

# Diseño Automático de sistemas

## Dispositivos Reconfigurables

Prof. Pablo Sarabia Ortiz



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# Contenidos

1. Dispositivo reconfigurable
2. Aplicaciones, mercado y futuro
3. Componentes de una FPGA
4. Arquitectura de una FPGA
5. Tecnologías de FPGAs
6. Herramientas de programación
7. FPGA vs Microcontrolador vs ASIC vs PLD



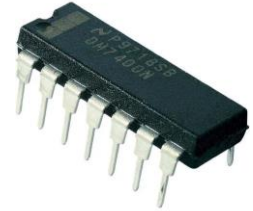
# Disp. Reconfigurable: ¿Qué es?

- Aquellos dispositivos electrónicos capaces de implementar cualquier función lógica a nivel de hardware.
- Los más utilizados son FPGAs y (C)PLDs.
- Se utilizan principalmente VHDL y Verilog

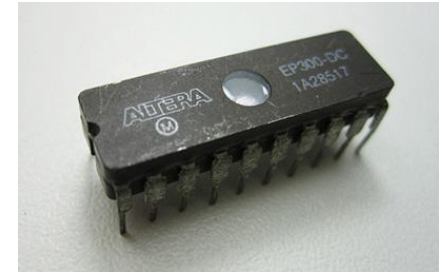


# Disp. Reconfigurable: Historia

- Surgen como alternativa a la lógica discreta (74xx)
- 1970 – PLD: Programmable Logic Devices
- 1984 – Primera FPGA de Altera



**Mayor capacidad**



# Disp. Reconfigurable: Programación

- HDL: Hardware Description Language
  - VHDL (más común)
  - Verilog (más antiguo)
- Concurrente
- Complejo



• verilog • vhdl



27/01/2022

5

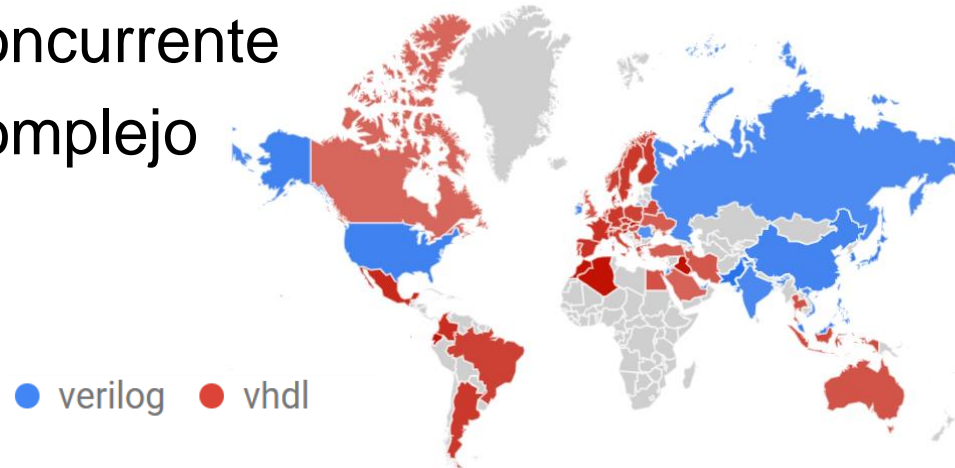
Diseño Automático de Sistemas 2022

Pablo Sarabia Ortiz

UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

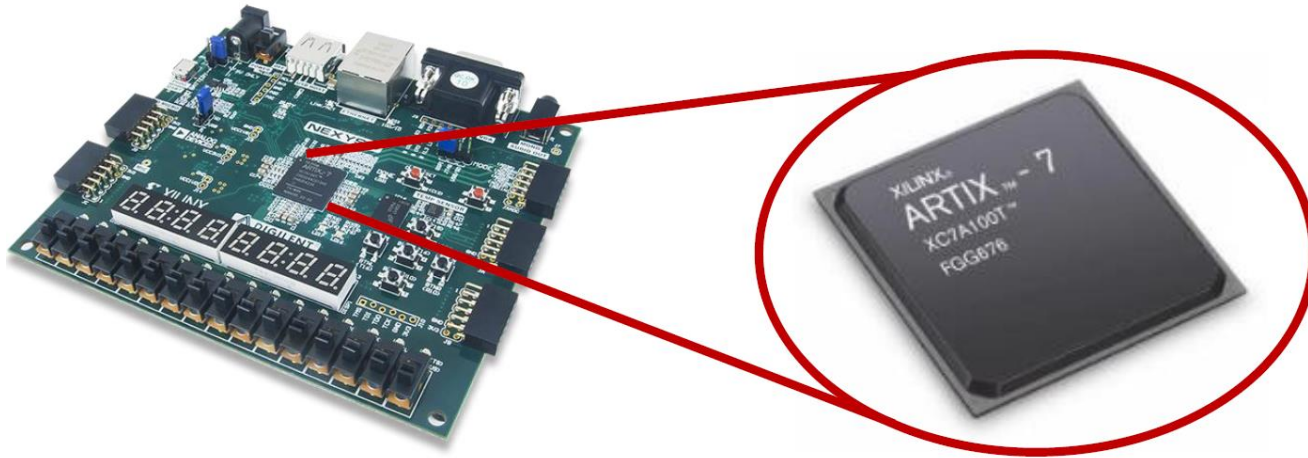
# Disp. Reconfigurable: Programación

- HDL: Hardware Description Language
  - VHDL (más utilizado en Europa)
  - Verilog (más utilizado en EEUU)
- Concurrente
- Complejo

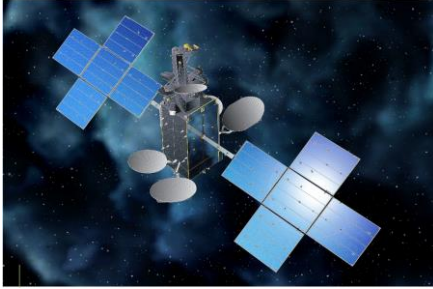


# Disp. Reconfigurable: FPGAs

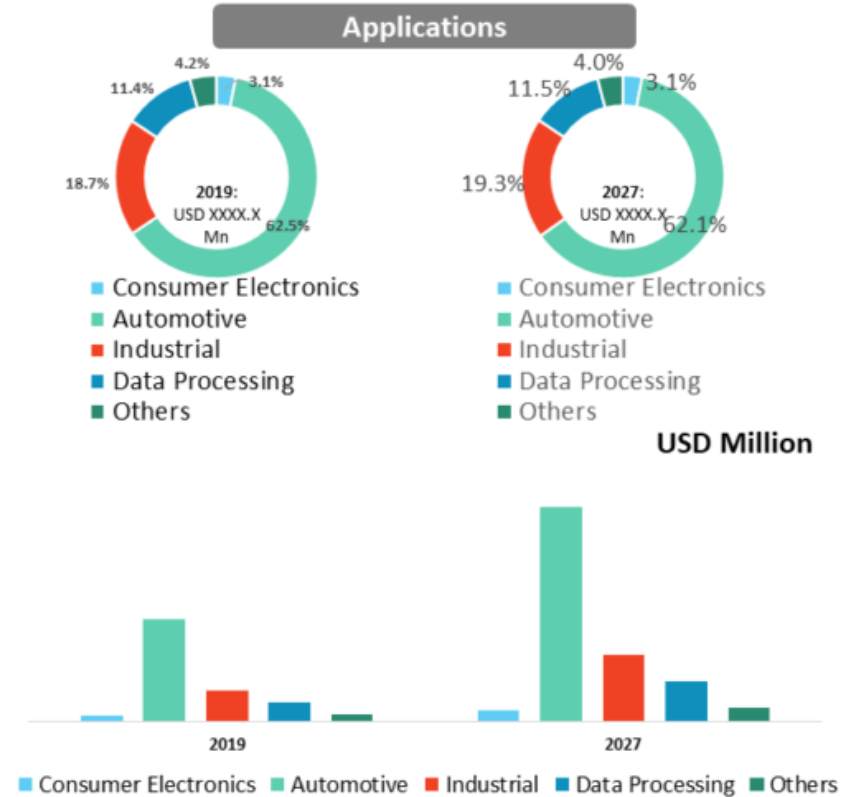
- Field Programmable Gate Array.
- Permiten diseños más complejos que las PLD
- Los Disp. Reconfigurables más utilizados actualmente.



# Aplicaciones



## Global FPGA Market Executive Summary: Value in USD Million



27/01/2022






8

**Diseño Automático de Sistemas 2022**  
Pablo Sarabia Ortiz

UNIVERSIDAD  
**NEBRIJA**



# Trabajo

	<b>Capgemini Engineering</b> FPGA Verification Engineer	Sobre <b>27 mil € -29 mil €</b>	<div><div></div></div> <div>27 mil €29 mil €</div>
4.1 ★	1 sueldos <a href="#">Ver 1 sueldos de todas las ubicaciones</a>		
	<b>Barcelona Supercomputing Center</b> FPGA Engineer	Sobre <b>28 mil € -30 mil €</b>	<div><div></div></div> <div>28 mil €30 mil €</div>
3.9 ★	1 sueldos <a href="#">Ver 1 sueldos de todas las ubicaciones</a>		
	<b>DAS Photonics</b> FPGA Engineer	Sobre <b>30 mil € -33 mil €</b>	<div><div></div></div> <div>30 mil €33 mil €</div>
2.1 ★	1 sueldos <a href="#">Ver 1 sueldos de todas las ubicaciones</a>		
	<b>DAS Photonics</b> FPGA Design Engineer	Sobre <b>34 mil € -36 mil €</b>	<div><div></div></div> <div>34 mil €36 mil €</div>
2.1 ★	1 sueldos <a href="#">Ver 1 sueldos de todas las ubicaciones</a>		
	<b>Airbus</b> FPGA Design Engineer	Sobre <b>39 mil € -42 mil €</b>	<div><div></div></div> <div>39 mil €42 mil €</div>
4.1 ★	1 sueldos <a href="#">Ver 1 sueldos de todas las ubicaciones</a>		



27/01/2022

# Futuro



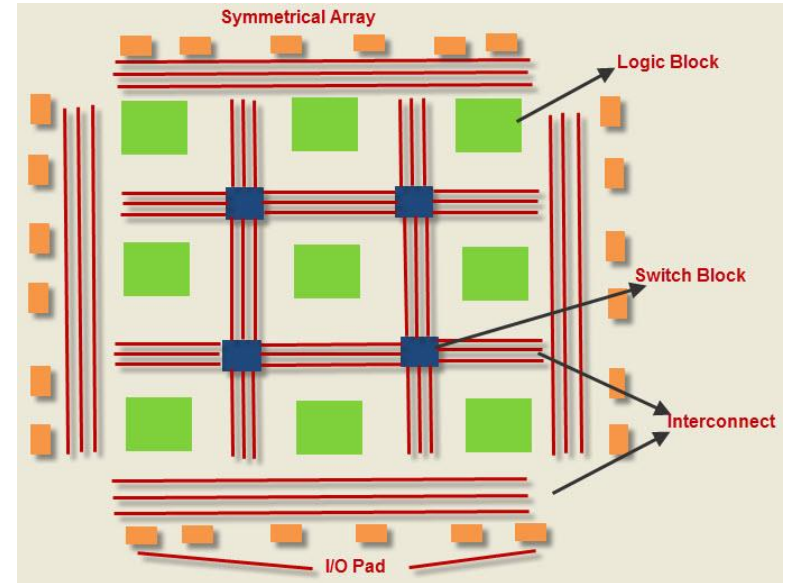
# Fabricantes

- Xilinx (AMD?)
  - Altera (Intel)
  - Atmel
  - Lattice
  - QuickLogic
  - Microsemi
- } 80%

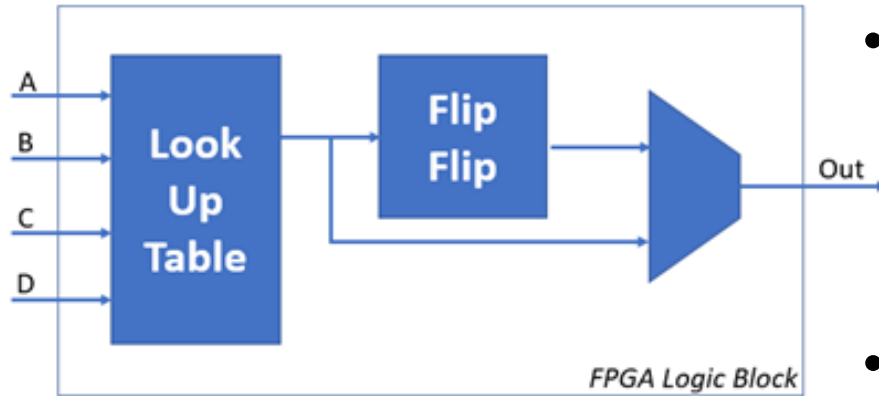


# Componentes de una FPGA

- Hay 3 componentes básicos:
  - CLB: Configurable Logic Block
  - Entradas y salidas, IOB (Input Output Block)
  - Conexiones
- Otros auxiliares
  - DSP: Digital Signal Processing
  - BRAM: Block RAM



# Componentes de una FPGA: CLBs

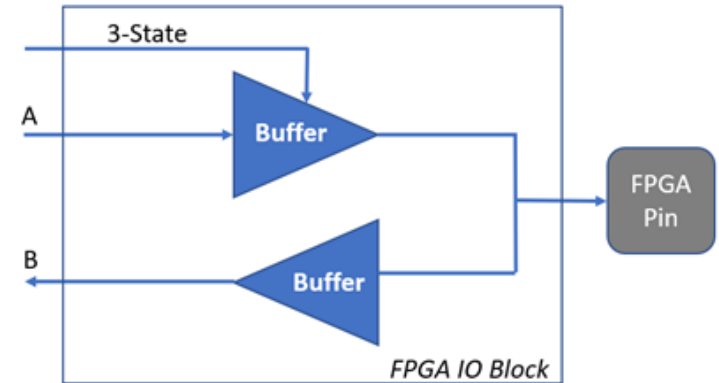


- Bloque mínimo funcional
  - LUT: Look Up Table
  - FlipFlop
  - Multiplexador
- Medida de la capacidad de una FPGA

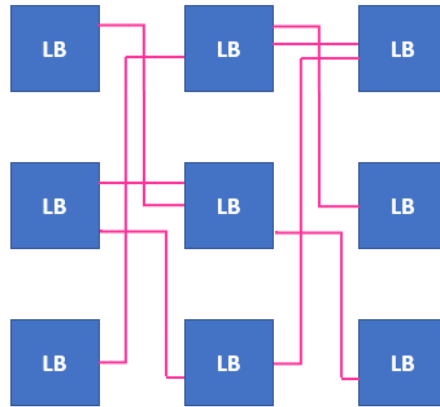


# Componentes de una FPGA: IOBs

- Interfaz con el exterior
  - Triestado (In/Out/Z)
  - Registradas / No registradas
  - Pueden incluir componentes adicionales para alta frecuencia
- Limita el número de periféricos o líneas entrants/salientes



# Componentes de una FPGA: Conexiones

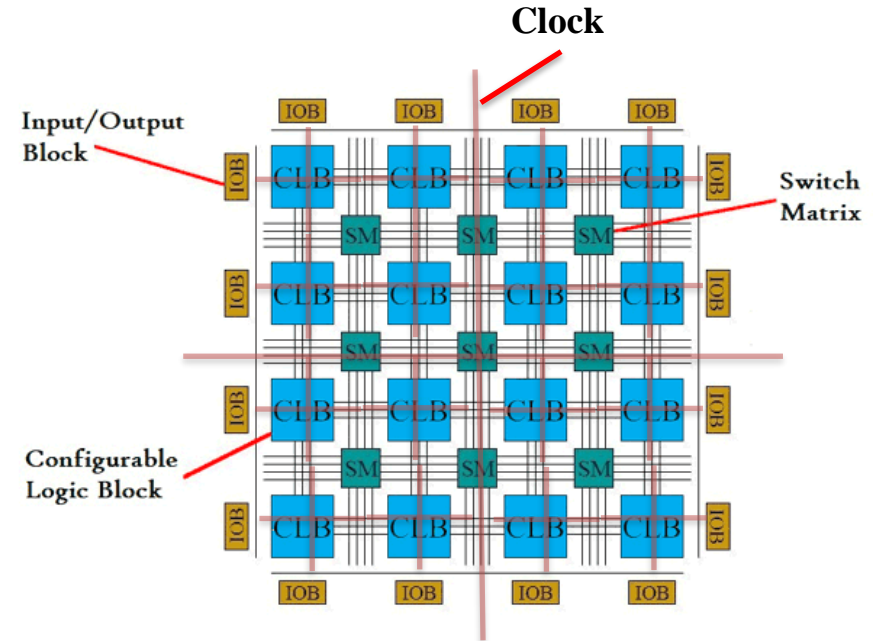


- Enrutado programable
- Flexible y eficiente
- Diseñado para poder aprovechar el 100% de los recursos (en teoría)



# Arquitectura de una FPGA

- Reloj
- Memoria de configuración
- Rutado

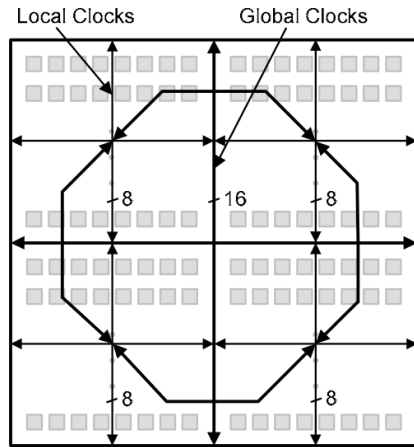




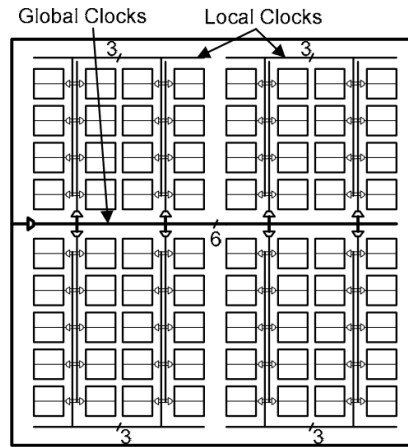
# Reloj de una FPGA

- El reloj es fundamental para sincronizar los diferentes elementos del sistema.

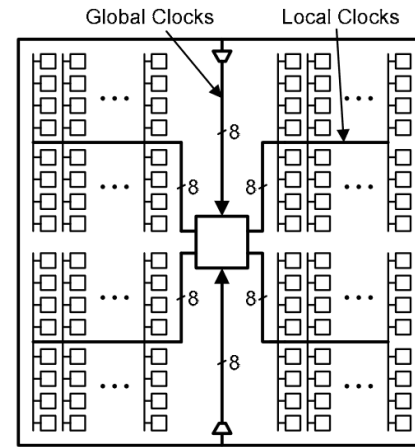
Hay diversas arquitecturas:



Altera Stratix II



Actel ProASIC3



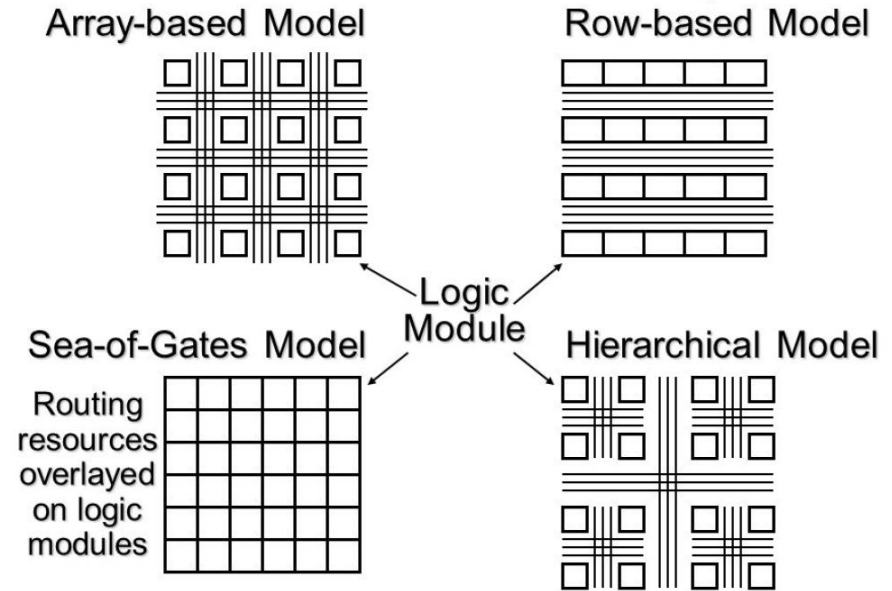
Xilinx Vertex II Pro



# Rutado de una FPGA

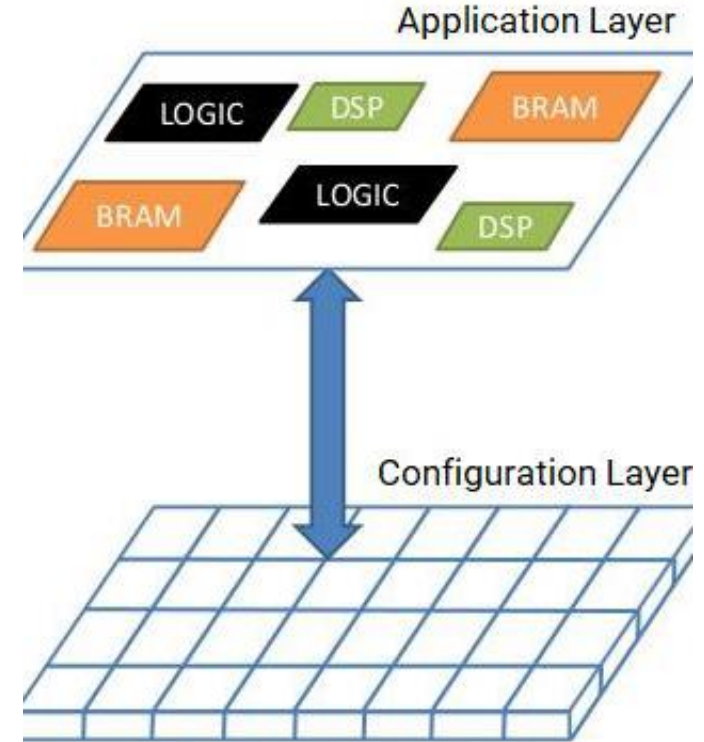
- El rutado de la FPGA puede variar según fabricantes.
- El sintetizador se encarga de distribuir la lógica

Hay diversas arquitecturas:



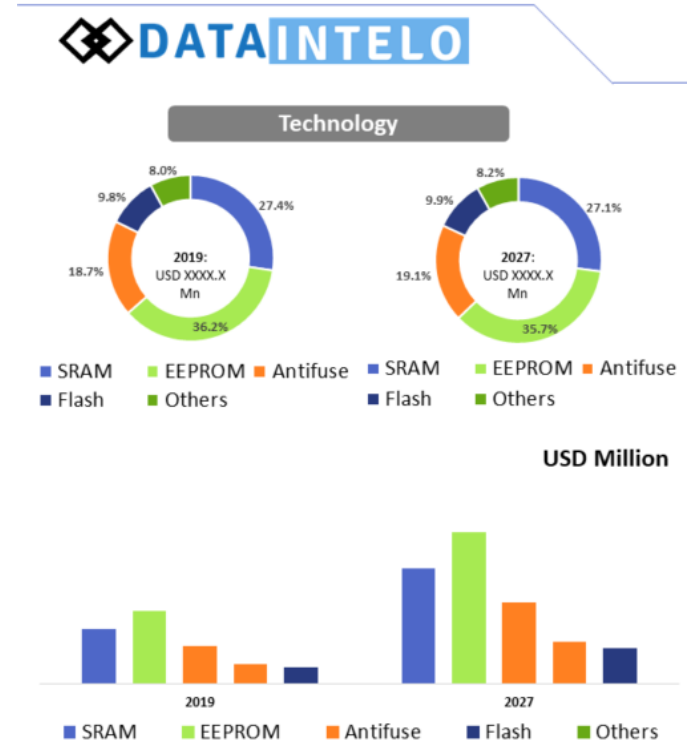
# Tecnologías de FPGAs (I)

- Las FPGAs tienen dos capas conceptuales:
  - Aplicación:
    - Memoria de usuario
    - Procesada por el diseño
  - Configuración:
    - Memoria de configuración
    - Estructura de diseño



# Tecnologías de FPGAs (II)

- Se diferencia según la tecnología empleada para las memorias.
  - EEPROM
  - SRAM
  - Antifuse
  - Flash



# Tecnologías de FPGAs: SRAM

- Es la que vamos a trabajar y más común

## VENTAJAS

- Reconfiguración
- Velocidad
- Mejor tecnología de nodo

## DESVENTAJAS

- Volátiles
- Inseguras
- Consumo elevado
- Tiempo de arranque
- Más propensa a *glitches*

## FABRICANTES

- Xilinx
- Altera
- Lattice

## APLICACIONES

- HPC: High Performance Computation
- Elevado ancho de banda
- Prototipado de arquitecturas
- Prototipado para FPGAs



# Tecnologías de FPGAs: Antifuse

- No es reprogramable

## VENTAJAS

- Eficiencia energética
- Menor delay
- Mayor resistencia a errores
- Sin tiempo de arranque

## DESVENTAJAS

- Más pequeñas
- **No** reprogramables

## FABRICANTES

- Microsemi (antes Actel)
- QuickLogic

## APLICACIONES

- Aplicaciones de espacio y defensa
- Interfaces para microcontrolador



# Tecnologías de FPGAs: EEPROM/Flash

- Son reprogramables pero la memoria es no volátil

## VENTAJAS

- Reconfiguración
- Menor tiempo de arranque
- Menor consumo
- No requiere configuración de arranque

## DESVENTAJAS

- Menor velocidad que SRAM
- Mayor delay
- Mayor complejidad en el diseño

## FABRICANTES

- Microsemi (antes Actel)

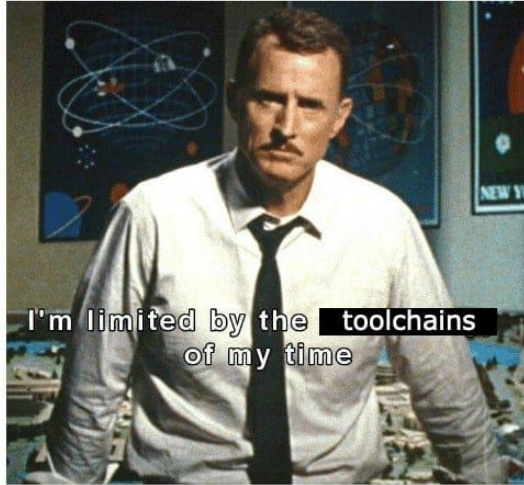
## APLICACIONES

- Automoción
- Industrial (PLCs, energía)
- Defensa



# Herramientas de programación

When an Software Engineer asks you why FPGAs are "hard to program":



Publicado en r/FPGAMemes



- Ecosistema cerrado
- Vivado y modelsim
- Diseño previo en MATLAB o Python



27/01/2022

24

Diseño Automático de Sistemas 2022

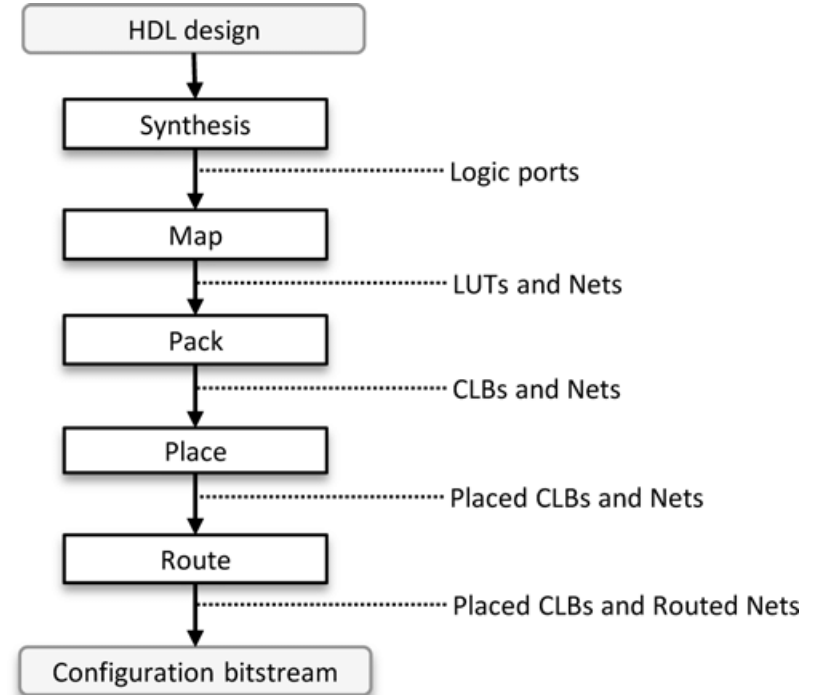
Pablo Sarabia Ortiz

UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

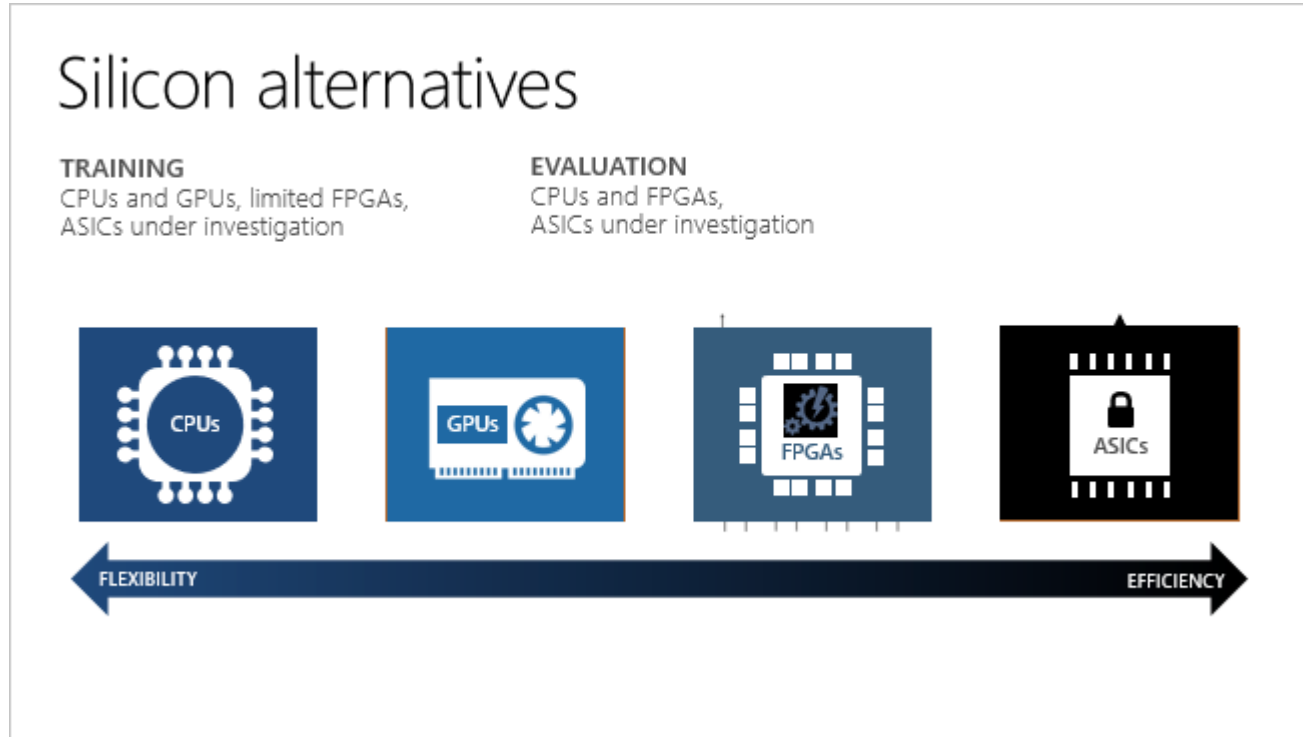


# ¿Cómo se programa una FPGA?

- Diseño en VHDL
- *Synthesis*: Conversión a puertas lógicas (RTL Register Transfer Level)
- *Map*: Conversión a LUTs y nets
- *Place*: Convertir a elementos disponibles en el dispositivo
- *Route*: Disponer los elementos en el dispositivo

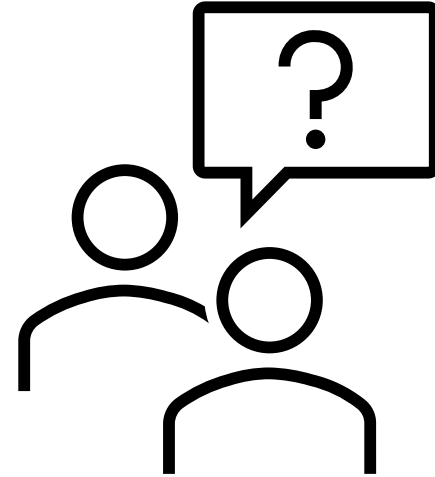


# ¿Necesito una FPGA? (I)



# ¿Necesito una FPGA? (II)

- Cuando:
  - Procesado en paralelo
  - Interfaces complejas
  - Elevado ancho de banda (Ethernet, PCI Express)
  - Operaciones costosas (procesado de imagen, RF, etc..)
  - Algoritmos complejos: Redes Neuronales Machine Learning
  - Restricciones temporales
  - Periféricos complejos



# Caso práctico

1. Reproductor multimedia de audio.
2. Detección en tiempo real de caras.
3. Reproductor multimedia de video con salida HDMI
4. Control de un radar.
5. Control de un satélite.



# Resumen

- Las FPGAs son un sector con futuro.
- Existen diferentes soluciones para cada aplicación.
- El hardware nos dirige y condiciona el diseño.



# Próxima sesión

- Repaso a lógica digital.
- Análisis de un sistema digital.
- Ejercicios de máquinas de estado.



# Trabajo para la próxima sesión

- Conseguir bibliografía recomendada
- Repaso de VHDL básico: [Enlace](#)
- Ejercicios Básicos: [Enlace](#)



# ¿Preguntas?



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA