

Validación y Verificación de la Unidad de Medida Inercial para un lanzador espacial

Autor: Daniel Esteban Pérez Gómez
Tutores: Roberto Rodríguez Sarmiento
Aday García del Toro

Trabajo Fin de Titulación
Curso 2023-2024

INTRODUCCIÓN

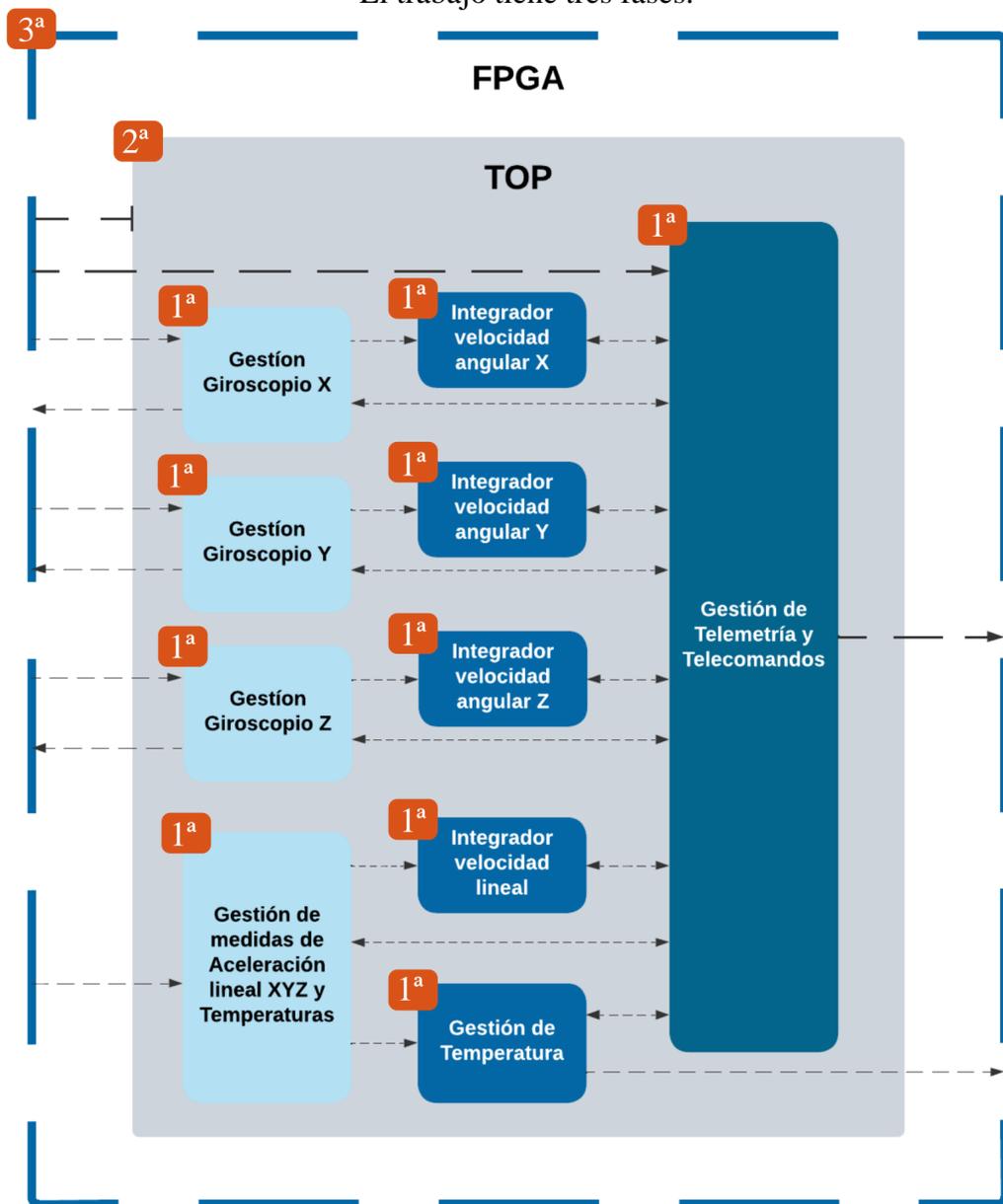
Este TFT se centra en la validación y verificación del firmware de la FPGA de una Unidad de Medida Inercial (IMU) para un lanzador espacial, con el objetivo de comprobar que cumple con los requisitos funcionales y de rendimiento antes de su integración en hardware real, cumpliendo con los estándares de la Agencia Espacial Europea (ESA). El proyecto es una colaboración entre el Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada (IUMA) de la ULPGC y Sener Aeroespacial, S.A.

CONCEPTOS IMPORTANTES

IMU (Inertial Measurement Unit) es un dispositivo electrónico que mide su velocidad lineal y angular. Son esenciales para la estabilidad y control de vuelo de aviones y cohetes.

FPGA (Field Programmable Gate Array) es un tipo de circuito integrado en el que se pueden programar sus conexiones internas personalizando sus funcionalidades.

El trabajo tiene tres fases.



1ª El objetivo de la **verificación a nivel de módulo** es comprobar que cada uno por separado cumpla con sus requisitos.

Por ejemplo, para el **módulo de gestión de telemetría y telecomandos**, el requisito RM-5, especifica como tiene que ser la trama de datos de la telemetría, se comprueba por inspección visual de la forma de onda como resultado de una simulación del módulo.

Utilizando diversas técnicas, se comprueban todos los requisitos que definen el comportamiento de cada módulo por separado en un entorno de simulación.

2ª El objetivo de la **verificación a nivel TOP** es comprobar que todo el código de la IMU, después de haber unido todos los módulos, cumple con sus requisitos.

En esta fase, se emplea un modelo en Matlab que compara los resultados de la simulación con los de un gemelo digital que emula el comportamiento esperado del diseño TOP. Como resultado se generan figuras de comprobación, por ejemplo, la siguiente de velocidad angular del eje X.

3ª El objetivo de la **validación** es comprobar que todo el código de la IMU, después de haberse programado en la **FPGA física** cumple con sus requisitos.

Para poder comprobar los requisitos en la FPGA, se crea un **banco de pruebas** capaz de alimentarla con señales adecuadas y registrar en tiempo real la respuesta del sistema ante distintas condiciones de funcionamiento.

Se utiliza la misma herramienta de comprobación automática usada para las verificaciones a nivel TOP obteniendo también resultados satisfactorios.

