

Sistemas Operativos

REACCIÓN NUCLEAR

El proyecto consiste en diseñar, implementar y evaluar un programa que de forma automática monitoree y controle el reactor de una central nuclear. Un reactor nuclear se caracteriza por el empleo de combustible nuclear que mediante reacciones nucleares proporciona calor que a través de un ciclo termodinámico convencional produce el movimiento de alternadores que transforman el trabajo mecánico en energía eléctrica[1].

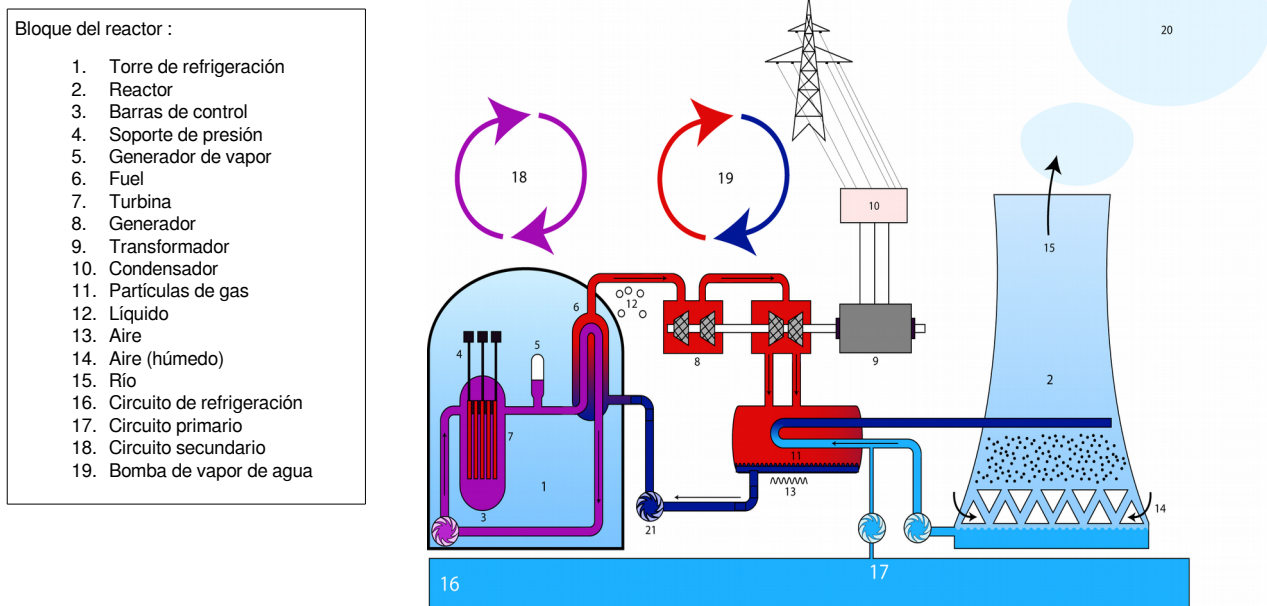


Figura 1. Diseño de una central nuclear con un reactor de agua presurizada [2]

El núcleo de un reactor nuclear consta de un contenedor que alberga bloques de un material aislante de la radio-actividad, relleno de combustible nuclear formado por material fisible (uranio-235 o plutonio-239).

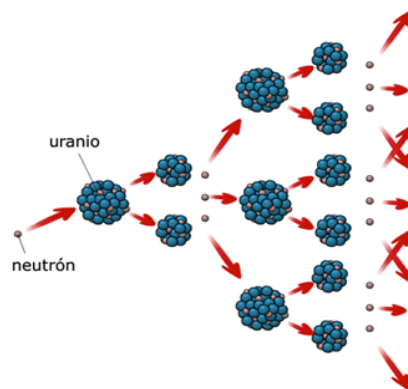


Figura2. Reacción en cadena[3]

Durante la operación del reactor el materia fisionable libera neutrones durante cada evento de fisión. Cada neutrón liberado provoca un nuevo evento de fisión. Es importante mantener la reacción en cadena bajo control. Esto se hace gracias al empleo de elementos auxiliares que absorben el exceso de neutrones. El más importante es el conjunto de barras de control.

El parámetro que se utiliza para medir el estado de la reacción llama factor de multiplicación, k , que se define así:

$$k = \# \text{ eventos de fisión en una generación} / \# \text{ eventos de fisión en la generación previa}$$

Un reactor está en estado crítico si cada evento de fisión genera exactamente un nuevo evento de fisión ($k=1$). Se dice que está en estado sub-crítico si $k < 1$, es decir la reacción en cadena no se puede sostener. Y está en estado super-crítico si $k > 1$, es decir la reacción en cadena crece exponencialmente. Para mantener k cerca de 1, se suben o bajan las barras de control. Estas barras están hechas de un material que absorbe neutrones. Así, al bajarlas el número de neutrones disponibles para la fisión disminuye y al subirlas ocurre lo opuesto.

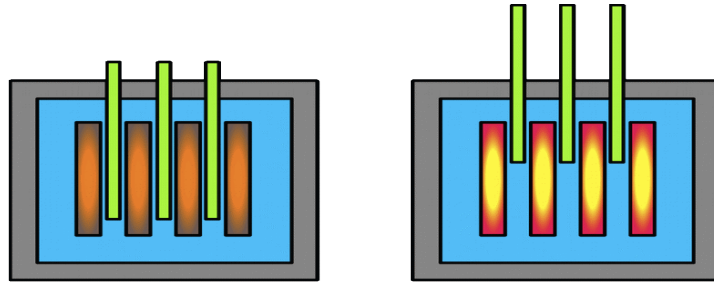


Figura 3: Efecto de las barras de control [4]

El efecto de un barra de control sobre factor de multiplicación depende de la profundidad a la que es sumergida según se ilustra en la siguiente figura:

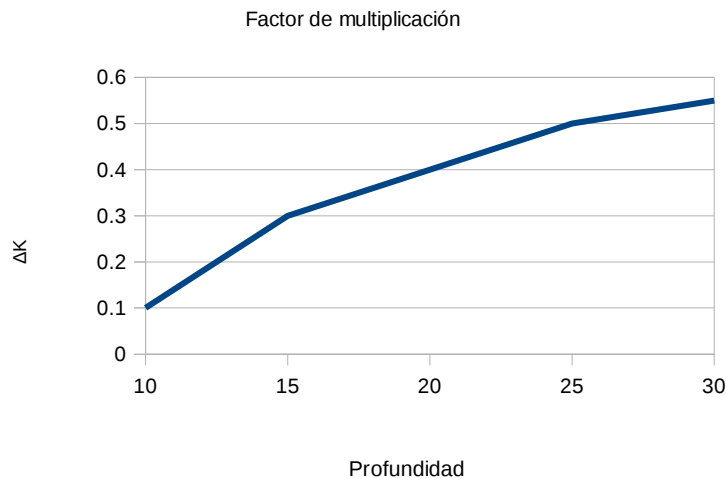


Figura 4: Variación del factor de multiplicación

Cada barra tiene una longitud de 30 cm. A fin de mantener equilibrio en la reacción las barras son colocadas en forma radial. Las barras se mueven en pares, cada una con su barra opuesta. Un pistón independiente controla el ascenso o descenso de cada barra. Este mueve la barra hacia arriba o hacia abajo 10 cm. en cada paso. Un paso del pisto toma t segundos en completarse. Los pistones no pueden detenerse o cambiar la dirección del movimiento durante ese tiempo. Un cambio de dirección del pistón toma t segundos adicionales.

El valor de k , equivale a la suma del valor actual y los aportes de cada barra de control. Un reactor típicamente tiene 16 barras de control. En lo posible, se trata de que todas las barras involucradas en mantener el equilibrio se encuentren a la misma profundidad. Para reducir el tiempo que toma controlar el reactor se trata de mover barras que no se encuentren en movimiento. Si el reactor pasa más de x segundos con un k fuera del rango $[0.5 \ 1.5]$ se apaga u ocurre un explosión termonuclear.

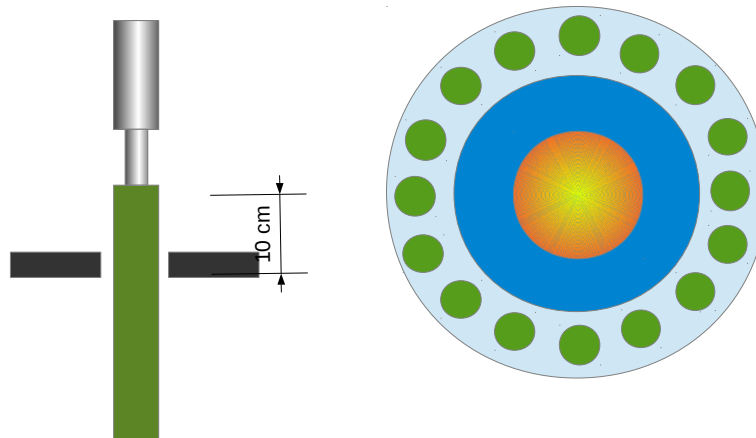


Figura 5: Sistema de control de barras

El proyecto consiste en implementar un sistema multi-hilos concurrente de control de pistones en que reaccione según las variaciones de k producidas durante la operación del reactor. Para evaluar el funcionamiento del sistema un proceso independiente permite al operador ingresar un valor real que se suma al valor actual de k para desestabilizar el reactor. El sistema debe mover los pistones según las reglas discutidas anteriormente, mostrar la posición de cada barra de control, el valor de Δk que resulta del movimiento de las barras de control, el nuevo valor k y el estado de reactor.

Referencias

- [1]http://es.wikipedia.org/wiki/Central_nuclear
- [2]http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear_power_plant-pressurized_water_reactor-PWR.png
- [3]<http://unidades.climantica.org/es/unidades/02/a-enerxia-nuclear/o-funcionamento-das-centrais-nucleares/3>
- [4]http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Control_rods_schematic.svg

Rúbrica

- Lectura de parámetros y variaciones en k . (5ptos.)
- Mostrar la posición de cada pistón según su distribución espacial de cada pistón. (10ptos.)
- Diseño de algoritmo de sincronización de pistones. (20ptos.)
- Uso de múltiples procesos (10ptos)
- Uso óptimo de mecanismos de sincronización y planificación de procesos. (30ptos.)
- Resolución del problema. (20ptos.)
- Uso de múltiples consolas para visualización. (5ptos).

Extras

- Uso de balanceo de carga, afinidad del procesador (5ptos)
- Uso de soft-real time (5ptos)
- Uso de hard-real time (10ptos)