

# Aplicaciones industriales de la tecnología nuclear

*Celso Vargas*

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
celvargas@itcr.ac.cr

Las aplicaciones industriales de la tecnología nuclear son muy diversas a nivel mundial. En Costa Rica se ha comenzado a introducir este tipo de tecnología para evaluar y mejorar diferentes procesos industriales. Estas aplicaciones se clasifican en dos o en tres categorías, según el criterio utilizado. Están los sistemas de control nucleónico, el perfilaje gamma y los radiotrazadores.

## Sistemas de control nucleónico

Estos sistemas aprovechan una de las ventajas que presentan las emisiones nucleares (partículas alfa, partículas beta, rayos gamma y neutrones) y es que se puede cuantificar la atenuación de la energía cuando entran en contacto o atraviesan un medio o material determinado.

Los sistemas de control nucleónico son conceptualmente muy sencillos aunque el componente electrónico y de programación le agrega una gran complejidad. Los elementos básicos de estos sistemas son los siguientes: una fuente que emite partículas o radiaciones, un detector que registra las partículas o radiaciones que alcanzan el detector y un mecanismo para almacenar las cuentas que el detector registra. Este mecanismo puede ser desde una hoja de papel hasta un programa complejo.

La clasificación de los sistemas de control nucleónico depende de los siguientes dos factores: 1) la manera en

que son colocados la fuente y el detector; y 2) el tipo de radiación de interés. Por ejemplo, un sistema de control nucleónico de uso generalizado son los detectores de humo. Estos utilizan una fuente emisora de partículas alfa. Estas partículas se caracterizan porque son fáciles y completamente absorbidas por cualquier material que se interponga entre la fuente y el detector. De esta manera, una fuente está emitiendo periódicamente partículas alfa las cuales son percibidas por el sistema de detección. El humo atenúa completamente la energía de las partículas alfa de manera que dicha partícula no alcanza el detector. Cuando esto ocurre se activa una alarma indicando que un incendio puede estarse originando.

De esta manera, los sistemas de control nucleónico se clasifican en tres categorías:

- 1) Los de transmisión
- 2) Los de activación
- 3) Los de retrodispersión

Los primeros son aquellos en los que entre la fuente y el detector se pueden colocar diferentes materiales, de manera que se puede determinar la diferencia entre las radiaciones registradas sin el material y con el material. Los detectores de humo son un caso de sistemas de control nucleónico de transmisión. Tres aspectos son tomados en consideración a la hora de seleccionar uno de estos sistemas: el factor de transmisión, específico para el material que se desea controlar, el grosor del material y la densidad. De estas tres variables dos son conocidas y la tercera es la que se determina. Así, en el caso de las balanzas nucleares utili-

zadas en la industria del cemento para determinar la cantidad de material que ingresa a los hornos de quemado, son conocidos el factor de transmisión y la densidad, de manera que el grosor, directamente relacionado con el peso, es lo que se determina.

Los segundos, requieren de una fuente con capacidad de activar (volver radiactivos) determinados elementos en el material a evaluar. No existen en nuestro país este tipo de sistemas.

El tercer tipo de sistemas de control nucleónico, los de retrodispersión, utiliza neutrones para llevar determinadas mediciones. Los neutrones tienen la propiedad de que se comportan como bolas de billar y en determinadas condiciones rebotan. Una de estas condiciones se da cuando encuentran algún medio nitrogenado. En estas condiciones, los neutrones rebotan y una fracción de ellos es percibida por el sistema de detección. El arreglo fuente-detector es muy particular ya que ambos se encuentran en la misma posición, es decir, ambos del mismo lado.

Un ejemplo de estos sistemas son los medidores de grosor de asfalto en carreteras. La fuente y el detector se colocan en el asfalto, los neutrones atraviesan el asfalto y una pequeña fracción de neutrones rebota (retrodispersa) y es detectada. Adecuadamente calibrado para las especificaciones de grosor que deben determinar, permite determinar con gran precisión cualquier desviación de esta especificación. De esta manera, se evita tener que tomar muestras físicas del asfalto para su análisis.

## El perfilaje gamma

El perfilaje gamma es un caso particular de los sistemas de transmisión. Sin embargo, por sus particularidades es usualmente considerado como una clase independiente. Los perfilajes permiten la evaluación del funcionamiento de columnas de destilación e intercambiadores de calor, entre otros. Lo importante de este tipo de aplicaciones es que no requiere que la planta esté parada para realizar dicha evaluación; de hecho, no es conveniente que la planta está parada, pues lo que evalúa es el funcionamiento de la columna o del intercambiador.

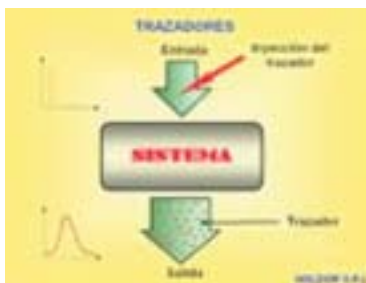


Columnas que son analizadas por medio de perfilaje gamma.

Conociendo el diseño de la columna, por ejemplo, se determinan los tramos que deben ser evaluados y las distancias de cada una de las mediciones. Se coloca en la posición de inicio, de arriba hacia abajo, la fuente en una posición de la columna y el detector en la posición opuesta. Se realiza el conteo por un periodo de tiempo determinado, alrededor de dos minutos, y se desplaza hacia abajo la fuente y el detector según las distancias establecidas y se registra el conteo. De esta manera se puede detectar cualquier variación en la estructura y funcionamiento de la columna. Varios defectos en el funcionamiento de una columna, por ejemplo, pueden ser detectados:

caída de platos, inundaciones, exceso de espuma, bloqueos de líquidos o lodos, etc.

En Costa Rica, la Escuela de Ciencia e Ingeniería de los Materiales del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) ha realizado con éxito perfilajes gamma en columnas de destilación de RECOPE, en Moín, Limón.



Principio general de la aplicación de radiotrazadores.

## Radiotrazadores

Constituye uno de los campos más apasionantes de las aplicaciones de las radiaciones nucleares. Cada caso tiene sus particularidades, de manera que la utilización de un radiotrazador no es un proceso mecánico, sino que tienen que hacerse estudios detallados para conocer las condiciones propias de la aplicación y así seleccionar el trazador apropiado. Como su nombre lo indica, de lo que se trata es de marcar un determinado proceso con un radiotrazador que se comporte como el resto del material que conforma el proceso. La enorme diversidad de los trazadores radiactivos hace que un mismo isótopo radiactivo pueda ser utilizado de muy diversas maneras. Un radiotrazador, entonces, está compuesto de dos componentes principales: un isótopo radiactivo normalmente de vida media muy corta y una solución química apropiada, que permite transportar el isótopo de manera que se comporte de forma similar al material que se está evaluando.

La Escuela de Ciencia e Ingeniería de los Materiales ha utilizado exitosa-

mente radiotrazadores en aplicaciones como las siguientes: 1) Determinación de tiempos de residencia en lagunas de aguas negras. Esto se hace con el fin de determinar la eficiencia del proceso de mezclado y si hay zonas muertas, recirculaciones y otros fenómenos que son frecuentes en este tipo de lagunas. 2) Determinación de tiempos de residencia en atricionadores de purificación de arenas sílicas. Los ingenieros de la planta parten de un tiempo teórico de residencia para cada uno de los atricionadores y que determina la eficiencia en la remoción de impurezas presentes en la arena. Sin embargo, pueden darse diferentes procesos que hacen que la eficiencia de remoción no sea la más apropiada. Por ejemplo, la aparición de zonas muertas debidas al diseño del atricionador o a la velocidad de deposición de la arena, pueden afectar significativamente la eficiencia de remoción. Los radiotrazadores permiten determinar algunos de estos problemas. 3) Determinación de la absorción de boro en madera. Uno de los problemas importantes que presenta el proceso de curado de madera es la determinación de la cantidad de químico que es absorbido por un determinado tipo de madera. Usualmente se utilizan métodos más bien cualitativos. En el laboratorio de maderas del TEC se han realizado experimentos y se ha puesto de manifiesto la fecundidad de utilizar radiotrazadores como un método cuantitativo y no-destructivo.

Costa Rica está dando pasos significativos hacia la diversificación de la utilización de la tecnología nuclear en la industria y, sin duda, pronto veremos un espectro más amplio de aplicaciones.



Fuente de Americio-Berlio utilizada para el análisis de densidades.