

Proyecto Escaramujo Guatemala: Caracterización y calibración de las placas centelladoras

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas
Laboratorio de Instrumentación

Lilian García

Andrés Valle

6 de mayo de 2016

Resumen

El Proyecto Escaramujo consiste en tres placas centelladoras con fotomultiplicadores de silicio acoplados, conectadas a una tarjeta de adquisición. En este informe se detallan los procedimientos realizados para caracterizar y calibrar el equipo.

1. Objetivos

- * Fijar los voltajes de umbral de cada diodo.
- * Fijar el voltaje de polarización de cada diodo.
- * Determinar la eficiencia de las placas.

2. Voltajes de polarización y umbral para la máxima eficiencia

Para seleccionar el voltaje de polarización (V_p) de la *SiPM* y el voltaje umbral (Tl) del *biasT* se buscó una combinación de ambos que dieran la máxima eficiencia en un arreglo de centelladores.

Las placas centelladoras se colocaron una sobre otra, nombrando a cada una *A*, *B*, *C*; quedando la placa *B* al medio. Lo que se busca es medir la eficiencia de

la placa del medio. Para esto, se configura la tarjeta de adquisición para registrar eventos con al menos dos coincidencias.

Luego se selecciona el voltaje umbral más bajo (10 mV) y un voltaje de polarización para cada placa. En la primera medición se utilizó un V_p como sigue: $V_{pA} = 30.5$ V, $V_{pB} = 28.0$ V y $V_{pC} = 30.5$ V.

Luego de ajustar los parámetros anteriormente descritos, se tomó datos por un tiempo aproximado de 5 minutos. Al terminar el tiempo, se aumenta en 10 mV el voltaje umbral ; con los mismos valores de V_p se hace, de nuevo, la medición por 5 minutos, hasta llegar a voltaje umbral de 100 mV. Cuando se finaliza con todos los valores de Tl , se aumenta el V_p de la placa B en 0.2V y se vuelve a tomar datos para cada voltaje umbral. Se repite lo anterior hasta llegar a $V_p = 30.4$ V.

2.1. Procesamiento de los datos

Al tener todos gupos de datos de V_p vs. Tl se calcula la eficiencia de la placa B (al medio del arreglo). Esto se hace a través de un script en *ROOT*. El objetivo del script es contar todos los eventos que detectan las tres placas, si y sólo si, hay eventos en las placas de los extremos.

Lo que se hace es asumir que si existe un evento detectado en las placas de los extremos, ese mismo evento fue detectado por la placa del medio. Así, cuando hay eventos simultáneos en las placas A y C (para este caso particular) se espera que haya eventos simultáneos en una de los extremos y en la del medio (A y B , por ejemplo). De esta manera, se espera que el cociente entre el número detectado por las tres placas y la placa del centro sea un valor cercano a la unidad.

A partir de la curva de voltaje de polarización contra voltaje umbral (*threshold*), que se muestra en figura 1, se determinó que la combinación de voltaje umbral y de polarización que eson más convenientes son $Tl = 10$ mV y $V_p > 29.6$ V.

2.2. Correcciones

Al medir el voltaje de polarización de cada *SiPM* se retiraba el cable *BNC* del diodo, luego se media la diferencia de potencial entre las conexiones de la placa *biasT*. Sin embargo, estas mediciones no tomaban en cuenta la caída de potencial asociada a la resistencia de carga del diodo. Al medir los voltajes de polarización con los diodos conectados a la placa del *biasT*, se observaron voltajes significativamente menores (alrededor de 0.2 V). Se decidió, entonces, repetir la curva de eficiencia para la placa B . No obstante se observó que los voltajes de polarización mostraban variaciones al final de cada corrida (alrededor de 0.1 V) y que dichas variaciones parecían estar relacionadas con la temperatura.

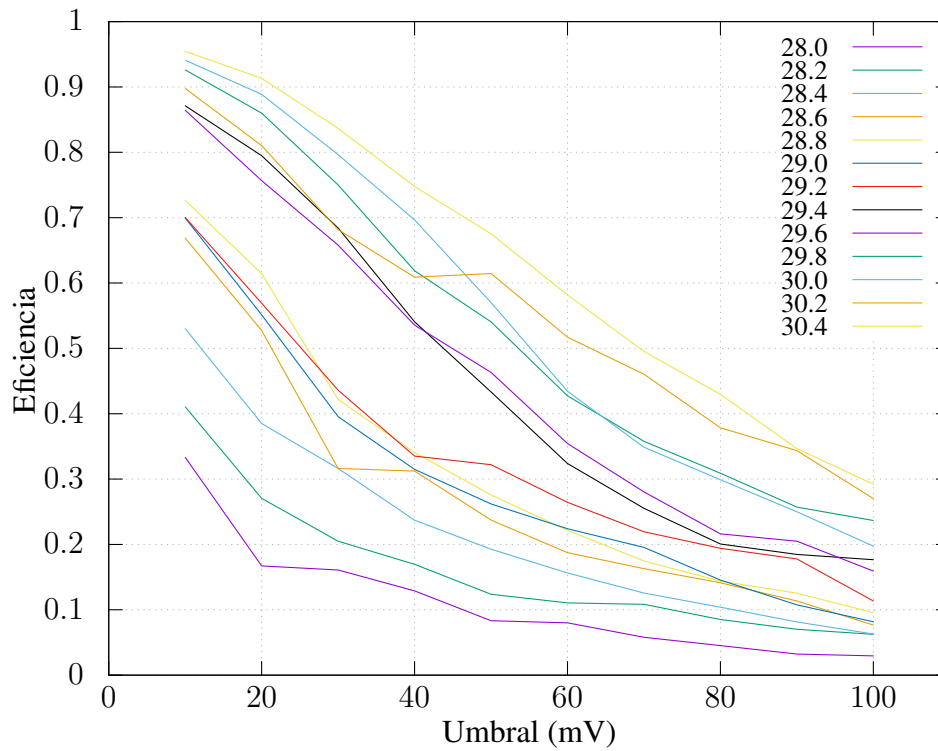


Figura 1: Eficiencia de placa *B* en función del umbral, por voltaje de polarización.

El manual del fabricante de los *SiPM* especifica que la variación típica del voltaje de ruptura del diodo es de $21.5 \text{ mV } ^\circ\text{C}^{-1}$ y la dependencia de la ganancia con respecto a la temperatura es $-0.8 \% ^\circ\text{C}^{-1}$, por lo que la temperatura sí influye en las mediciones del diodo. Para reducir el efecto de la temperatura se cubrió con una capa de papel y cinta eléctrica la unión de los *SiPM* con las placas. Al aislar los diodos de esta forma se redujo la variación en el voltaje de polarización (ahora aproximadamente 0.01 V).

Con los voltajes ya estables, se separaron las placas y se fijó el voltaje umbral (Tl) en 10 mV para los tres diodos. Luego se midió la tasa de conteos para distintos valores del voltaje de polarización. Los resultados de esta medición se muestran en la figura 2, donde la región del “valle” para las tres placas está entre los 28.5 V - 29.0 V . Se decidió, entonces, fijar el voltaje de polarización de todos los diodos en 28.75 V .

Estando las placas separadas y el voltaje de polarización fijo en 28.75 V , se midieron las tasas de conteo de cada placa para distintos valores del voltaje umbral (Tl). Se buscó valores del voltaje umbral tales que todas las placas tuvieran la misma tasa de conteos. Al realizar las mediciones se observó que la placa *B* presentaba una tasa considerablemente más baja que el resto. Tras revisar que el diodo estu-

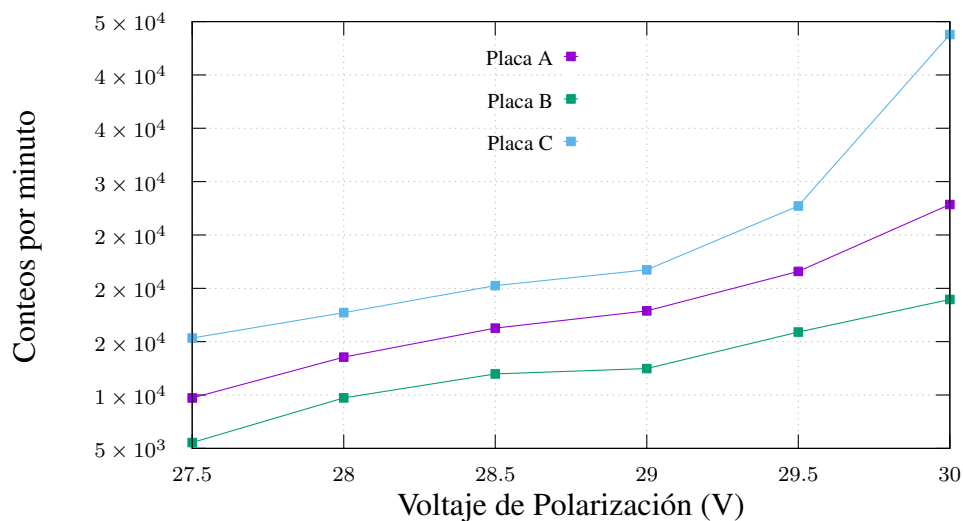


Figura 2: Tasa de conteos por minuto en función del voltaje de polarización.

viera bien acoplado y que no existieran brechas en el aislante, hubo un pequeño incremento en la tasa de conteos de la placa *B*; aunque ésta sigue teniendo la tasa más baja.

Luego, se midieron tasas de conteos para cada placa de manera independiente. Se fijaron los voltajes umbral de manera que los diodos tuvieran la misma tasa. Se obtuvieron los valores de $Tl_A = 24 \text{ mV}$, $Tl_B = 10 \text{ mV}$ y $Tl_C = 30 \text{ mV}$. Tras una semana de mediciones se observó que los cambios en la temperatura no afectaron signitivamente los conteos; no obstante, las pruebas con fuentes radiactivas e imanes aumentaron drásticamente los conteos.

2.2.1. Valores finales

Para reducir el efecto de agentes externos, se hicieron aislantes con duroport y papel aluminio para cada placa separada y para la configuración de las placas apliladas. Tras realizar más mediciones de tasas con las placas separadas y aisladas, los voltajes de umbral se modificaron hasta para tener la misma tasa en las tres placas. Con los aislantes instalados y las placas apliladas, se midió nuevamente la eficiencia de cada una. Al realizar todas las combinaciones se obtuvieron los valores presentados en el cuadro 1.

Cuadro 1: Valores finales de la calibración de los *SiPm*.

Placa	Threshold (mV)	Eficiencia
A	53	0.8705
B	10	0.9659
C	38	0.9336

3. Recomendaciones

- Debe tenerse en cuenta que aunque las placas *A* y *C* tienen una mayor tasa de conteos resultan ser menos eficientes que la placa *B*.
- Procurar colocar las placas en un lugar donde pueda minimizarse o eliminarse completamente las interferencias. Es preferible utilizar un aislante para que los efectos de dichas interferencias sean casi imperceptibles.
- Aislar las conexiones de los SiPM, de esta forma los cambios de temperatura no afectarán los resultados de las mediciones.