



Implementación de Algoritmos en Hardware

*Asignatura optativa
Ingeniería Computadores*



*III Jornadas de Coordinación Docente
y de Empresas*

17 y 18 de Diciembre de 2012

La ingeniería de computadores en el grado de informática



**BLA, BLA, BLA, BLA, BLA, BLA,
BLA, BLA, BLA, BLA, BLA, BLA, ...**

Vamos al grano ...
¿Para que quiero yo
cursar esto?

*IMPLEMENTACIÓN DE
ALGORITMOS EN HARDWARE*

Alguna optativa tendré que cursar, ¿no?

Si esta es fácil...

*IMPLEMENTACIÓN DE
ALGORITMOS EN HARDWARE*

¿Explica algo que sea
útil o me interese?

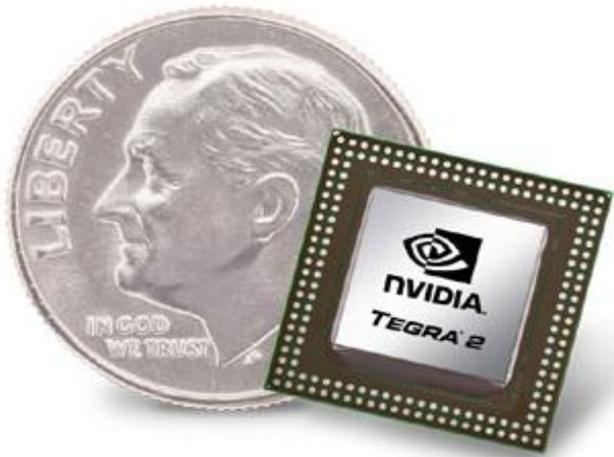
Veamos ...

*IMPLEMENTACIÓN DE
ALGORITMOS EN HARDWARE*

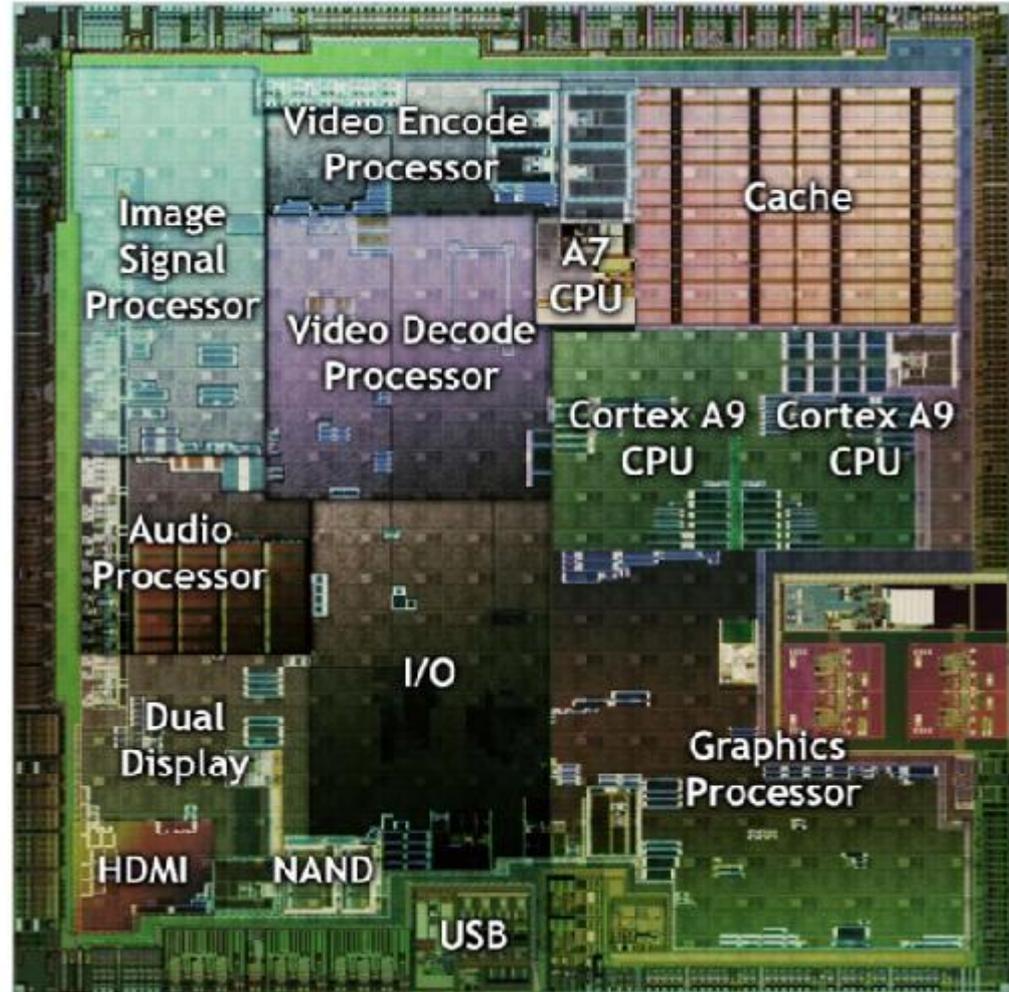
Implementación de algoritmos en hardware (IAH)

- Yo estudio, “por aprender” y...
¡Para tener un buen trabajo!
- ¿Cual es mi valor diferencial como ingeniero?
- Que aporta esta asignatura, ¿me diferencia de otros ingenieros? ¿y de los FPs?

Implementación de algoritmos en hardware (IAH)



Nvidia Tegra 250 T20 (40 nm, 2010)
8 procesadores independientes
260 millones de transistores
49 mm², 500mW



Implementación de algoritmos en hardware (IAH)

- ¿Por qué cada vez se usan más SoCs?
- ¿Qué quiere decir que se decodifica por hardware el video en mi tablet?
- ¿Por qué esto mejora la duración de la batería de mi tablet?
- ¿Puedo sacar provecho a todo esto?

Implementación de algoritmos en hardware (IAH)

- ¿Para qué? ... ¿se diseñan circuitos en España? ¿Está a mi alcance?
- ¿Cómo se diseñan los sistemas de control del CERN?
- ¿Y los de los satélites? ¿Y la electrónica que mandamos Marte?
- Latencia determinista, sistemas críticos, ... ¿pero esto de que va?

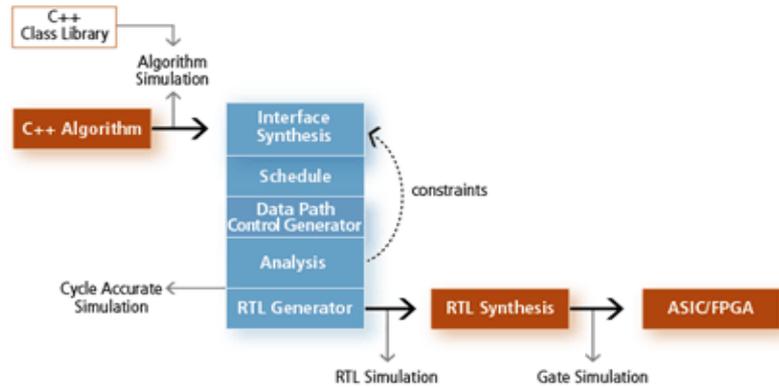
En esta asignatura ...

- Pretendemos responder a las preguntas anteriores y algunas más
- Veremos que, **DIOS MIO! Diseñar circuitos puede ser programar en C/C++!**
- Pretendemos mostrar que se diluyen las fronteras SW-HW
- Entenderemos por qué este conocimiento puede diferenciarme de otros ingenieros.

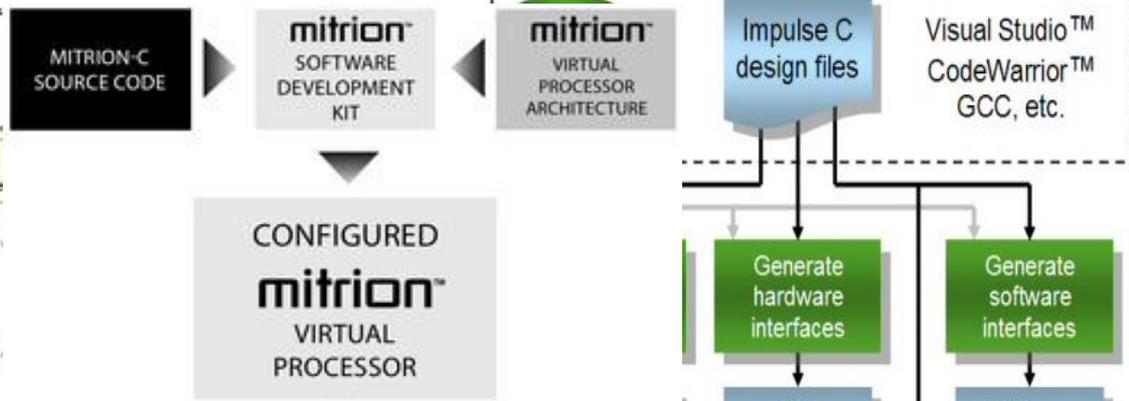
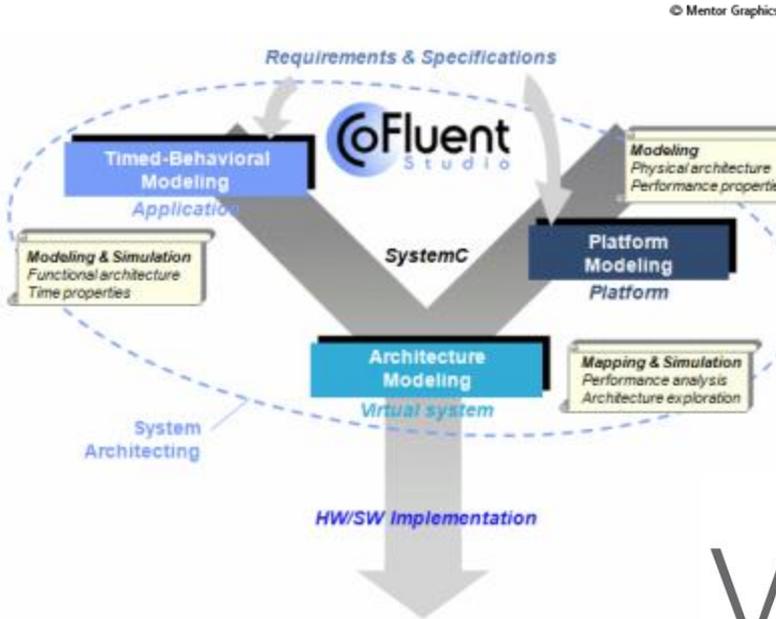
Veremos las tendencias actuales de diseño

Nuevas herramientas de síntesis de alto nivel

Catapult Synthesis Design Flow

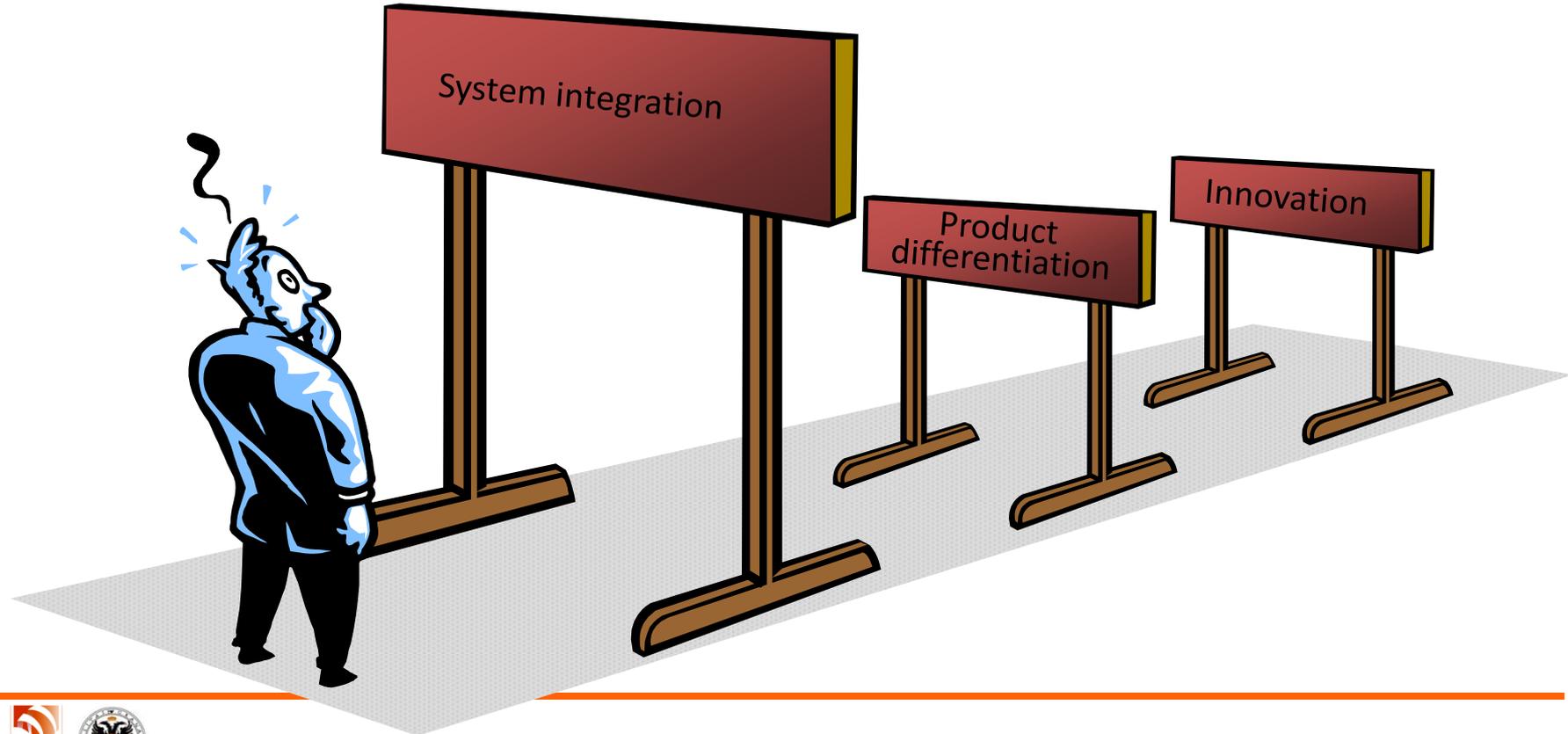


© Mentor Graphics



“Productivity Challenge”

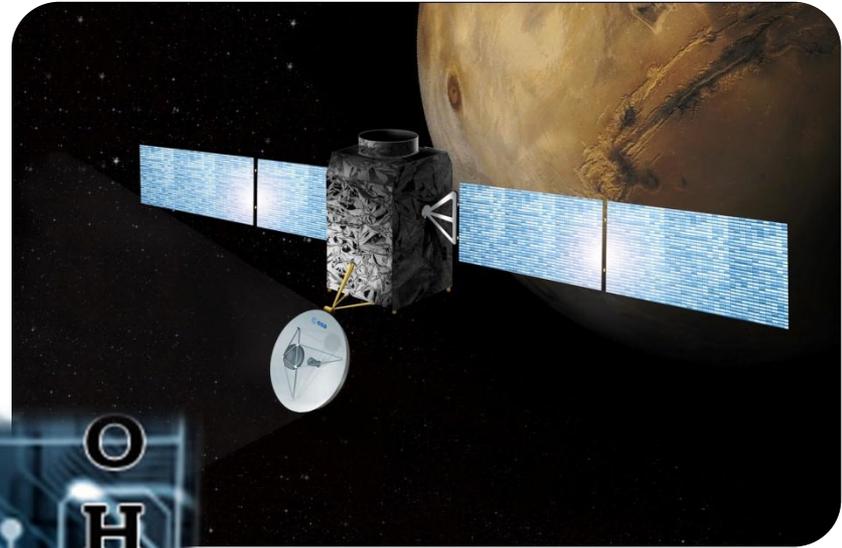
- *La principal barrera está en la integración del sistema*
- *Mientras que la clave para la competitividad está en la innovación y en la diferenciación del producto*



En esta asignatura ...

- Veremos que en Granada se diseña para espacio (i.e Sophi, EXOMARS en IAA).
- Estudiaremos el sistema de sincronización del acelerador de partículas más grande del mundo (el LHC del CERN).
- Hablaremos de ADAS para automoción
- Podremos diseñar coprocesadores y sacar partido de los existentes en SoCs comerciales

Resumiendo: en esta asignatura...



CONTENIDOS FORMALES

*IMPLEMENTACIÓN DE
ALGORITMOS EN HARDWARE*

Implementación de algoritmos en hardware (IAH)

- **Optativa de la especialidad de Ingeniería de Computadores**
 - Complementos de Sistemas de Cómputo para Aplicaciones Específicas
 - También en el grado de Ingeniero de Telecomunicaciones
- **8º cuatrimestre, 6 créditos ECTS (3 T, 3 P)**
- **Resumen de contenidos:**

Metodologías de diseño e implementación de algoritmos en hardware. Diseño de máquinas algorítmicas. Diseño hardware de operaciones matemáticas complejas. Implementación de algoritmos en hardware para aplicaciones específicas. Evaluación de costes y prestaciones. Ejemplos de sistemas integrados para aplicaciones específicas.

Objetivos IAH (I)

- Describir y aplicar metodologías de diseño de circuitos digitales para sistemas de uso específico.
- Aplicar técnicas de análisis de prestaciones (precisión, recursos y potencia de cómputo) para la identificación de elementos que limitan el sistema.
- Identificar las herramientas y metodologías de diseño más adecuadas según la aplicación y sus especificaciones.
- Conocer técnicas de diseño de módulos hardware de altas prestaciones (coprocesadores o periféricos) para sistemas integrados.
- Aplicar técnicas de máquinas de estado algorítmicas.
- Conocer técnicas de diseño de circuitos de operaciones matemáticas complejas. Elegir el tipo de representación de los datos acorde a las especificaciones de precisión, recursos y prestaciones.

Objetivos IAH (II)

- Identificar y reconocer las necesidades funcionales que justifican el desarrollo de hardware de propósito específico en distintos campos de aplicación.
- Aplicar metodologías de adaptación de algoritmos para su implementación en hardware de propósito específico.
- Aplicar técnicas avanzadas de compartición de recursos y optimización de prestaciones (segmentación de cauce, diseño superescalar, etc..).
- Evaluar costes y prestaciones de módulos hardware para aplicaciones específicas.
- Identificar dispositivos y plataformas integradas para aplicaciones específicas, sus restricciones y campos de aplicación

Competencias IAH

- **IC1.** Capacidad de **diseñar y construir sistemas digitales**, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.
- **IC2.** Capacidad de desarrollar **procesadores específicos y sistemas empotrados**, así como desarrollar y **optimizar el software** de dichos sistemas.
- **IC5.** Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.
- **E4.** Capacidad para **definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software** para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- **E9.** Capacidad para **resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad**. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

Y ESO QUE QUIERE DECIR ...

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS EN HARDWARE

Implementación de algoritmos en hardware

Contenidos

- Lenguajes de programación hardware (**C/C++** o **VHDL/Verilog**)
- ¿Qué elementos de un sistema requiere **hardware de procesamiento específico**?
- Técnicas de diseño, tipos de aritmética, tecnologías para **hardware de altas prestaciones, baja potencia o coste reducido**.
- **Ejemplos de aplicaciones** : sistemas empotrados de multimedia, criptografía, comunicaciones, avionica, etc..

Prácticas:

- Herramientas de implementación de hardware. Opciones de optimización.
- Bloques de propiedad intelectual (**cores IP**).
- Análisis de un bloque de compresión de imágenes **JPEG**.
- Comunicaciones **TCP – UDP** en sistemas empotrados.
- Lenguajes de alto nivel **C/C++ para descripción de circuitos**.
- Ejercicio libre basado en repositorios: OpenCores (**ORSoC**), OHWR (**CERN**), etc...

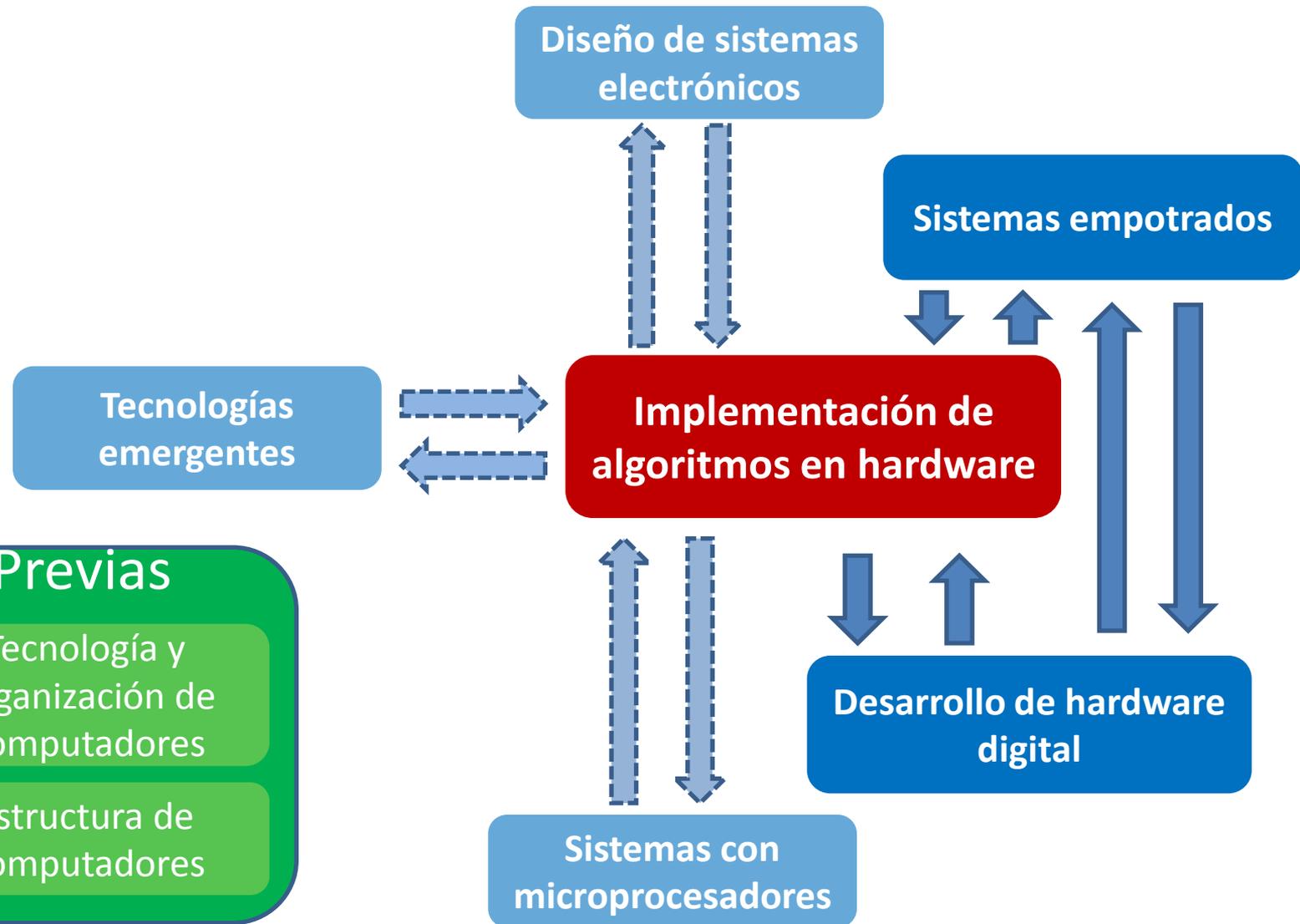


Implementación de algoritmos en hardware

- **Metodología colaborativa y práctica**
 - Sólo 50% de contenidos están prefijados
 - Contenidos impartidos por los alumnos
- **Contenidos**
 - Transparencias → libros: mejor ir a las fuentes
 - Videos, websites, hojas dispositivos, charlas invitadas, etc..
- **Evaluación**
 - Trabajo autónomo y en aula (individual y en grupo) → 30%
 - Practicas guidadas y libres → 60 %
 - Pruebas/exámenes → 30%

Los alumnos parte activa de la evaluación

Relación con otras asignaturas



Salidas profesionales y empresas relacionadas

Sistemas de Cómputo para Aplicaciones Específicas

Perfiles profesionales: diseñador de sistemas empotrados y hardware/FPGA, programador de sistemas empotrados e industriales, ingeniero de optimización y aceleración de sistemas.

Sectores: industrial, aeroespacial, aviónica, salud, comunicaciones, multimedia, consumo, etc.

Empleo: NACIONAL

INTERNACIONAL



Bibliografía IAH

- Jean-Pierre Deschamps, Gery J. A. Bioul, Gery, Gustavo D. Sutter: “**Synthesis of Arithmetic Circuits: FPGA, ASIC and Embedded Systems**”. 2006. John Wiley & Sons.
- Behrooz Parhami, “**Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs**”. Oxford University Press 2009.
- Steve Kilts, “**Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization**”. John Wiley and Sons, 2007.
- Clive Maxfield, “**The design warrior’s guide to FPGAs**”, Elsevier 2004.
- Francisco Rodriguez-Henriquez, N. A. Saqib, Arturo Diaz Perez, Cetin Kaya Koc, “**Cryptographic Algorithms on Reconfigurable Hardware**”, Springer 2009.
- A. Rushton: “**VHDL for Logic Synthesis**”, John Wiley and Sons, 2001
- Fco. Javier Garrigós Guerrero, Fco. Javier Toledo Moreo, José Javier Martínez Álvarez. “**Síntesis de Sistemas Digitales con VHDL**” Universidad Politécnica de Cartagena. 2003.
- D.L. Perry, “**VHDL programming by example**”, McGraw-Hill, 2002. (Recurso electrónico)
- J.O. Hamblen, T. S. Hall, M. O. Furman: “**Rapid Prototyping of Digital Systems : SOPC Edition**”, Springer 2008.
- J. Bhasker, “**A SystemC Primer**”, Star Galaxy Publishing (2002)
- D. Green, “**Modern Logic Design**”. Addison Wesley, 1986.

Enlaces recomendados IAH

Fabricantes de dispositivos reconfigurables

- <http://www.altera.com>
- <http://www.xilinx.com>
- <http://www.actel.com>

Portales con código de ejemplo para aplicaciones basadas en hardware reconfigurable:

- Principal portal de descargas de código HDL: <http://www.opencores.com>.
- Portal con múltiples proyectos de ejemplo: <http://www.fpga4fun.com/index.html>
- Iniciativa sobre “hardware libre” <http://fpgalibre.sourceforge.net/>
- <http://www.fpgadeveloper.com/>
- <http://www.vhdl.org>

Aritmética

- Unidades flotantes: <http://www.eda.org/fphdl>
- <http://www.arithmetic-circuits.org/arithmetic/index.html>

Otros

- Sitio web sobre empresas, foros, eventos, etc.. <http://www.fpgacentral.com/>
- Discusión y difusión de estándares EDA: <http://www.eda.org/>
- Tutoriales online sobre múltiples temas tecnológicos: <http://www.techonline.com/>
- Portal con ofertas de empleo: <http://www.fpgajobs.com/a/jbb/find-jobs>

Preguntas

¿?

