



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad de Ciencias

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Sistema de adquisición rápida de datos para
redes de Gigabit Ethernet basada en SoC
(System-on-Chip)**

Alumno: Francisco García Cardenete

Grado: Ingeniería Electrónica Industrial

Tutor: Antonio Francisco Díaz García

Convocatoria: Ordinaria 2025

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado presenta el desarrollo de un sistema de adquisición rápida de datos en tiempo real mediante el uso de una plataforma basada en el SoC Zynq XC7Z020 y la placa PYNQ-Z1. El sistema está orientado al procesamiento de datos entrantes por UDP, su paso por la lógica programable del SoC (incluyendo un preprocesador basado en el conversor AXI4-Stream Data Width Converter), y el reenvío en tiempo real a un servidor mediante el protocolo MQTT. Como capa de visualización y prueba se ha utilizado Node-RED, permitiendo representar los datos recibidos en tiempo real de forma robusta y flexible.

El diseño completo ha sido implementado en Vivado 2024.1 y verificado con scripts en Python ejecutados desde Jupyter Notebook sobre la PYNQ-Z1. La solución permite recibir paquetes UDP de hasta 64 KB, fragmentarlos en múltiples transferencias DMA, procesarlos parcialmente y enviarlos con mínima latencia hacia una plataforma de análisis. Se ha verificado la solidez del sistema con múltiples pruebas de estrés, incluyendo recepción constante de datos aleatorios y transmisión ininterrumpida por MQTT.

El trabajo demuestra la viabilidad de implementar un sistema eficiente de adquisición de datos para aplicaciones embebidas de bajo coste, combinando hardware reconfigurable con herramientas modernas de visualización y transmisión en red.

Palabras clave: SoC Zynq, PYNQ-Z1, AXI4-Stream, Vivado, DMA, UDP, MQTT, Node-RED, adquisición de datos, procesamiento en tiempo real.

Abstract

This Final Degree Project presents the development of a high-speed data acquisition system in real time using a platform based on the SoC Zynq XC7Z020 and the PYNQ-Z1 board. The system is oriented to the processing of incoming data via UDP, passing through the programmable logic of the SoC (including a preprocessor based on the AXI4-Stream Data Width Converter), and real-time forwarding to a server using the MQTT protocol. As a visualization and testing layer, Node-RED was used, allowing robust and flexible real-time data representation.

The complete design has been implemented in Vivado 2024.1 and verified with Python scripts running on Jupyter Notebook over the PYNQ-Z1. The solution can receive UDP packets of up to 64 KB, fragment them into multiple DMA transfers, partially process them, and send them with minimal latency to an analysis platform. The robustness of the system has been verified with stress tests, including continuous reception of random data and uninterrupted MQTT transmission.

The work demonstrates the feasibility of implementing an efficient data acquisition system for low-cost embedded applications, combining reconfigurable hardware with modern visualization and network transmission tools. **Keywords:** Zynq SoC, PYNQ-Z1,

AXI4-Stream, Vivado, DMA, UDP, MQTT, Node-RED, data acquisition, real-time processing.