

Sistemas Empotrados basados en microprocesadores de código abierto

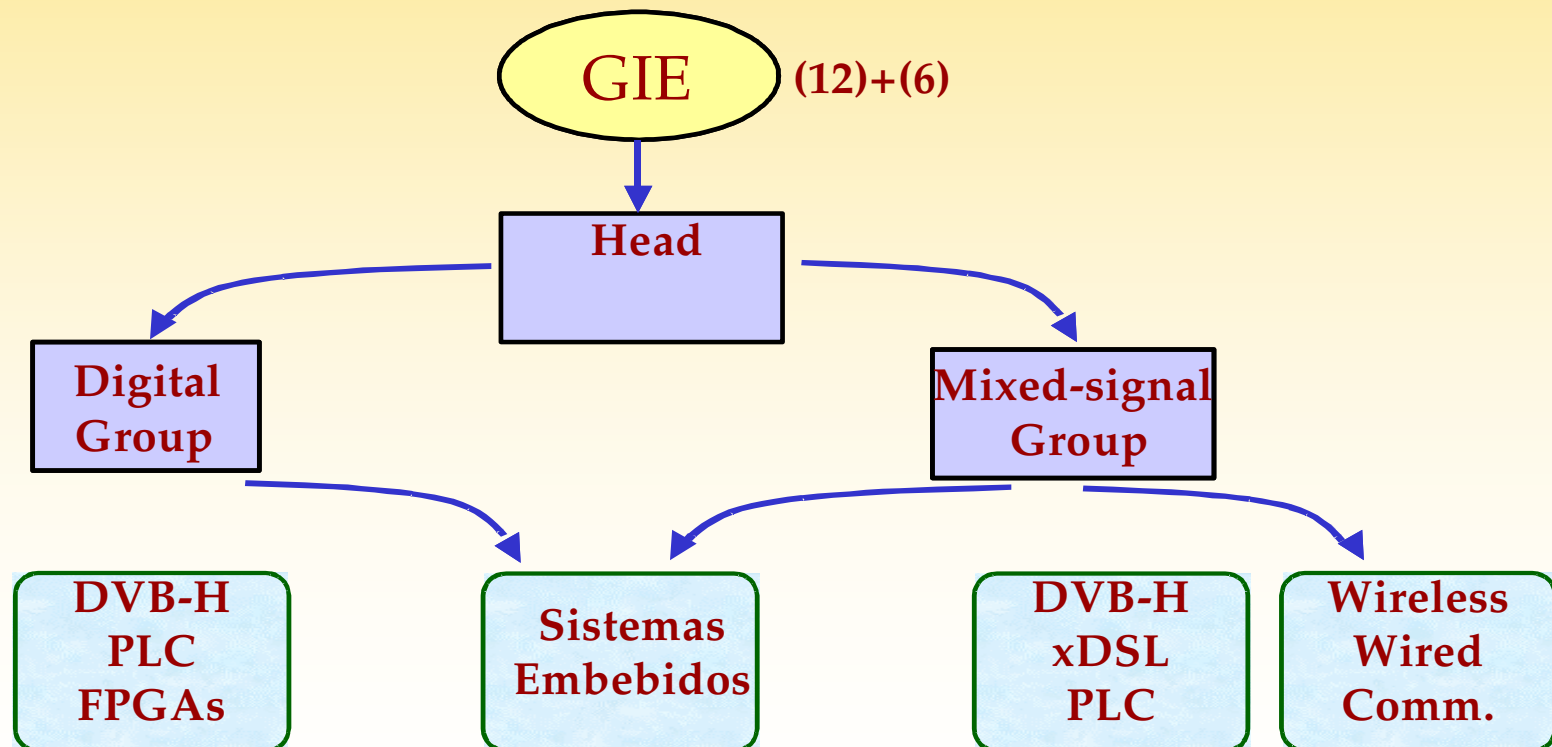
Ramón González Carvajal,
Hipólito Guzmán, Jon Tombs

Departamento de Tecnología Electrónica
Universidad de Sevilla

AICIA

AICIA: Asociación para la Investigación y cooperación Industrial en Andalucía

Electronics Engineering Group





Hardware de código abierto

- The interface to the hardware must be explicitly made public, so the hardware can be used freely.
- The design of the hardware must be made public, so that others can implement it and learn from it.
- The tools used to create the design should be free, so that others can develop and improve the design.

Razones

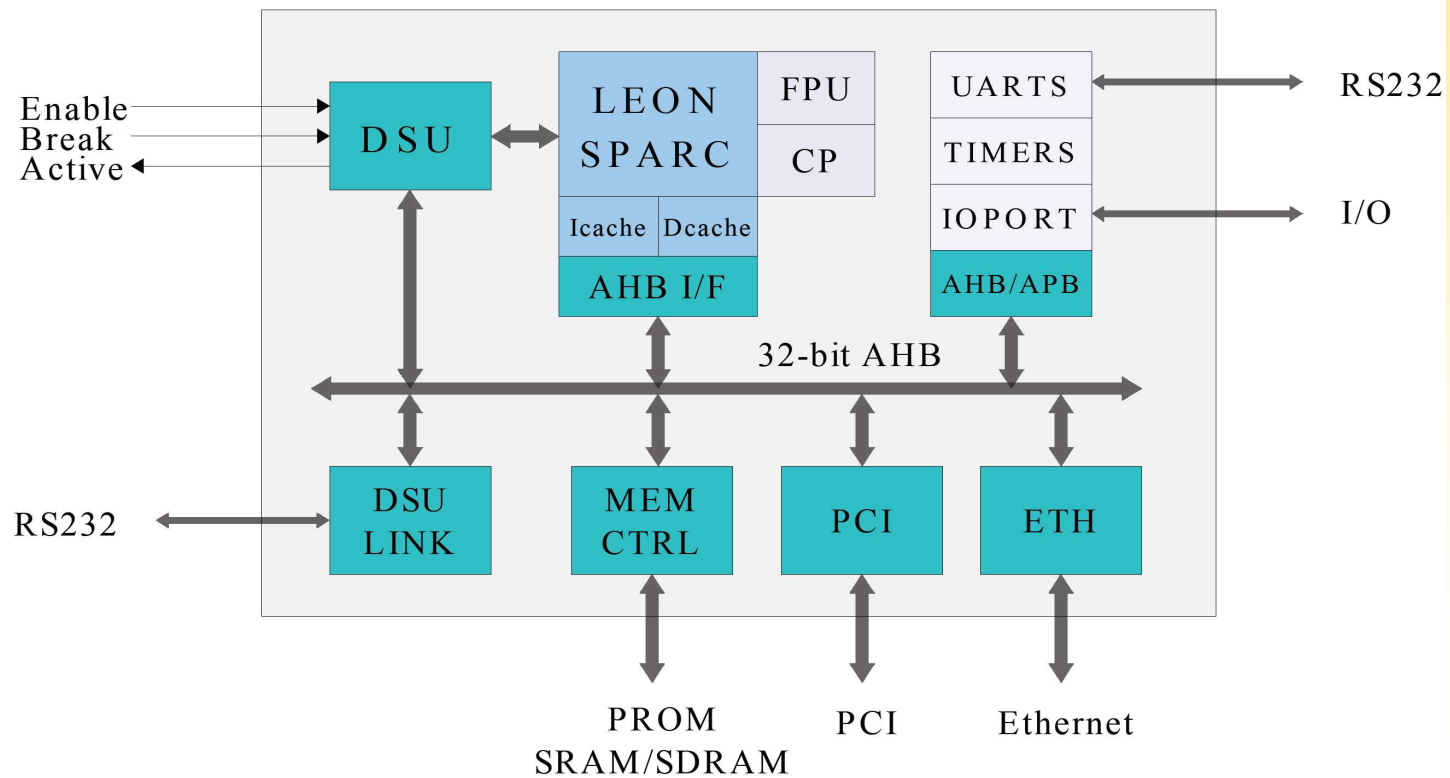
- **Porque el hardware debe ser libre (Richard Stallman)**
 - **Fewer people use the hardware or hardware design**
 - **None of the users can adapt or fix the hardware or hardware design**
 - **Other developers cannot learn from the design, or base new work on it**

Iniciativas “Open-Hardware”

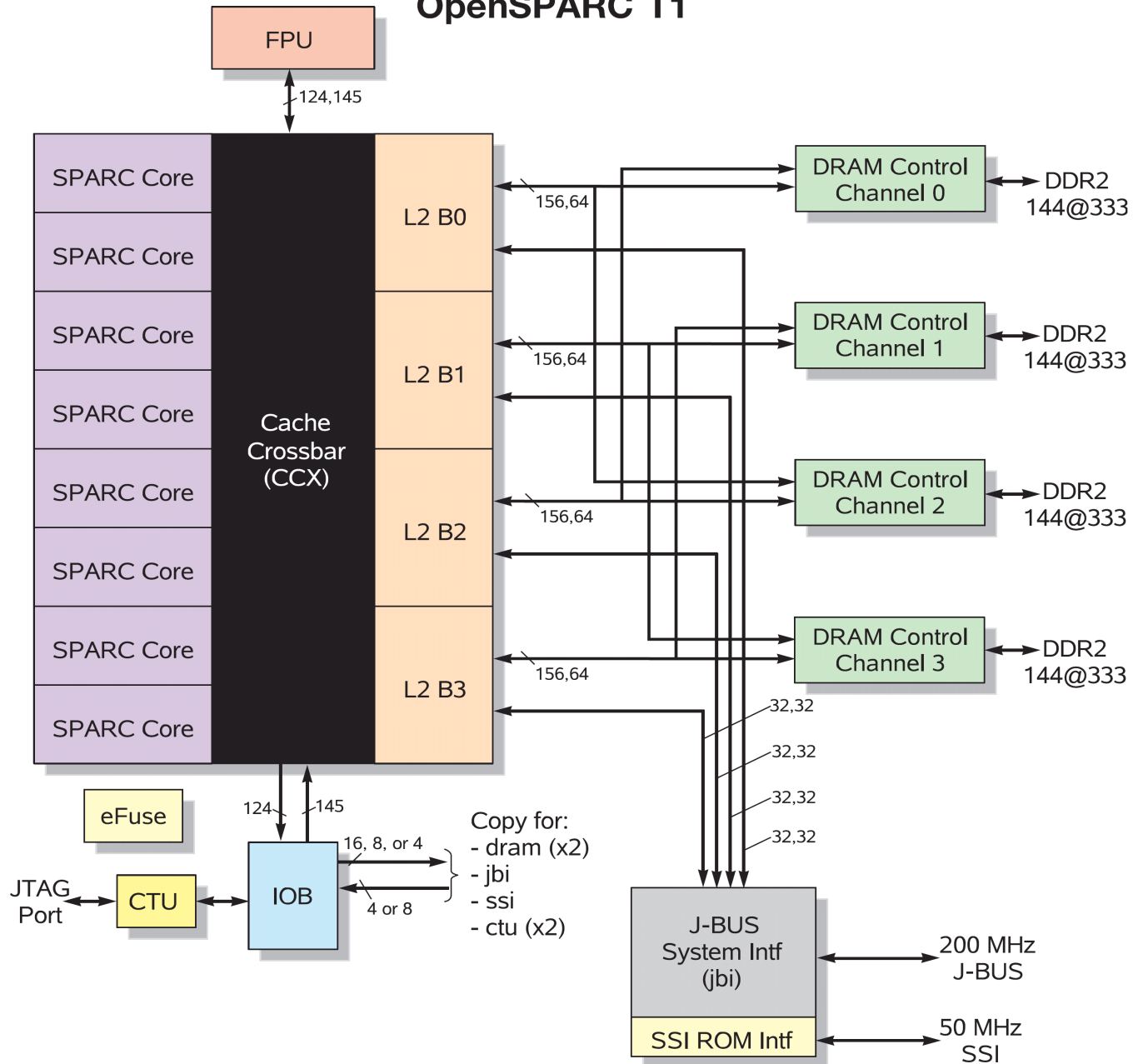
- Existen muchas entre las que destaca
 - www.opencores.org
- En el campo de los microprocesadores
 - OPENSPARC
 - OPENRISC, SimplyRISC
 - LEON

LEON 2

LEON2 Block Diagram



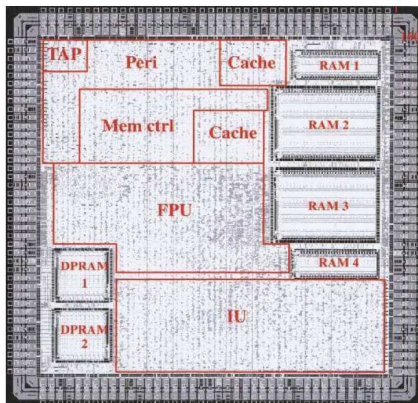
OpenSPARC T1



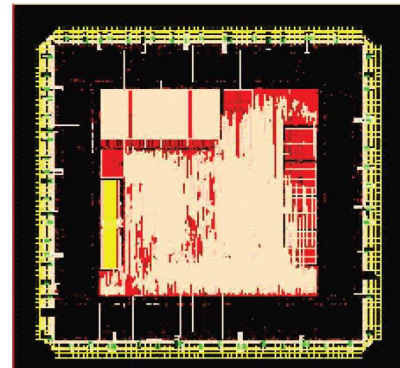
Ejemplos de productos industriales

Example implementations

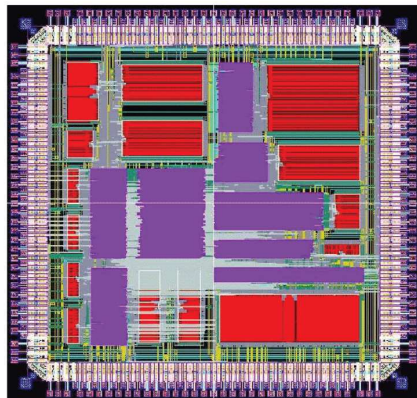
LEON1FT, Atmel 0.35 μm , 2001



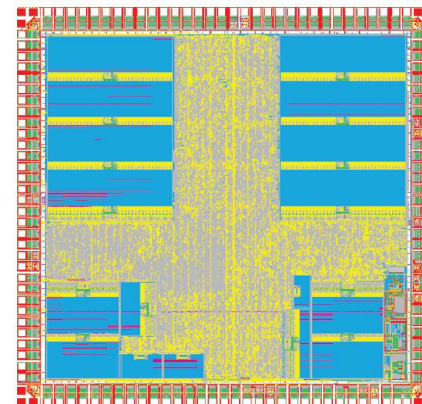
LEON2FT, UMC 0.18 μm , 2003



A-STAR TSMC 0.25 μm , 2002



Nemerix NJ1030 GPS receiver, 0.18 μm , 2003



Diseño de Sistemas Empotrados

- ❑ Algunas características importantes:
 - ❑ Capacidad de procesamiento
 - ❑ Flexibilidad (Funcionalidad)
 - ❑ Reducido tiempo de prototipado
 - ❑ Escalabilidad (Redes de sistemas empuotrados)
 - ❑ Reducido coste

- ❑ Soluciones
 - ❑ SOFTWARE: Uso de código abierto para reducir costes y tiempo de desarrollo
 - ❑ HARDWARE: **Puede aplicarse una solución similar?**

Diseño de Sistemas Empotrados

- ❑ Algunos costes significativos:
 - ❑ Coste de desarrollo del sistema (plataforma HW y programación HW y SW de la misma)
 - ❑ Coste de la plataforma HW
 - ❑ Licencias de software de desarrollo y sistemas operativos empuotrados
 - ❑ Licencia del IP o softcore

Paquetes comerciales para diseño de SoC

Ventajas:

- Facilitan la tarea del diseñador de sistemas integrados
- Proporcionan softcores propietarios...
- Y herramientas para implementarlos

□ Inconvenientes:

- Softcores dependientes del hardware del fabricante...
- Y de código cerrado
- Dependiendo del presupuesto del proyecto, el coste de los paquetes de software puede ser prohibitivo

Paquetes de diseño basados en código abierto HW/SW para diseño de SoC

Ventajas:

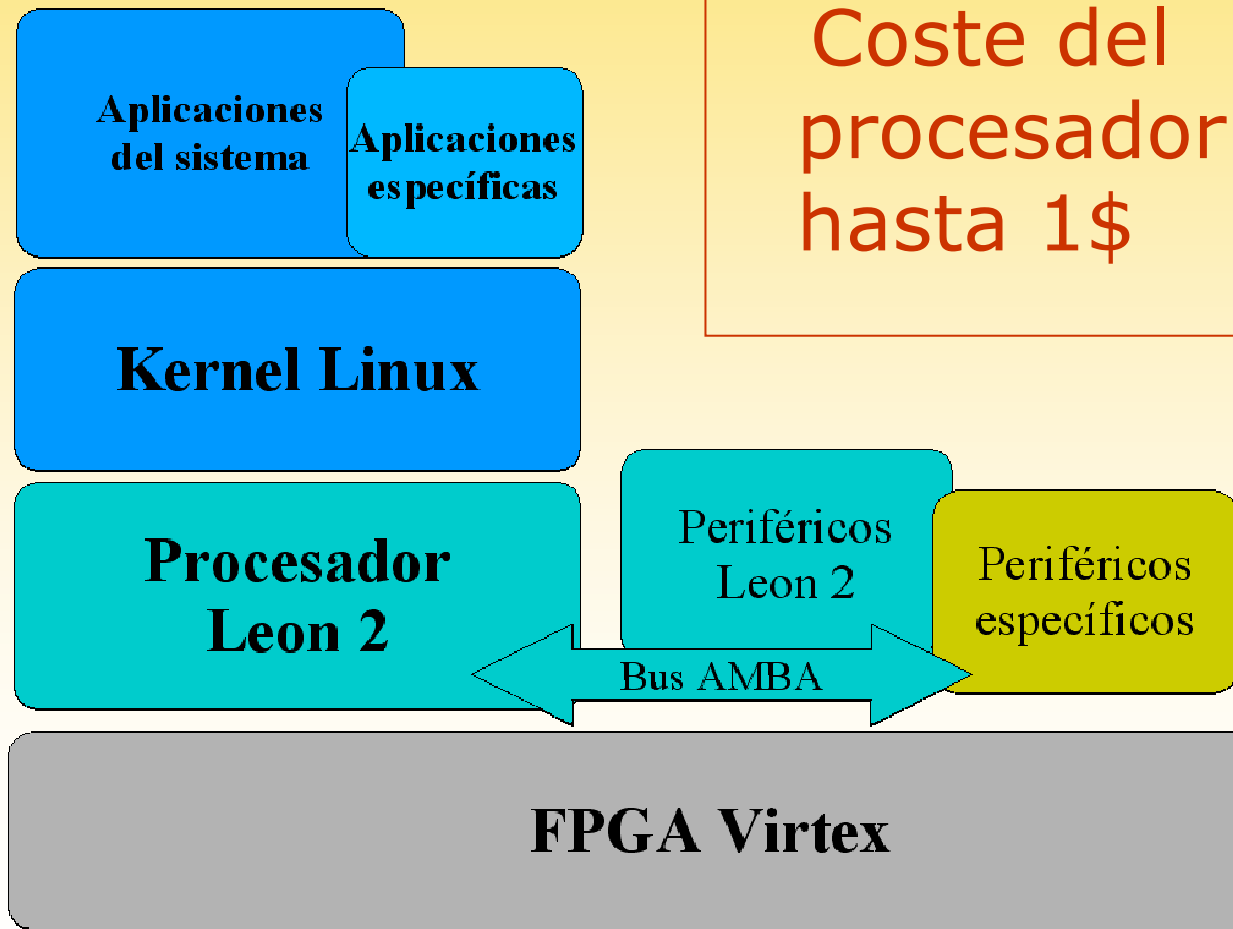
- ❑ Coste reducido
- ❑ Rapidez en el diseño y/o rediseño
- ❑ Independencia del fabricante
- ❑ Cada vez más herramientas

Inconvenientes:

- ❑ Oferta insuficiente de todo tipo de IPs
- ❑ Dependiendo del tamaño de la tirada el coste puede ser elevado

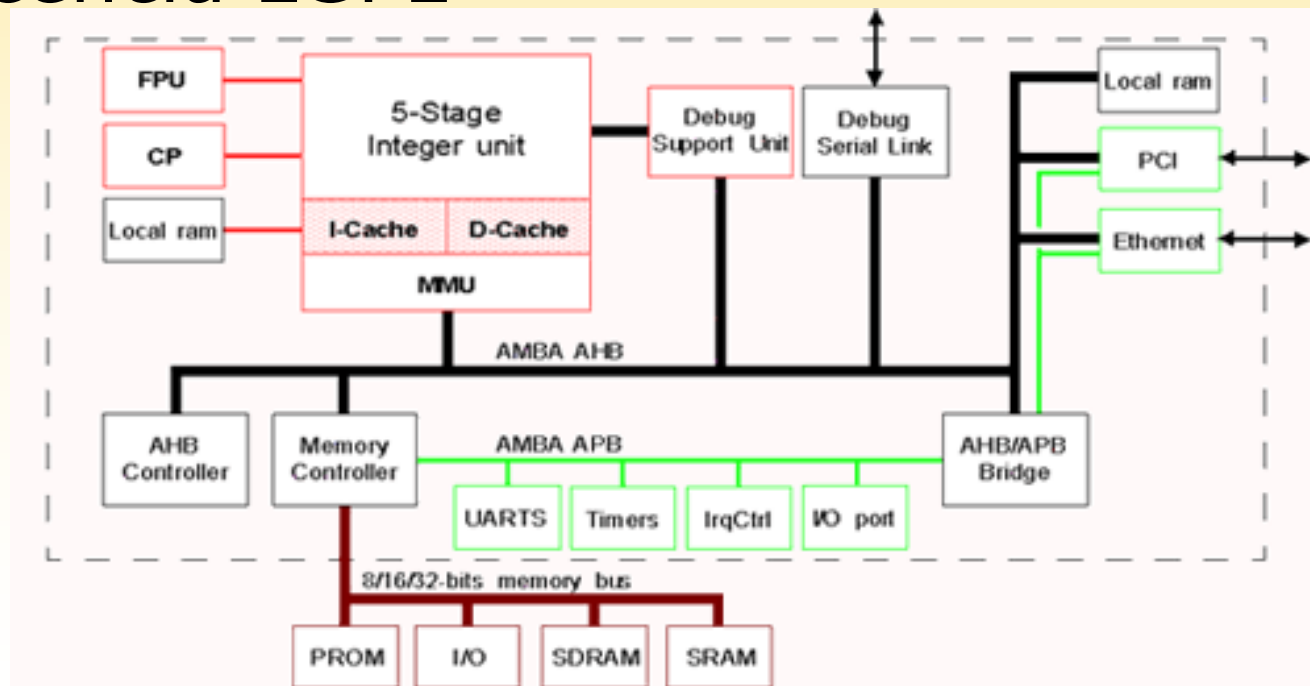
Sistemas basados en
FPGA

Arquitectura del Sistema Empotrado



Procesador Leon 2

- Modelo VHDL sintetizable de un procesador de 32 bits conforme al estándar Sparc V8
- Licencia LGPL

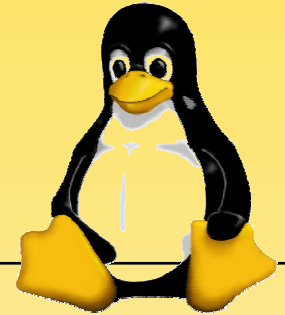


Procesador Leon 2 (II)

Características:

- Configuración sencilla mediante herramientas gráficas
- Implementable en FPGAs de distintos fabricantes (Xilinx, Altera, Actel)
- Independiente de herramientas de síntesis o hardware específicos

Snapgear Linux



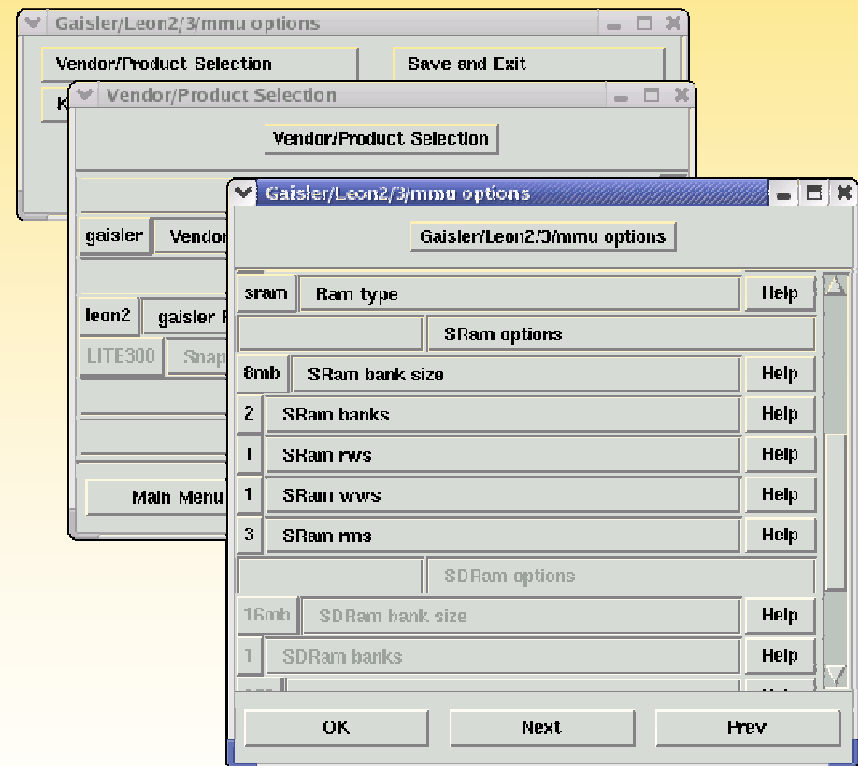
- Necesitamos un S.O. para poder ejecutar más de una tarea en software

Utilizar Linux en un sistema integrado permite:

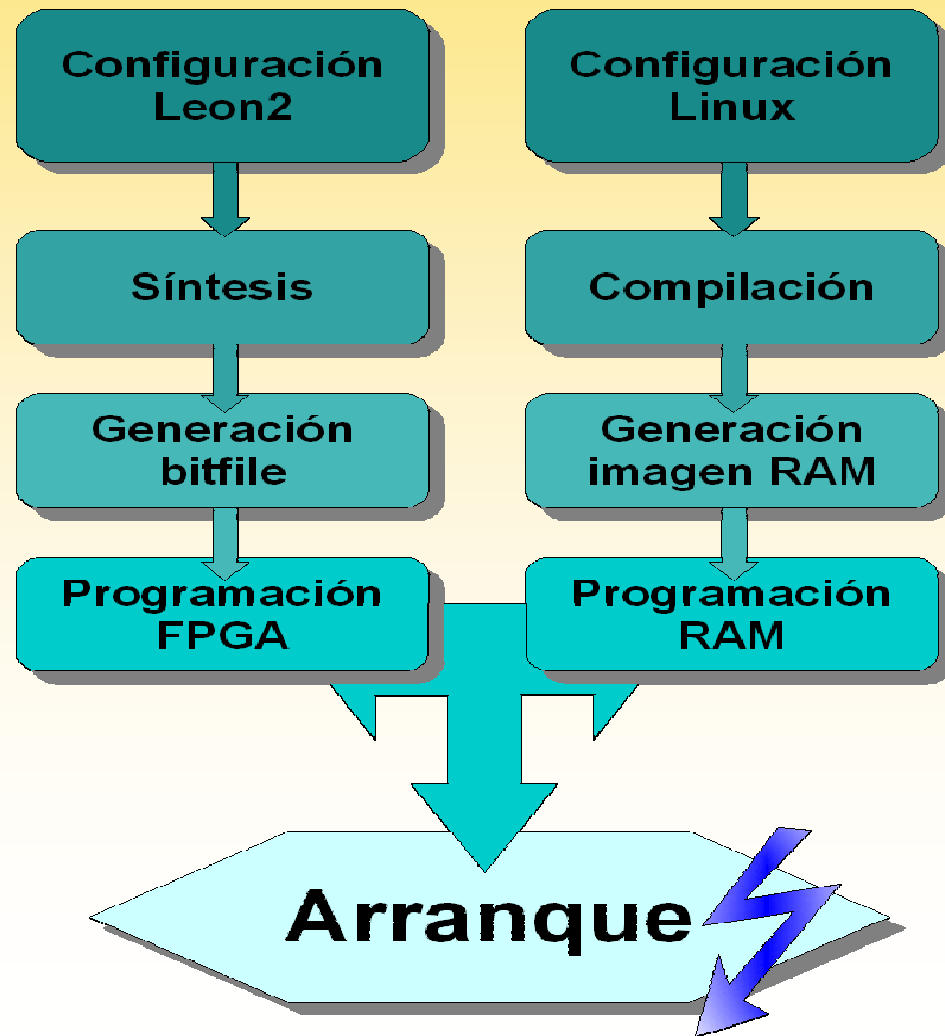
- Reutilización de conocimientos y código
- Prototipado rápido de sistemas con conexión a redes
- Actualizaciones on-line

Snapgear Linux (II)

- Snapgear es una variante de uClinux con soporte para procesadores Leon
- Configuración sencilla mediante herramientas gráficas
- Se puede reducir su huella hasta un poco menos de 600KBytes



Flujo de Diseño



Resultados

Sistema mínimo Linux:

- Imagen RAM < 600KB
- RAM libre necesaria ~1MB
- 76% de ocupación en la FPGA (baja optimiz.)
- Frecuencia de operación: 20MHz
- 21190.0 dhrystones/s

```
Blkmem copyright 1998 Kenneth Albanowski
Blkmem 1 disk images:
O: 4004BB28-4007BB27 (RO)
VFS: open root device 1f:00
VFS: Mounted root (romfs filesystem) readonly.
Trying to open: /dev/ttyS0
baud_table[i]: 38400
Leonclock: 20000000
comine: 64

Starting init
bdflush() activated...sleeping again.

^?Shell invoked to run file: /etc/init.d/rcS6:38
Command: #!/bin/sh
Command:
Command: echo "###Start..."
###Start...
Command:
Command: hostname leon2
Command: mount -t proc proc /proc
Command:
Command: /bin/sh

Sash command shell (version 1.1.1)
/>
```

Conclusiones y Aplicaciones

- Se eliminan la mayor parte de los costes, quedando únicamente los costes de desarrollo y el coste de la plataforma HW (que es inevitable)
- Las herramientas en las que se basan son de código abierto por lo que se permite su modificación y extensión

Bibliografía seleccionada

- ARM Limited: AMBA Specification, Rev 2.0. *ARM IHI 0011A*, May 1999
- M. Durrant and M. Leslie. How uClinux provides mmu-less processors with an alternative. *Embedded.com*, December 2002.
- Gaisler Research. *Leon2 Processor User's Manual, Version 1.0.30, XST Edition*, July 2005.
- Gaisler, J. An open-source VHDL IP library with Plug&Play configuration. IFIP Congress Topical Sessions 2004: Toulouse, France
- SPARC International Inc. *The SPARC Architecture Manual: Version 8*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1992.
- X Engineering Software Systems Corporation. XSV Board v1.1 Manual