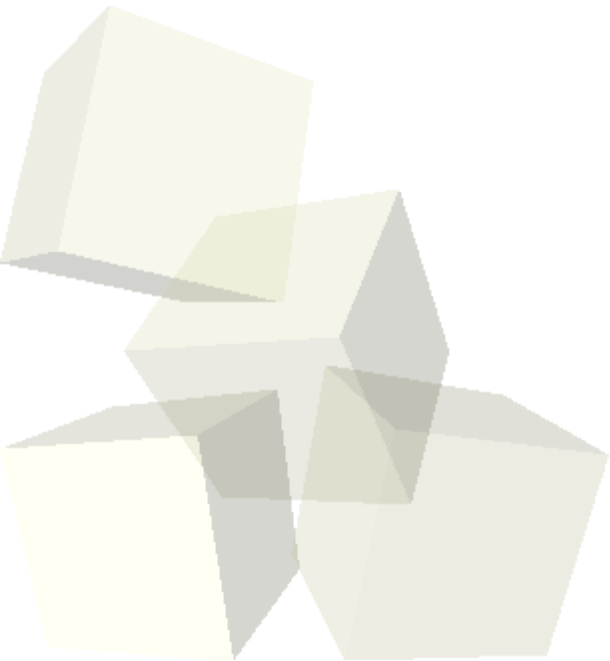




Visión General del Desarrollo de Hardware

Manuel J. Bellido Díaz

Septiembre de 2017





- Introducción al hardware
- Plataformas SoC principales
 - Diseño de SoCs: Intellectual Property cores (IP cores)
 - Arquitecturas ISA para SoC: ARM, ~~¿Atom?~~
 - Revisión de Plataformas SoC actuales
- Plataformas PCB de desarrollo de hardware
- Contenidos de la Asignatura LabDesHar



- ¿Que es el hardware? (hardware – Partes duras):
 - partes tangibles de un sistema informático, cuyos componentes son:
 - eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos
 - **RAE**: Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora
 - **Sistema informático o computador** ==> Hardware + Software (es intangible, es la parte lógica del sistema, la que actúa y toma decisiones)
 - Importante: Hardware y software son **indisolubles**
 - Dicho de otra manera: **quien desarrolle hardware debe conocer el desarrollo de software.**
 - El desarrollo de **sistemas informáticos completos**, es decir, diseño e implementación de las dos componentes **Hardware y Software** es propio de la

Ingeniería de Computadores



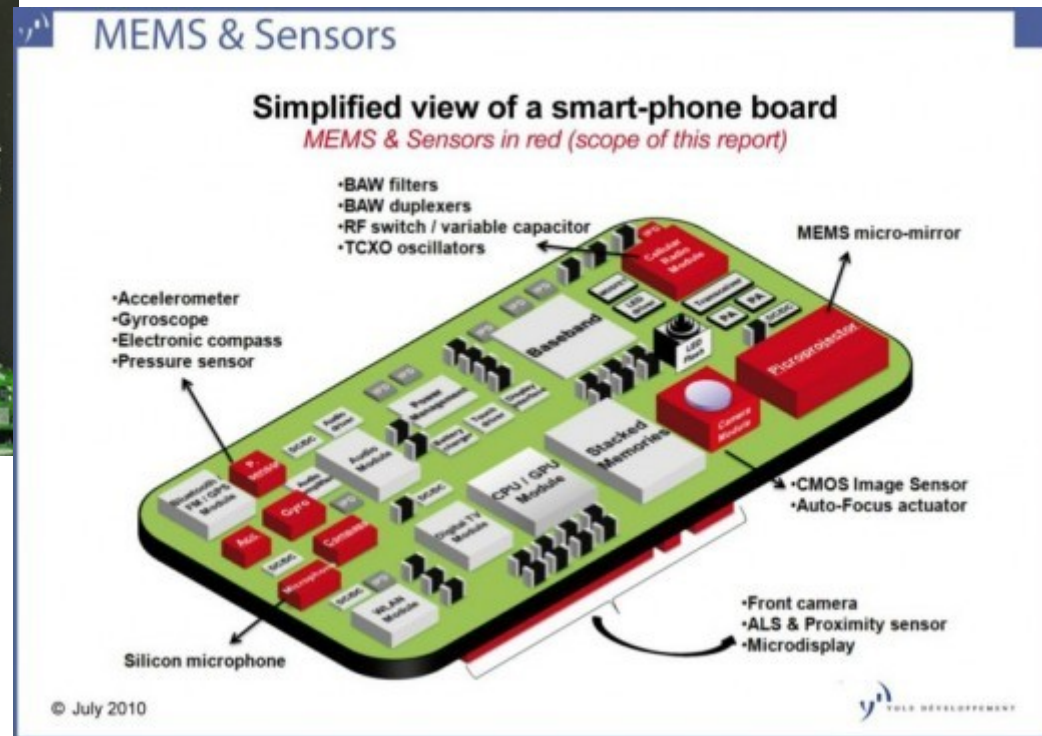
■ Paradigma del hardware: smartphones

- Documento de interes sobre los smartphones:
 - <http://histinf.blogs.upv.es/files/2012/12/Evoluci%C3%B3n-de-los-Smartphones-Blog-HDI.pdf>
- Hardware de un smartphone





- # En el desarrollo de hardware es importante conocer como se diseñan e implementan las PCBs

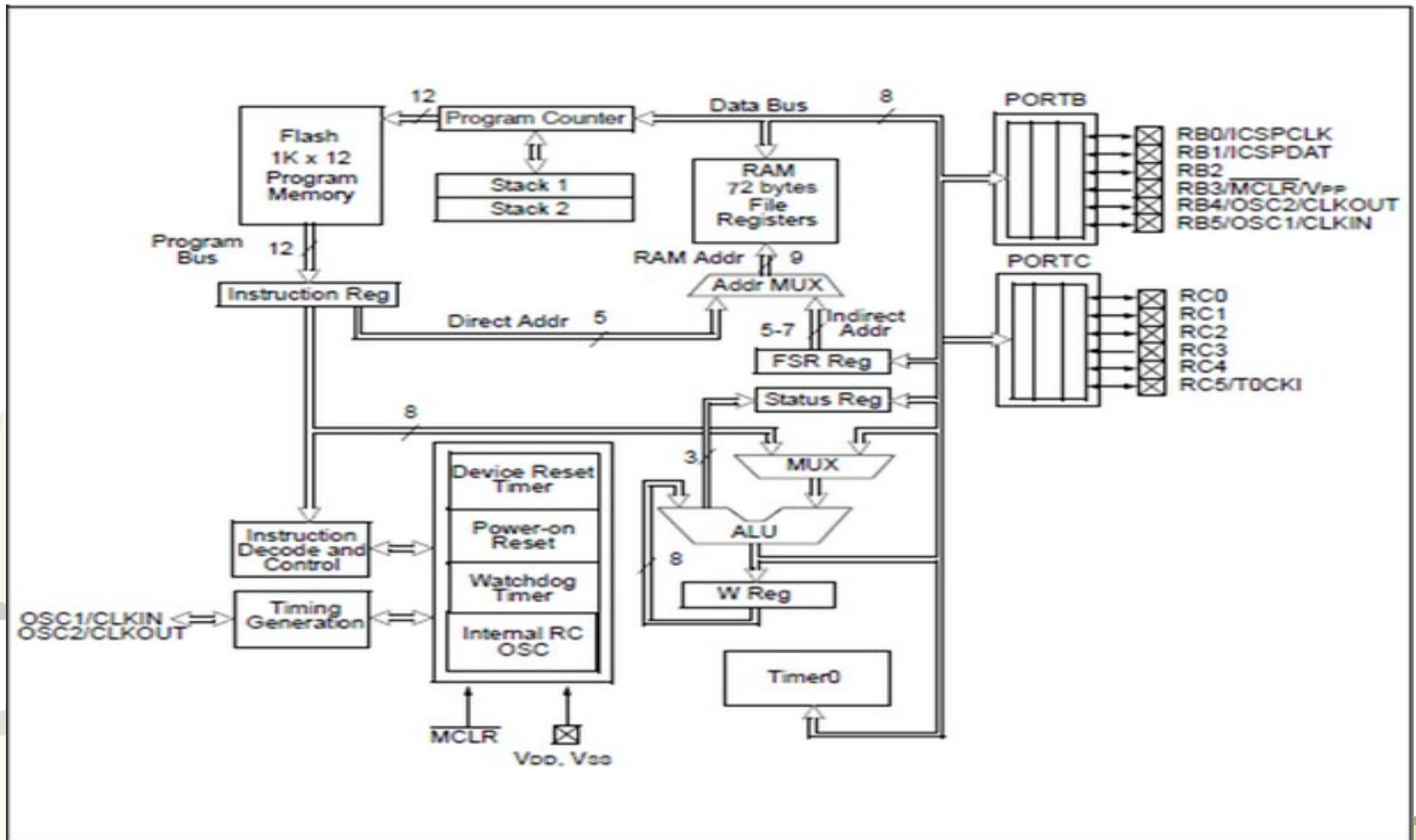




- Componente principal del PCB de un smartphone: SoC
 - **SoC: “System on Chip”** - Circuito integrado que incorpora gran parte de los componentes de un ordenador o cualquier otro sistema informático o electrónico.
 - Habitualmente integra núcleos de **procesador**, el **sistema de gráficos**, memoria **RAM** y, posiblemente, la **ROM** también, controladores de interfaz para **USB**, tecnología inalámbrica, reguladores de voltaje, etc.
 - La diferencia principal de un **SoC** con un **microcontrolador** tradicional es que estos rara vez disponen de más de 100 Kilobytes de memoria RAM, y gran parte de estos son **estructuras mono-chip**, mientras que el término SoC es usado para procesadores más potentes y complejos, que dependen de chips o módulos de memoria externos para ser eficaces.

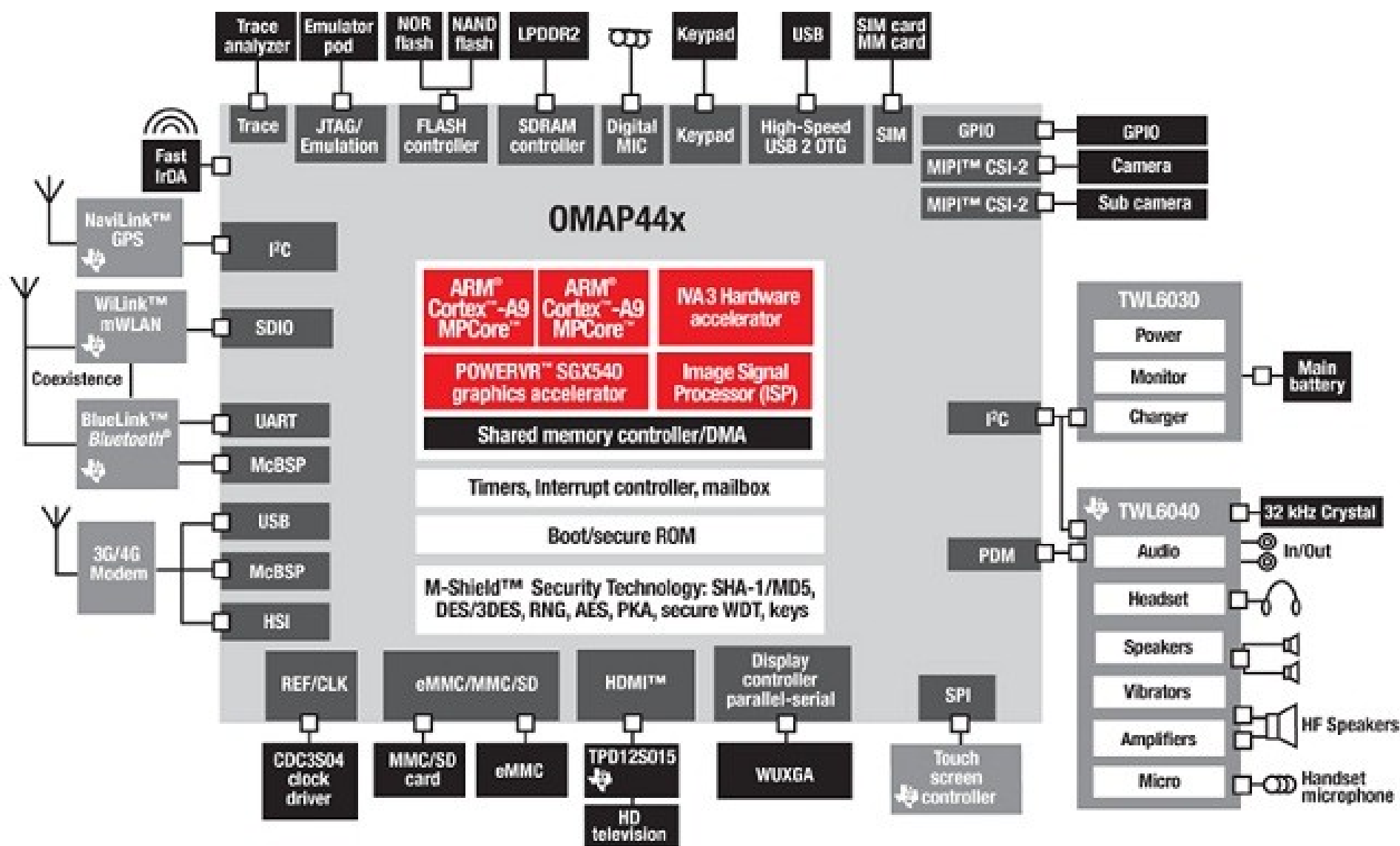
Introducción al hardware

- Ejemplo de microcontrolador: Arquitectura ATMEGA328





■ Ejemplo de SoC: OMAP 4





- **Modelo de Fabricación de un SmartPhone, Tablet o dispositivo tecnológico (ej: plataforma de desarrollo -arduino, raspberry Pi, etc): Empresas mas importantes que participan**
 - **Empresa diseñadora/comercializadora del dispositivo:** Diseño final (pantalla, forma...), Componentes principales (SoC, Memoria,..otros chips..), ensamblaje de componentes, venta del Producto.
http://www.wikiwand.com/es/Anexo:Fabricantes_de_tel%C3%A9fonos_m%C3%B3viles_por_pa%C3%ADs
 - **Empresa proveedoras (“suppliers”) de SoCs y resto de componentes:** Diseñan los circuitos integrados típicos de los dispositivos tecnológicos (ej. el SoC) y lo comercializan:
http://www.wikiwand.com/en/List_of_system-on-a-chip_suppliers
 - **Fabless:** Empresa diseñadora de ICs sin planta propia de fabricación. Diseñan y comercializan sus ICs
 - <http://www.wikiwand.com/es/Fabless>
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Fabless_semiconductor_companies



■ **Modelo de Fabricación de un SmartPhone, Tablet o dispositivo tecnológico (ej: plataforma de desarrollo -arduino, raspberriPi, etc): Empresas mas importantes que participan**

- **Empresas diseñadoras de IPs:** son empresas que diseñan los componentes que forman parte de los ICs, fundamentalmente componentes de SoCs

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_semiconductor_IP_core_vendors

- **Empresa Fabricante de ICs:** Fabrican los ICs diseñados para ellos y otros (modelo IDM) o exclusivamente para otras (fabless companys) (modelo pure-play)

http://www.wikiwand.com/es/Planta_de_fabricaci%C3%B3n_de_semiconductores

https://en.wikipedia.org/wiki/Foundry_model



- Introducción al hardware
- **Plataformas SoC principales**
 - ♦ Diseño de SoCs: Intellectual Property cores (IP cores)
 - ♦ Arquitecturas ISA para SoC: ARM, Atom
 - ♦ Revisión de Plataformas SoC actuales
- Plataformas PCB de desarrollo de hardware
- Contenidos de la Asignatura LabDesHar





Plataformas SoC principales

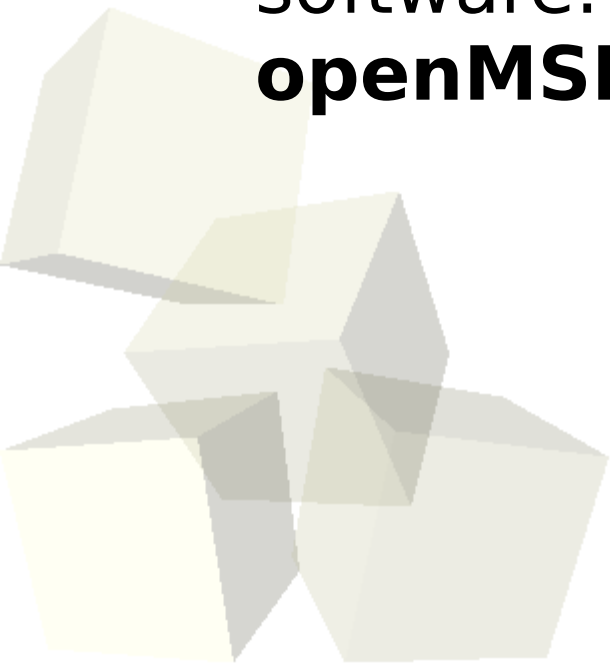
- Diseñando un SoC *(fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip)*
 - Un SoC incluye gran cantidad de componentes: cpu, ram, rom, control. Usb, hdmi, graficos, etc.
 - No solo es importante el **diseño hardware** de cada uno de los componentes del SoC sino también el **software**.
 - El “software” de un SoC consiste en un Kernel de sistema operativo que pueda ejecutarse en el/las CPUs; y los módulos (drivers) de cada uno de los periféricos o controladores
 - La mayoría de SoCs son desarrollados a partir de módulos de hardware básicos previamente testeados, de los componentes básicos junto con los controladores de software que proporcionan las instrucciones para su manejo: **IP Cores**
 - <http://www.design-reuse.com/sip/>
 - <https://www.chipestimate.com/>



- **IP core:** Intellectual Property core: es un componente o celda lógica reutilizable en múltiples diseños. IP cores pueden ser usados dentro de ASIC chips (ej. SoCs) o FPGAs
- Tipos de IP core según su **implementación**
 - **Soft Cores:** son componentes o bloques que están implementados a nivel RTL, normalmente en códigos sintetizables, generalmente VHDL o Verilog. También pueden ofrecerse en diseño a nivel de puertas lógicas (netlist de puertas). Se implementan en cualquier tecnología.
 - **Hard cores:** implementación del core a bajo nivel (low-level): nivel de transistores, o nivel de layout específico para una tecnología de integración.



- Tipos de IP core según su **licencia de uso**
 - ♦ **IP core propietarias**: requieren de una licencia comercial para su uso legal
 - ♦ **Ip core abiertas (OPENCORES)**: a modo equivalente al software abierto, existen diseños de IP cores que pueden emplearse con licencias y características similares a las de este tipo de software: ej. <http://opencores.org> (**ejemplo openMSP430**)





- Nucleo (o IP principal) del SoC: microprocesador
- Arquitecturas de microprocesadores para SoC
 - ♦ SoC para smartphones
 - Arquitectura **ARM** --> empleada mas del 99%
 - La empresa ARM **no fabrica SoC, solo vende licencias de la arquitectura ARM**
 - ~~Arquitectura Atom~~ --> Cancelada la versiones para mobiles en Abril de 2016
 - <http://www.anandtech.com/show/10288/intel-broxtan-sofia-smartphone-socs-cancelled>
 - <https://newsroom.intel.com/editorials/brian-krzanich-our-strategy-and-the-future-of-intel/>
 - <http://www.theverge.com/2016/8/16/12507568/intel-arm-mobile-chips-licensing-deal-idf-2016>
 - ♦ De interes:
 - <https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-completes-acquisition-of-altera/>

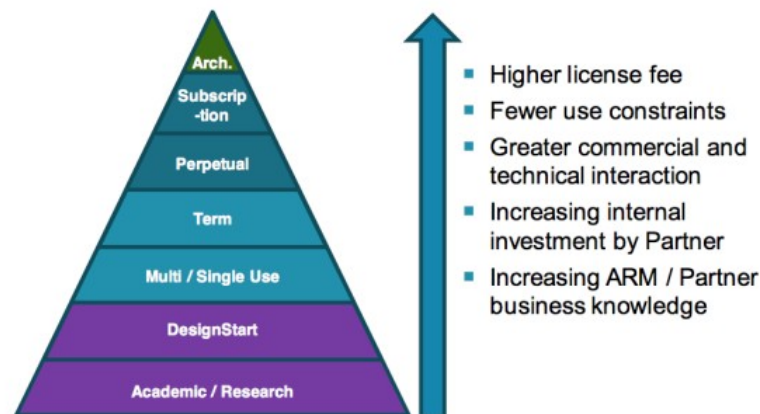
Plataformas SoC principales: arquitectura ARM

- ARM es una empresa que **no** fabrica circuitos integrados, sino que oferta licencias de IP cores.
- Su producto principal es la arquitectura de microprocesador ARM, aunque también oferta IP cores de memorias empuotradas, procesadores gráficos, librería de celdas, etc.
- Arquitectura ARM (http://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture)
- Modelos de Licencias de ARM:

<http://www.arm.com/products/buying-guide/licensing/index.php>

Broad Range of Licensing Options

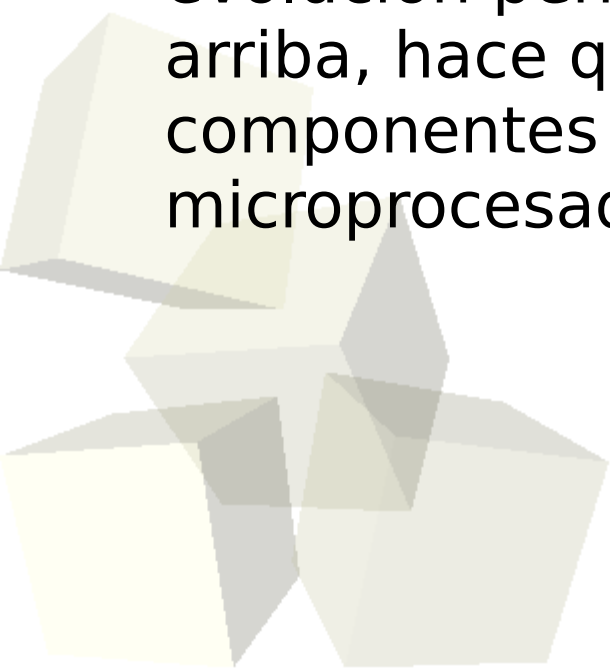
- Innovation in the business model as well as technology
 - New partnerships for new types of companies





Plataformas SoC principales: arquitectura ARM

- Microprocesadores con Arquitecturas ARM:
 - ♦ Las compañías diseñadoras de SoC pueden optar por emplear los microprocesadores ARM diseñados por ARM o bien diseñar los suyos propios:
http://www.wikiwand.com/en/List_of_ARM_microarchitectures
- Hoy en día existe una gran competencia en el mundo de los SoCs por el enorme número de dispositivos comerciales que emplean estos chips. Esta competencia implica una evolución permanente que, como vemos en el enlace de arriba, hace que permanentemente se esté mejorando los componentes básicos de los SoCs empezando por el microprocesador





Plataformas SoC principales: **Revisión de SoCs actuales**

- En Internet se puede encontrar mucha información sobre los Smartphone en general y sobre los SoCs que incorporan.
- Tanto en la wikipedia como en otras páginas de información o foros se puede encontrar bastante información.
- Para hacer esta breve revisión vamos a utilizar la información proporcionada por **ANTUTU** fundamentalmente porque proporciona datos comparativos de los SoCs, aunque existen muchos benchmarks para móviles, que miden diferentes características
 - ➔ <http://www.phonearena.com/phones/benchmarks>
 - ◆ <http://www.antutu.com/en/index.shtml>

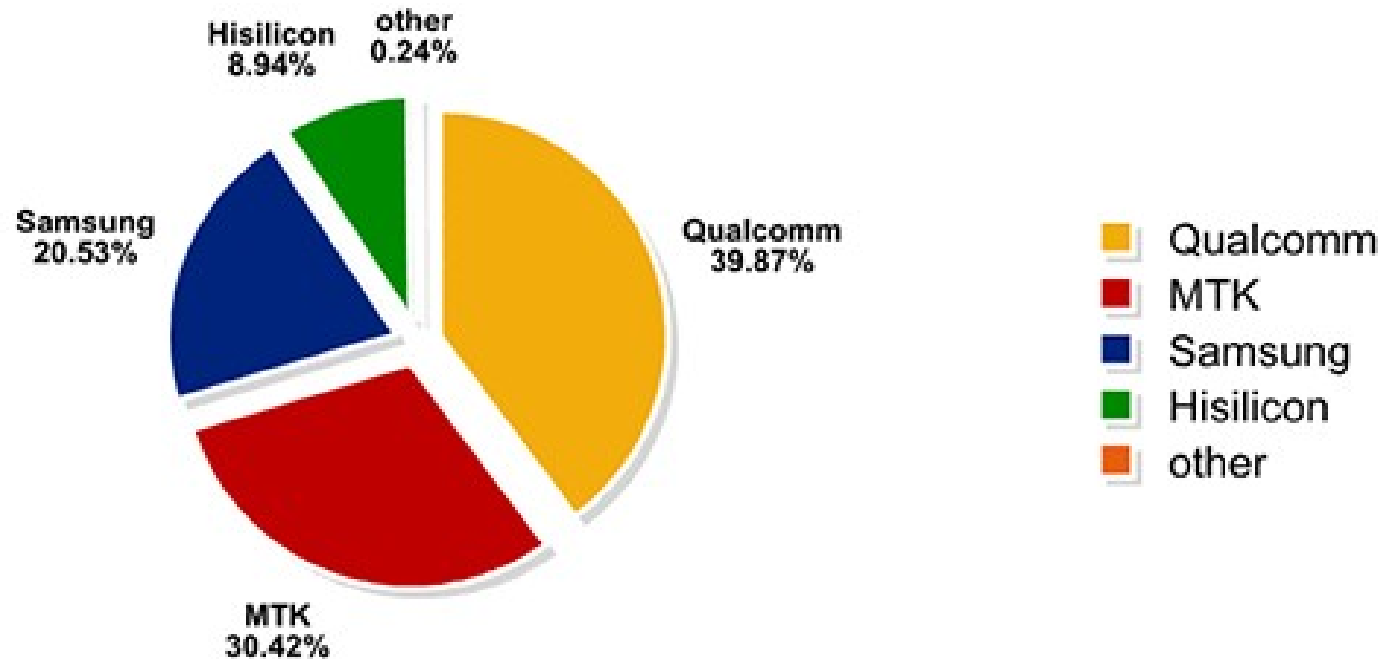


Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

- Compañías fabricantes de SoCs mas relevantes
 - ♦ Chip Performance Ranking & Distribution and Market Share, 1H 2016 (<http://www.antutu.com/en/view.shtml?id=8256>)

Android Smartphone Chip Brand Distrbution, Q3 2016

Data Source: Antutu Benchmark (2016.07-09)



- ♦ A estas compañías se les tiene que añadir Apple que se situaría en cuarta posición (entre samsung y Hisilicon)



Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

■ TOP-10 Performance Smartphone Chips Sept 2016

Smartphone Chip Performance TOP 10 September 2016

Data Source: AnTuTu Benchmark

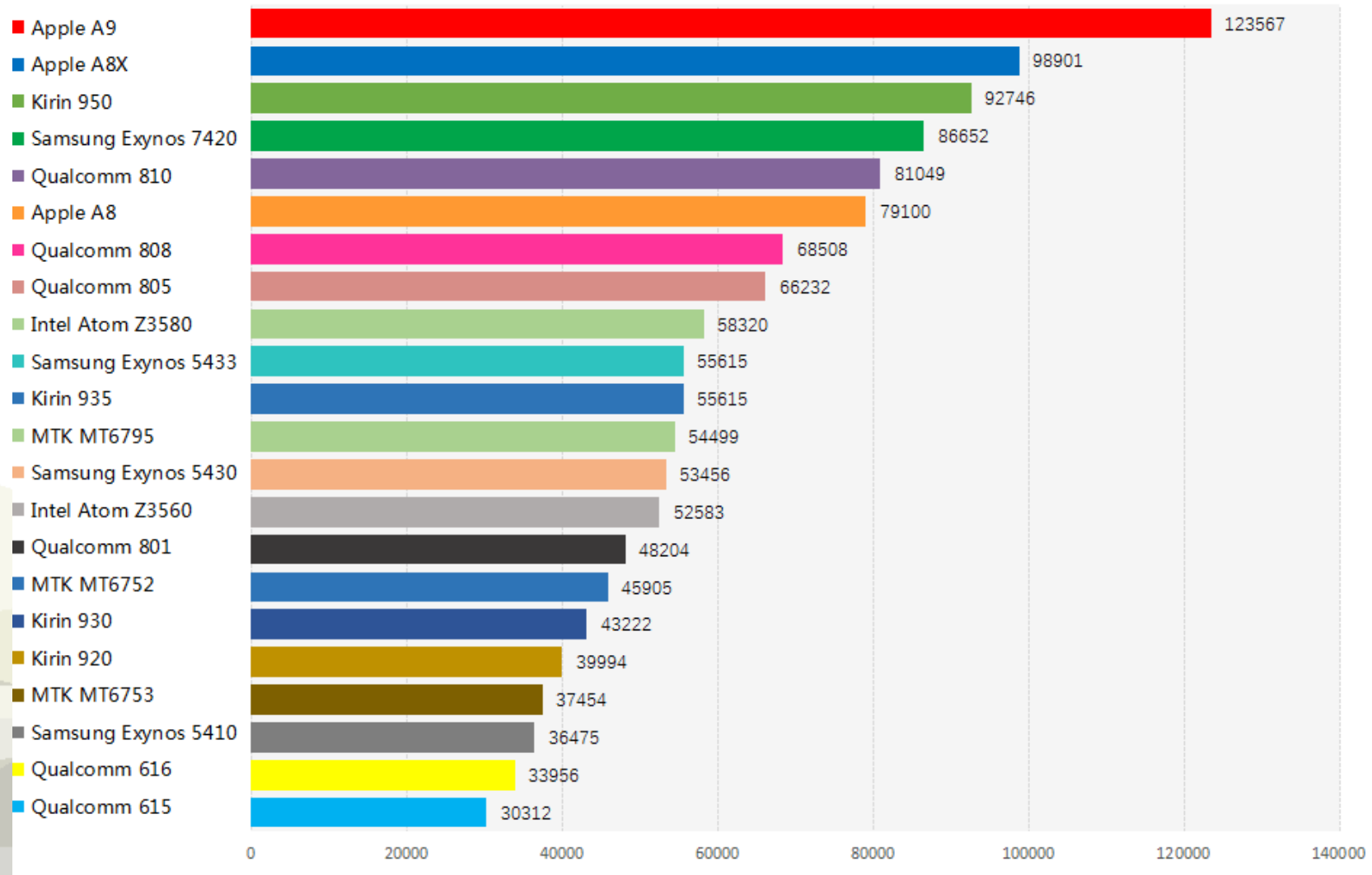
■ average score





Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

■ TOP-10 Performance Smartphone Chips Nov 2015





Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

■ TOP-10 Performance Smartphone Enero 2017

Top 10 Performance Smartphones, January 2017

Data Source: AnTuTu Benchmark(2017.1.1-2017.1.31)

* average score



Apple A10

Apple A10

Snap. 821

Snap. 821

Snap. 821

Snap. 821

Snap. 821

Snap. 820

Snap. 820

Snap. 820



ANTUTU BENCHMARK



Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

■ TOP-10 Performance Smartphone Mayo 2017

Global Top 10 Performance Smartphones, May 2017

Data Source: AnTuTu Benchmark (2017.5.1-2017.5.31)

* average score



Snap 835

Apple A10

Snap. 835

Snap. 835, exynos 8895

Snap. 835, exynos 8895

Aple A10

Snap. 821

Snap. 820

Snap. 821

Snap. 820



Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

- List of applications of ARM cores
- Lista de algunas Plataformas SoC basadas en ARM
 - ♦ Samsung Exynos
 - ♦ Ax Apple
 - ♦ OMAP TI
 - ♦ Snapdragon Qualcomm
 - ♦ Tegra Nvidia
 - ♦ MT Mediatek
 - ♦ AllWinner Technology
 - ♦ RK Rockchip electronics
 - ♦ PX marvell

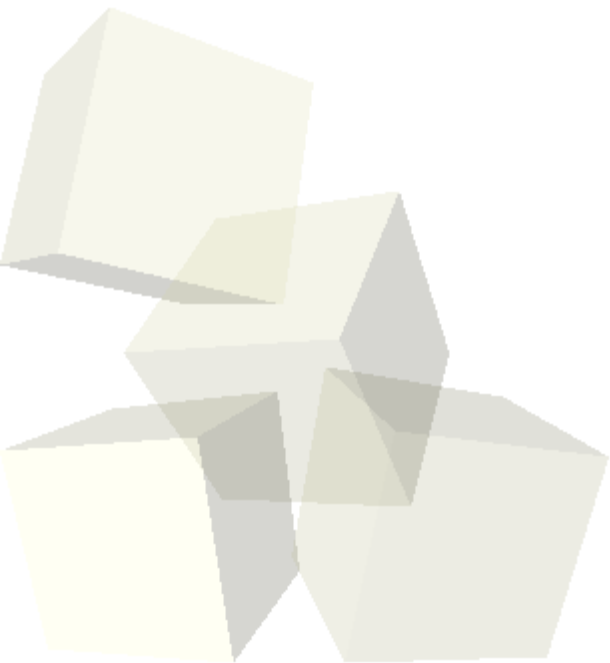


■ OTROS ENLACES DE INTERES:

- <http://www.elandroidelibre.com/2015/09/asi-sera-el-mercado-de-los-soc-moviles-para-2016.html>
- <http://www.xataka.com/moviles/asi-esta-la-carrera-de-los-soc-de-64-bits-para-moviles>
- <https://www.statista.com/statistics/263441/global-smartphone-shipments-forecast/>
- <https://www.statista.com/statistics/269049/global-pc-shipment-forecast-since-2009/>
- <https://www.statista.com/statistics/269912/worldwide-tablet-shipments-forecast/>



- Introducción al hardware
- Plataformas SoC principales
- **Plataformas PCB de desarrollo de hardware**
- Contenidos de la Asignatura LabDesHar



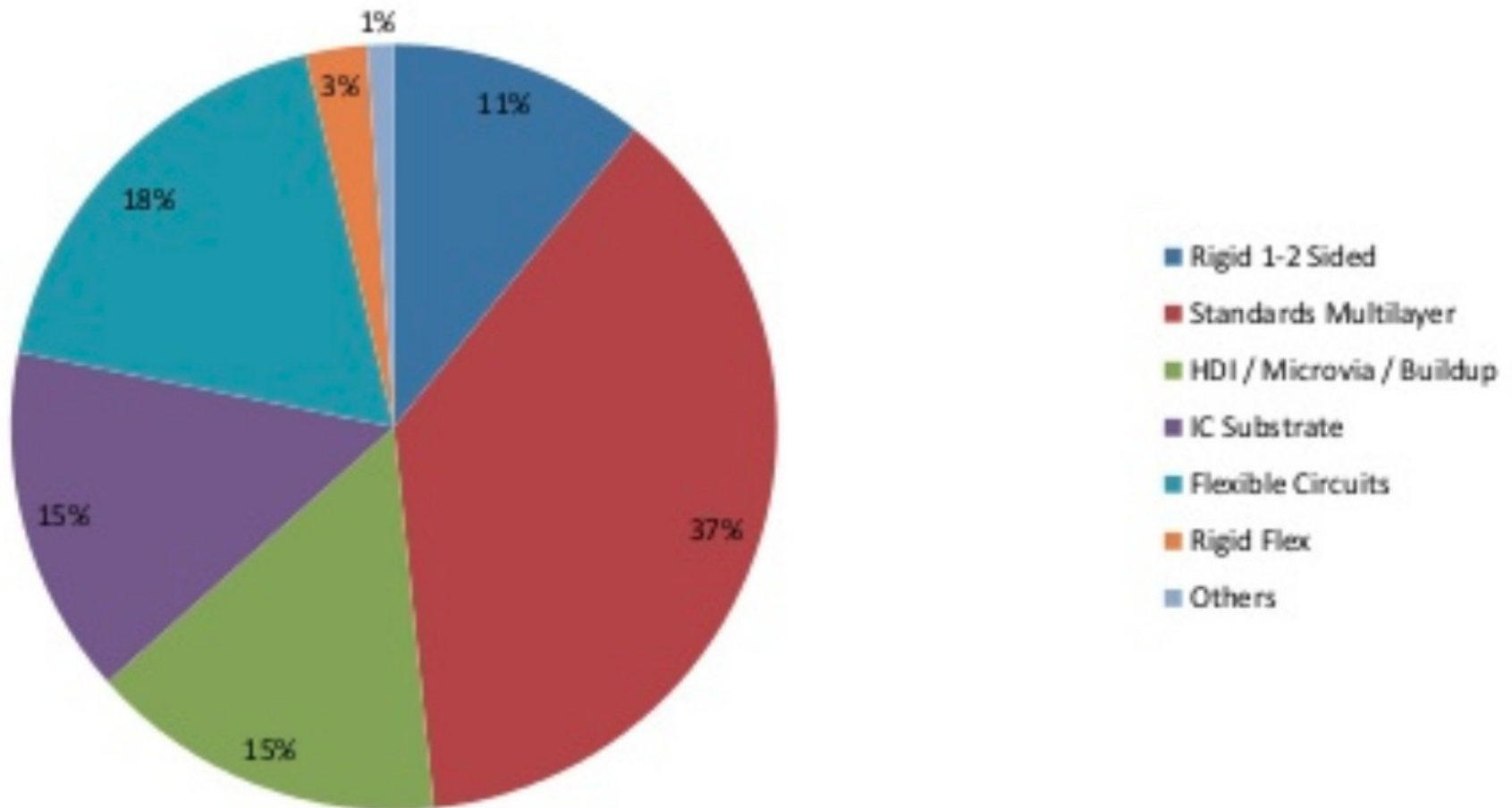


Plataformas PCB de desarrollo de hardware

- El diseño final del hardware consiste en interconectar todos los componentes necesarios, SoC, dispositivos de memoria, los componentes necesarios de los periféricos etc, entre si. Esto se hace en una Placa de Circuito Impreso o PCB
- En el proceso de desarrollo de hardware el paso de diseñar y construir la PCB final del sistema no es el primero, sino mas bien el último cuando se tiene garantías de que todo va a funcionar

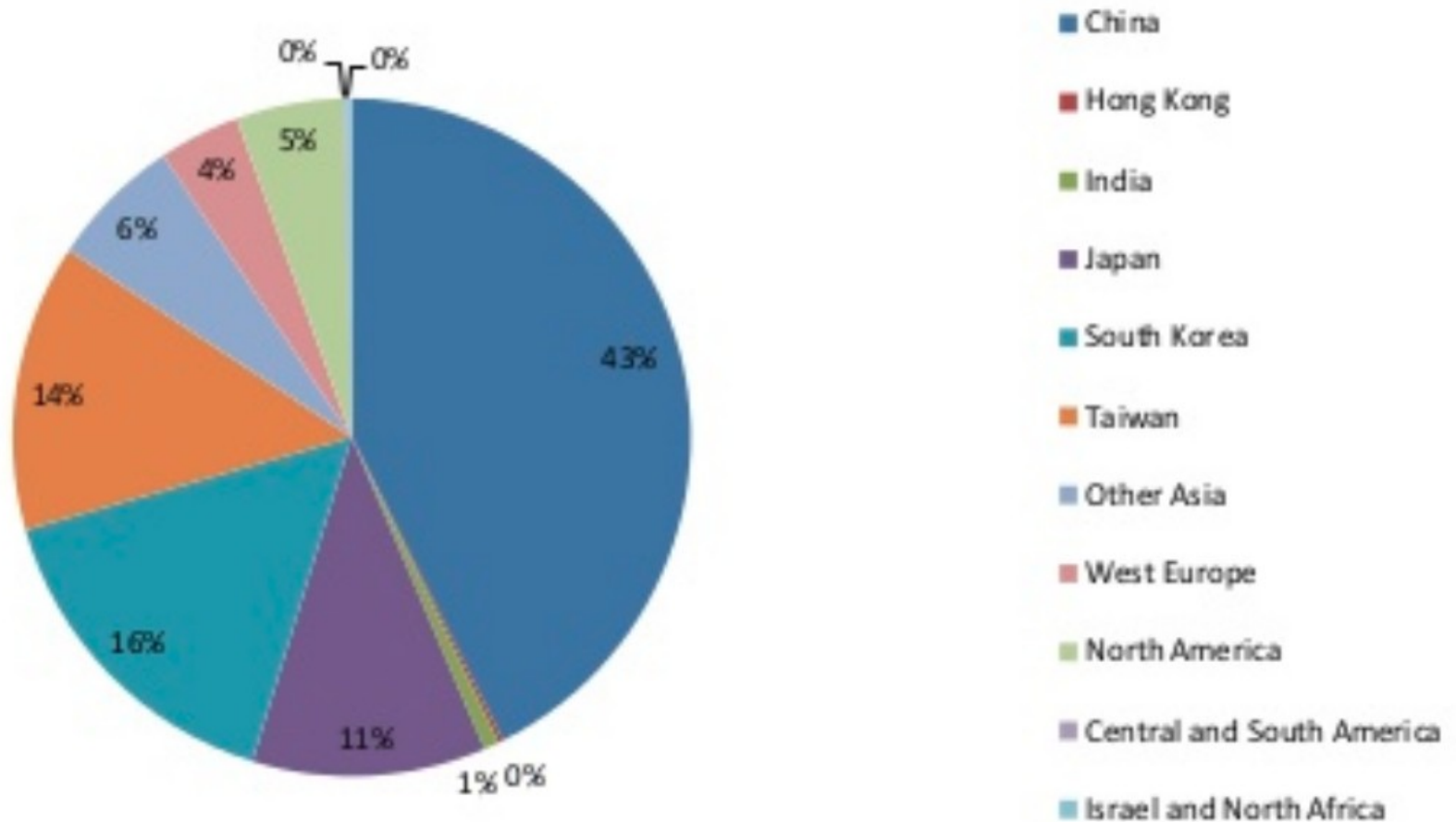


Global PCB Market: Based on Technology





Global PCB Market: Based on Geography





Plataformas PCB de desarrollo de hardware

- Necesidad de PCBs preparadas para desarrollar el sistema a nivel de prototipado
- Placa de desarrollo:
 - ♦ Es un PCB que incluye un elemento principal o núcleo que puede ser:
 - Microcontrolador: ej. arduino
 - SoC: ej. Raspberry Pi
 - FPGA: ej. papilio
 - ♦ Además, existen un conjuntos de los periféricos mas habituales, aunque esto depende mucho del tipo de placa de desarrollo. También suelen incluir pines, conectores, zócalos de expansión

6V Power Connector

Once you're ready to unleash your design onto the rest of the world, the Papilio One's 6 volt connector allows you to derive power from an external source such as a battery pack, AC-DC power supply, or nuclear fusion reactor.

Voltage Regulators

Four voltage regulators provide 1.2V, 2.5V, 3.3V, and 5V to allow the Papilio One to interface to most external digital logic devices.

USB Connector

The USB connector is used to program the FPGA from your computer, and allow your Papilio One to be powered from the USB bus.

FTDI 2232

The FTDI 2232 provides two USB to serial ports on the Papilio One. The first is dedicated to allow you to program the Papilio from your computer. The second port allows you to interface the Papilio One to other devices over USB using standard serial protocols.

WING Connectors

The 3 "wing" connectors (A and B on the right, C on the left) each provide one 16 bit or two 8 bit ports (for a total of 48 IO lines) to connect the Papilio One to the outside world.

Whether you're a developer wanting your own a-la-cart FPGA development platform, or an electronics hobbyist or student looking to learn, Gadget Factory's growing list of available Papilio Wings allow a standardized and convenient way to interface to other hardware. Quickly add support for VGA, Audio, MIDI, ADCs, DACs, Stepper Motors, PS/2, Buttons, LCD displays, Arduino Shields, MicroSD memory, Joysticks, and armor piercing lasers.

(Note: The armor piercing laser wing is still under development.)

SPI Flash

Unlike a microcontroller, an FPGA chip "forgets" what it's been configured to do once it loses power. The SPI flash chip provides you with a way for the Papilio One store and remember any single FPGA design (known as a "bitstream") after it loses power. As a result, your projects can run "stand-alone" and independent from your computer, and reload during power up or reset.

Xilinx Spartan 3e FPGA

At the heart of the Papilio One is the powerful Spartan 3e FPGA (Field Programmable Gate Array).

While FPGAs are still new territory for many developers and hobbyists, they are quickly becoming popular because of their sheer power, low cost, speed, and flexibility.

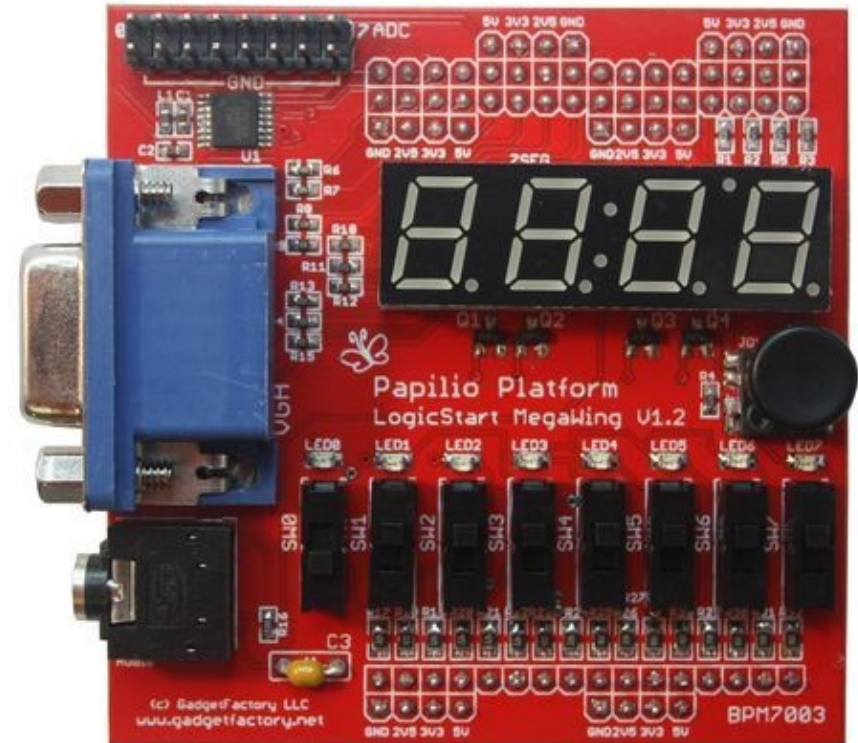
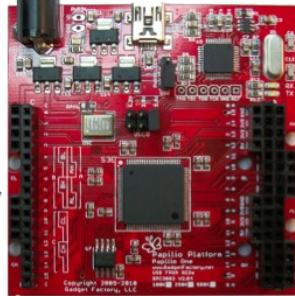
For those unfamiliar with FPGA technology, it's important to emphasize that an FPGA like the Spartan 3e is not a CPU, it's not RAM, and it's not DSP. Instead, an FPGA is like blank canvas of silicon on which hundreds of thousands of high speed logic gates can be arranged (and rearranged) at will. This allows an FPGA to function serve as a CPU, RAM, DSP, or almost any other digitally based hardware, simply depending on how it's been programmed.

Simply put, if you're used to working with micro-controllers, prepare to be blown away by what you'll be able to do with the Papilio One... and for not much more than the average PIC based platform.

Consider some of the things you do with the Papilio One... At one moment you might be emulating an AVR PIC micro-controller running an Arduino sketch using the open source AVR8 soft-processor. The next you can have it configured as a 32 oscillator 8 note digital polyphonic music synthesizer with resonant filters. Later on have it playing MP3s from a compact flash card or even emulating the original Pacman or Space Invaders upright arcade games. These are all things you can do with the Papilio One with very little or no external hardware.

Now saying something as ubiquitous as "very little or no external hardware" can mean a lot of things, so let's clarify. You'll naturally need to add 1/8" or 1/4" jacks for audio, or a VGA connector for video, and sometimes through in a few resistors and/or the occasional capacitor, but the FPGA on the Papilio One is perfectly capable of simulating a professional quality Delta-Sigma DAC when you need to create an audio output, or be reconfigured to provide the necessary logic to act as a VGA video controller or accelerator... and all running in parallel.

This kind of power and flexibility makes FPGAs the ultimate "Swiss Army Knife" of development platforms, and their low cost makes them an increasingly more attractive solution for hardware developers, hobbyists, and educators alike.





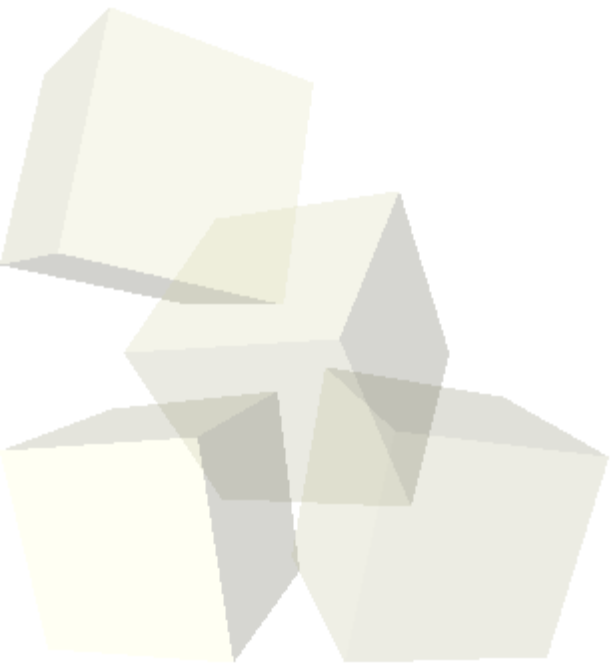
■ Placa de desarrollo:

- Además del hardware en sí, la placa de desarrollo se complementa con el entorno de desarrollo de software para la misma y los cables de interconexión con un Host (ej. PC)
- El conjunto de la placa PCB, cables de interconexión, y entornos o herramientas software de desarrollo forma el **kit de desarrollo** para un determinado SoC, microcontrolador o FPGA
- Además, para cada placa/plataforma de desarrollo existen diferentes placas de expansión diseñadas para conectarse adecuadamente en los pines/conectores de expansión. Debido a esto, las placas de expansión son específicas de una determinada placa de desarrollo y, para distinguirlas de otras placas de expansión se les suele denominar de una forma concreta según la plataforma de desarrollo



Plataformas PCB de desarrollo de hardware

- Se pueden clasificar las Placas de desarrollo en tres tipos:
 - Placas basadas en **microcontroladores (Single-Boards Microcontroller - SBM)**
 - Placas funcionando como **computadores (Single-Boards Computers - SBC)**
 - Placas de desarrollo basadas en **FPGAs**





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-boards microcontroller**

- El bajo coste de los microcontroladores junto con el bajo coste de fabricación de PCBs ha dado lugar a un gran numero de plataformas hardware de desarrollo tanto propietarias como plataformas abiertas.
- El éxito de estas plataformas esta en dos aspectos fundamentales:
 - ♦ Bajo coste del hardware
 - ♦ Entorno de desarrollo de software con multitud de librerías y una comunidad de desarrolladores que facilitan la resolución de diferentes problemas
- Revisión de algunas de las plataformas mas conocidas



single-boards microcontroller: Propietarias

■ STM32 MCU Discovery Kits:

- Plataformas desarrolladas por ST microelectronics que incorporan alguno de los microcontroladores STM32
 - Son microcontroladores de 32 bits de arquitectura ARM CORTEX
- http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169?s_searchtype=keyword
- Tienen precios realmente asequibles:
 - ➔ <http://es.farnell.com/c/placas-de-desarrollo-herramientas-de-evaluacion/kits-de-desarrollo-integrado-accesorios/kits-de-desarrollo-integrado-plataforma-primaria>
 - Ejemplo de placa de desarrollo STM32F4discovery:
 - ➔ <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/LN1848/PF252419>
 - ➔ Entorno de desarrollo abierto para STM32 (todas plataformas):
 - ➔ http://www.st.com/content/st_com/en/products/embedded-software/mcus-embedded-software/stm32-embedded-software/stm32cube-embedded-software/stm32cubef4.html



single-boards microcontroller: Propietarias

■ TI Launchpad:

- <http://www.ti.com/ww/en/launchpad/launchpad.html>
- Plataformas desarrolladas por Texas Instrument que incorporan algún microcontrolador de la familia **msp430**, o microcontroladores Cortex ARM.
- Msp430: especialmente diseñados para ultralow-power
- Disponen de varias series de plataformas con diferentes características/microcontroladores
- Precios varían de 10 a 20€
- Booster Pack: son placas de expansión especialmente diseñadas para los Launchpad utilizando la interfaz estándar de conexión

■ Wiring:

- Plataforma de la que se deriva arduino.
- Plataformas hardware de desarrollo abiertas, en principio, basadas en microcontroladores Es el precedente de arduino
 - Disponibles los ficheros EAGLE del diseño de PCBs: esquemático y board
- 3 versiones de hardware: wiring mini, wiring 1.0 y wiring S. Microcontroladores de Atmega

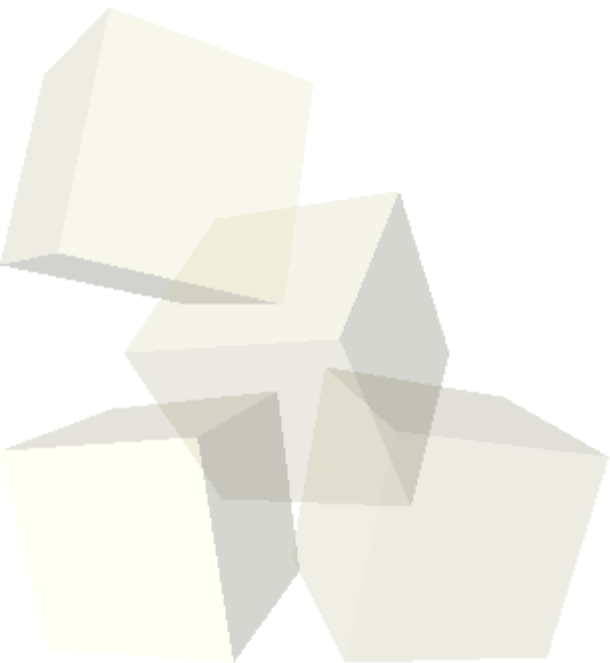
→ <http://wiring.org.co/>



single-boards microcontroller: Abiertas

■ Dwengo:

- Plataforma hardware de desarrollo abiertas, en principio, basadas en PIC18F4550.
- Placa de expansión para diseños propios (breadboard)
- Kit de sensores
- Módulo bluetooth
- <http://www.dwengo.org>



■ **Arduino:** <http://www.arduino.cc/>

- Plataformas hardware de desarrollo abiertas, en principio, basadas en microcontroladores AVR8 Cortex ARM.
 - Disponibles los ficheros EAGLE del diseño de PCBs: esquemático y board
- Arduino Zero: microcontrolador SAMD21 MCU con core ARM 32 bits CORTEX-M0. Incorpora chip EDBG (full debug interface)
- Arduino mkr1000: microcontrolador SAMW25 MCU (cortex m0 + wifi and blt)
- Precios asequibles de la plataforma (arduino zero: 48\$, mkr1000: 31 €)
- **Shields:** son placas de expansión especialmente diseñadas para los arduino utilizando la interfaz estándar de conexión
- Arduino ha sido la plataforma basada en microcontroladores que, quizás, mayor extensión ha tenido en el mundo. Por ello, posee una amplísima comunidad de desarrolladores que han generado una enorme cantidad de librerías para Arduino



Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- En el diseño de sistemas empuotrados en general se han venido empleando fundamentalmente plataformas hardware basadas en microcontroladores (poca memoria en general y aplicación en modo stand-alone)
- Sin embargo, la evolución tecnológica en los últimos años ha permitido fabricar plataformas hardware similares a las plataformas de microcontroladores pero con dos diferencias principales:
 - Incluyen chips de alta capacidad de memoria (Gigas) tanto RAM como no-volátiles (tecnología Flash)
 - SoCs que incluyen microprocesadores de alta capacidad (32 y 64 bits) con un amplísimo conjunto de controladores de periféricos dentro del chip
- Estas diferencias principales permiten que estas plataformas hardware puedan ejecutar sin ningún problema un Sistema Operativo completo de manera que funcionan prácticamente como un computador de propósito general.
- A estas plataformas hardware se les denomina **Single-Board Computers**



Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- Raspberry PI es, quizás, la SBC que mayor difusión ha tenido siendo conocida como el ordenador de los 25 dolares:
 - ♦ http://elpais.com/tag/raspberry_pi/a/
- Sin embargo, ni es único ni es la SBC de mayores prestaciones existentes
- A partir de 2012 se han desarrollado una gran cantidad de SBC especialmente diseñadas para trabajar como sistemas empotrados en multitud diferentes de aplicaciones
- Muchos de los desarrollos de SBCs son completamente abiertos y, algunos, como la Raspberry PI, solo parcialmente abiertos
- Actualmente siguen desarrollándose tanto nuevas SBCs como evoluciones de SBCs ya existentes
- Líneas de evolución:
 - ♦ Aumentar la RAM (512M --> 2G)
 - ♦ Aumentar la memoria FLASH interna de la SBC
 - ♦ Incluir SoC dual core, quad core, octo core...
 - ♦ Año 2016: SBC con conectividad wireless: wifi, BLT, Sub-1Ghz, etc...



Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

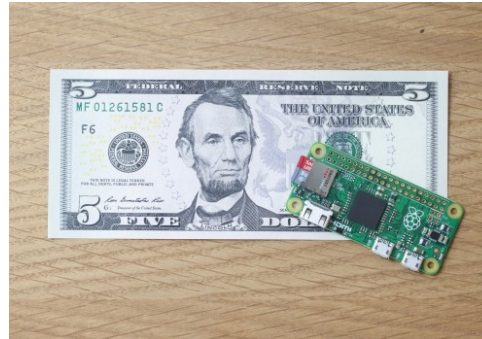
- ALGUNAS PLATAFORMAS INTERESANTES (**open sources**):
 - ♦ RASPBERRY PI: <http://www.raspberrypi.org/>
 - Una Comunidad muy amplia de desarrolladores
 - Gran cantidad de tutoriales disponibles para desarrollar sistemas basados en RBPI
 - SoC: Broadcom BCM2835 (ARM11 1core, 700 MHz)
 - RAM: 512 MB
 - **PI 2**: Broadcom BCM2836 (quad core Cortex A7, 900 MHz)
 - **PI 3**: Broadcom BCM2837 (quad core Cortex A53 -64bits-, 1,2GHz)
 - **PI 3**: Añaden conexión WIFI y Bluetooth
 - RAM: 1GB
 - **S.O.**, Precio entorno 30€



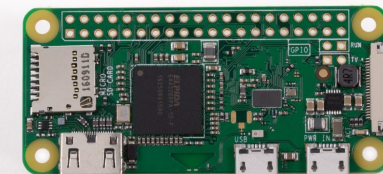


Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- RASPBERRY PI ZERO: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-zero/>
 - Desarrollo de un placa de muy bajo coste (Low-Cost – 5€)
 - SoC: Broadcom BCM2835 (ARM11 1core, 700 MHz)
 - RAM: 512 MB
 - Tamaño muy reducido respecto a RP1



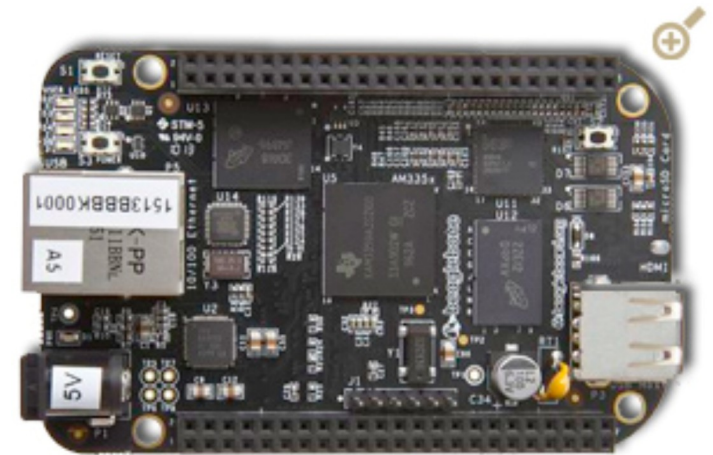
- RASPBERRY PI ZERO W:
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/>
 - Pensada para el mundo IoT: Es una Raspberry Pi Zero con conectividad. Wifi, bluetooth.
 - Precio: entorno a 10-11€





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- BeagleBone: <http://beagleboard.org/boards>
 - Buena comunidad. Sustentado por TI
 - SoC: TI Sitara AM335x, ARM Cortex-A8 1 1GHz
 - RAM: 512MB
 - Conector de expansión: 2 x 46 Pin headers
 - Muchos interfaces de conexión disponibles
 - Empleada en entornos Industriales: ej. autopiloto **CATEC**
 - S.O.: Linux: Ubuntu, android, Debian
 - Precio: 70€
 - Variante SeeedStudio BeagleBone Green
 - Variantes wireless



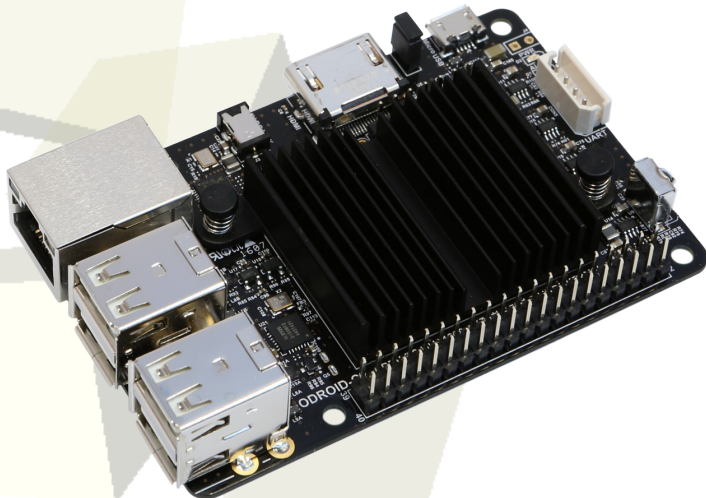


Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

■ Odroid C1, C1+, C2, XU4:

http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php

- versiones, C1 , C1+, **C2, XU4**
- **C2**: SoC: Amlogic S905 SoC, ARM Cortex-A53(quad core), 1,5 GH
- RAM: 2GB
- Expansión: 40pin GPIOs + 7pin I2S
- **XU4**: SoC: Exynos5422, Cortex A15 2Ghz and Cortex™ -A7 Octa core
- RAM: 2GB
- Expansión: varias interfaces: UART. SPI. I2c. GPIOs. etc.





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- CHIP: The \$9 computer <https://getchip.com/pages/chip>
 - SoC: R8 allwinner, ARM Cortex-A8 single core 1GHz
 - RAM: 512M
 - Expansión: 80 pines de expansión: diversas interfaces
 - Chip con wifi y bluetooth
 - Conector para batería LIPO

CHIP

*The World's First
\$9 Computer!*



**Banana, cables and case sold separately.
Entering Mass Production! Estimated Shipping November 2016!*

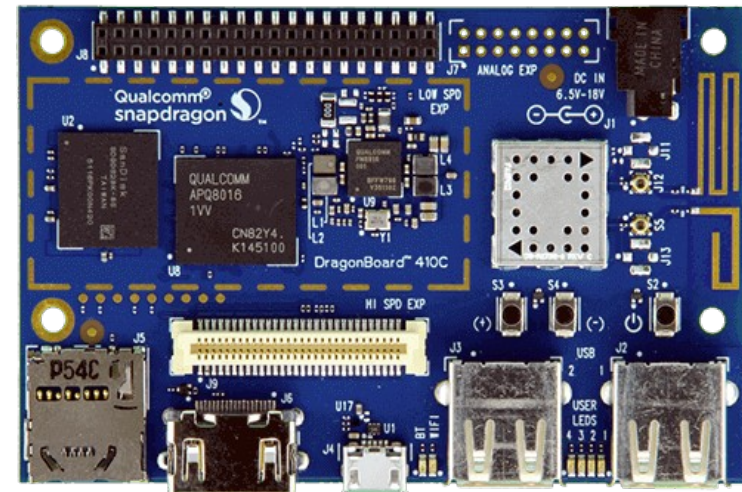
- Evolución CHIP PRO: <https://getchip.com/pages/chippro>
 - Tamaño mas reducido
 - Adaptada para ser empleada en tecnología Through-Hole o SMT





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- DragonBoard 410c: Enero 2016
 - <https://www.96boards.org/product/dragonboard410c/>
 - Placa de desarrollo con SoC Qualcomm SnapDragon
 - SoC: Snapdragon 410E :ARM Cortex-A53 Quad-core up to 1.2 GHz per core
 - RAM: 1G
 - Expansión: 40 pin low speed expansion connector: +1.8V, +5V, SYS_DCIN, GND, UART, I2C, SPI, PCM, PWM,GPIO x12 60 pin high speed expansion connector: 4L-MIPI DSI, USB, I2C x2, 2L+4L-MIPI CSI
 - Chip con wifi y bluetooth
 - S.O.: Linux: android, Debian,Ubuntu, Windows IoT
 - Precio: 75\$

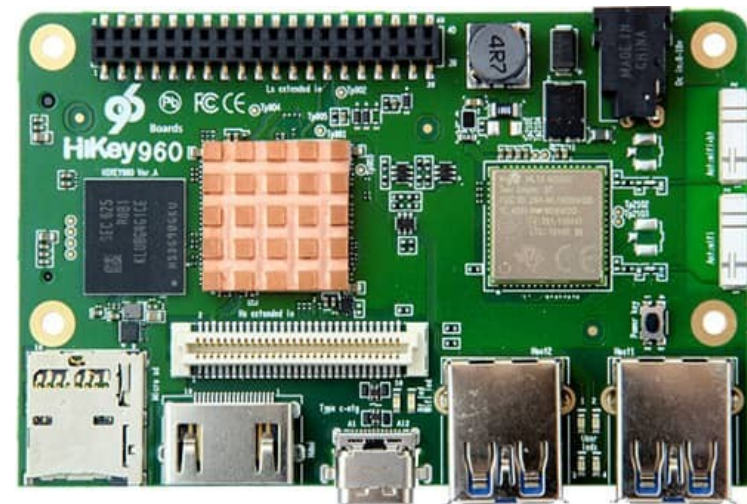




Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

■ HiKey960: 2017

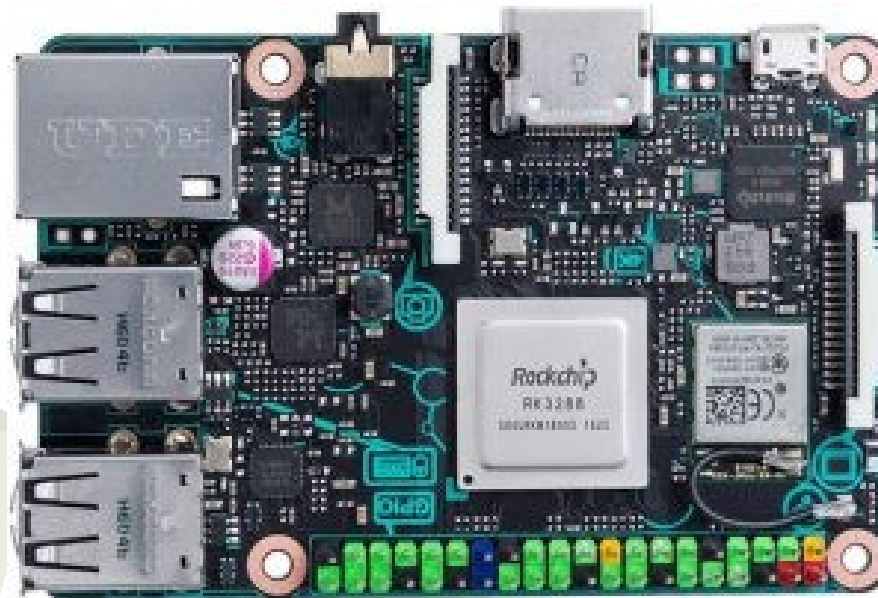
- <https://www.96boards.org/product/hikey960/>
 - Placa de desarrollo con SoC Huawei Kirin
 - SoC: Kirin 960 :4 Cortex A73 + 4 Cortex A53 Big.Little CPU architecture
 - RAM: 3G
 - Expansión: 40 pin low speed expansion connector: +1.8V, +5V, DC power, GND, 2UART, 2I2C, SPI, I2S, 12xGPIO and 60 pin high speed expansion connector: 4L-MIPI DSI, I2C x2, SPI (48M), USB 2.0, 2L+4LMIPI CSI
 - Chip con wifi y bluetooth
 - S.O.:
 - Precio: 239\$





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

- ASUS Tinker Board: Marzo de 2017
 - ♦ <https://www.asus.com/uk/Single-Board-Computer/Tinker-Board/>
 - Pretende ser un competidor de Raspberry Pi
 - SoC: Rockchip RK3288 - Quad core 1.8 GHz ARM Cortex-A17
 - RAM: 2G
 - Expansión: Compatible Raspberry Pi
 - Chip con wifi y bluetooth
 - S.O.: Linux: android, Debian
 - Precio: 70€





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **single-board computers**

■ Otras alternativas interesantes:

- Banana Pi MP3- Octa Core, wifi and BT modules
 - <http://www.bananapi.com/>
- Orange Pi Plus o 2: Octa Core, wifi module, IR reciever
 - <http://www.orangepi.org/>

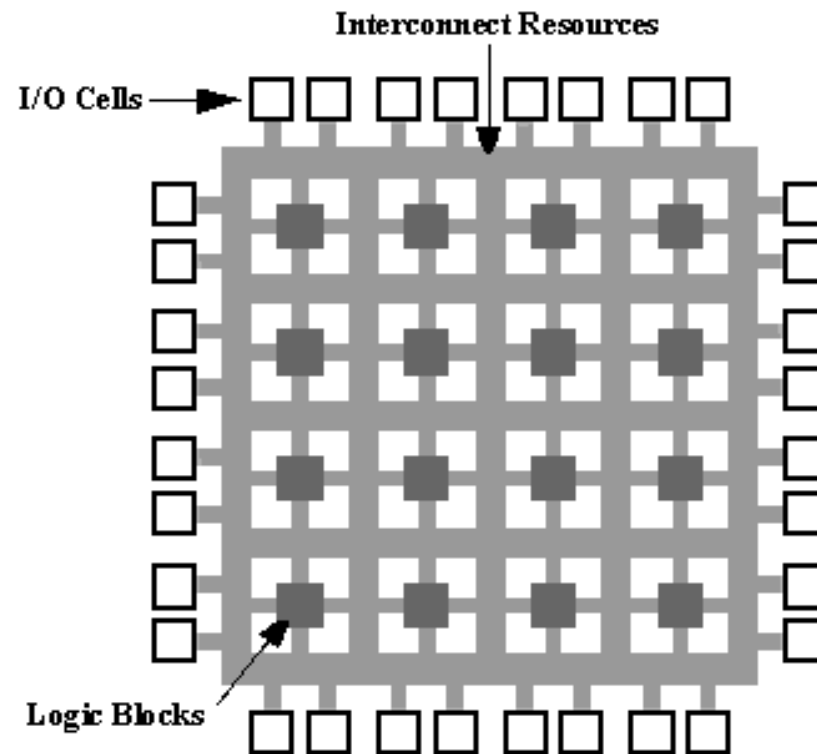
■ REVISIÓN SOBRE SBCs:

- La base de datos de SBCs: <http://www.board-db.org/>
- http://www.quickiwiki.com/en/Comparison_of_single-board_computers
- Videos interesantes:
 - <http://www.youtube.com/watch?v=rg70d4tGwvI>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=TQ7YDkCEAcY>
 - http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G140610189490&tab_idx=1



Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **Basadas en FPGAs**

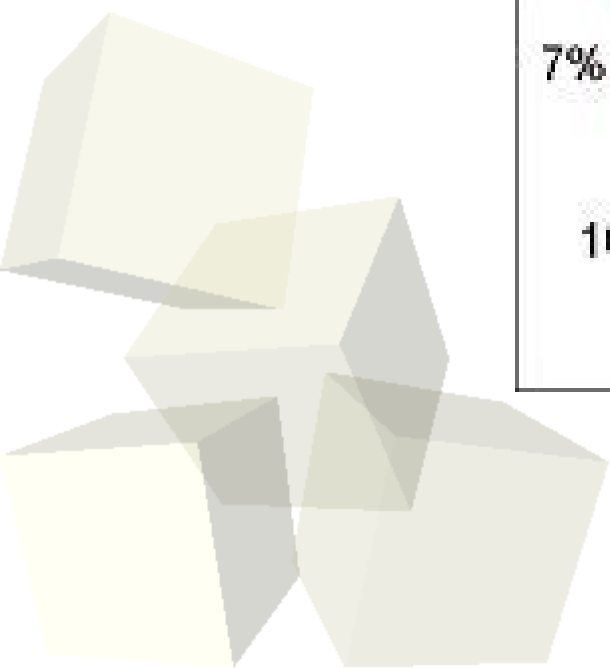
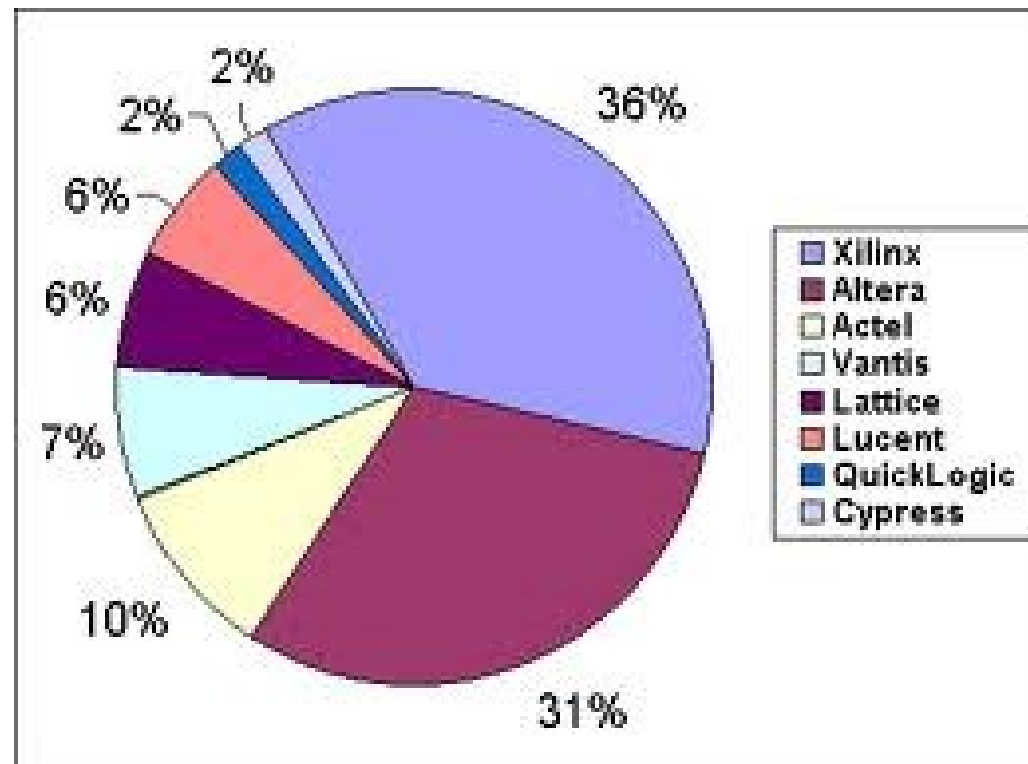
- Ejemplos de placas de desarrollo con FPGAs:
 - ♦ FPGA (Filed Programmable Gate Array):
 - Chip programable con un diseño digital





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **Basadas en FPGAs**

- Principales fabricantes de FPGAs:
 - ♦ Mercado de FPGA 2013 por vendedor





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **Basadas en FPGAs**

■ Principales fabricantes de FPGAs:

- ♦ XILINX: <http://www.xilinx.com>
 - Familias fpgas: spartan, virtex, kintex, artix, zynq
 - Herramientas de desarrollo: vivado, system generator, edk, ise
 - Placas de desarrollo
- ♦ ALTERA: <http://www.altera.com> (comprada por Intel Dec. 2015)
 - Familias: cyclone, arria, stratix
 - Herramientas de desarrollo: dsp builder, embedded design, quartus,
- Otros fabricantes:
 - ♦ Lattice, atmel, actel, etc



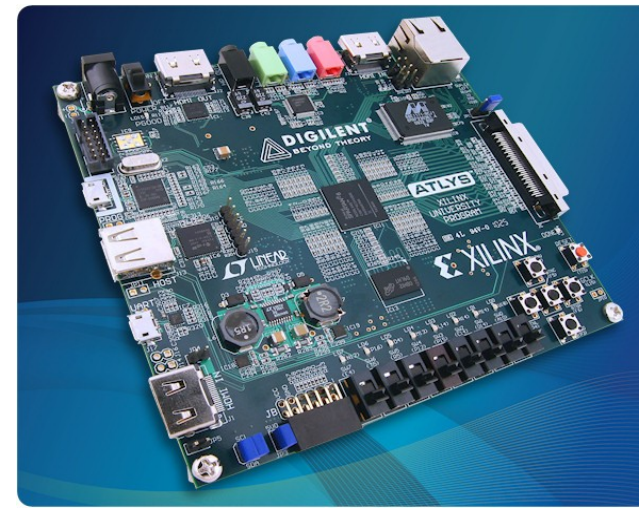
Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Basadas en FPGAs

- Otras placas de desarrollo con FPGAs:
 - ♦ Open source hardware:
 - Papilio: <http://papilio.cc/>
 - MOJO:
<https://embeddedmicro.com/tutorials/mojo/>
 - <http://www.gadgetfactory.net/>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=TDZgkPXakJA>
 - http://www.youtube.com/watch?v=YW-ybUw_EIk
 - <http://www.youtube.com/watch?v=f9I8JYqx2YY>
 - ♦ Una comparativa de placas de desarrollo basado en FPGA:
 - <https://joelw.id.au/FPGA/CheapFPGADevelopmentBoards>



Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Basadas en FPGAs

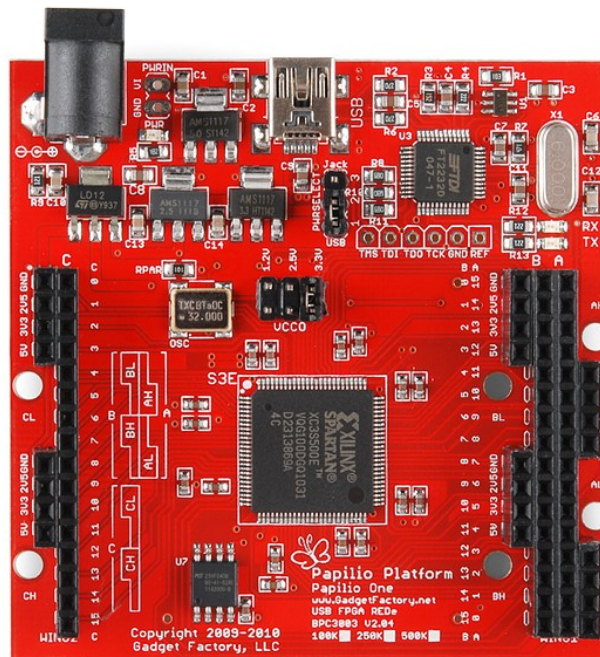
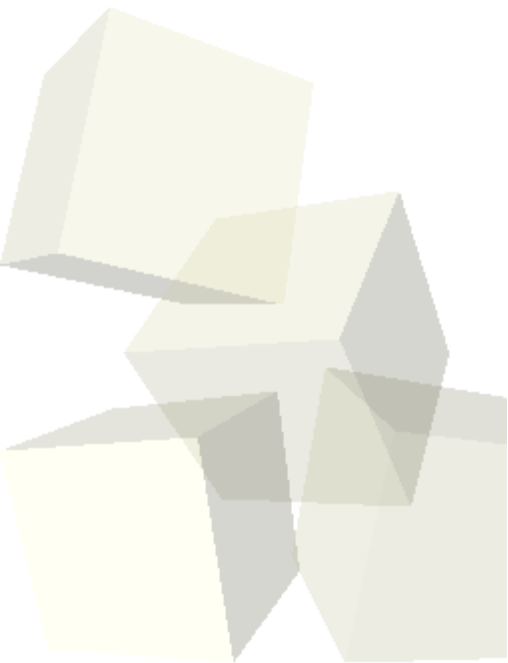
- SoCs implementados sobre FPGAs:
 - ♦ ORPSOC: Openrisc Platform System On Chip
 - ♦ <http://opencores.org/or1k/ORPSoC>
 - ♦ CPU: Openrisc, arquitectura de 32 bits.
 - ♦ Implementado en código HDL: Verilog
 - ♦ Arquitectura Openrisc soportada en el mainline del Kernel de LINUX
 - <https://www.youtube.com/watch?v=2bSOzV--DbU>
 - ♦ ORPSOCv3: adaptado a las plataformas DE0_nano, DE1 (altera), Atlys (xilinx)





Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Basadas en FPGAs

- SoCs implementados sobre FPGAs:
 - ZPUino: <http://www.alvie.com/zpuino/>
 - <http://papilio.cc/index.php?n=Papilio.ZPUinoIntroduction>
 - CPU: Zylín, arquitectura de 32 bits.
 - Implementado en código HDL: VHDL
 - Adaptado al entorno de desarrollo de ARDUINO, se puede programar al modo de ARDUINO
 - Implementado sobre placas Papilio



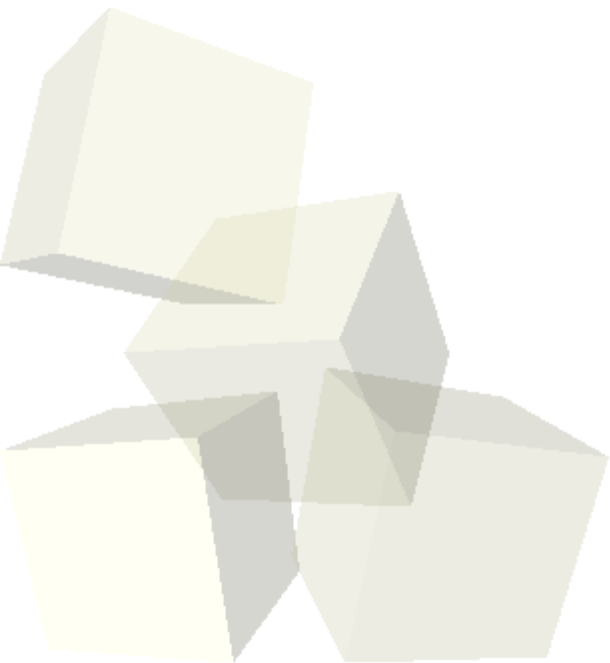


Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Open Hardware Systems

- LOWRISC: www.lowrisc.org/
 - ♦ “lowRISC is producing fully open hardware systems. From the processor core to the development board, our goal is to create a completely open computing ecosystem.”
 - ♦ “Our open-source SoC (System-on-a-Chip) designs will be based on the 64-bit RISC-V instruction set architecture. Volume silicon manufacture is planned as is a low-cost development board”
 - ♦ FAQ: <http://www.lowrisc.org/faq/>
 - Goals of Project
 - Road Map
 - Interesante: primera versión prevista sobre FPGA

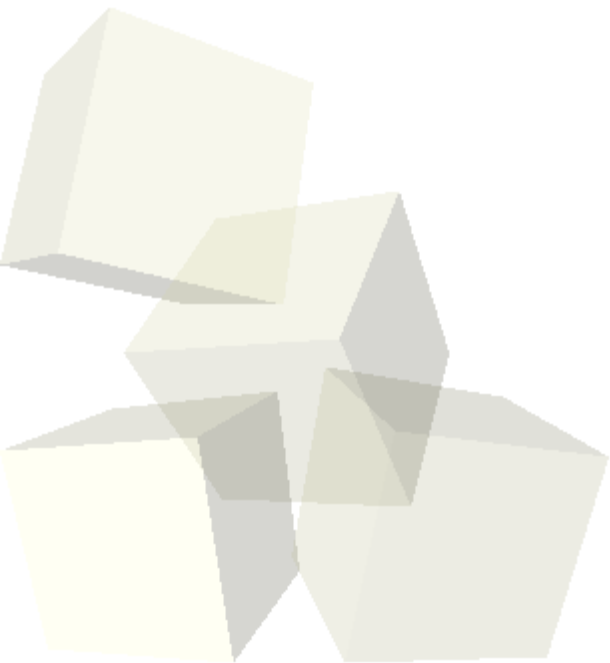


- Introducción al hardware
- Plataformas SoC principales
- Plataformas PCB de desarrollo de hardware
- **Contenidos de la Asignatura Laboratorio de Desarrollo Hardware**





- Dos aspectos principales:
 - ♦ Desarrollo de hardware sobre placas de desarrollo/SoCs sobre FPGAs
 - ♦ Desarrollo de PCBs





- Desarrollo de hardware sobre placas de desarrollo
 - ♦ Clases teóricas:
 - Estructura general de los sistemas empuotrados
 - ♦ Clases prácticas/laboratorio:
 - Introducción al desarrollo de sistemas con ARDUINO
 - Introducción al desarrollo de sistemas con Raspberry Pi
 - ♦ Diseño de sistemas con Raspberry Pi + Arduino: Proyecto Mysensor

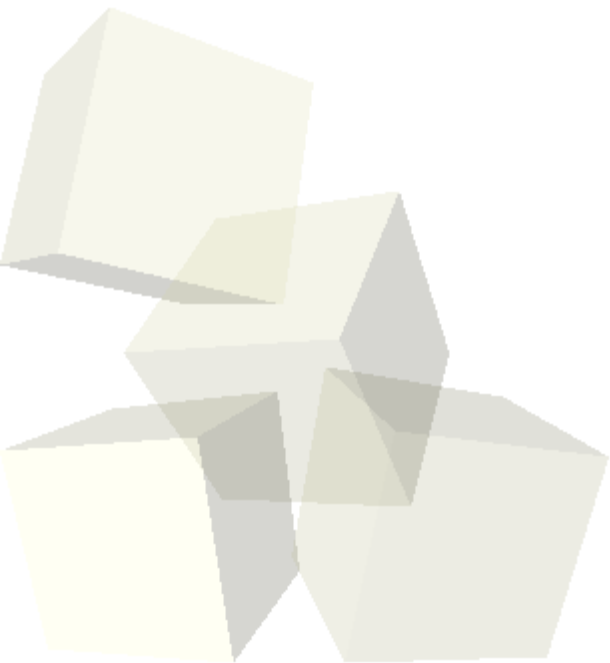


■ Desarrollo de PCBs

- ♦ Clases teóricas:
 - Diseño y Fabricación de circuitos impresos
- ♦ Clases prácticas/laboratorio:
 - Tutorial de diseño de PCBs con KICAD
 - Diseño de ejemplos básicos de PCBs con KICAD
 - Diseño, Fabricación y Testado de un sistema electrónico sobre PCB



- Trabajos de alumnos en desarrollo de sistemas empotrados:
 - ♦ Propuesta: Convalidación de la asignatura por seguimiento del trabajo de desarrollo





- Trabajos Fin de Grado relacionados con LabDesHar
 - ♦ Mando de Juegos (Joystick, pulsadores..) inalámbrico
 - ♦ Desarrollo de Sistemas Domóticos “Caseros”
 - ♦ Control Remoto de un Coche (“coche teledirigido”) con android
 - ♦ Tutorización de propuestas de Alumnos