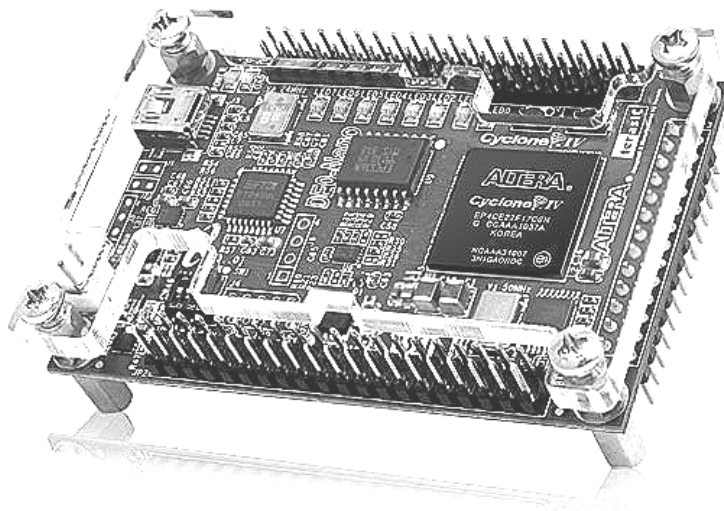




INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

# Arquitectura de Computadoras I

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO 1  
Diseño, Simulación y Síntesis de Hardware Digital en  
DE0-Nano



# Índice

0.1.	Objetivos. . . . .	2
0.2.	Introducción. . . . .	2
0.2.1.	Puertos de Entrada y Salida en Sistemas Digitales. . . . .	2
0.2.2.	Mapear Entradas a Salidas. . . . .	2
0.2.3.	Comunicación Serial UART. . . . .	2
0.3.	Actividades a Realizar. . . . .	3
0.4.	Conclusiones. . . . .	4
0.5.	Referencias. . . . .	5

## Trabajo Práctico 1 - Unidad de Entrada/Salida (I/O)

### 0.1. Objetivos.

- Implementar puertos de entrada (switches) y salida (LEDs).
- Diseñar un transmisor UART básico para enviar datos seriales.
- Simular la interfaz de entrada/salida y verificar su correcto funcionamiento.

### 0.2. Introducción.

#### 0.2.1. Puertos de Entrada y Salida en Sistemas Digitales.

Los puertos de entrada y salida permiten la interacción del procesador con el entorno externo. La comunicación UART es un protocolo serial útil para transmisión de datos. Los puertos de entrada y salida (I/O) son interfaces fundamentales que permiten la interacción entre un procesador o sistema digital y el entorno externo. A través de estos puertos, el sistema puede recibir señales de sensores, interruptores, botones, o enviar señales a actuadores, luces (LEDs), pantallas, entre otros dispositivos.

- Las entradas son señales provenientes del exterior, como por ejemplo interruptores o switches, que el sistema debe leer y procesar.
- Las salidas son señales que el sistema envía para controlar dispositivos externos, como encender o apagar LEDs.

En FPGA, estas señales se representan mediante pines configurados como entradas o salidas digitales, y se controlan mediante la lógica diseñada.

#### 0.2.2. Mapear Entradas a Salidas.

Una tarea común es conectar directamente el valor de una entrada digital hacia una salida. Por ejemplo, leer el estado de un conjunto de switches y visualizar ese estado en un grupo de LEDs. Esto permite validar el correcto funcionamiento del circuito y entender cómo las señales eléctricas se transmiten y procesan digitalmente.

#### 0.2.3. Comunicación Serial UART.

La UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) es un protocolo serial muy utilizado para la transmisión y recepción de datos entre dispositivos electrónicos. Sus características más importantes son:

- Asincronía: No requiere señal de reloj compartida entre los dispositivos, solo utiliza un baud rate acordado.
- Transmisión bit a bit: Los datos se envían en serie, un bit tras otro, con bits adicionales para inicio, paridad (opcional) y parada.
- Uso común: Comunicación entre microcontroladores, PC y módulos externos (sensores, módulos bluetooth, etc).

El diseño de un transmisor UART básico consiste en convertir un byte paralelo en una secuencia de bits enviados uno a uno por la línea serial, sincronizados a un reloj interno ajustado al baud rate. En la figura 1 se muestra un ejemplo de un modulo UART en combinación con la interface I/O.

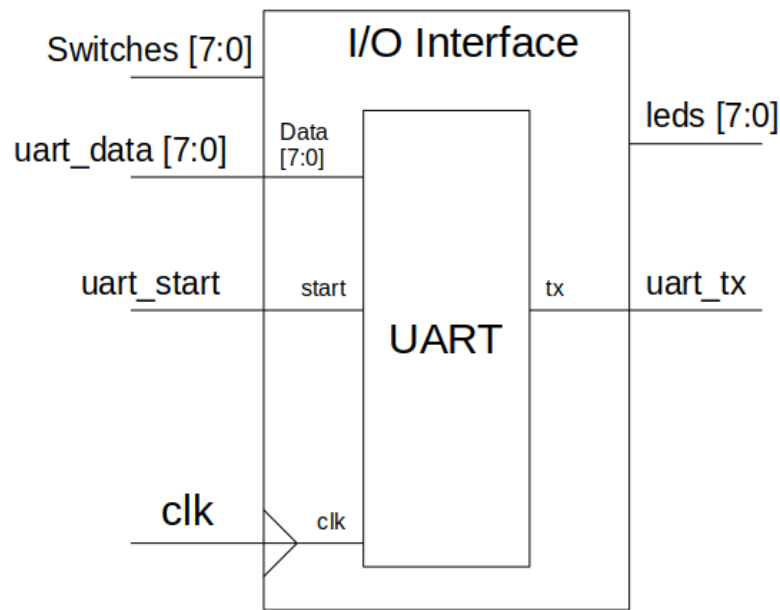


Figura 1: Esquema I/O interface - UART.

### 0.3. Actividades a Realizar.

1. Diseñar en Verilog el módulo que mapea las entradas de los switches hacia las salidas de LEDs (ver figura 1).
2. Implementar en Verilog y simular un transmisor UART simple si se asigna esta parte (ver figura 1).
3. Crear testbench para simulación que verifique cambios y comunicaciones en las interfaces.
4. Sintetizar diseño en De0-Nano Board disponible en el laboratorio.
5. Redactar un informe que contenga:
  - Diseño en Verilog del módulo realizado.
  - Testbench en Verilog del módulo realizado.
  - Capturas de pantallas de la simulación visualizada en GTKWave.
  - Conclusiones (respuestas de preguntas de la sección siguiente).
6. Entregar archivo comprimido .zip con los siguientes documentos (informe en pdf, diseño y testbench del modulo en verilog .v, archivo de simulación .vvp y .vcd)

#### 0.4. Conclusiones.

Para concluir con el Trabajo Práctico 1 de Laboratorio se propone responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la función principal de los puertos de entrada y salida en un sistema con microprocesador?
- ¿Qué ventajas aporta la comunicación serial UART para la transmisión de datos en sistemas digitales?
- ¿Cuáles son las señales y protocolos básicos que debe manejar un transmisor UART para funcionar correctamente?
- ¿Cómo se verifica mediante simulación que la interfaz de I/O está funcionando conforme a lo esperado?
- ¿Qué diferencias existen entre la lectura directa de switches y la transmisión serial de datos por UART?
- ¿De qué manera el diseño modular de la unidad de I/O puede facilitar la expansión o mejora del sistema?
- ¿Cómo contribuye el manejo de interfaces externas a la funcionalidad y usabilidad del procesador en aplicaciones reales?

## 0.5. Referencias.

- Patterson, D.A. & Hennessy, J.L., *Arquitectura de Computadores*, Capítulo de registros.
- Morris Mano, *Ingeniería computacional: diseño del hardware*. Prentice Hall, 1991.
- Harris & Harris. *Digital design and computer architecture: ARM edition*. Elsevier, 2015.
- Stephen Brown and Zvonko Vranesic, *Fundamentals of Digital Logic with Verilog design* Ed. Mc Graw Hill, 3ra Edic. (2014).
- Manual de Usuario Deo-Nano Board
- Material didáctico proporcionado por el docente.

### *Sitios Web*

- <https://www.verilog.com/>
- <https://gtkwave.sourceforge.net/>
- <https://bleyer.org/icarus/>
- <https://www.altera.com/>
- [https://wiki.stepfpga.com/\\_media/fpgasfordummiesebook.pdf](https://wiki.stepfpga.com/_media/fpgasfordummiesebook.pdf)