

# DSD: Tema 1. Introducción

## 1. Concepto de Sistema Digital

Es un sistema electrónico que transforma una información de entrada en otra de salida, siendo el soporte de esta información una variable electrónica.

Procesa señales digitales (conjunto finito de valores), frente a las señales analógicas (infinitos valores).

### 1.1. Señales Digitales Binarias.

Considerando sólo sistemas que trabajan con señales digitales binarias.

Las señales digitales binarias son 0 y 1, llamados bits. La mayoría de sistemas las usan, ya que es más fácil almacenar y transmitir uno de dos valores que más.

### 1.2. Sistemas Digitales Hoy

Están en literalmente todas partes. La sociedad de la información y las comunicaciones cada vez los emplean más; y los existentes se mejoran y aparecen otros nuevos. Todo esto gracias a que se ha ido reduciendo el coste (más herramientas y mejores tecnologías de fabricación).

Muchas aplicaciones que se hacían en analógico ahora se hacen en digital.

### 1.3. Ventajas de los sistemas Digitales.

La digitalización hace posible que no se pierda calidad en el "procesado". Las señales analógicas pierden calidad porque los niveles no pueden almacenarse / copiarse / transmitirse perfectamente.

Por lo que permite el almacenamiento sin deterioro.

## 2. Sistemas Digitales: Opciones de Implementación

### 2.1. Software vs Hardware

Si tenemos un problema, la solución por Software suele ser más fácil y barata, pero tiene bajas prestaciones; en cambio, la solución por Hardware tiene mayores prestaciones.

El Software, nos da un aumento en la flexibilidad y es rápido en el diseño; y en cambio, el Hardware reduce el área, la potencia y el tiempo de respuesta.

A tener en cuenta que la mayoría de sistemas combinan el Software con el Hardware, en un codiseño.

La solución por Software puede no ser suficientemente buena: muy lenta, muy costosa, o consume mucha potencia.

### 3. Realización del Hardware

Tenemos distintas opciones para realizar físicamente al sistema, con diferentes prestaciones del sistema resultante, coste o tiempo de diseño y fabricación.

#### 3.1. ASICs

El mayor coste se inicia en la vez por primera vez en producto. Se divide en distintas fases:

- Fase de Diseño: termina con el layout (patrones geométricos para cada una de las capas físicas que componen un IC).
- Fase de Fabricación: generación de máscaras, preparación de obleas de silicio, pasos del proceso tecnológico.

- Fase de Test: existen equipos especializados para testar automáticamente ICs.
- ~ Test de Prototipos: validan el diseño.
- ~ Test de Producción: validan calidad de defectos.

Los costes de estas tres fases son asumibles para fabricantes de equipos originales (OEMs) que emplean miles de circuitos integrados por año. Además podrás obtener las mejores prestaciones.

### 3.2. Handuazo sobre FPGAs

Una FPGA (Field Programmable Gate Array) es un chip de silicio en el que se puede implementar cualquier diseño digital configurando adecuadamente sus recursos.

Tiene bastantes ventajas: la fase de diseño termina con un bitstream (secuencia de 0s y 1s para configurarlo). No hay fabricación, sino que se compra y se configura "en campo", lo que nos da segundos/micróticos frente a semanas de fabricación de un ASIC; también se pueden configurar muchas veces.

Aconta el tiempo y el coste de desarrollo/prototipado. No hay que esperar semanas, ni fabricar un circuito, para validar que el diseño es adecuado a nuestra aplicación. De hecho, los FPGAs también se usan para prototipos diseñados que luego se van a implementar como ASICs.

Cada vez son más competitivos y están expandiendo su área de aplicación.

## 4. Diseño del Hardware

### 4.1. Flujo de Diseño

- **Diseño Funcional:** determinas un algoritmo o pasa directa computacional que resuelva el problema.
- **Diseño a nivel RT:** asignas operaciones a ciclos de trabajo y asignas operaciones a componentes hardware.
- **Diseño Lógico:** codificas los estados, obtienes (o manipulas) expresiones booleanas y mapeas expresiones a puertas lógicas. (Está muy automatizado en el diseño de sistemas digitales).
- **Diseño Electrónico:** seleccionas topologías de circuitos y dimensionas transistores. (no existe cuando se diseña sobre FPGAs).
- **Diseño Físico:** generas lo necesario para realizar físicamente el problema. (muy dependiente del estilo de implementación y muy automatizado en el diseño de sistemas digitales).

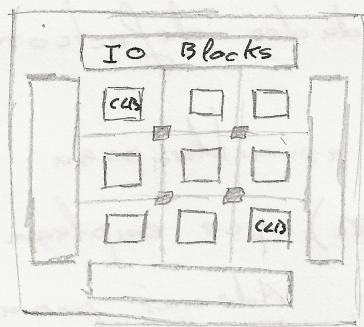
### 4.2. Metodologías de Diseño.

Las tareas de diseño de sistemas digitales se automatiza mediante herramientas CAD, pasa reducir el tiempo de diseño y los errores; así como pasa rápidamente compromisos de velocidad, área, consumo, etc.

El flujo RT → Hardware está muy bien establecido y se utiliza extensivamente: El diseñador es responsable de describir una descripción a nivel RT; utiliza un lenguaje de descripción de hardware para codificarla y poderla introducir en una herramienta de CAD. Las herramientas de CAD generan automáticamente lo necesario para realizar físicamente el diseño (bajo el control del diseñador).

### 3.2.1. Descripción.

Los recursos estándares son:



- (IOBs) Bloques de Entrada/Salida:

Interfaz con los terminales del dispositivo.

- (CLBs) Bloques lógicos configurables:

Elementos funcionales para implementar la lógica del usuario.

- Red de Interconexión: canales para interconectar las E/S de CLBs e IOBs.

Además las FPGAs disponen de otros recursos (según el fabricante y la familia): RAM, multiplicadores, o incluso microprocesadores.

### 3.2.2. Configurabilidad (Xilinx)

La configurabilidad de los CLBs de Xilinx se basa en el uso de LUTs (Look Up Tables). Una LUT es una memoria para almacenar una tabla de verdad, en la que cambiando los valores almacenados se cambia la función implementada. En una función de n entradas, se puede implementar cualquier función de hasta n variables. Siendo el retraso independiente de la función implementada.

### 3.2.3. Arquitectura de los CLBs.

Los CLBs contienen slices. Cada slice incluye:

- LUTs: implementa la lógica combinatorial.
- Multiplexores: permiten combinar varios LUTs para realizar funciones más complejas.
- Elementos de Memoria: indispensables para los sistemas digitales.
- Lógica para Funciones Aritméticas: unas pocas pautas para optimizar la implementación de operaciones aritméticas.
- Interconexiones Configurables: permiten conectar los elementos anteriores entre sí y con el exterior.

La arquitectura de los CLBs ha ido evolucionando.

#### 4.3. Flujo RT a Hardware

- **Especificación HDL:** descripción del comportamiento (funcionalidad) del sistema.
- **Simulación del HDL:** determina si el código HDL describe el comportamiento deseado.
- **Síntesis del HDL:** obtiene una red de componentes lógicos (puertas, flip-flops, etc.) que implementa la funcionalidad descrita en el código HDL.
- **Simulación del Circuito Sintetizado:** determina si el circuito implementa la funcionalidad deseada y se analiza su comportamiento temporal.
- **Síntesis Física:** genera el layout del circuito para que pueda ser fabricado o el bitstream para programar el FPGA.
- **Validación post Diseño Físico:** una validación temporal para el diseño.