

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Seguridad nuclear

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Seguridad nuclear
Titulación	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
Semestre/s de impartición	Séptimo semestre
Módulos	Itinerario tecnologías energeticas
Materias	Optativas
Carácter	Optativa
Código UPM	65004064
Nombre en inglés	Nuclear safety

Datos Generales

Créditos	3	Curso	4
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Tecnología nuclear

Ecuaciones diferenciales

Centrales nucleares

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Es recomendable no empezar la asignatura con materias pendientes de cursos previos.

Competencias

- CE42 - Conocer y comprender la física y tecnología de la desintegración radiactiva, la fisión y la fusión nuclear.
- CE43 - Aplicar los principios de la ingeniería nuclear y de la protección radiológica.
- CE53 - Aplicar los principios de la tecnología ambiental a la evaluación de impactos, al tratamiento de residuos y a la sostenibilidad.
- CE58 - Aplicar los fundamentos de la prevención de riesgos laborales en los proyectos e instalaciones energéticos.
- CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
- CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.
- CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.
- CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.
- CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.

Resultados de Aprendizaje

- RA350 - Iniciación al manejo de algunos programas de ordenador útiles en el análisis de seguridad nuclear
- RA239 - Introducir los criterios de seguridad y los aspectos tecnológicos necesarios para el emplazamiento, diseño, construcción y operación de centrales nucleares en condiciones seguras, así como las bases teóricas del análisis de accidentes y del análisis de seguridad.
- RA240 - Preparación básica para desempeñar un trabajo en ingeniería o en organismo regulador sobre seguridad de las centrales nucleares

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Gallego Diaz, Eduardo Florentino	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	M - 15:00 - 15:30 Previa cita.
Jimenez Varas, Gonzalo (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	gonzalo.jimenez@upm.es	M - 15:00 - 15:30 Previa cita. Nuevo Coordinador a partir del Curso 2015-16

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

Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Queral Salazar, César	cesar.queral@upm.es	ETSIME

Descripción de la Asignatura

La seguridad nuclear abarca el conjunto de ciencias y tecnologías para diseñar componentes, sistemas y estructuras nucleares; así como establecer objetivos, principios, criterios y procedimientos para conseguir mantener bajo control, de forma permanente, los productos radiactivos que se acumulan en el combustible nuclear, mientras estén en el núcleo del reactor y fuera de éste.

En esta asignatura, de carácter introductorio, se tratan de introducir los conceptos básicos necesarios en seguridad nuclear, centrados en la dinámica de la acumulación y liberación de radiactividad en las centrales nucleares, los criterios de seguridad nuclear para centrales nucleares y el análisis de accidentes.

Temario

1. MÓDULO I INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

- 1.1. Los principios fundamentales de la seguridad nuclear y su aplicación.
- 1.2. El concepto de riesgo y la cuantificación de la seguridad

2. MÓDULO II ACUMULACIÓN Y LIBERACIÓN DE RADIATIVIDAD EN LAS CC.NN.

- 2.1. La acumulación de productos radiactivos en el reactor nuclear
- 2.2. El balance de radiactividad en el refrigerante de una central nuclear
- 2.3. La descarga de radiactividad al medio ambiente

3. MÓDULO III LOS CRITERIOS DE SEGURIDAD NUCLEAR PARA CC.NN.

- 3.1. Criterios de seguridad en la selección de emplazamientos para reactores nucleares
- 3.2. Criterios de seguridad en el diseño de reactores nucleares

4. MÓDULO IV: INTRODUCCIÓN A LOS ACCIDENTES EN CC.NN.

- 4.1. Accidentes en centrales nucleares. Clasificación. Metodologías de análisis determinista y probabilista.
- 4.2. Accidentes en reactores tipo PWR:
 - 4.2.1. Accidentes con pérdida de refrigerante (Loss of Coolant Accident, LOCA). Grandes y pequeñas roturas. Roturas de tubos del Generador de Vapor (Steam Generator Tube Rupture, SGTR).
 - 4.2.2. Otros accidentes en PWR: Pérdida total de agua de alimentación. Transitorios de reactividad. Pérdida total de suministro eléctrico (Station Black Out, SBO)
- 4.3. Introducción a los accidentes severos en reactores de agua ligera
- 4.4. Accidentes históricos en centrales nucleares: TMI-2; Chernóbil; Fukushima

Cronograma

Horas totales: 36 horas

Horas presenciales: 36 horas (46.2%)

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	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
Semana 4	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 5	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
Semana 6	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
Semana 8	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tutoría Grupal Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Problemas para trabajo personal Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 9	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

Semana 10	<p>Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 11	<p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica en simulador de Central Nuclear Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Examen y memoria de práctica de laboratorio Duración: 01:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p> <p>Trabajo - cuestionario sobre Criterios de Proyecto Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 12	<p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14	<p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 15				<p>Examen parcial Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 16				
Semana 17				<p>Examen final Duración: 03:30 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

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
8	Problemas para trabajo personal	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	10%	5 / 10	CG2, CE42, CE43, CE53
11	Examen y memoria de práctica de laboratorio	01:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	10%	5 / 10	CG2, CG3, CG4, CE42, CE43
11	Trabajo - cuestionario sobre Criterios de Proyecto	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG4, CG6, CE43, CE53, CE58
15	Examen parcial	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	70%	5 / 10	CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CE42, CE43, CE53, CE58
17	Examen final	03:30	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	90%	5 / 10	CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CE42, CE43, CE53, CE58

Criterios de Evaluación

Evaluación continua: Tipos de pruebas y peso en la nota final (recomendable superior al 35%):

- 70 % Controles escritos (prueba parcial).
- 10 % Ejercicios periódicos (tutoría grupal).
- 10 % Trabajos tutelados, individuales o en grupo.
- 0 % Autoevaluación (AulaWeb, Mecfunnet).
- 0 % Exposiciones orales en sesión pública.
- 10 % Prácticas.
- 0 % Otros (especificarse):

Examen final: Nota mínima exigible en el examen final: 5

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Apuntes del Profesor	Bibliografía	Editados por el profesor
Moodle o Aula web de la asignatura	Recursos web	Contenidos variados: presentaciones, problemas resueltos, enlaces a webs de interés, etc.
Simulador de central nuclear PWR	Equipamiento	Programa de simulación
Bibliografía complementaria	Bibliografía	Textos para ampliación de temas, a disposición de los alumnos en el Departamento

Otra Información

Material bibliográfico e informático a disposición de los alumnos:

- Lee J.C., McCormick N. J., Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems. Wiley (2011).
- Petrangeli G., Nuclear Safety. Butterworth-Heinemann (2006).
- Abramson P.B. (Editor), "Guidebook to Light Water Reactor Safety Analysis". Hemisphere Publishing Co., Washington (1985).
- Alonso A., "Introducción a la Seguridad Nuclear"; Vol. I: Fundamentos; Vol. II: La seguridad en la ubicación, proyecto, construcción y explotación de las centrales nucleares; Editorial Instituto de Estudios Nucleares, Junta de Energía Nuclear, Madrid (1975).
- Alonso A., y col., "Curso monográfico sobre análisis de accidentes". Editorial Instituto de Estudios de la Energía. CIEMAT, Madrid (1988).
- Eurocourse on Analysis of Severe Accidents in Light Water Reactors. F2I2-ETSII-UPM. 1997.
- Goded, F., Serradell, V., Martínez-Val, J.M y Oltrá, F., Teoría de Reactores y elementos de Ingeniería Nuclear, J.E.N., Madrid (1975, tomo I) (1981, tomo II).
- Lewis E.E., "Nuclear Power Reactor Safety". John Wiley & Sons, N.York (1977).
- Thompson T.J., Beckerley J.G. (Editors), "The Technology of Nuclear Reactor Safety"; Vol 1: Reactor Physics and Control; Vol. 2: Reactor Materials and Engineering. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts (1964 y 1973).
- Sehgal B.R., Nuclear Safety in Light Water Reactors: Severe Accident Phenomenology. Academic Press. (2012).

Manuales de programas de ordenador empleados en clases prácticas y trabajos tutelados:

- Bowman S.M. and Leal, L.C. ORIGEN-ARP: Automatic rapid process for spent fuel depletion, decay, and source term analysis. NUREG/CR-0200 Revision 6. Oak Ridge National Laboratory (March 2000).
- SAPHIRE (Systems Analysis Program for Hands-on Integrated Reliability Evaluations (SAPHIRE) Version 6.0. Reference Manual. NUREG/CR-6116. Idaho National Engineering Laboratory. (February 1998).
- Micro-Simulation Technology, PCTAN/U 2-Loop for Windows. Personal Computer Transient Analyzer for a Two-Loop PWR. Version 4.0.5, Montville, New Jersey, USA (2001)
