

Análisis de integridad del desarrollo de un acelerómetro óptico de silicio con un encapsulado cerámico

Integrity analysis of the development of a Silicon Optical Accelerometer with a ceramic encapsulation

ING. DANIEL RIVERA ROJO^{a*}, DR. JOSÉ MIRELES JR.^a , DR. ABIMAELE JIMÉNEZ PÉREZ^a 

^aMaestría en Ingeniería Eléctrica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: daniel.riojo.95@gmail.com

N.º de resumen 9CP25-7	Formato Ponencia
Tema Microelectrónica	Presentador Daniel Rivera Rojo
Fecha de la presentación Mayo 20, 2025	Estatus Estudio terminado

Resumen

En este trabajo se analizó el comportamiento electromagnético de un sensor óptico tipo acelerómetro encapsulado, expuesto al campo magnético variable generado por un transformador de potencia. El objetivo fue comparar el impacto que tiene el uso de dos materiales de encapsulado cobre conductor y cerámica aislante sobre la integridad del campo magnético, la generación de corrientes de Eddy, el calentamiento interno y las posibles vibraciones inducidas. Mediante simulaciones en ANSYS Maxwell en configuración 2D, se modeló una bobina con 400 espiras y una corriente alterna de 150 A, en 60 Hz, obteniendo un campo magnético máximo de aproximadamente 1.063 T, dentro del rango operativo realista de transformadores. En el encapsulado de cobre, se registró una densidad de corriente inducida de 6×10^8 A/m², la cual generó una potencia disipada estimada de 369 W en un volumen de apenas 0.00362 in³, indicando un riesgo térmico extremo. Además, se estimó una fuerza de Lorentz de 38.4 N, equivalente a una aceleración teórica superior a 72,000 m/s², lo que sugiere la posibilidad de vibraciones mecánicas perjudiciales en el encapsulado. En contraste, el encapsulado cerámico, debido a su carácter aislante, no presentó corrientes de Eddy ni calentamiento significativo y perturbó el campo magnético en menos de un 0.2 %, manteniendo su integridad y estabilidad. Los resultados validan el uso de materiales cerámicos como encapsulado preferente para sensores ubicados en ambientes de alta dinámica electromagnética, reduciendo riesgos térmicos, interferencias electromecánicas y degradación del sensor.

Palabras clave: encapsulado; campo magnético; corrientes de Eddy; calentamiento; vibraciones mecánicas.

Abstract

This work analyzes the electromagnetic behavior of an optically based accelerometer sensor encapsulated and exposed to the alternating magnetic field generated by a power transformer. The objective was to compare the effects of using two different encapsulation materials conductive copper and insulating ceramic on the preservation of the magnetic field, the generation of eddy currents, internal heating, and possible induced mechanical vibrations. Using 2D simulations in ANSYS Maxwell, a coil with 400 turns carrying 150 A of alternating current at 60 Hz was modeled, producing a maximum magnetic field of approximately 1.063 T, consistent with realistic transformer operation. In the copper-encapsulated case, a maximum current density of 6×10^8 A/m² was recorded, resulting in an



estimated 369 W of power dissipation within a volume of only 0.00362 in^3 , indicating a severe thermal risk. Additionally, a Lorentz force of 38.4 N was estimated, corresponding to a theoretical acceleration exceeding $72,000 \text{ m/s}^2$, which suggests the potential for harmful mechanical vibrations within the encapsulation. In contrast, the ceramic encapsulation due to its insulating properties showed no significant eddy current formation or thermal buildup and disturbed the surrounding magnetic field by less than 0.2%, thus preserving its integrity and stability. These results validate the use of ceramic encapsulation as a superior solution for sensors operating in high electromagnetic interference environments, minimizing thermal risks, electromagnetic disturbances, and sensor degradation.

Keywords: encapsulation; magnetic field; Eddy currents; heating; mechanical vibrations.

Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Financiamiento

SECIHTI.

Conflictos de interés

Sin conflicto de interés