

INTRODUCCIÓN A LAS FPGAs LIBRES

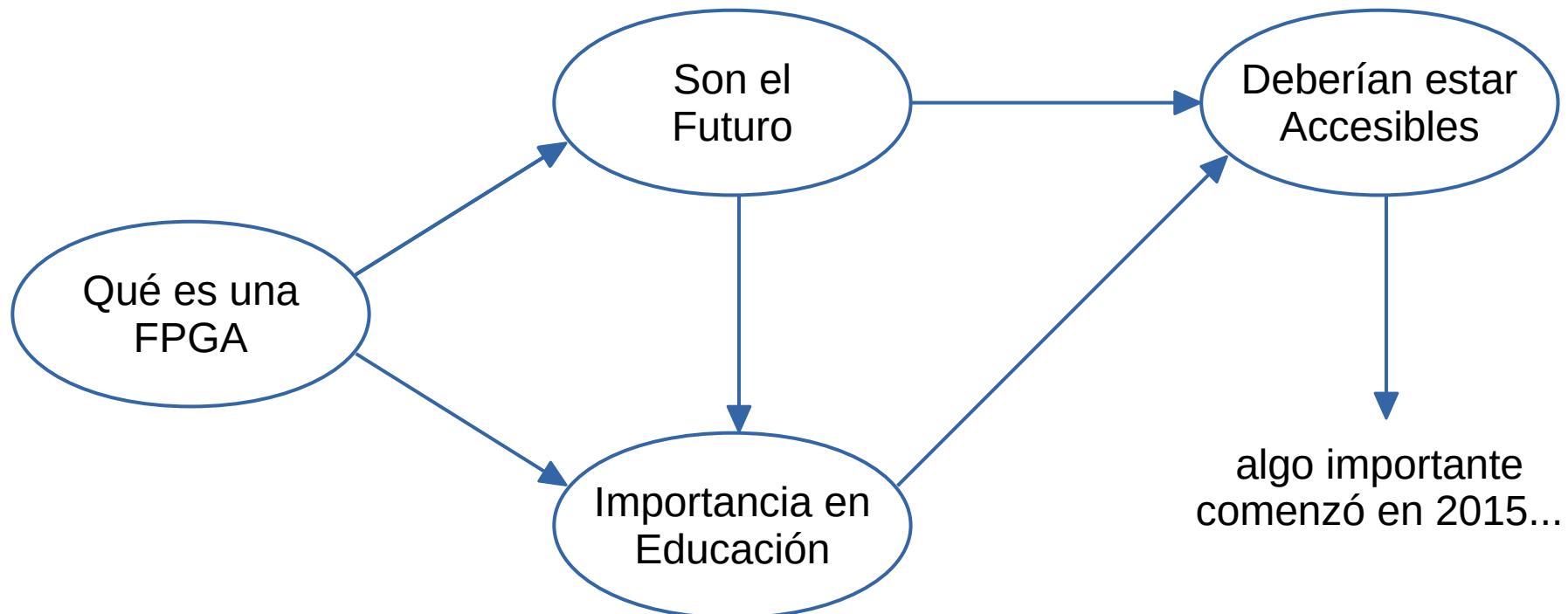
Eladio Delgado Mingorance (Introducción)
Federico Coca Caba (Demostración)

4 de Abril de 2019



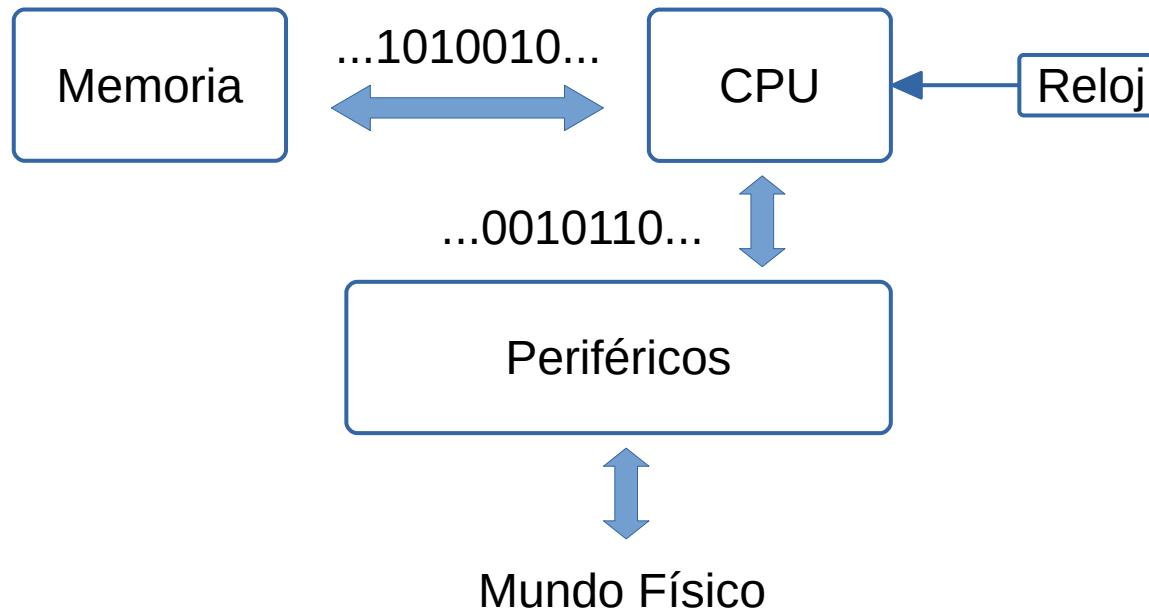
AlhambraBits.com

Esquema de la presentación



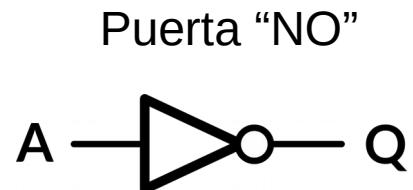
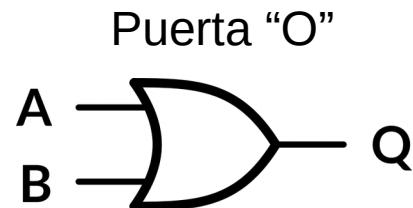
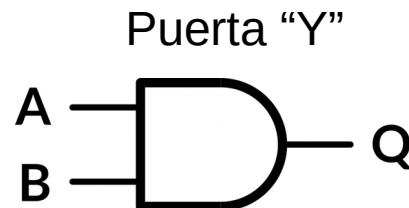
Qué es una FPGA (1)

Para entender lo que es una FPGA partimos de algo conocido: El Microprocesador



Qué es una FPGA (2)

Los microprocesadores están hechos con puertas lógicas:



A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A	Q
0	1
1	0

Qué es una FPGA (3)

- El concepto de máquina programable + software es el más conocido
- Sin cambiar nada físico puedo hacer infinidad de tareas
- Es tan bueno que parece que no haya otra forma de hacerlo

¿Y si hacemos una máquina digital que directamente haga la tarea? ¡Sin software!

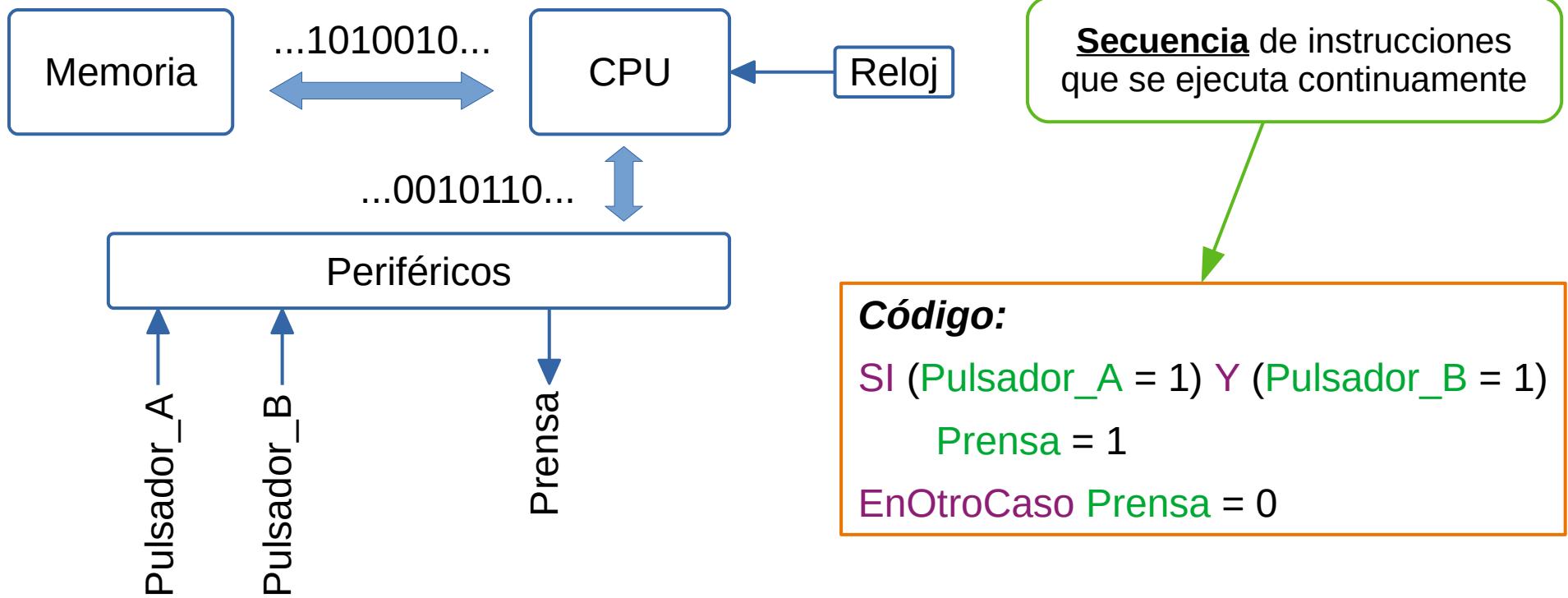
Vemos un ejemplo:

Activación de una prensa industrial



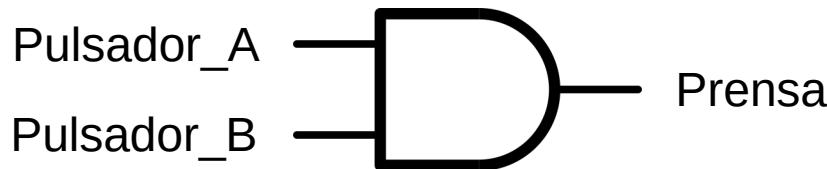
Qué es una FPGA (4)

Solución con microprocesador:



Qué es una FPGA (5)

Solución con circuito digital (hardware):



Simplicidad

- Robustez a nivel funcional
- Robustez a nivel electrónico

No se puede hacer la tarea con un menor número de cambios de estado en la electrónica

Pulsador_A	Pulsador_B	Prensa
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Qué es una FPGA (6)

Solución Procesador + Software vs Hardware:

Procesador + Software

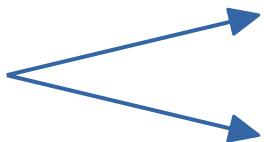
- Circuito digital complejo independientemente de la tarea
- Frágil
- **Baja eficiencia energética**

Circuito digital (Hardware)

- Complejidad del circuito dependiente de la tarea (puede ser muy simple)
- Robusto
- **Alta eficiencia energética**

La energía se consume en el cambio de estado (0 a 1 ó 1 a 0)

El consumo es proporcional a

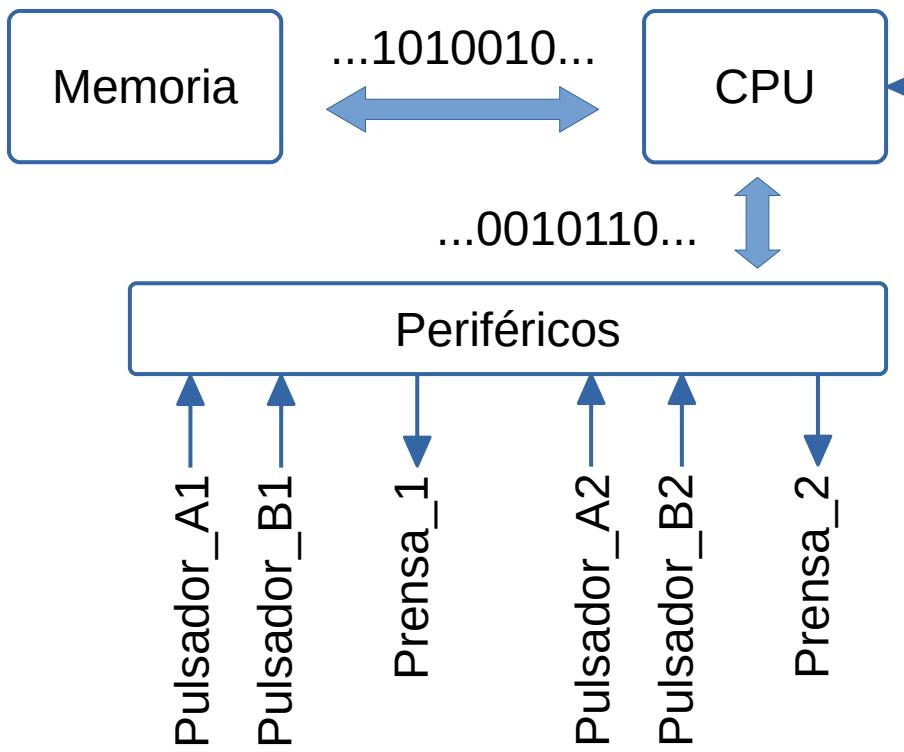


Número de elementos cambiando de estado

Frecuencia de cambio de estado (Reloj)

Qué es una FPGA (7)

Solución con procesador para 2 prensas:



Proceso secuencial:
a mayor número de tareas,
mayor tiempo de reacción

Código:

SI (Pulsador_A1 = 1) Y (Pulsador_B1 = 1)
Prena_1 = 1

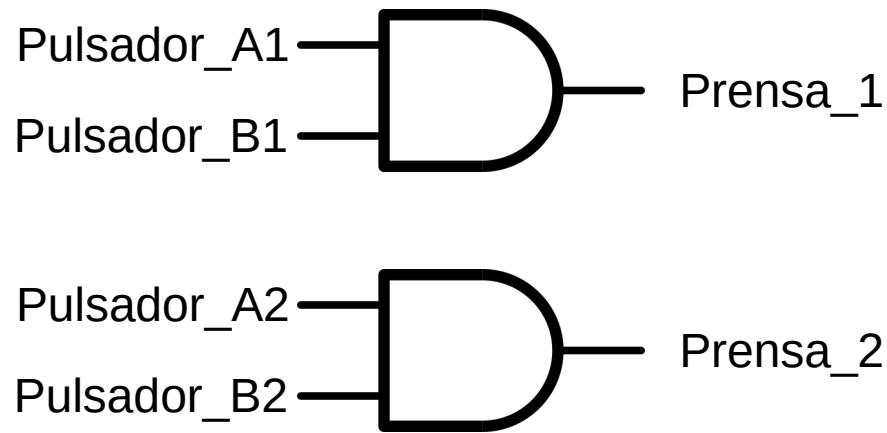
EnOtroCaso Prena_1 = 0

SI (Pulsador_A2 = 1) Y (Pulsador_B2 = 1)
Prena_2 = 1

EnOtroCaso Prena_2 = 0

Qué es una FPGA (8)

Solución con circuito digital (hardware) para 2 prensas:

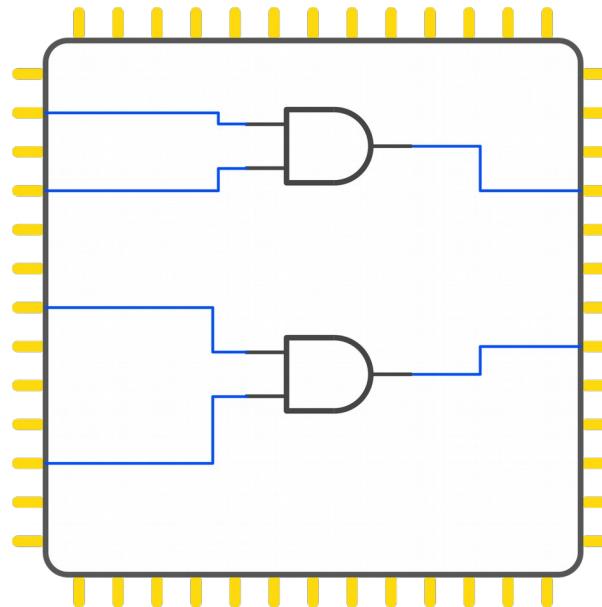


El tiempo de reacción
es independiente
del número de tareas:
procesamiento paralelo **real**

Cada proceso tiene su hardware dedicado.
El procesamiento paralelo es trivial en hardware.

Qué es una FPGA (9)

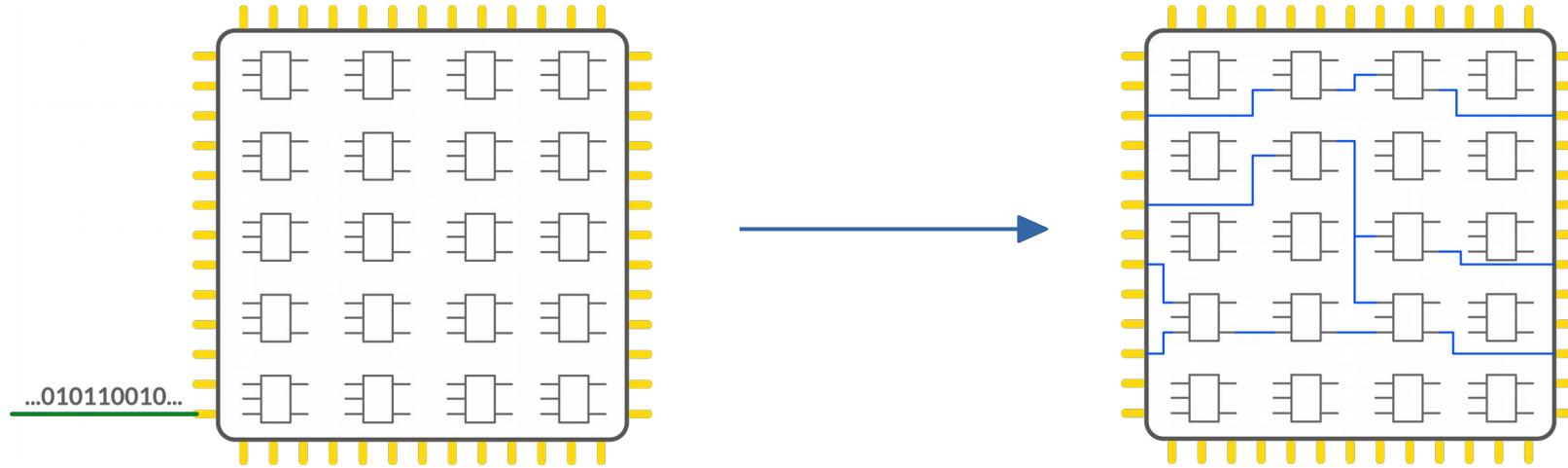
Podemos hacer un chip con este circuito...



...pero sólo resuelve un tipo de problema

Qué es una FPGA (10)

FPGA (Field-Programable Gate Array)



La FPGA contiene elementos lógicos que podemos interconectar para sintetizar el circuito deseado.

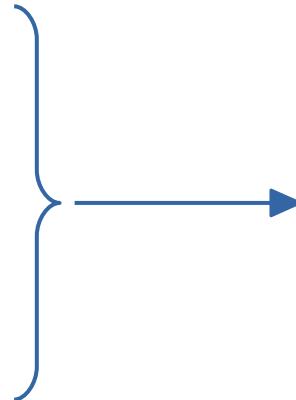
Bitstream: cada bit determina qué punto de las matrices de interconexión de elementos se activa, creando el circuito digital.

FPGA: Eficiencia, Procesamiento Paralelo, Simplicidad, Robustez... + Versatilidad

Importancia de las FPGAs en el Futuro (1)

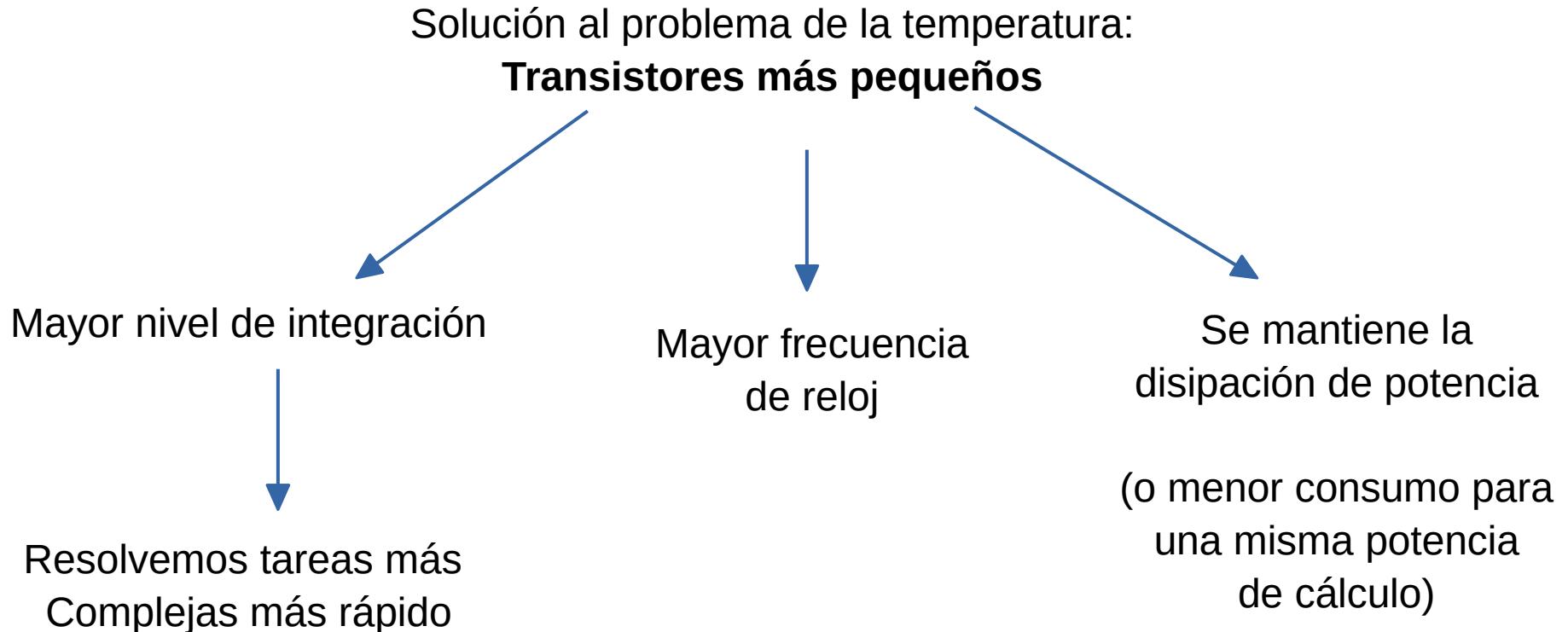
La potencia disipada en un chip es proporcional al número de elementos y a la frecuencia

Casi toda la energía consumida en un chip se transforma en calor



La principal limitación para la potencia de proceso de un circuito integrado digital es la temperatura.

Importancia de las FPGAs en el Futuro (2)



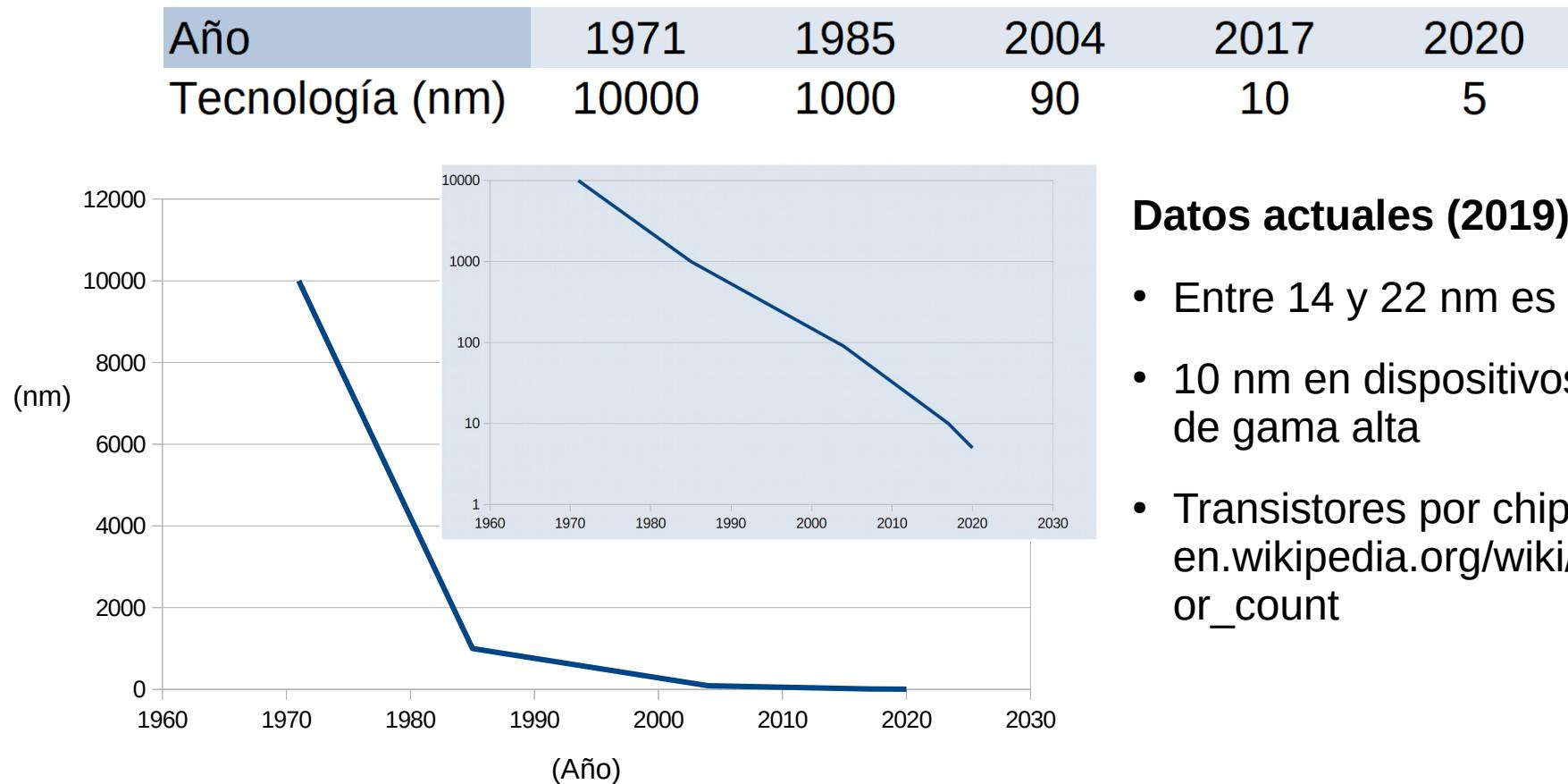
Importancia de las FPGAs en el Futuro (3)

¿Cómo de pequeños son los transistores ahora?

¿Hasta cuándo se podrán seguir haciendo más pequeños?

La tecnología de fabricación de los procesadores se acerca al final de su camino y la Ley de Moore está dejando de cumplirse.

Evolución de la Tecnología de Semiconductor



Datos actuales (2019):

- Entre 14 y 22 nm es estándar
- 10 nm en dispositivos móviles de gama alta
- Transistores por chip: https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count

Importancia de las FPGAs en el Futuro (5)

- La mayoría de tareas se hacen por hardware de forma energéticamente más eficiente
- El estancamiento de la capacidad de procesamiento de las CPU hará que cada vez más tareas se hagan por hardware
- Está creciendo el mercado de aplicaciones donde son importantes la seguridad funcional y la robustez (robótica, coche autónomo...)
- Las FPGAs son una solución óptima en tecnologías con fuerte desarrollo: Inteligencia artificial, procesamiento de imagen, cifrado...
- Hasta que aparezca una nueva tecnología, las FPGAs son el camino para conseguir más potencia de proceso (la Intel Stratix 10 tiene 138x la potencia de un Intel Core i7-8700K)

Importancia en Educación

- Pensamiento espacial vs pensamiento algorítmico
- Procesamiento paralelo real
- Entender esta tecnología da perspectiva y conocimientos para entender mejor la que ya conocíamos (procesador + software)
- Experimentación con circuitos reales (sin simulación ni emulación)
- Uso a todos los niveles: desde estudiar lo más básico de lógica digital hasta diseñar una CPU, comprobar su funcionamiento e incluso utilizarla
- Necesidad futura de diseñadores de circuitos digitales

¿Por qué no usamos más las FPGAs?

- Las FPGAs aparecieron a mediados de los 80 cuando el microprocesador era una tecnología establecida, con fuerte crecimiento
- Cada fabricante tiene sus herramientas, poco amigables, complejas y costosas
- No existe un entorno que permita trabajar con FPGAs de distintos fabricantes
- Poca evolución en las herramientas de desarrollo
- El bitstream es propietario: sólo el fabricante de la FPGA puede generarlo

Marzo de 2015: Ingeniería Inversa de una FPGA

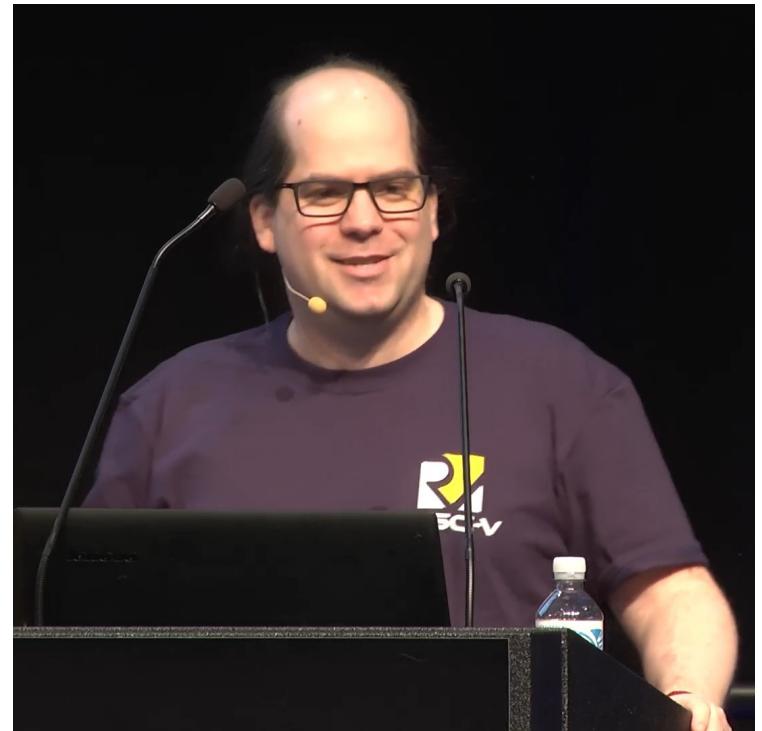
Clifford Wolf descifra el formato del bitstream de una FPGA iCE40 de Lattice (Proyecto IceStorm):

<http://www.clifford.at/icestorm/>

Se abre la puerta al desarrollo de herramientas libres para esta FPGA

Proyecto Symbiflow: desde Verilog al Bitstream para FPGAs de distintos fabricantes, todo con herramientas libres

<https://github.com/SymbiFlow>



Difusión de las FPGAs Libres

Juan González Gómez (Obijuan)

- Crea la comunidad FPGAwars (<http://fpgawars.github.io/>)
- Introduce las FPGAs libres en España
- Curso para aprender electrónica digital desde cero: <https://github.com/Obijuan/digital-electronics-with-open-FPGAs-tutorial/wiki>
- Propone el desarrollo de Icestudio y de la IceZUM Alhambra



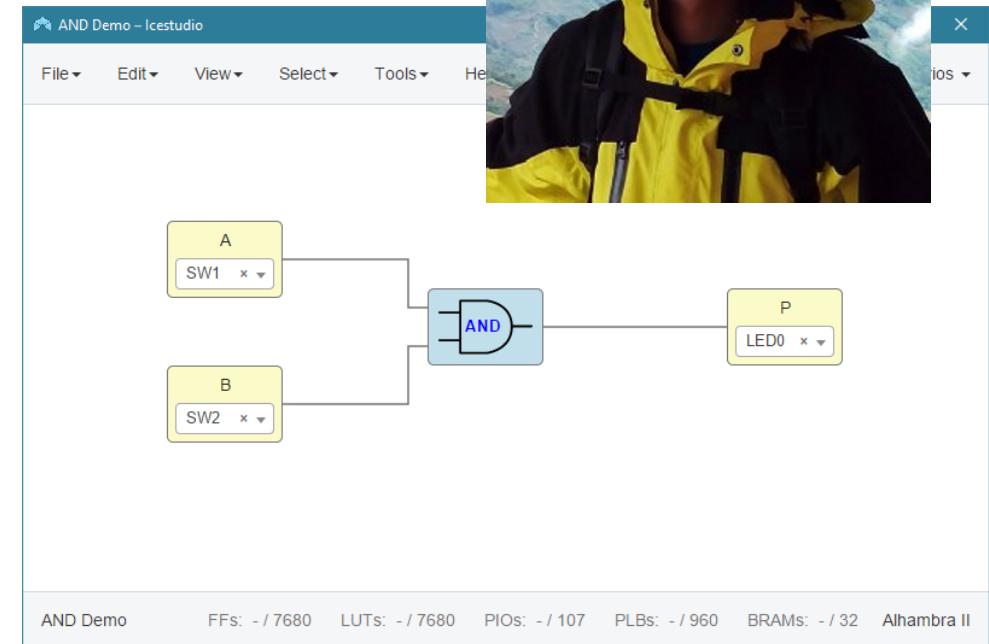
Icestudio: Diseño Gráfico de Electrónica Digital

Autor: **Jesús Arroyo**

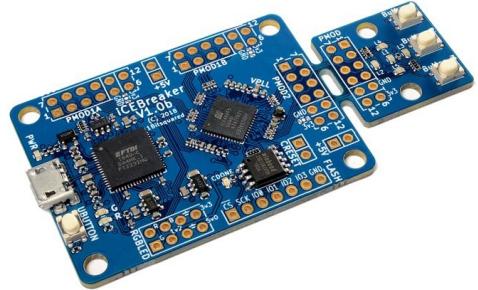
- Entorno gráfico fácil de usar
- Traduce a Verilog

<https://github.com/FPGAwars/icestudio>

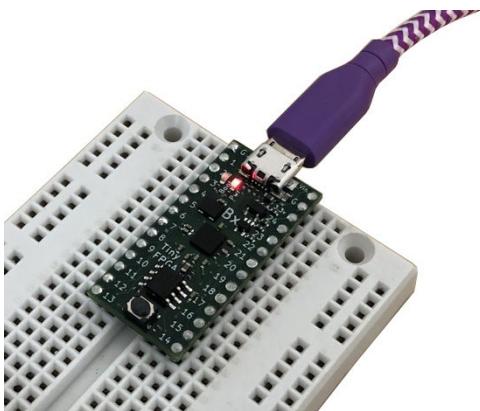
(Se va a ver en detalle en la demostración)



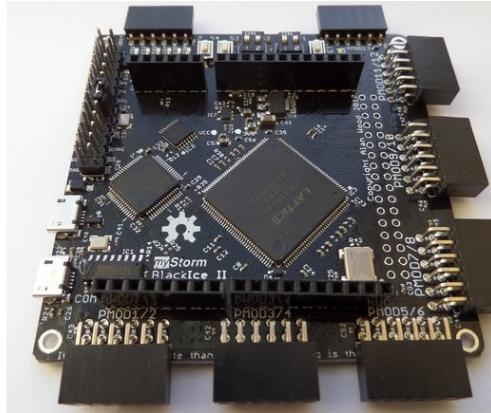
Placas Entrenadoras FPGA Libres



IceBreaker



TinyFPGA BX



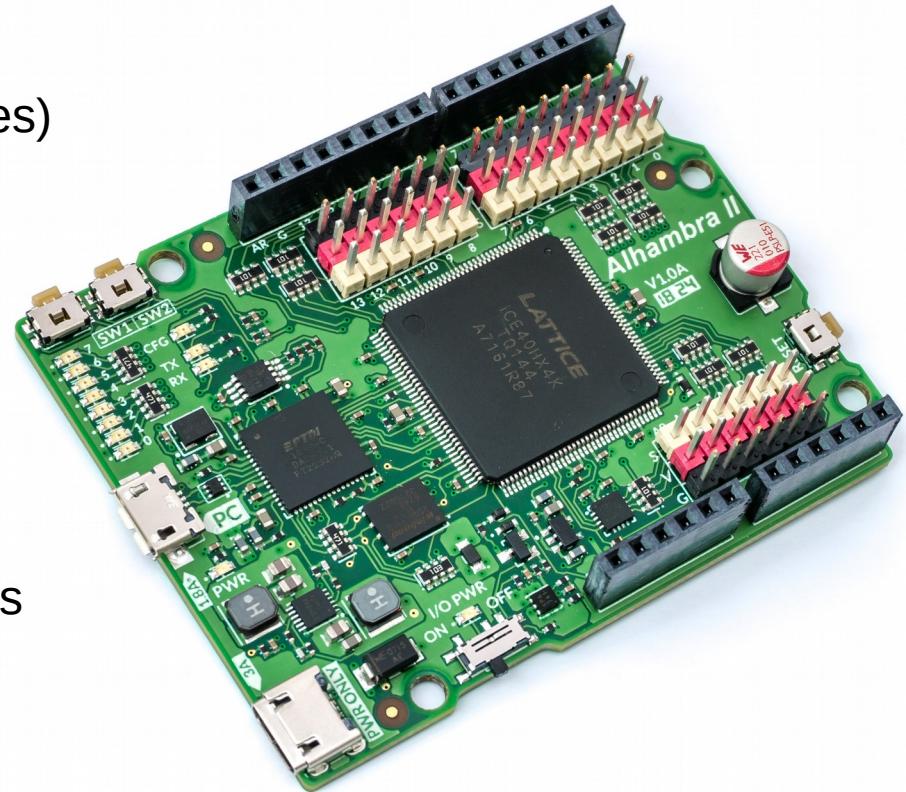
BlackIce II



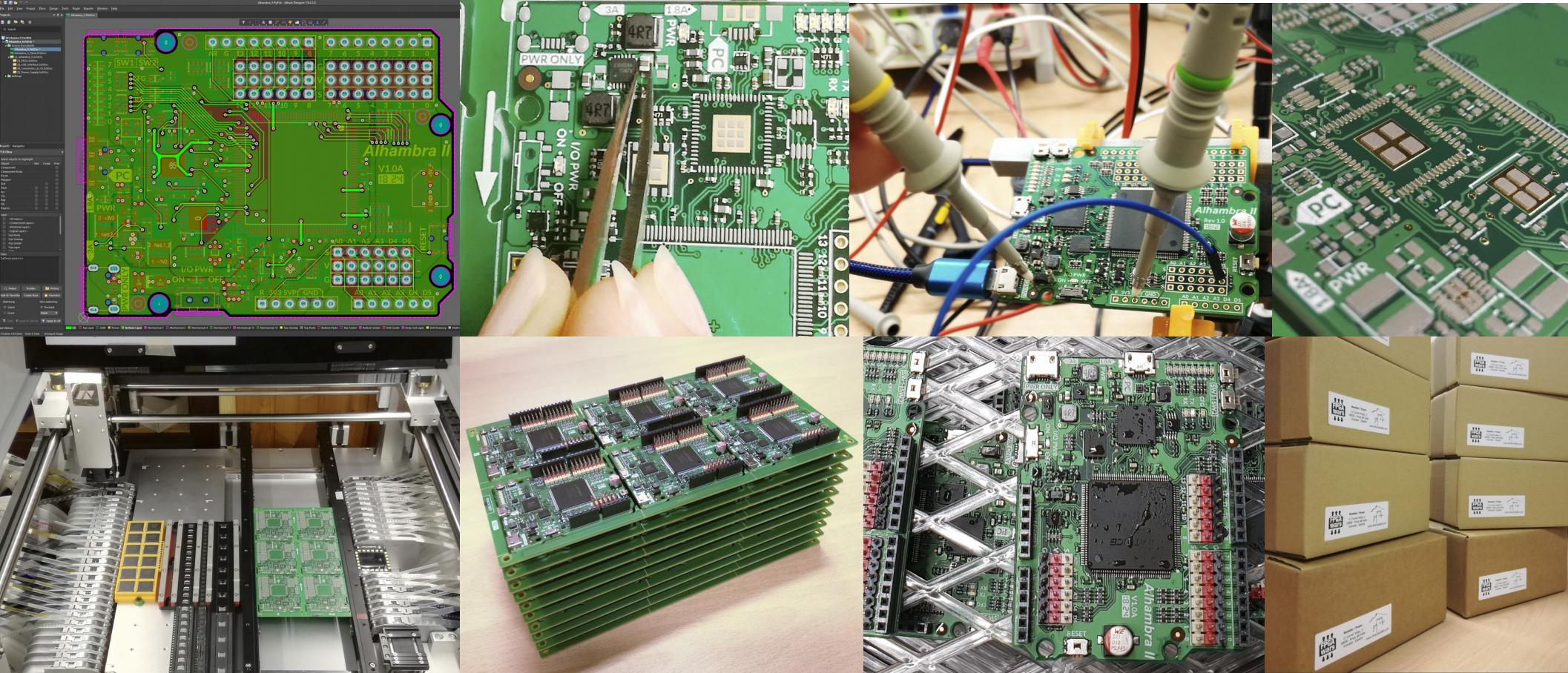
Alhambra II

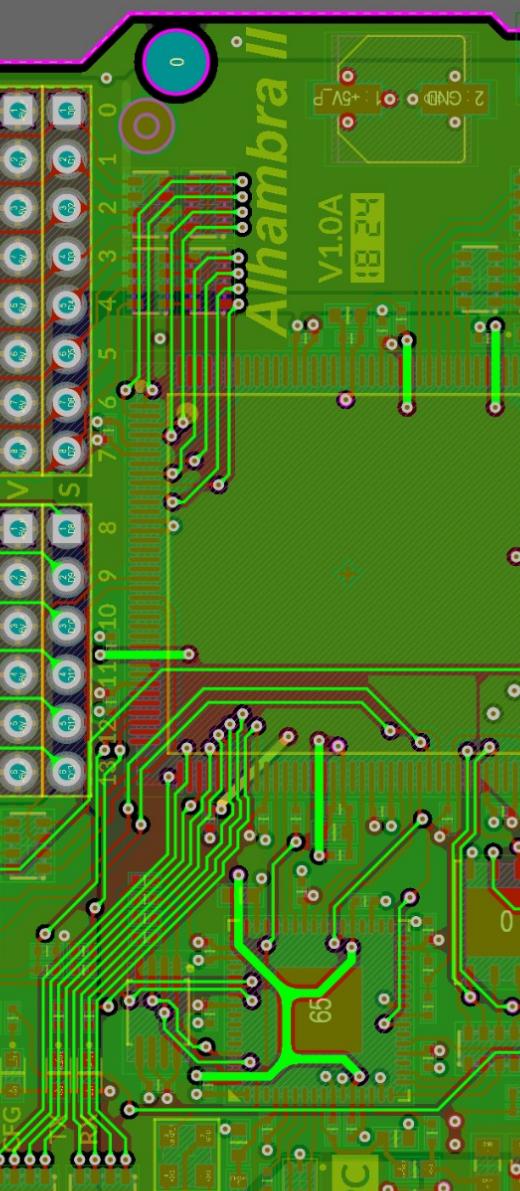
Alhambra II: Pensada para uso educativo

- Compatible Arduino UNO
- FPGA iCE40HX4K (8K con herramientas libres)
- Memoria de 32Mb
- 8 LEDs de usuario
- 2 Switches de usuario
- GPIO a 3.3V, compatibles con 5V
- Convertidor ADC por I2C, 12 bits, 4 canales
- Activación directa de LEDs sin resistencias
- Activación de servos RC hasta 4.8A contínuos
- Switch electrónico para periféricos
- GPIO cortocircuitables
- Alimentaciones cortocircuitables a masa



Diseño y Fabricación de la Alhambra II





#AlhambraFPGA
diseñado y fabricado en España

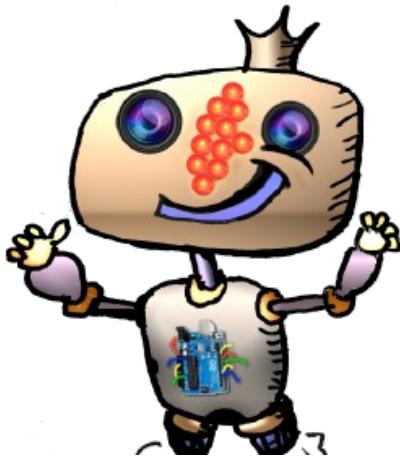
Pinos del Valle - Granada



AlhambrasBits.com

¡Gracias!

<https://github.com/EladioDM/Slides>



Eladio Delgado Mingorance
www.alhambrabits.com
@EladioDM



Maredem
MAREDEM TECHNOLOGIES