual

## Cronograma

**Horas totales:** 44 horas

**Horas presenciales:** 38 horas (36.5%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Tema 0</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 5	<b>Tema 4.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 6	<b>Tema 4.2 y 4.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	<b>Tema 4.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	<b>Tema 4.5 y 4.6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 9				<b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 10	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 11	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 12	<b>Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

Semana 13		<b>Práctica simulación</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 14		<b>Práctica simulación</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 15	<b>Tema 8</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 16				<b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 17				<b>Examen final</b> Duración: 04:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial <b>Problema complejo</b> Duración: 06:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial <b>Evaluación práctica de simulación</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Examen parcial	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CB10, CE4, CG6, CB6, CE1
16	Examen parcial	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CB10, CE4, CG6, CB6, CE1
17	Examen final	04:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	80%	5 / 10	CB10, CE4, CG1, CG6, CB6, CE1, CG2
17	Problema complejo	06:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CB10, CB7, CE3
17	Evaluación práctica de simulación	00:00	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	No	10%	5 / 10	CE7, CG2, CE2

## Criterios de Evaluación

El examen escrito consta de cuestiones tipo test y cuestiones de desarrollo de conceptos sobre la materia impartida.

El problema complejo consiste en la resolución de forma individual por parte del alumno de un problema donde se resuelven analíticamente algunas de las ecuaciones de conservación estudiadas junto con las relaciones de cierre necesarias aplicadas a las especificaciones de un reactor real. Este trabajo se lleva a cabo debido a la dificultad de resolver en el examen problemas analíticos sobre la materia impartida. Se evalúa la correcta aplicación de las ecuaciones para obtener los resultados correctos.

Las prácticas de simulación muestran a los alumnos la aplicación de los conceptos en la resolución numérica mediante programas o códigos de cálculo y se evalúan mediante un informe resumen de la práctica realizada. Para su evaluación se tiene en cuenta la claridad de exposición del trabajo realizado y la correcta definición de los fenómenos estudiados durante la práctica.

La asistencia regular a clase es obligatoria en caso de evaluación continua.



## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Todas las Presentaciones de clase	Bibliografía	Se encuentran accesibles para los alumnos en la plataforma moodle de la UPM
N.E. Todreas and M.S. Kazimi. Nuclear Systems I: Thermal Hydraulic Fundamentals, volume 1. Taylor & Francis, 2 ed., 1993	Bibliografía	
N.E. Todreas and M.S. Kazimi. Nuclear Systems II: Elements of Thermal Hydraulic Design, volume 2. Taylor & Francis, 2 ed., 1993	Bibliografía	
Software de simulación	Equipamiento	Utilización del software instalado en ordenadores
Videos sobre simulaciones	Otros	Se proyectan videos resultados de cálculos con diferentes códigos cuyos fundamentos se han visto en la asignatura
Videos sobre experimentos	Otros	Se proyectan videos sobre experimentos para análisis de fenómenos cuyos fundamentos se han visto en la asignatura