9-10

GUÍA DE ESTUDIO DE LDI

SEGURIDAD NUCLEAR Y PROTEC.RADIAC.(T.E.)

CÓDIGO 01106351

UNED

9-10

SEGURIDAD NUCLEAR Y PROTEC.RADIAC.(T.E.)

CÓDIGO 01106351

ÍNDICE

OBJETIVOS
CONTENIDOS
EQUIPO DOCENTE
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
IGUALDAD DE GÉNERO

OBJETIVOS

El aprovechamiento de la Energía Nuclear requiere la ejecución de una serie de actividades tecnológicas en las cuales se manipulan y transforman (incluyendo su composición isotópica) algunas materias primas específicamente interesantes por sus propiedades nucleares, y de modo particular por su potencialidad de sufrir la reacción de fisión nuclear.
El tratamiento de estas sustancias, así como los productos artificial-mente derivados de ellas como consecuencia de reacciones nucleares, requiere la aplicación de principios estrictos de seguridad, habida cuenta de que las radiaciones procedentes del núcleo atómico pueden interaccionar perjudicialmente con los materiales en general, los organismos vivos particularmente, y de modo específico con el ser humano.
De ahí es imprescindible:
–Conocer las fuentes de radiación nuclear, su tipología, y los mecanismos básicos de interacción con la materia, valorándolos en modo que sea significativo de cara al daño que puedan producir. –Los medios para prevenir los efectos perjudiciales de dicha radiación, tales como el confinamiento de productos radiactivos emisores de partículas cargadas, o los sistemas de blindaje contra radiaciones penetrantes. –La identificación de unos principios de seguridad que sean aplicables a las instalaciones nucleares, y de modo particular a las centrales nucleares, por ser en ellas donde se produce la mayor amplificación de la radiactividad natural de las materias primas. –La aplicación de dichos principios físicos a instalaciones concretas, destinadas generalmente a la producción de electricidad (centrales nucleares) cuya estructura interna puede configurarse de diversas maneras, que en todo caso tienen que cumplir los objetivos antedichos, para lo cual tendrán que disponerse en las instalaciones los sistemas de seguridad adecuados.
El objetivo básico de esta asignatura es precisamente cubrir todo el espectro anteriormente mencionado de conceptos y aplicaciones tec-nológicas, para lo cual se partirá del estudio de los fundamentos de la protección radiactiva para profundizar en los métodos de evaluación del efecto producido por la radiación, y en los sistemas que pueden dis-ponerse para la minimización de estos efectos.
Énfasis especial se pondrá en lo vinculado con la seguridad nuclear, entendiendo por ésta el conjunto de conocimientos y técnicas desti-nados a diseñar, construir, explotar y clausurar las instalaciones nu-cleares sin que éstas se produzcan un daño intolerable en el medio ambiente humano. Cobran especial relevancia los procesos físicos por los cuales pueden desencadenarse accidentes en estas instalaciones, analizándose asimismo las posibilidades que existen para cortar de raíz estos procesos gracias a un diseño adecuado así como, en su caso, unas normas de explotación restringidos por los principios de seguridad ya mencionados.
En definitiva, esta asignatura contiene partes específicas que no se han estudiado en asignaturas precedentes, pero es a la vez una asigna-tura de síntesis y recapitulación en la que se manejan conceptos y téc-nicas estudiados anteriormente en Física Nuclear y Tecnología Nucle-ar con objeto de utilizar todos estos conocimientos de cara a cumplir el objetivo de seguridad descrito en esta introducción.

CONTENIDOS

UNIDAD DIDÁCTICA I. Protección radiológica. Fundamentos
TEMA 1. Fundamentos de la protección radiológica. TEMA 2. Dosimetría de las radiaciones ionizantes.
UNIDAD DIDÁCTICA II. Protección radiológica. Blindaje
TEMA 3. Dosis por irradiación con partículas alfa y beta.TEMA 4. Dosis por irradiación con neutrones.TEMA 5. Fuentes de fotones y de neutrones.TEMA 6. Materiales de blindaje.
UNIDAD DIDÁCTICA III. Fundamentos de seguridad nuclear
TEMA 7.Generalidades sobre Seguridad Nuclear.
UNIDAD DIDÁCTICA IV.
TEMA 8.Diferenciación entre usos civiles y militares de los procesos nucleares. La no proliferación y las salvaguardias.
TEMA 9.Descripción sumaria de los principales sistemas de seguridad de centrales nucleares.
UNIDAD DIDÁCTICA V. Acumulación, liberación e impacto ambiental

de los productos radiactivos

TEMA 10.	La acumulación de productos radiactivos en el reactor nuclear.
TEMA 11.	El balance de radiactividad en el refrigerante de una central nuclear.
TEMA 12.	La descarga de radiactividad al medio ambiente.
TEMA 13.	El comportamiento de los productos radiactivos en la biosfera.

1207

UNIDAD DIDÁCTICA VI. Análisis de accidentes en centrales nucleares
TEMA 14.Accidentes nucleares y su clasificación.
TEMA 15.La fenomenología de los accidentes severos en centrales nucleares.
TEMA 16.Accidentes por pérdida de refrigerante en un reactor.
TEMA 17.Transitorios de reactividad.
TEMA 18.El análisis cuantitativo del riesgo nuclear.
TEMA 19.Introducción a la fiabilidad de sistemas y análisis de secuencias accidentales.
La seguridad nuclear es la rama de la ingeniería que se dedica al estudio de cómo proyectar, construir, explotar y clausurar las instala-ciones nucleares de tal modo que en ningún caso se produzca daño inaceptable para el ser humano o su entorno. En tal sentido la seguri-dad nuclear necesita del concurso y apoyo de muchos otros campos del saber, o de modo más específico de muchas otras asignaturas cur-sadas a lo largo de la carrera, tanto en la parte específicamente nuclear como en las asignaturas fundamentales, tales como la mecánica de

fluidos o regulación automática, que proveen de las ecuaciones que gobiernan diversos sistemas importantes para la seguridad nuclear, haciendo que esta asignatura sea un compendio final de los estudios de la carrera por lo que se refiere a su aplicación concreta a instalacio-nes nucleares.

Es evidente que en la seguridad nuclear confluyen varios aspectos no fácilmente cuantificables, por lo que esta asignatura se aleja en cier-ta medida de las ciencias exactas estrictamente hablando para entrar de lleno en el campo de la ingeniería donde es preciso adoptar crite-rios de compromiso entre diversas alternativas que no pueden satisfa-cerse al mismo tiempo. Piénsese que el propio concepto aludido al principio de esta guía, de daño no intolerable para el ser humano o su entorno, es prácticamente imposible de cuantificar, habida cuenta de la carga inherente de subjetividad que esto lleva, puesto que la valora-ción del daño no es objetable sin controversia o discusión. Por supues-to, las técnicas de cálculo en ingeniería nuclear permiten calcular con absoluto detalle los efectos físicos que pueden producirse en diversos materiales, sean orgánicos o inorgánicos, pero no las consecuencias de estos efectos, especialmente por las propias incertidumbres que existen en la respuesta de las células orgánicas ante la irradiación. Aun cuan-do puede subsanarse hasta cierto punto esta incertidumbre mediante

estudios estadísticos, siempre se llega a un punto de irresolución en el cual se ha de adoptar un criterio de compromiso para definir cuánta seguridad es suficiente. Dicho en otras palabras, la seguridad absoluta no existe en ninguna actividad humana, y de esta aseveración no se escapa por supuesto la industria nuclear, lo cual implica que la seguridad nuclear tenga un cierto matiz de ciencia social difícil de cuantificar, y que roza a menudo con la controversia pública.

Aun dejando constancia de estas circunstancias, en la asignatura que se va a encarar no se tratan en absoluto estas cuestiones no obje-tivables que a menudo trascienden al dominio público, sino que la totalidad de la asignatura va a centrarse en los aspectos de ingeniería que sirven para cumplir el primer objetivo identificado al comienzo de esta guía, aun cuando se esté en dependencia de la autoridad pública competente, en cuanto al nivel que se fije de aceptabilidad del daño, la autoridad puede acogerse a comparaciones muy diversas, como son otros daños inducidos por actividades industriales y comerciales de la sociedad, o bien por causas naturales. Por ejemplo, en el primer caso pueden ser los daños producidos por el uso de electricidad, tanto en la población general como en la población profesionalmente expuesta. En el último caso de los fenómenos naturales, se pueden tener como referencia accidentes provocados por inundaciones, rayos, sismos, etc. Como ya se ha mencionado, de estos aspectos se hará prácticamente caso omiso en esta asignatura cuyo cuerpo de doctrina se basa precisa-mente en el estudio de las herramientas que puedan satisfacer (con un cierto nivel de inversiones) cualquier demanda que a la autoridad imponga sobre el daño potencialmente causable por una instalación nuclear.

Es fundamental hacer constar desde el principio de esta guía de estudio que la seguridad nuclear va a tener como objetivos generales de consideración dos fenómenos nucleares de relevancia: la radiactividad y la reactividad.

Por radiactividad se entiende la potencialidad de algunos núcleos atómicos de emitir radiaciones ionizantes. Estas radiaciones pueden interaccionar con los materiales

circundantes produciendo diversos efectos, que en principio pueden calcularse con precisión por lo que a su primer efecto se refiere, es decir, a la ionización producida o a la energía cedida en el material por unidad de masa. Las consecuencias derivadas de esta deposición de energía (comúnmente denominada dosis) son sin embargo un problema adicional que no puede encararse estrictamente hablando dentro del campo de doctrina de la seguridad nuclear, sino más bien en la medicina nuclear o en el caso de materiales inorgánicos, en el de la metalotecnia, si de un metal se trata.

Por reactividad se entiende la capacidad de algunos sistemas (reac-tores nucleares) de multiplicar la potencia térmica que se está generando en su seno debido a las reacciones nucleares que en él con-curren. Esta potencia térmica se debe fundamentalmente a la reacción nuclear de fisión. La reacción de fisión es inducida por los neutrones existentes en el seno del reactor, y en definitiva la multiplicación de potencia es sinónimo y consecuencia de la multiplicación de la pobla-ción neutrónica libre del seno del reactor. Los inconvenientes presen-tados por la reactividad se entienden fácilmente habida cuenta de que cualquier sistema físico tiene una capacidad limitada de evacuación de la energía térmica producida por unidad de tiempo, procediendo esa limitación fundamentalmente del fluido refrigerante usado, que ha de llevar lógicamente una velocidad finita y que tiene asimismo una capacidad calorífica finita. Durante un aumento exorbitado de la potencia térmica en un breve lapso de tiempo pueden producirse ade-más ondas de choque que deterioren considerablemente la estructura física del sistema, induciendo incluso cambios radicales en su configu-ración. De todo ello se deduce que la reactividad, potencialidad nece-saria para mantener la producción energética de un reactor nuclear es, sin embargo, objeto de preocupación en la seguridad nuclear, en tanto que puede producir alteraciones indeseadas y de resultados inadmisi-bles en el comportamiento del reactor.

La seguridad nuclear trata no solamente de conocer los fenómenos físicos que pueden desarrollarse en una instalación nuclear hasta deve-nir en accidentes inadmisibles, sino fundamentalmente y comple-mentariamente el estudio de las técnicas tanto de diseño como de explotación que sirven para evitar riesgos, y acotar a niveles tolerables los efectos que puedan derivarse de las averías en las instala-ciones nucleares o de los fallos humanos durante su funcionamiento.

EQUIPO DOCENTE

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Riesgos de la exposición a radiaciones ionizantes. Fundamentos de pro-tección radiológica. Prof. Eduardo Gallego Díaz.

Dosimetría de las radiaciones ionizantes. Prof. Eduardo Gallego Díaz. ALONSO, A.:

Protección radiactiva para ingenieros. Sección de Publi-caciones de la ETS de Ingenieros Industriales de Madrid, UP, 1978.

Introducción a la seguridad nuclear. Instituto de Estudios Nucleares, Madrid.

La seguridad nuclear en Francia y en el mundo. Jean Bourgeois, Pierre Tanguy, Françoise Logne y Jean Petit. Colección Documentos CSN 3.1997.
Diferenciación entre usos civiles y militares de los procesos nucleares. La no proliferación y las salvaguardias. Prof. Mercedes Alonso Ramos. 2005.
La acumulación de productos radiactivos en el reactor nuclear. Prof. Eduardo Gallego Díaz.
El balance de radiactividad en el refrigerante de una central nuclear. Prof. Eduardo Gallego Díaz.
La descarga de radiactividad al medio ambiente. Prof. Eduardo Galle-go Díaz.
La dispersión de los productos radiactivos en la biosfera. Prof. Eduardo Gallego Díaz.
Los accidentes nucleares. Clasificación. Prof. Eduardo Gallego Díaz.
Curso monográfico sobre análisis de accidentes en centrales nucleares de agua ligera. Instituto de Estudios Nucleares. Madrid, 1985.
Parte de esta documentación no se puede conseguir y se enviará al alumno previa solicitud mediante el envío de la ficha del alumno cumplimentada que figura al final de esta guía.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Chernobil y sus consecuencias. Prof. Nuria García Herranz. 1996.
LEWIS, E. E.: *Nuclear Power Reactor Safety.* Ed. John Wiley and Sons. Nueva York, 1977.
THOMPSON, T. J., y BECKERLEY, J. G.: *The technology of nuclear reactor Safety.* Ed. MIT Press (Mass. USA), 1973.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El contenido de la primera prueba presencial abarca las tres primeras unidades didácticas.
El contenido de la segunda prueba presencial abarca las unidades didácticas 4, 5 y 6.

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

D.ª Mercedes Alonso Ramos
Horario: Miércoles 16-20, jueves y viernes 10-14
Consultas telefónicas: 91 398 64 64
Despacho 0.18 de la E.T.S. de Ingenieros Industriales
Correo electrónico: malonso@ind.uned.es
Universidad Nacional de Educación a Distancia
Departamento de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
C/ Juan del Rosal, 12

28040 Madrid

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.