

Sensibilidad a los efectos de bajo ritmo de irradiación (*LDRE*) de la electrónica de lectura del experimento ATLAS-SCT.

M. Ullán¹, D. Dorfan², T. Dubbs², A. A. Grillo², E. Spencer², A. Seiden², H. Spieler³, M. Gilchriese³, M. Lozano¹, C. Martínez¹.

¹ Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB), CNM-CSIC, Campus UAB, E-08193 Bellaterra, Barcelona.

² Santa Cruz Institute for Particle Physics (SCIPP), University of California at Santa Cruz, CA 95064, USA.

³ Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), University of California at Berkeley, California 94720, USA.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca dentro de los estudios de la resistencia a la radiación de los circuitos integrados diseñados para la lectura y preprocesado inmediatos de las señales procedentes de los detectores de silicio del experimento ATLAS-SCT del LHC en el CERN. Debido a las altas exigencias de procesado, principalmente la rapidez necesaria y el gran volumen de información inicial, estos circuitos integrados deben estar situados muy cerca de los mismos detectores y, por lo tanto, sometidos a los mismos niveles de radiación que ellos. Esto hace que sea necesario estudiar su resistencia a la radiación antes de que sean colocados en sistema final.

Una de las principales causas de deterioro de los circuitos integrados sometidos a radiación es la radiación ionizante. Los efectos de la radiación ionizante han sido ampliamente estudiados tanto para los transistores MOS como para los bipolares. Sin embargo, en los últimos años unos nuevos efectos han sido identificados en la degradación de los transistores bipolares sometidos a radiación ionizante. Estos son los llamados efectos de bajo ritmo de irradiación (*Low Dose Rate Effects*, *LDRE*) consistentes en la aparición de una mayor degradación en los transistores que se irradian a ritmo lento respecto a aquellos que se irradian a ritmos más altos, siempre para la misma dosis total.

Estos efectos pueden ser muy perjudiciales en los estudios de la resistencia a la radiación de circuitos que contengan transistores bipolares, ya que normalmente dichos estudios se realizan a ritmos de irradiación más altos que los presentes en el caso real con objeto de acelerar el proceso, con el riesgo de subestimar el daño real de los dispositivos.

En el trabajo que se presenta se estudia precisamente la sensibilidad frente a estos efectos de bajo ritmo de irradiación de los transistores bipolares empleados en la fabricación de los circuitos integrados a utilizar en el experimento ATLAS-SCT.

II. PLAN DE MEDIDA

La estrategia empleada para comprobar la sensibilidad de esta tecnología frente a *LDRE* y en caso positivo medir su magnitud consiste en los siguientes pasos:

1) Experimento 0: Se evalúa la sensibilidad de la tecnología a los *LDRE* para un rango amplio de ritmos de irradiación y hasta una dosis total alcanzable en tiempos razonables.

2) Experimento A: Se comprueba que los resultados obtenidos en el experimento 0 son válidos para la dosis total del experimento real.

3) Experimento B: Se realizan irradiaciones a alto ritmo de irradiación y a diferentes temperaturas con objeto de encontrar la temperatura que mejor emule los *LDRE*.

4) Experimento C: Se realizan test acelerados sobre los circuitos integrados irradiando a alto ritmo y a la temperatura óptima encontrada en el experimento B, aplicando una sobreexposición si es necesario.

III. RESULTADOS

En la Figura 1 se pueden ver los resultados del Experimento 0 donde se muestra la degradación de la ganancia en corriente en emisor común (beta) de los transistores bipolares para diferentes ritmos de irradiación, todos ellos para una dosis total de 1 Mrad(SiO₂). Se puede observar que no aparecen LDRE para un rango muy amplio de ritmos de irradiación y llegando a ritmos tan bajos como 0.05 rads(SiO₂)/s.

Este resultado queda corroborado con el Experimento A, en el que se realizan diferentes irradiaciones a diferentes ritmos de irradiación, pero, esta vez, hasta la dosis total de interés de 10 Mrads(SiO₂), y tomando medidas intermedias. Los resultados de este experimento pueden observarse en la Figura 2, donde se aprecia que no existen diferencias apreciables en la degradación de la ganancia de los transistores para irradiaciones realizadas a 0.05 (rojo), 1.24 (azul) y 112 rads(SiO₂)/s (negro), para todo el rango de dosis hasta 10 Mrad(SiO₂).

La no existencia de efectos de bajo ritmo de irradiación para esta tecnología hace innecesaria la aplicación de test acelerados en los circuitos integrados, por lo que no se precisa la realización del Experimento B del plan de medida. Los test de la degradación de los circuitos integrados pueden realizarse simplemente aplicando altos ritmos de irradiación.

IV. CONCLUSIONES

Se ha estudiado la sensibilidad a los efectos de bajo ritmo de irradiación de los transistores bipolares empleados en la electrónica de lectura del experimento ATLAS-SCT del CERN, observándose que estos transistores no sufren tales efectos al menos hasta los valores de dosis y ritmo de radiación de interés en el experimento.

Estos resultados son importantes en el marco del estudio de la resistencia a la radiación de los circuitos integrados diseñados para la lectura de los detectores del experimento ATLAS-SCT, ya que el hecho de que quede confirmado que los transistores bipolares empleados no sufran los efectos de bajo ritmo de irradiación permite que se puedan realizar experimentos a altos ritmos de irradiación reduciendo el tiempo de dichos experimentos y ahorrando complicados estudios utilizando test acelerados por temperatura como se tendría que hacer en caso de existir tales efectos.

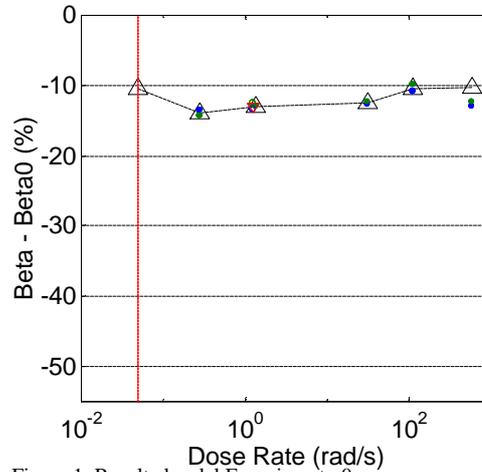


Figura 1. Resultados del Experimento 0.

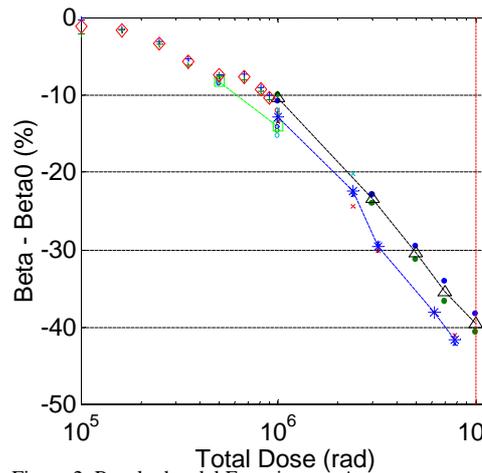


Figura 2. Resultados del Experimento A.