

Tobías Guerrero¹³

Juan M. Ronchetti¹³

Mauricio Grasso²³

Juan E. Alarcón³

Daniel S. Estrzyk³

Sebastián Verrastro¹

¹Depto. de Ingeniería Electrónica, UTN FRBA ²Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, UADE

³Gerencia de Instrumentación y Control, CNEA

guerrero@frba.utn.edu.ar

jronchetti@frba.utn.edu.ar

Introducción

Los SPND (Self Powered Neutron Detector) son detectores de neutrones que generan en su salida una corriente proporcional al flujo de neutrones que los atraviesa. Esta corriente se puede generar por decaimiento beta o gamma [1], se encuentra en el orden de los picoamperes, y está determinada por la sensibilidad del detector (S_v). En este trabajo se trató con un SPND de vanadio, cuyo modelo lineal de decaimiento ha sido estudiado [2], llegando al modelo de transferencia en el dominio de Laplace.

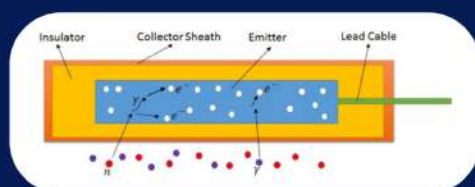


Figura 1: SPND, vista en corte.

Presenta un polo lento causante de un tiempo de respuesta lento, arribando a su valor de saturación en alrededor de 1500 segundos.

$$H(s) = \frac{I(s)}{\Phi(s)} = S_v \frac{s + \frac{1}{26}}{s + \frac{1}{313}}$$

Objetivo

Diseñar y ensayar un equipo electrónico capaz de medir corrientes en el orden de los picoamperes provenientes de un detector de neutrones autoenergizado de vanadio y compensar dinámicamente la respuesta lenta para obtener una estimación rápida del flujo neutrónico.

Metodología

La metodología aplicada consistió en dividir el trabajo en tres ejes principales:

1. Se realizó un ensayo en el reactor argentino RA-3 para caracterizar el SPND: obtener su sensibilidad y verificar su transferencia. Para ello también se midió el flujo con un SPND patrón de rodio, y se compararon los errores.
2. Obtenida la sensibilidad, se diseñó un circuito analógico de amplificación de transimpedancia capaz de transferir la corriente de entrada a una tensión en el rango de 0 a -2V.
3. Se diseñó un filtro digital de compensación dinámica para mejorar el tiempo de respuesta del detector. El filtro anula el polo lento e introduce uno más rápido según el factor de compensación establecido. La implementación se realizó sobre una FPGA.

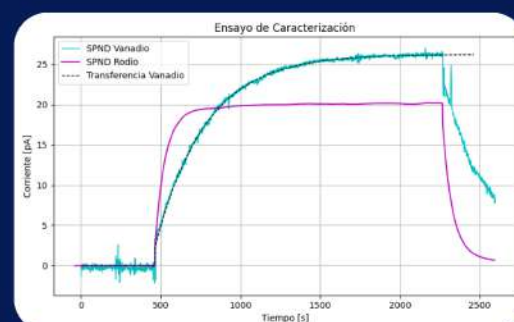


Figura 2: corriente en función del tiempo en el ensayo de caracterización.

Resultados

Concluido el diseño del equipo, se realizó un segundo ensayo en el RA3 para verificar el funcionamiento en su totalidad. En la figura 4 se observan los resultados.

Es posible obtener las siguientes conclusiones:

- El flujo medido por el equipo diseñado se desvía menos de un 5% respecto del medido por el patrón de rodio y el electrómetro calibrado, cumpliendo con el objetivo planteado en la etapa de diseño. Este desvío puede atribuirse a errores sistemáticos o de ajuste de las etapas analógicas.
- El sistema de adquisición en su totalidad es capaz de medir una corriente en el orden de los picoamperes con bajo ruido y una buena resolución.
- La compensación dinámica permitió obtener una respuesta 6 veces más rápida que la natural del vanadio, la cual es posible mejorar aún más ajustando los parámetros del filtro compensador.



Figura 3: equipo diseñado.

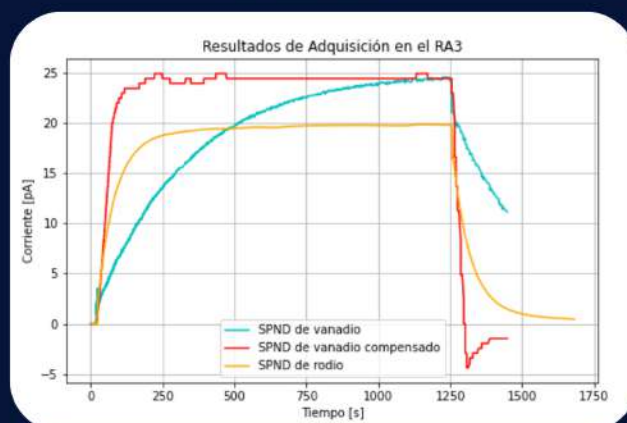


Figura 4: corriente en función del tiempo en el ensayo final.

[1] G. F. Knoll, "Radiation detection and measurement," John Wiley & Sons, Inc., 2010.

[2] K. Srinivasarengan, L. Mulyam, M. N. Belur, et al., 2012 American Control Conference, IEEE, 2012, ISBN: 9781457710964.