



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001605 - Seguridad Nuclear: Introducción

PLAN DE ESTUDIOS

05BF - Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|---|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 6. Cronograma..... | 5 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 7 |
| 8. Recursos didácticos..... | 8 |
| 9. Otra información..... | 9 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|---|
| Nombre de la asignatura | 53001605 - Seguridad Nuclear: Introducción |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Optativa |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Primer semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 05BF - Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear |
| Centro responsable de la titulación | 05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales |
| Curso académico | 2019-20 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--|-----------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Eduardo Florentino Gallego Díaz | Ing. Nuclear | eduardo.gallego@upm.es | M - 15:00 - 15:30 Previa cita. |
| Gonzalo Jimenez Varas (Coordinador/a) | Ing. Nuclear | gonzalo.jimenez@upm.es | M - 15:00 - 15:30 Previa cita. |

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

2.3. Profesorado externo

| Nombre | Correo electrónico | Centro de procedencia |
|----------------------|---------------------|-----------------------|
| César Queral Salazar | cesar.querel@upm.es | ETS Minas y Energía |

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

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

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Es recomendable no empezar la asignatura con materias pendientes de cursos previos.
- Tecnología Nuclear y Centrales nucleares

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. 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.

CE04 - Es capaz de diseñar nuevos sistemas para centrales nucleares de fisión, con todos sus componentes principales, atendiendo en particular a su influencia sobre la seguridad

CE05 - Entiende a fondo el sistema de regulación de la seguridad, está comprometido con la seguridad y es consciente de la importancia de la cultura de seguridad para las aplicaciones de la energía nuclear, así como las implicaciones ético-sociales del manejo de residuos radiactivos y materiales del ciclo nuclear

CE07 - 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

CG01 - Tener conocimientos avanzados de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear

CG04 - Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CT05 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

CT06 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano)

4.2. Resultados del aprendizaje

RA75 - Una preparación básica para desempeñar un trabajo en ingeniería o en organismo regulador sobre seguridad de las centrales nucleares

RA73 - La Iniciación al manejo de algunos programas de ordenador útiles en el análisis de seguridad nuclear

RA74 - La introducción de 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

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. 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.

5.2. Temario de la asignatura

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

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación |
|-----|---|-------------------------------------|---------------------------|---|
| 1 | <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 2 | <p>Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <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> | | | |
| 3 | <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 4 | <p>Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Clase teórica</p> | | | <p>Problemas para trabajo personal TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 15:00</p> |

| | | | | |
|----|--|---|--|---|
| | Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 5 | Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 7 | Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Práctica en simulador de Central Nuclear Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Examen y memoria de práctica de laboratorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00 |
| 8 | | | | Examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:30 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:30 |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|---|---|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 4 | Problemas para trabajo personal | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 15:00 | 10% | 5 / 10 | CT05 CT06 CB10 CE04 CE07 CG04 |
| 7 | Examen y memoria de práctica de laboratorio | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | Presencial | 01:00 | 10% | 5 / 10 | CE07 CG04 CG01 CT05 CE05 |
| 8 | Examen parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:30 | 80% | 5 / 10 | CG01 CT05 CT06 CT08 CT10 CE04 CE05 CE07 CG04 |

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|---|---------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 7 | Examen y memoria de práctica de laboratorio | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | Presencial | 01:00 | 10% | 5 / 10 | CE07 CG04 CG01 CT05 CE05 |
| 8 | Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:30 | 90% | 5 / 10 | CG01 CT05 CT06 CT08 CT10 CB10 CE04 CE05 CE07 CG04 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. 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 (especifíquese):

Examen final: Nota mínima exigible en el examen final: 5. Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 4.0 en ambas partes de la misma (Módulos I+II y Módulo III).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|----------------------------------|--------------|---|
| Apuntes del Profesor | Bibliografía | Editados por los profesores |
| Moodle de la asignatura | Recursos web | Contenidos variados: presentaciones, problemas resueltos, enlaces a webs de interés, etc. |
| Simulador de central nuclear PWR | Equipamiento | Simulador de la central nuclear "José Cabrera" |
| Bibliografía complementaria | Bibliografía | Textos para ampliación de temas, a disposición de los alumnos en el Departamento |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se imparte en el bimestre septiembre-octubre.

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, PCTTRAN/U 2-Loop for Windows. Personal Computer Transient Analyzer for a Two-Loop PWR. Version 4.0.5?, Montville, New Jersey, USA (2001)

| |
|--|
| |
| |