

Proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre, en la Escala Superior del Cuerpo de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, convocado por Resolución del Consejo de Seguridad Nuclear
de 21 de diciembre de 2023 (BOE 26/12/2023)

CUARTO EJERCICIO FASE DE OPOSICIÓN

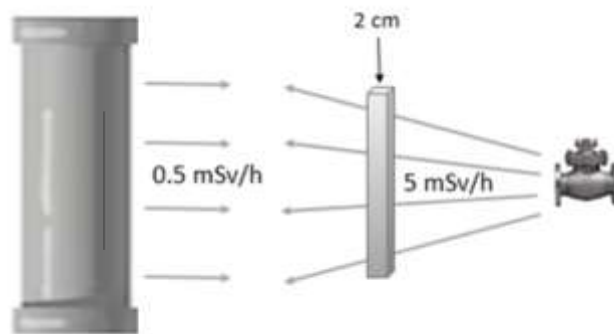
SUPUESTO PRÁCTICO 1

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Supuesto práctico 1

El opositor asumirá que es responsable de protección radiológica de una central nuclear en la que se presentan las dos situaciones operativas que se describen a continuación, a las que deberá dar respuesta:

1. Los niveles de radiación en una zona de trabajo de la central en la que se van a realizar tareas de mantenimiento están influenciados por la proximidad de un circuito activo (que da lugar a una tasa de dosis de 0.5 mSv/h en dicha zona) y por la de una válvula (que da lugar a una tasa de dosis de 5 mSv/h)



- a. Calcular el número de mantas de plomo de 2 cm de espesor con que habría que blindar la válvula para que la tasa de dosis en la zona de trabajo no exceda de 1 mSv/h, asumir que el Co-60 es el único radionucleido que contribuye a la dosis y que la válvula puede asimilarse a una fuente puntual en condiciones de haz estrecho (coeficiente de atenuación lineal para el Co-60 en plomo: $0,679 \text{ cm}^{-1}$)
- b. En base a las hipótesis simplificadoras que se indican a continuación, valorar si la instalación del blindaje de plomo en cada mantenimiento estaría justificada desde el punto de vista del principio de optimización:
 - En las tareas de mantenimiento interviene un operario durante un período de tres horas y media
 - En la colocación de las mantas de plomo intervienen tres trabajadores durante 30 minutos.
 - Durante esos 30 minutos los trabajadores quedan expuestos a los haces de radiación procedentes del circuito activo y de la válvula (sin blindaje). Se supone que la tasa de dosis durante la colocación de las mantas de plomo es la misma que en la zona de trabajo, es decir, que no hay un efecto significativo por la distancia a la válvula
 - El coste de la instalación del blindaje (mano de obra incluida) es de 4000 €.
 - El valor monetario de la dosis colectiva es de 300 €/mSv.persona
- c. A la vista del resultado obtenido ¿Qué decisión tomaría en cuanto a la colocación (o no) del blindaje

Supuesto práctico 1

En un recinto de la central nuclear se produce la rotura de una tubería que provoca el derrame del líquido que por ella circula y genera un denso aerosol. Un trabajador equipado con máscara facial con filtro entra en la zona para tratar de detener la fuga, lo que consigue al cabo de 45 minutos. Por sospecharse de la presencia de isótopos no detectables mediante contador de radiactividad corporal, al trabajador se le equipó con un muestreador portátil de aire (con caudal de 4 l/min), cuyo filtro se midió en el laboratorio de radioquímica resultando en un valor de 2×10^7 cps de Sr-90 (eficiencia de detección 50 %.)

Asumiendo que el factor de protección de la máscara es de 60, hay que calcular (haciendo uso exclusivo de los valores del límite derivado de concentración en aire de Sr-90 para trabajadores expuestos que se presentan en la tabla adjunta), la dosis efectiva comprometida recibida por el trabajador:

TIPO	LDCA (Bq/m ³) 1 μm	LDCA (Bq/m ³) 5 μm
F	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$
S	$6 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^2$

A la vista del resultado que obtenga, se indicarán las acciones adicionales más relevantes que considere necesario adoptar y las lecciones aprendidas que obtiene del suceso

Nota: se considera una tasa de inhalación del hombre estándar de 1.2 m³/h.

Proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre, en la Escala Superior del
Cuerpo de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, convocado por Resolución del Consejo de
Seguridad Nuclear
de 21 de diciembre de 2023 (BOE 26/12/2023)

CUARTO EJERCICIO FASE DE OPOSICIÓN

SUPUESTO PRÁCTICO 2 SEGURIDAD NUCLEAR

Supuesto práctico 2

Considere una central nuclear de agua en ebullición (BWR), de diseño General Electric GE-6, Contención de tipo Mark-III y máxima potencia térmica autorizada de 3237 MWt (correspondiente a una potencia eléctrica de unos 1100 MWe).

El ejercicio se centra en la aplicación de las Especificaciones técnicas de funcionamiento (ETF) del Sistema de control líquido de reserva (*Standby liquid control*, SLC).

De acuerdo con la Instrucción del CSN IS-32, las ETF son un documento oficial de explotación basado en los análisis y evaluaciones recogidos en su Estudio de seguridad, tales que con su cumplimiento se garantiza la operación segura de la central, de conformidad con las hipótesis y objetivos de diseño incluidos en dicho estudio. Las ETF establecen las condiciones de funcionamiento necesarias para evitar situaciones que puedan conducir a accidentes y, en caso de que éstos pudiesen ocurrir, mitigar sus consecuencias.

Las ETF constan de cuatro partes:

- 1) Condición limitativa para la operación (CLO), donde se establecen los requisitos que debe cumplir cada elemento de la central (en este caso, el sistema SLC) para poder considerarse operable
- 2) Aplicabilidad, donde se establecen las condiciones operativas de la central en que la ETF es aplicable
- 3) ACCIONES, donde, para cada condición de la central en la que no se satisface la CLO se establecen las acciones que deben cumplirse como compensación a la condición de incumplimiento de la CLO, así como los plazos para finalizar cada ACCIÓN
- 4) Requisitos de vigilancia (RV), que son las vigilancias periódicas que deben realizarse con resultados satisfactorios para garantizar la operabilidad (en este caso, del sistema SLC), con su correspondiente frecuencia de ejecución

Las ETF se sustentan en las BASES de las ETF, documento donde se resumen los fundamentos técnicos de CLO, aplicabilidad, ACCIONES y RV. Adicionalmente, aportan una base técnica resumida sobre los antecedentes, análisis de seguridad aplicables y documentación de referencia de la ETF correspondiente.

Se adjunta la siguiente documentación:

- Anexo A. Esquema simplificado del sistema SLC
- Anexo B. Diagrama de flujo e instrumentación simplificado del sistema SLC
- Anexo C. ETF del Sistema SLC (ETF 3.1.7)
- Anexo D. BASES de la ETF del Sistema SLC (ETF 3.1.7)
- Anexo E. Tabla 1.1-1 de las ETF, donde se definen las diferentes CONDICIONES DE OPERACIÓN de la central

Mediante la lectura y análisis de esta documentación, el aspirante deberá responder a las siguientes cuestiones.

NOTA. Toda la información necesaria para responder a las cuestiones está contenida en la documentación adjunta. Se recomienda, por tanto, realizar una lectura atenta y reflexiva de dicha documentación.

PARTE I
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Lea atentamente y responda verdadero (V) o falso (F) a cada una de las siguientes frases relativas a las funciones y capacidades del sistema SLC

- a) El sistema SLC garantiza la subcriticidad del reactor
- b) El sistema SLC garantiza la refrigeración del núcleo en caso de accidente, junto con el Sistema de aspersión del núcleo a alta presión (HPCS)
- c) El sistema SLC es un sistema que previene la ocurrencia de un transitorio previsto sin parada de emergencia (ATWS)
- d) El sistema SLC es un sistema mitigador ante la ocurrencia de un transitorio previsto sin parada de emergencia (ATWS)
- e) La actuación conjunta del sistema SLC y de las barras de control garantiza la subcriticidad del reactor en caso de accidente
- f) El sistema SLC consta de dos trenes que inyectan agua borada mediante bombas centrífugas
- g) El sistema SLC se inicia de forma automática cuando se producen síntomas de ocurrencia de un transitorio previsto sin parada de emergencia (ATWS)
- h) El sistema SLC actúa solo en caso de que ninguna de las barras de control haya conseguido insertarse completamente en el núcleo del reactor
- i) El sistema SLC se inicia manualmente de acuerdo con las indicaciones de los Procedimientos de operación de emergencia (POE)
- j) La operabilidad del sistema SLC se basa, entre otros aspectos, en que las condiciones de la solución borada contenida en el tanque de almacenamiento sean adecuadas
- k) La operabilidad del sistema SLC se basa, entre otros aspectos, en la disponibilidad de un camino de flujo del tanque de almacenamiento a la vasija del reactor
- l) La operabilidad del sistema SLC se basa, entre otros aspectos, en la operabilidad de las bombas y válvulas principales del sistema
- m) Para garantizar la operabilidad del sistema SLC es suficiente la operabilidad de uno de los dos trenes de inyección a la vasija
- n) El sistema SLC se ubica dentro del edificio de contención, pero fuera del pozo seco
- o) Es prioritario proteger las válvulas explosivas del sistema SLC para evitar su actuación en caso de un transitorio previsto sin parada de emergencia (ATWS)

PARTE II

FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Responder brevemente y de forma razonada a las siguientes cuestiones

NOTA. La información básica necesaria para responder a estas cuestiones está contenida en las BASES de las ETF 3.1.7

1.
 - a. Según indican las BASES, se requiere una concentración mínima de 810 ppm (partes por millón) de boro natural, elemento absorbente neutrónico, en el núcleo del reactor para garantizar la subcriticidad en las condiciones más desfavorables. Sin embargo, los cálculos de capacidad mínima de inyección del sistema SLC parten de una concentración mínima de 1012,5 ppm, un 25 % superior a 810 ppm. Cite los motivos de este margen de seguridad
 - b. En el tanque de almacenamiento del sistema SLC, la concentración estándar de la solución de pentaborato sódico es de 16 % en peso. Compare este valor con los 1012,5 ppm requeridos en el núcleo del reactor y explique la diferencia entre ambos valores
DATOS
Pentaborato sódico: B_5O_8Na
Masas atómicas (aproximadas): boro: 10,8; hidrógeno: 1,0; oxígeno: 16,0; sodio: 23,0
2.
 - a. ¿Por qué en la figura 3.1.7-2 se establece un límite de mínima temperatura que garantiza la operabilidad del sistema SLC?
 - b. ¿Por qué dicha temperatura depende de la concentración de la solución de pentaborato sódico?
 - c. ¿Por qué debe comprobarse el límite tanto en el tanque como en la línea de aspiración de las bombas?
3. De acuerdo con la ETF 3.1.7, si ambos subsistemas del sistema SLC están inoperables (condición C), debe restablecerse la operabilidad de al menos uno de los subsistemas en un plazo de 8 horas. Si se logra este objetivo (condición B), entonces se dispone de 72 horas para restablecer la operabilidad de ambos subsistemas. Puesto que para garantizar la operabilidad del sistema SLC se requieren operables ambos subsistemas ¿puede explicar por qué con un único subsistema operable se dispone de un plazo mayor antes de llevar la central a parada (condición D)?

PARTE III SITUACIONES OPERATIVAS

Se plantean a continuación cuatro diferentes situaciones operativas en relación con el sistema SLC. Evalúe en cada caso en qué situación se encuentra el sistema en cuanto a cumplimiento de la ETF 3.1.7. Las posibles respuestas son:

- Operable: se cumple la CLO
- No se cumple la CLO. Condición: "A, B, C o D". Acción(es) requerida(s): ...
- No es aplicable la ETF 3.1.7

Incluya una breve explicación en cada caso.

Caso a. Central en operación normal al 100 % de la potencia térmica nominal. Durante la vigilancia mensual se encuentra bloqueada cerrada la válvula 38B

Caso b. Central en proceso de arranque tras una parada de recarga de combustible, con el selector de modos de operación del reactor (SMR) en posición "*Arranque/Espera Caliente (Startup/Hot Standby)*". Durante una vigilancia se encuentra obstruida la válvula de retención 6, impidiendo el flujo en el sentido de la línea de inyección del Sistema de aspersión del núcleo a alta presión (HPCS)

Caso c. Central en operación normal al 70 % de la potencia térmica nominal. Se declara inoperable la bomba del Sistema de aspersión del núcleo a alta presión (HPCS)

Caso d. Central parada, con el selector de modos de operación del reactor (SMR) en posición "*Recarga (Refuel)*", y todos los elementos de combustible cargados en la vasija del reactor. La solución de pentaborato de sodio se encuentra fuera de los límites de la región de Operación Admisible, pero dentro de los Límites de la región de Operación Limitada

PARTE IV REQUISITOS DE VIGILANCIA

Se plantean a continuación dos diferentes situaciones en relación con vigilancias periódicas aplicables al sistema SLC realizadas. Evalúe en cada caso en qué situación se encuentra el sistema en cuanto a cumplimiento de los RV y, en consecuencia, de la ETF 3.1.7. Debe analizarse, en primer lugar, el cumplimiento de los RV aplicables, identificando si alguno de los RV no se cumple. Y en segundo lugar, el cumplimiento de la ETF 3.1.7. Igual que en la parte II, las posibles respuestas son:

- Operable: se cumple la CLO
- No se cumple la CLO. Condición “A, B, C o D”. Acción(es) requerida(s): ...
- No es aplicable la ETF 3.1.7

Incluya una breve explicación en cada caso, tanto del cumplimiento de los RV como de la situación del sistema.

Caso a. Con la central en operación normal al 100 % de la potencia térmica nominal, se obtienen los siguientes resultados como resultado de las vigilancias diarias:

- Concentración de la solución de pentaborato sódico (en peso): 14,0 %
- Volumen de disolución en el depósito de almacenamiento: 17,7 m³
- Temperatura del depósito de almacenamiento: 36,7 °C
- Temperatura en la tubería de aspiración de las bombas: 35,3 °C

Caso b. Con la central en operación normal al 100 % de la potencia térmica nominal, en una vigilancia mensual se encuentra la válvula 25 en posición abierta, estando el resto de válvulas del sistema correctamente alineadas

DOCUMENTACIÓN ENTREGADA

Anexo A. Esquema simplificado del sistema SLC

Anexo B. Diagrama de flujo e instrumentación simplificado del sistema SLC

Anexo C. ETF del Sistema SLC (ETF 3.1.7)

Anexo D. BASES de la ETF del Sistema SLC (ETF 3.1.7)

Anexo E. Tabla 1.1-1 de las ETF, donde se definen las diferentes CONDICIONES DE OPERACIÓN de la central