

Desarrollo de una plataforma *software* empotrada basada en SoC FPGA Zynq para aplicaciones de Astrofísica

David Miranda Guillén <dmiranda@iuma.ulpgc.es>

Pedro Pérez Carballo <carballo@iuma.ulpgc.es>

Diciembre 2022

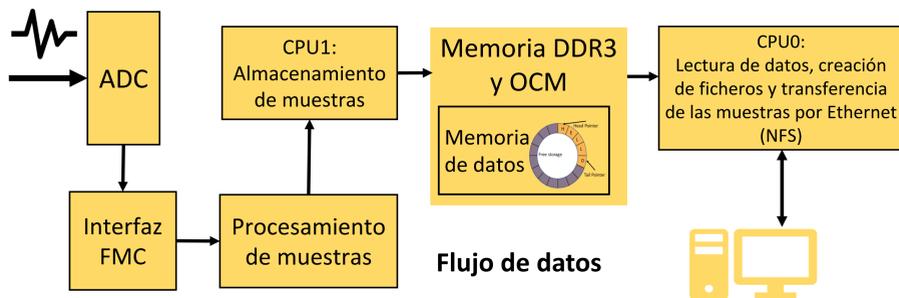
Resumen:

- Este TFM desarrolla la plataforma *software* empotrada para un equipo de captura de datos científicos en el campo de la astrofísica basada en SoC FPGA con destino al IAC.
- Está compuesto por una fuente de alimentación, un sistema de conversión AD7768 de 32 canales en modo diferencial, con 24 bits de precisión y de un subsistema de procesamiento digital formado por dos placas ZedBoard.
- Cada placa utiliza un SoC AMD Xilinx Zynq-7000, con un procesador ARM Cortex™-A9 con dos cores, que funciona como un sistema heterogéneo configurado como AMP, usando OpenAMP para comunicar los cores, el maestro ejecutando Linux (PetaLinux) y el esclavo en modo *baremetal*.
- La placa de adaptación de señales y conversión de datos se comunica con la placa ZedBoard mediante una interfaz FMC para la configuración y transferencia de datos.
- A las muestras digitalizadas se le añade información de tiempo real, se promedian y se envían a un servidor de almacenamiento remoto mediante comunicación Ethernet usando un protocolo TCP/IP.
- El equipo se configura y controla a distancia mediante una aplicación desarrollada con una arquitectura cliente-servidor.



Flujo de datos:

- La CPU0 lee los datos desde la memoria compartida OCM (*On-Chip Memory*) y escribe los ficheros necesarios en el sistema de ficheros de Linux para su almacenamiento remoto mediante el protocolo NFS.



Interfaz de usuario:

- El sistema está diseñado para ser configurado mediante una interfaz CLI (*Command Line Interface*) que facilita la introducción y modificación de parámetros claves para el funcionamiento del equipo.

```

DeepSpace
----- System -----
Vbat RTC status is: 1 - enabled
ZedBoard Master - 1
QSPI Master send: 2022/11/11 13:18:03
WARNING! Checks if the RTC time is correct.
Fri Nov 11 13:18:03 UTC 2022
QSPI Master has send Synchronize Bit
Reading system.
System read.
----- Server -----
Creating server.
Server created.
Server Hostname: zedboard_master
Server IP:
Server PORT:
    
```

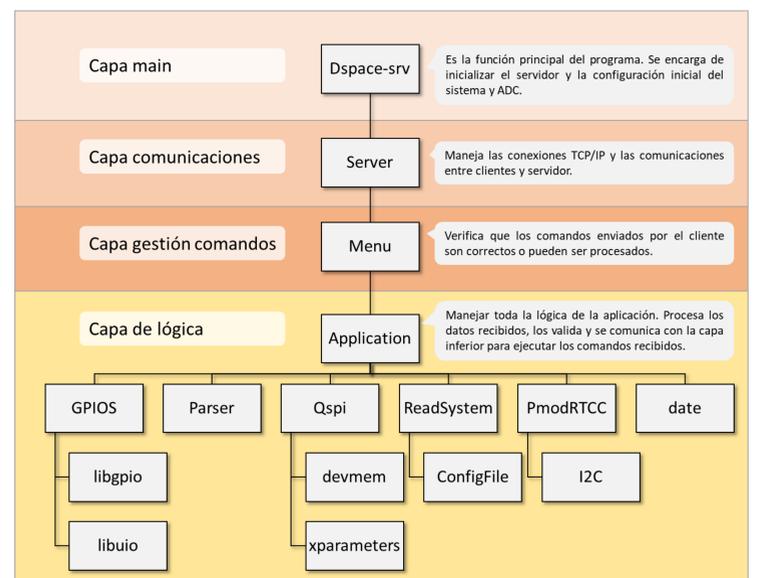
Plataforma software:

- El sistema funciona mediante una configuración AMP (*Asymmetric Multi-Processing*).
- Se hace uso de una configuración Linux-*baremetal*:
 - CPU0 (Core 0): incluye un sistema operativo Linux (Petalinux) adaptado a la arquitectura del SoC desarrollado para Xilinx Zynq y configurado específicamente para la placa ZedBoard y periféricos incluidos en el diseño,
 - CPU1 (Core 1) posee una aplicación *baremetal* específica para la captura de datos. La sincronización de los procesos que ejecutan ambos procesadores se utiliza un sistema no supervisado OpenAMP.

Aplicación servidor:

Esta aplicación controla la plataforma y recibe los comandos enviados por los clientes. Está dividida en cuatro capas:

- **Capa main:** arranca y configura el sistema.
- **Capa de comunicación:** maneja las comunicaciones entre cliente y servidor.
- **Capa de gestión de comandos:** gestiona los comandos recibidos.
- **Capa de lógica:** procesa los datos recibidos, los valida y se comunica con el *hardware* para llevar a cabo las órdenes recibidas.



Conclusión:

La plataforma proporciona un sistema AMP Linux-*baremetal* funcional que permite el manejo del sistema. La parte *baremetal* controla la captura de los datos y se comunica con la parte Linux para el tratamiento de estos. Este último administra los recursos del sistema de forma óptima y gestiona las conexiones de los clientes para la modificación del funcionamiento de la plataforma. El sistema permite la captura de 32 señales analógicas a alta velocidad (256 KSPS) almacenando los datos en un sistema externo mediante el protocolo NFS.

"EL FUTURO SE CREA
CON CADA PASO,
NO LO SUEÑES,
ALCANZA TU META"

