

Voltaje de operación del sistema de conteo de trazas nucleares en sólidos

M.L. García, L.L. Quirino, F. Mireles, J.I. Dávila,
J.L. Pinedo, J.F. Lugo, V.E. Vadillo

*Centro Regional de Estudios Nucleares
Universidad Autónoma de Zacatecas
Ciprés 10; Frac. La Peñuela; Zacatecas, Zac. 98068. México
mluisagb@hotmail.com*

Resumen

El sistema de conteo semiautomático basado en chispeo eléctrico y utilizado para la lectura de trazas en detectores de estado sólido es evaluado para obtener su voltaje de conteo, así como también el voltaje de rompimiento del material. En el tratamiento de los detectores de estado sólido se sigue la metodología NTDs, para concluir con el conteo individual de las películas, cuyas gráficas brindan la relación existente entre el voltaje aplicado y el número de trazas. De cada película se obtiene un voltaje de conteo y de rompimiento; finalmente se estima un voltaje promedio de todas ellas.

1. Introducción

La información acerca de la concentración de los isótopos del radón y sus productos de decaimiento en aire y suelo es usada actualmente en todo el mundo para estudios geofísicos (Etiopie y Lombardi, 1994; Etiopie y Martinelli, 2002), dosimétricas y para la evaluación del riesgo a la salud (Franco-Marina *et al.*, 2001; Espinosa *et al.*, 1999; Andersen *et al.*, 2001), ya que gran parte la dosis acumulada en el hombre proviene del ^{222}Rn y sus descendientes al ser inhalados (Nikolaev e Iliæ 1999; Gerken *et al.*, 2000; Friend y Gooding, 2002).

En los últimos años la preocupación acerca de los riesgos a la salud debido a la exposición al radón ha incrementado el interés en su cuantificación, dando lugar al desarrollo de una gran variedad de instrumentos y métodos de medición (George, 1996; Jamil *et al.*, 1997). Entre los instrumentos y métodos de medición se encuentran los detectores de estado sólido como método pasivo (Jamil *et al.*, 1997; Jönsson, 1999). Aunque existen ciertas ventajas y desventajas que deben considerarse, el uso de este tipo de dosímetros es ya establecido desde que se encontró que diferentes materiales son sensibles a partículas cargadas y que el daño que estas producen permanece latente en el material (Jonson, 1993; Amgarou *et al.*, 2001).

Uno de los materiales usado extensamente en mediciones de radón es el Nitrato de Celulosa LR-115 tipo 2, película de 12µm de espesor desprendible de una base de nylon de 100µm (Enge, 1980; Nikolaev e Iliæ 1999). Las películas son utilizadas en dispositivos con diferentes diseños, tratadas y evaluadas con diferentes técnicas de revelado y de conteo (George, 1996; Khan y Qureshi, 1999; Jonson, 1999). Este método permite realizar mediciones simultáneas por periodos de tiempo largos de radón proveniente del suelo y de materiales de construcción; y con el fin de obtener mejores resultados, es necesario calibrar y conocer los parámetros involucrados en el tratamiento de detectores de estado sólido que haya sido elegido (Amgarou *et al.*, 2001; Gericke, 1999).

Como parte de la evaluación del riesgo a la salud debido a la inhalación de radón en el estado de Zacatecas, en el CREN se tiene programado un monitoreo de radón 222 en aire con detectores de estado sólido LR-115 tipo 2 colocados en cámaras abiertas. En el presente trabajo se muestran los resultados de la evaluación del sistema para determinar el voltaje de conteo usado en el tratamiento de los detectores de estado sólido.

2. Materiales y métodos

El método basado en detectores de estado sólido (NTDs) puede resumirse en tres pasos: 1. Exposición a la radiación ionizante. 2. Revelado químico de la traza. 3. Caracterización y lectura de la traza. Después del revelado de las películas, se obtienen perforaciones en el material que pueden ser contadas por medio de chispeo eléctrico (Espinoza 1994). El chispeo eléctrico ocurre cuando se le aplica un voltaje a la película colocada entre dos electrodos, generando un rompimiento en las regiones donde hay una marca. El conteo de las trazas en el material consiste en dos modos de operación: rompimiento y conteo, que ocurren a un voltaje diferente aplicado al detector. El rompimiento consiste en obtener el número máximo de trazas, que no puede ser usado para contarlas; el conteo se hace a un voltaje menor (Nikolaev et al. 2001). Para obtener el voltaje de conteo del sistema se siguió la siguiente metodología.

Se expusieron 20 películas LR-115 de 2x2 cm² durante 3 minutos en una cámara de vacío a una fuente triple de ²⁴¹Am, ²⁴⁴Cm y ²³⁹Pu, de actividad de 150n Ci (5.55 kBq) con un colimador que permitió un flujo perpendicular a la superficie. Sin desprender las películas de sus bases de nylon se revelaron durante 90 min en una solución de NaOH a 2.5 N (10%) a una temperatura constante de 59°C.

Después del revelado las películas se desprenden y se colocan en el contador de chispa para ser evaluadas 5 veces cada una aplicando un voltaje desde 300 a 800 V. Se hace un gráfico de voltaje contra densidad de trazas donde aparecen cinco curvas para cada conteo. En el conteo final se genera una curva donde aparece una meseta en la región 1 (Figura 2) cuando se varia el voltaje, se localizan los extremos y se ubica el punto medio, correspondiente al voltaje de conteo. Al final de la meseta, en la región 2 se encuentra se encuentra el voltaje de rompimiento del material.

3. Resultados y discusión

La Figura 1 muestra las curvas obtenidas en el chispeo de una película LR-115. La serie 1 corresponde a un primer conteo variando el voltaje, puede observarse que las siguientes series se van separando una de la otra hasta que se forma una meseta en la

serie 5. Para cada película se obtuvo una gráfica como esta. En seguida se ubican los puntos extremos V_i y V_f de la meseta en la región 1 de la serie 5 en cada gráfico como en la Figura 2, se utiliza la expresión de punto medio $V_o = (V_i + V_f)/2$ para conocer el voltaje de conteo en cada una de ellas. De los valores obtenidos de cada una se obtuvo un promedio de 592.1 ± 8.7 V. En la región 2 de la Figura 2 se encuentra el voltaje de rompimiento de la película, el promedio del punto medio de dicha región corresponde a 780.6 ± 10.6 V.

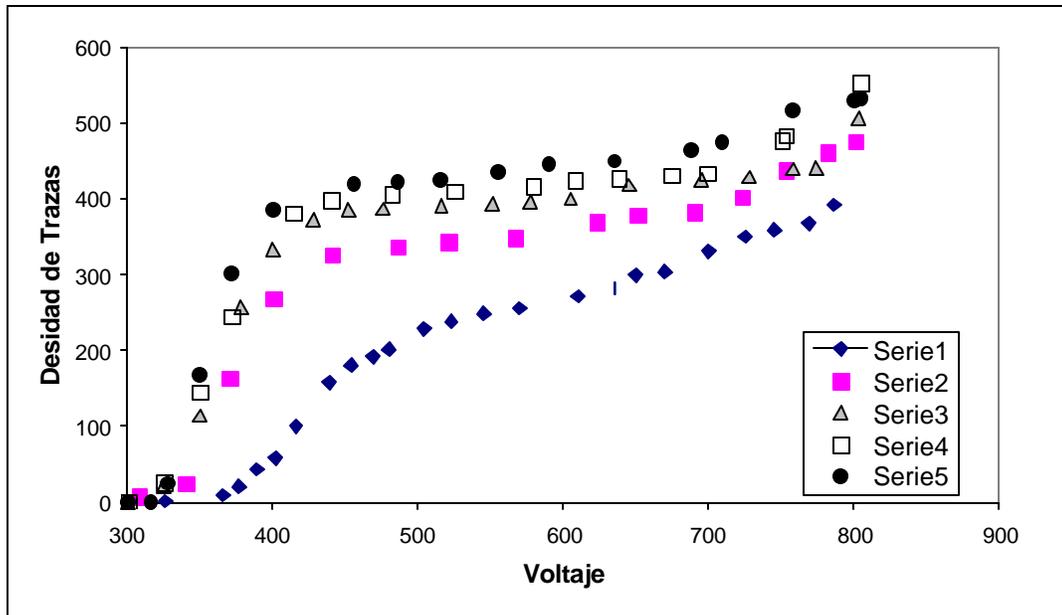


Figura 1. Grafico del chispeo de una película LR-115.

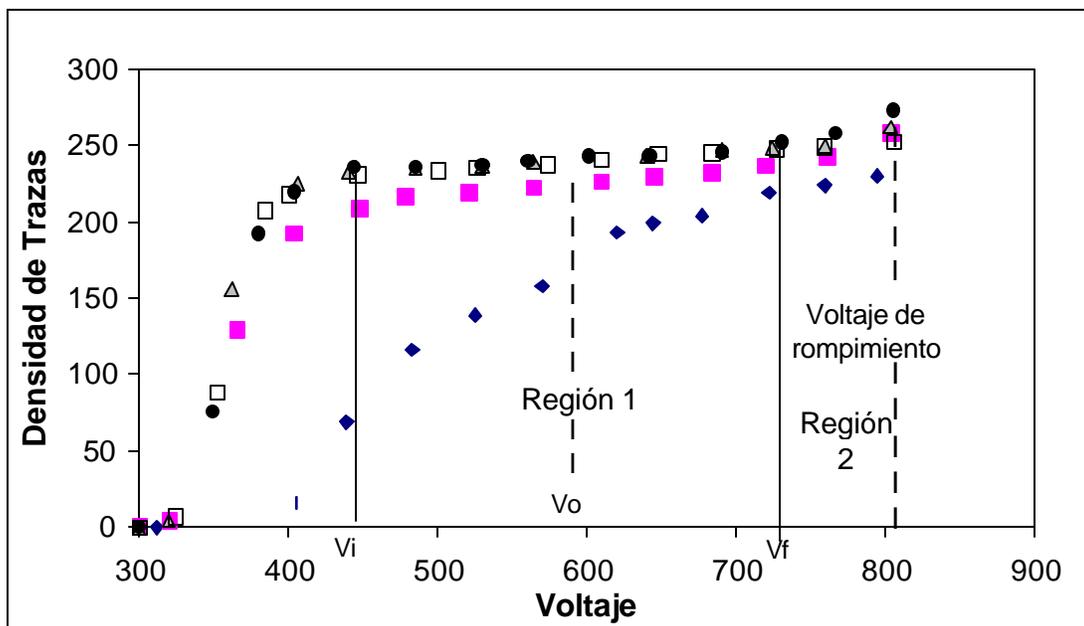


Figura 2. Voltaje de operación del sistema de conteo por chispeo.

4. Conclusión

De los resultados experimentales, en el voltaje de conteo del contador semiautomático por chispeo AISTRAL, se puede determinar que el voltaje de operación del sistema es 600 V, considerando 750 V como voltaje de rompimiento de las películas.

5. Agradecimientos

A Conacyt Sivilla por el apoyo financiero parcial, mediante contrato número 20000402005-1, a la Dirección de Regulación Sanitaria de la SSZ y a IMSS-Solidaridad Zacatecas por el apoyo brindado.

6. Referencias

- Etiopie, G. and Lombardi, S. (1994). Soil gas ^{222}Rn in sedimentary basins in central Italy: its implications in radiation protection zoning. *Rad. Protec. Dosimetry*. 56,231-233.
- Etiopie, G. and Martinelli, G. (2002). Migration of carrier and trace gases in the geosphere: an overview. *Phys. Earth Planet. Interiors*. 129,185-204.
- Franco-Marina, F., Segovia, N., Ruiz, W., Godinez, L., Tavera, L., Lopez, A., Chavez, A., Peña, P. and Ponciano, G. (2001). Short and long term indoor radon survey in México City. *Radiat. Meas.* 34, 545-548.
- Espinosa, G.; Golzarri, J. I.; Rickards, J.; and Gammage, R.B. (1999). Distribution of indoor radon levels in Mexico. *Rad. Meas.* 31: 355-358.
- Espinosa, G. 1994. Trazas nucleares en sólidos. IFUNAM. 1ª edición.
- Andersen, C. E.; Ulbak, K.; Damkjær, Kirkegaard, P. and Gravesen, P. (2001). Mapping indoor radon-222 in Denmark: design and test of the statistical model used in the second nationwide survey. 272, 231-241.
- Gerken, M.; Kreienbrock, L.; Wellman, J.; Kreuzer, M. and Wichmann, H.E. (2000). Models for retrospective quantification of indoor radon exposure in case-control studies. *Health Phys.* 78,268-278.
- Nikolaev, V. A. and Iliæ (1999). Etched track radiometers in radon measurements: a review. *Rad. Meas.* 30,1-13.
- Nikolaev, V. A.; Gromov, A.V. and Vorobiov, I.B. (2001). Automated spark counter of tracks "Aist-2V". Description and Operating instructions. V. G. Khlopin Radium Institute. St.- Petersburg.
- Friend, C.R.L. and Gooding, T.D. (2002). Variations in the concentration of radon in parts of the Ogof Ffynnon Ddu system, Penwyllt, South Wales and estimates of doses to recreational cavers. *J. Environ. Radioactivity*. 58,45-57.
- George, A.C. 1996. State of the art instruments for measuring radon/thoron and their progeny in dwellings-a review. *Health Phys.* 70,451-463.
- Jamil, K.; Al-Ahmady, K.K.; Ali, Safdar.; Qureshi, A.A.; Khan, H.A. (1997). Relative performance of different types of passive dosimeters employing solid state nuclear track detectors. *Health Phys.* 73,629-632.
- Jönsson, G. (1999). Experience from using plastic film in radon measurement. *Radiat. Meas.* 31, 265-270.

- Jönsson, G. (1993). Statistics and error considerations at the application of SSNTD-technique in radon measurements. Nucl. Tracks Radiat. Meas. 22,347-349.
- Amgarou, K.; Font, Ll.; Albarracín, D.; Domingo, C.; Fernández, F. and Baixeras, C. (2001). Semi-automatic evaluation system for nuclear track detectors applied to radon measurements. Rad. Meas. 33,203-209.
- Enge (1980). Introduction to plastic nuclear Track detectors. Nucl. Tracks. 4,283-308.
- Khan, H.A. and Qureshi, I.E. (1999). SSNTD applications in science and technology – a brief review. Rad. Meas. 31,25-36.
- Gericke, C., Ghose, R., Jonson, G., Freyer, K., Treutker, H.-C. And Enge, W. (1999). The calibration of the solid state nuclear track detector LR 115 for radon measurements. Radiat. Meas. 31, 363-366.