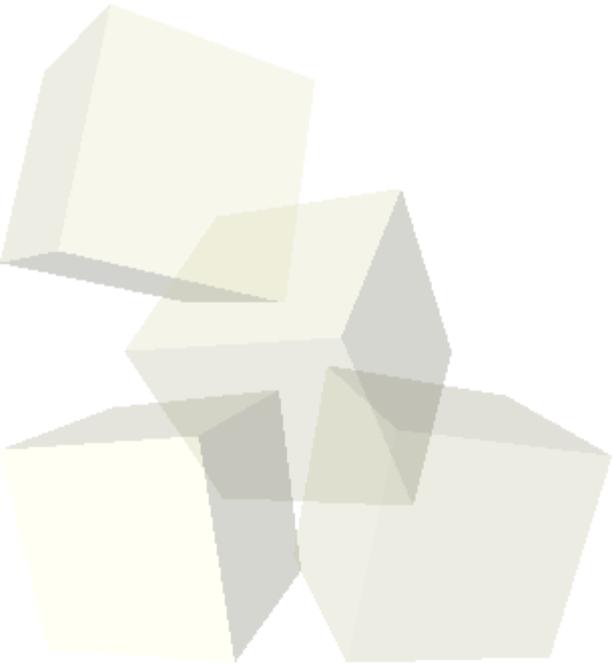




Visión General del Desarrollo de Hardware

Manuel J. Bellido Díaz
Germán Cano Quiveu

Septiembre 2023





- Introducción al hardware

- Plataformas SoC principales
 - ◆ Diseño de SoCs: Intellectual Property cores (IP cores)
 - ◆ Arquitecturas ISA para SoC: ARM, RISC-V
 - ◆ Revisión de Plataformas SoC actuales

- Plataformas PCB de desarrollo de hardware

- Contenidos de la Asignatura LabDesHar



Introducción al hardware

- ¿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



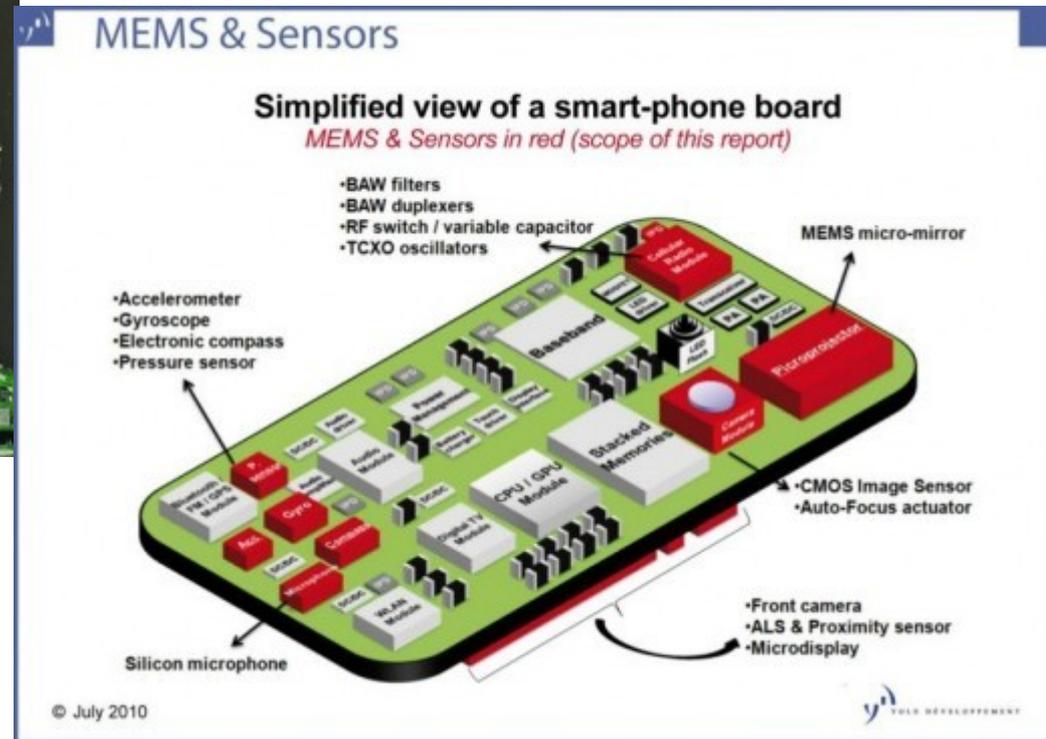


Introducción al hardware

- Hardware de un smartphone: Parte principal:
 - **PCB (Printed Circuit Board - Placa de Circuito Impreso)**



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

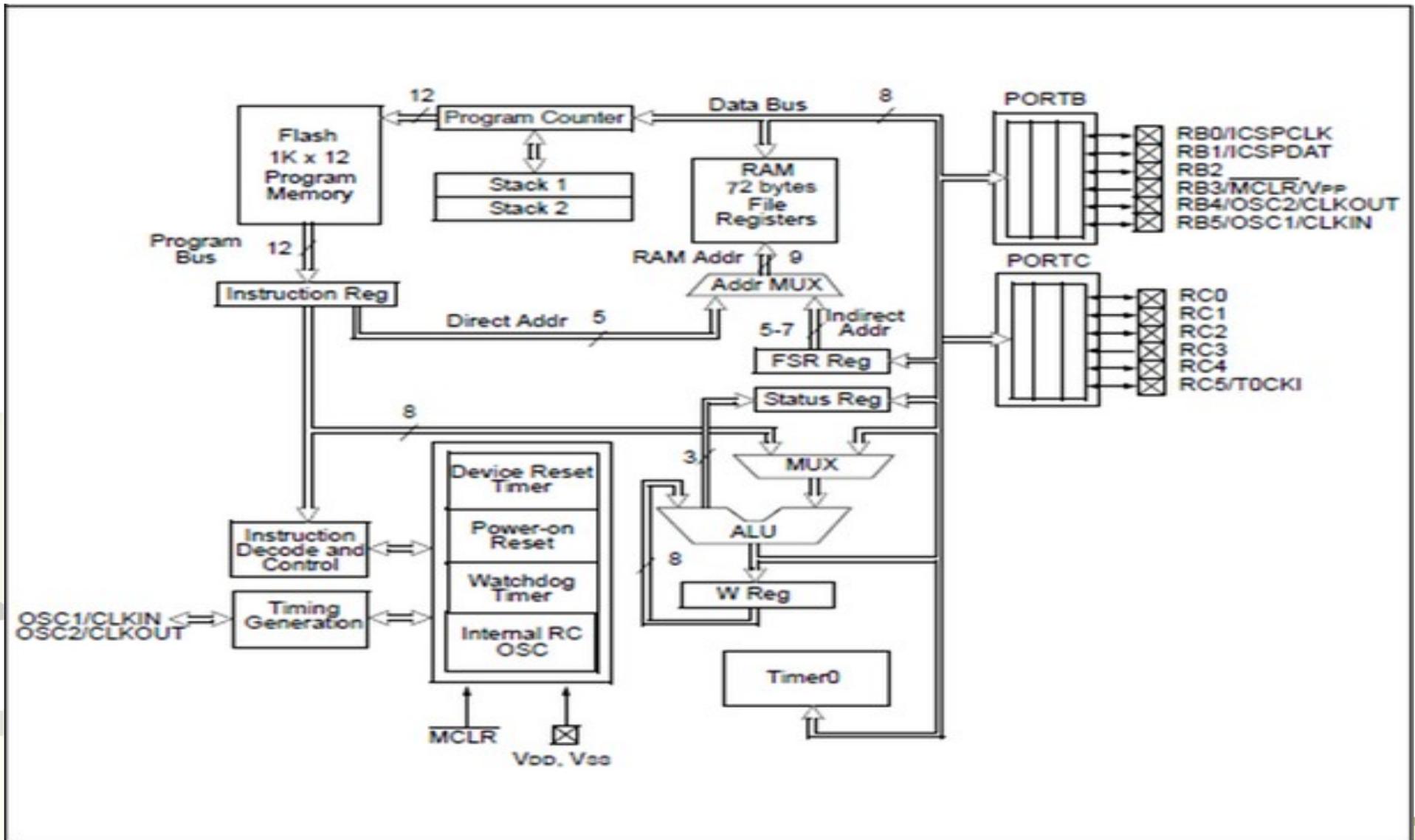




- Componente principal del PCB de un smartphone: SoC
 - ♦ **SoC: “System on Chip”** - Circuito integrado que incorpora gran parte de los componentes de un ordenador o cualquier otro sistema informático o electrónico.
 - ♦ Habitualmente integra núcleos de **procesador**, el **sistema de gráficos**, memoria **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.

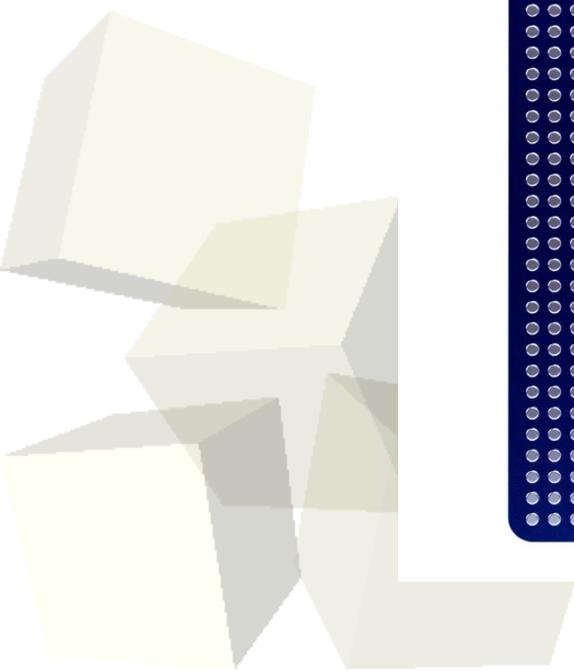
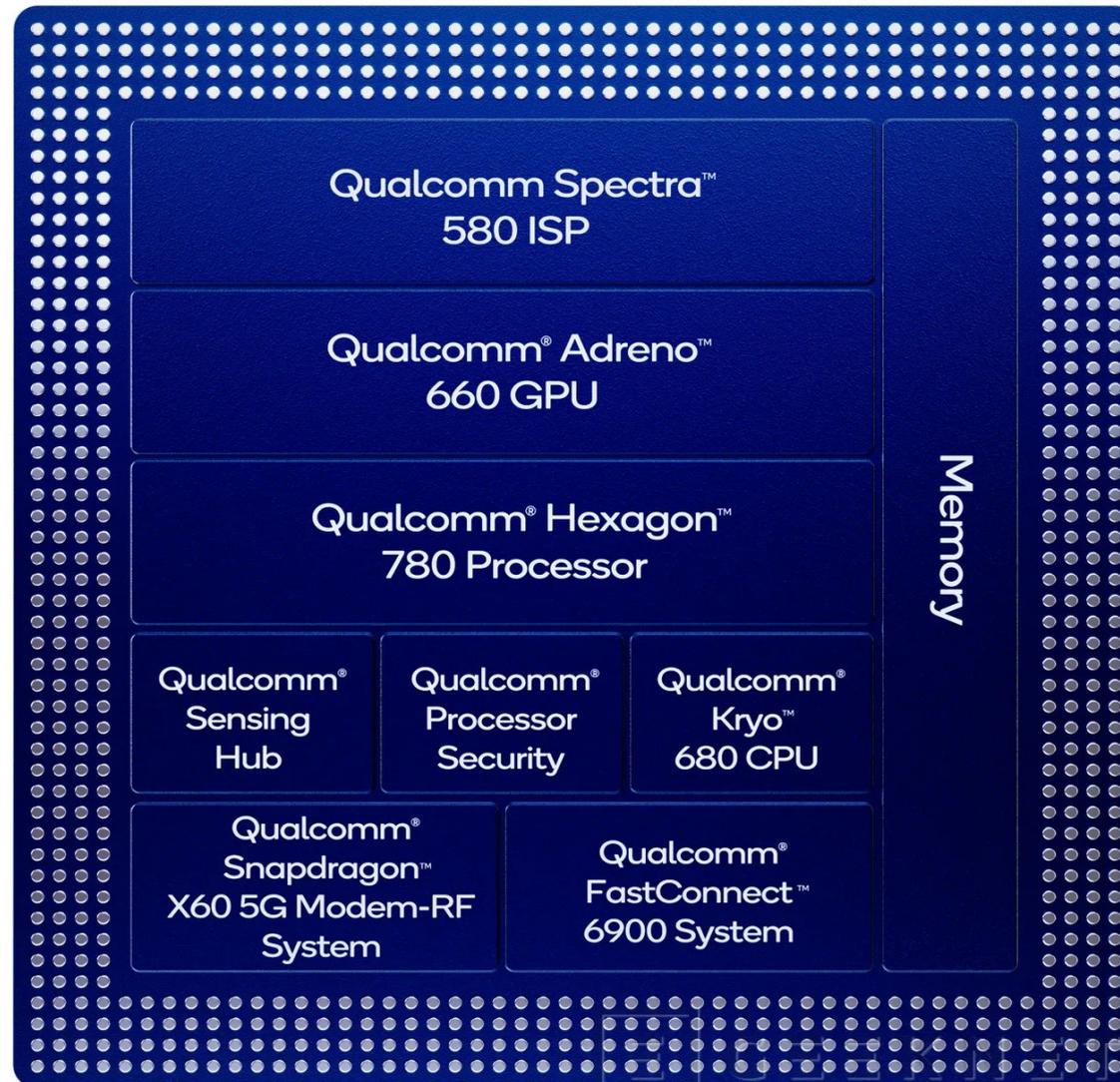
Introducción al hardware

- Ejemplo de microcontrolador: Arquitectura ATMEGA328





- Ejemplo de SoC: Snapdragon 888





■ 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)

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

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

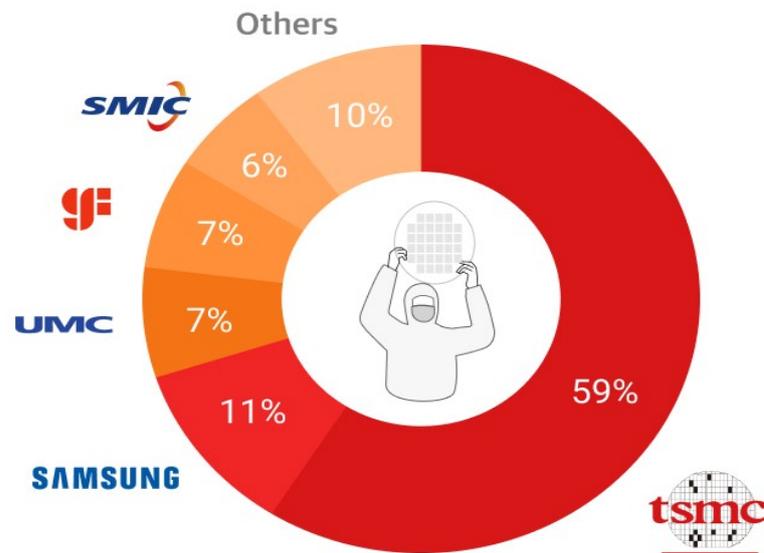




PRINCIPALES FABRICANTES DE CHIPS

Q2 2023

Foundry Companies' Share by Revenue



TSMC maintained its leadership in the foundry market with a stable 59% market share in Q2 2023. In contrast, Samsung Foundry's market share dipped by nearly 1% to 11%, primarily due to ongoing smartphone inventory adjustments and the loss of smartphone AP SoC orders from a US client. On the other hand, UMC saw an increase in market share, driven by the continued strength of DDICs and automotive applications in Q2 2023.

* Samsung includes foundry service for its internal logic IC business (LSI)

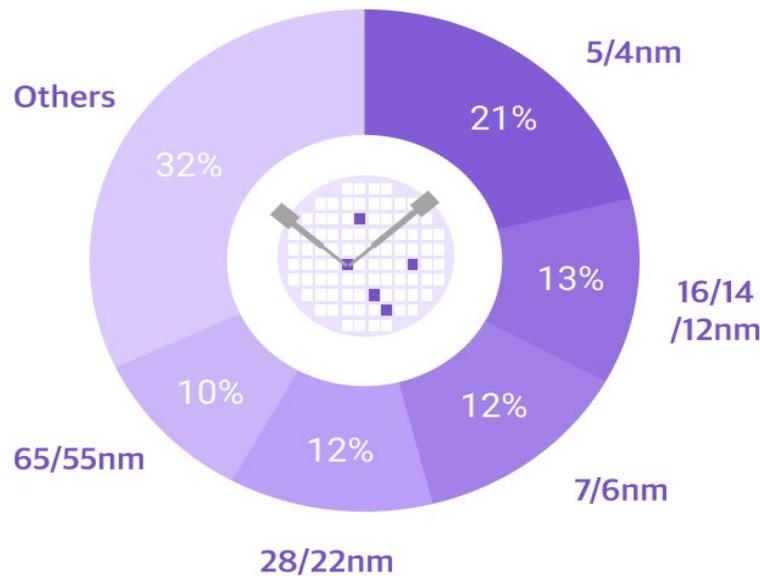
In Q2 2023, the 5/4nm segment continued to dominate the market.



■ PRINCIPALES FABRICANTES DE CHIPS

Q2 2023

Foundry Industry Share by Technology Node



In Q2 2023, the 5/4nm segment continued to dominate the market, holding a significant 21% market share. This strength was driven by robust demand, particularly in the field of AI, with key customers like Nvidia and Broadcom fueling this momentum. In contrast, the 7/6nm segment experienced weakness due to a slower-than-expected recovery in the smartphone market. On the other hand, the 28/22nm segment remained robust, as demand for primary applications, including DDIC and automotive-related applications, remained strong throughout Q2 2023.

 Counterpoint



- Introducción al hardware

- **Plataformas SoC principales**
 - ◆ Diseño de SoCs: Intellectual Property cores (IP cores)
 - ◆ Arquitecturas ISA para SoC: ARM, RISC-V
 - ◆ 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**)
- **Aportación del grupo ID2 al mundo de las Ipcores:**
 - ♦ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254266052300197X>



- 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 **RISC V**: OPEN SOURCE
 - <https://riscv.org/about/>
 - <https://www.muycomputer.com/?s=RISC-V>



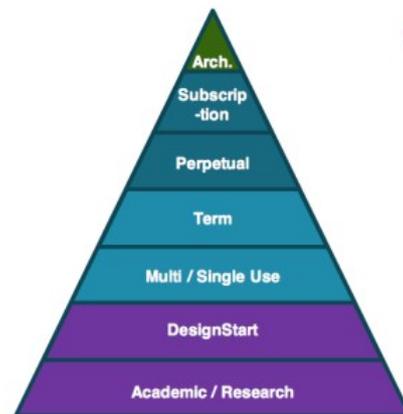
Plataformas SoC principales: arquitectura ARM

- 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



- Higher license fee
- Fewer use constraints
- Greater commercial and technical interaction
- Increasing internal investment by Partner
- Increasing ARM / Partner business knowledge

- 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 este mejorando los componentes básicos de los SoCs empezando por el microprocesador
 - ♦ Enlace de interes:
 - <https://www.xataka.com/moviles/todos-quieren-su-propio-chip-arm-google-apple-huawei-samsung-se-fabrican-sus-soc-hay-muchas-ajo>

■ ¿Que es RISC-V?

- ♦ Arquitectura de microprocesador Open Source
 - <https://en.wikipedia.org/wiki/RISC-V>
 - <https://riscv.org/>
- ♦ No se pagan royalties por el microprocesador

■ Comparacion ARM, X86, RISC-V:

- ♦ <https://www.microcontrollertips.com/risc-v-vs-arm-vs-x86-whats-the-difference/>

■ RISC-V 2022: MICROCONTROLADORES, SOCs y PLACAS

- ♦ <https://riscv.org/exchange/>

■ PARA QUIEN ESTE INTERESADO:

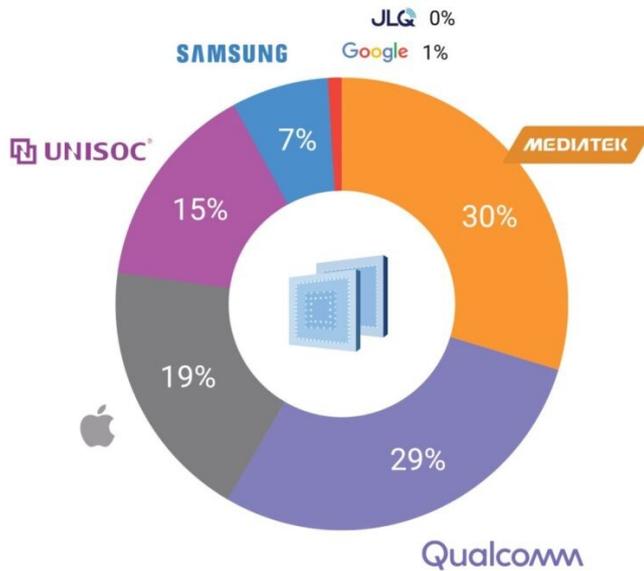
- ♦ <https://www.edx.org/learn/computer-programming/the-linux-foundation-microcontroller-applications-with-risc-v>

- 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>

■ Compañías fabricantes de SoCs mas relevantes

Global Smartphone AP Market Share by Shipments

Q2 2023



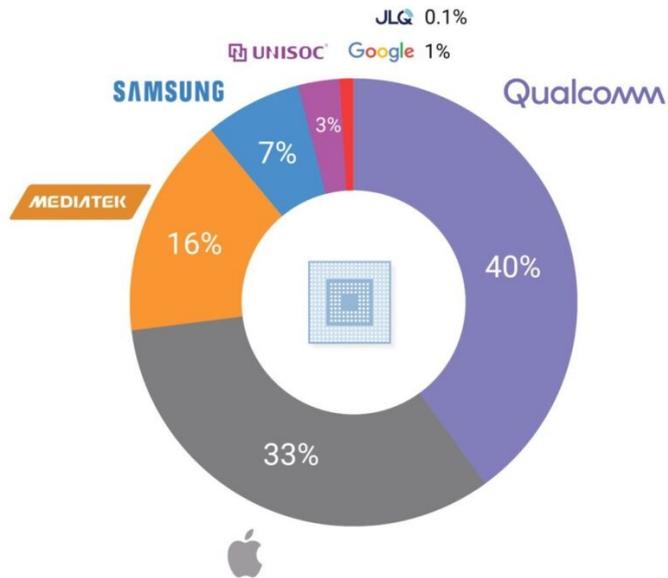
MediaTek dominated the smartphone SoC market with a share of 30% in Q2 2023. MediaTek's shipments slightly increased in Q2 2023 as the inventory levels came down and the competition is growing in the entry-level 5G. New smartphone launches in the low and mid-end segments have increased the shipments in Dimensity 6000, Dimensity 7000 series. Qualcomm captured a 29% share in the quarter. Qualcomm shipments increased by 14.5% sequentially in Q2 2023 due to the high shipment for flagship chipset Snapdragon 8 Gen 2. Also, Key design wins for the Snapdragon 600 and 400 series have also contributed to the growth of Qualcomm's shipment in Q2 2023.

Plataformas SoC principales: Revisión de SoCs actuales

- Compañías fabricantes de SoCs mas relevantes

Global Smartphone AP Market Share by Revenue

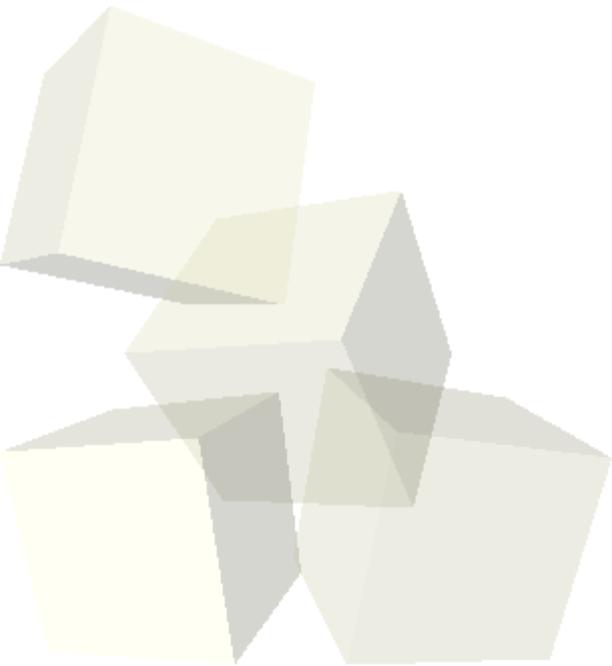
Q2 2023



Qualcomm dominated the AP market in Q2 2023 with a 40% revenue share. This growth is coming from the premium segment due to the adoption of snapdragon 8 gen 2 in Samsung flagship smartphones and Chinese OEMs. The launch of the Samsung Flip and Fold series has also contributed to this growth. Apple had a 33% share in the AP SoC market in Q2 2023 in terms of revenue. Apple's share declined by 24% QoQ due to seasonality. The iPhone Pro series is doing better. MediaTek captured the third position with a share of 16% in the total global smartphone AP/SoC revenues. MediaTek revenue remained flat in Q2 2023 due to the weak demand and slow China market.

- TOP-10 Performance Smartphone Chips

<https://www.antutu.com/en/ranking/ai1.htm>

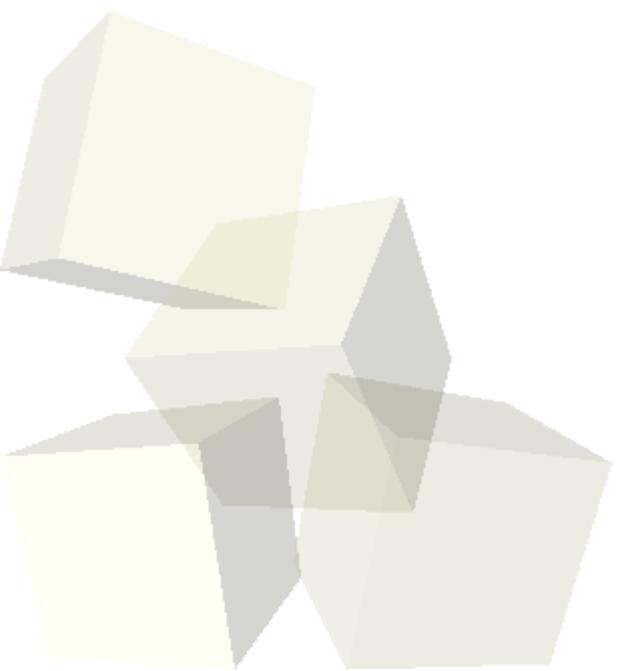


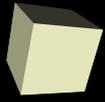
- List of applications of ARM cores
- Lista de algunas Plataformas SoC basadas en ARM
 - ◆ Samsung Exynos
 - ◆ Ax Apple
 - ◆ OMAP TI
 - ◆ Snapdragon Qualcomm
 - ◆ Tegra Nvidia
 - ◆ MT Mediatek
 - ◆ AllWiner Technology
 - ◆ RK Rockchip electronics
 - ◆ PX marvell



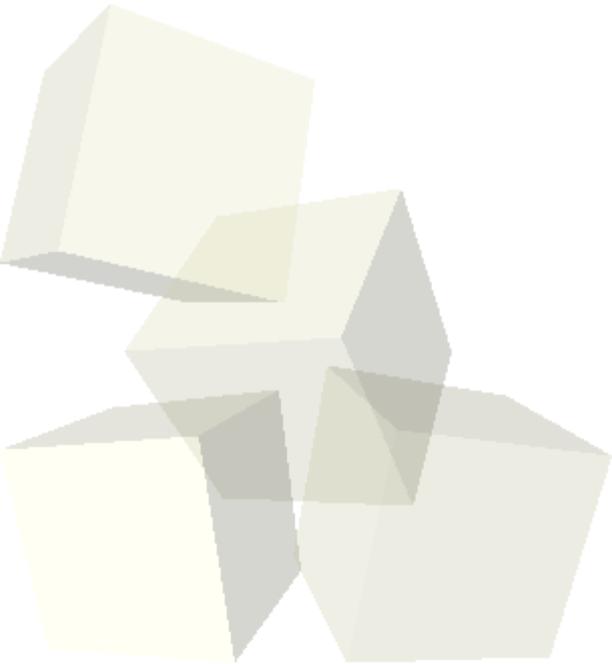
■ OTROS ENLACES DE INTERES:

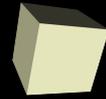
- <https://www.profesionalreview.com/2021/04/15/que-es-un-soc-caracteristicas/>
- <https://hardzone.es/noticias/procesadores/productores-chips-intel-amd-tsmc-nvidia/>





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



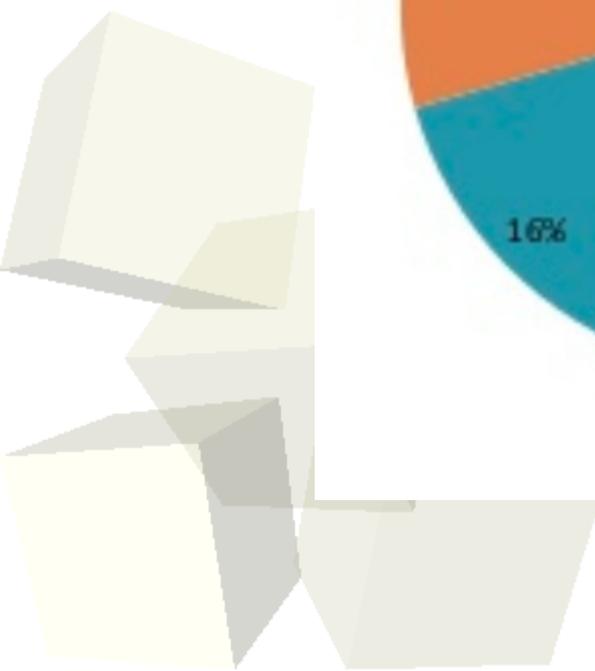
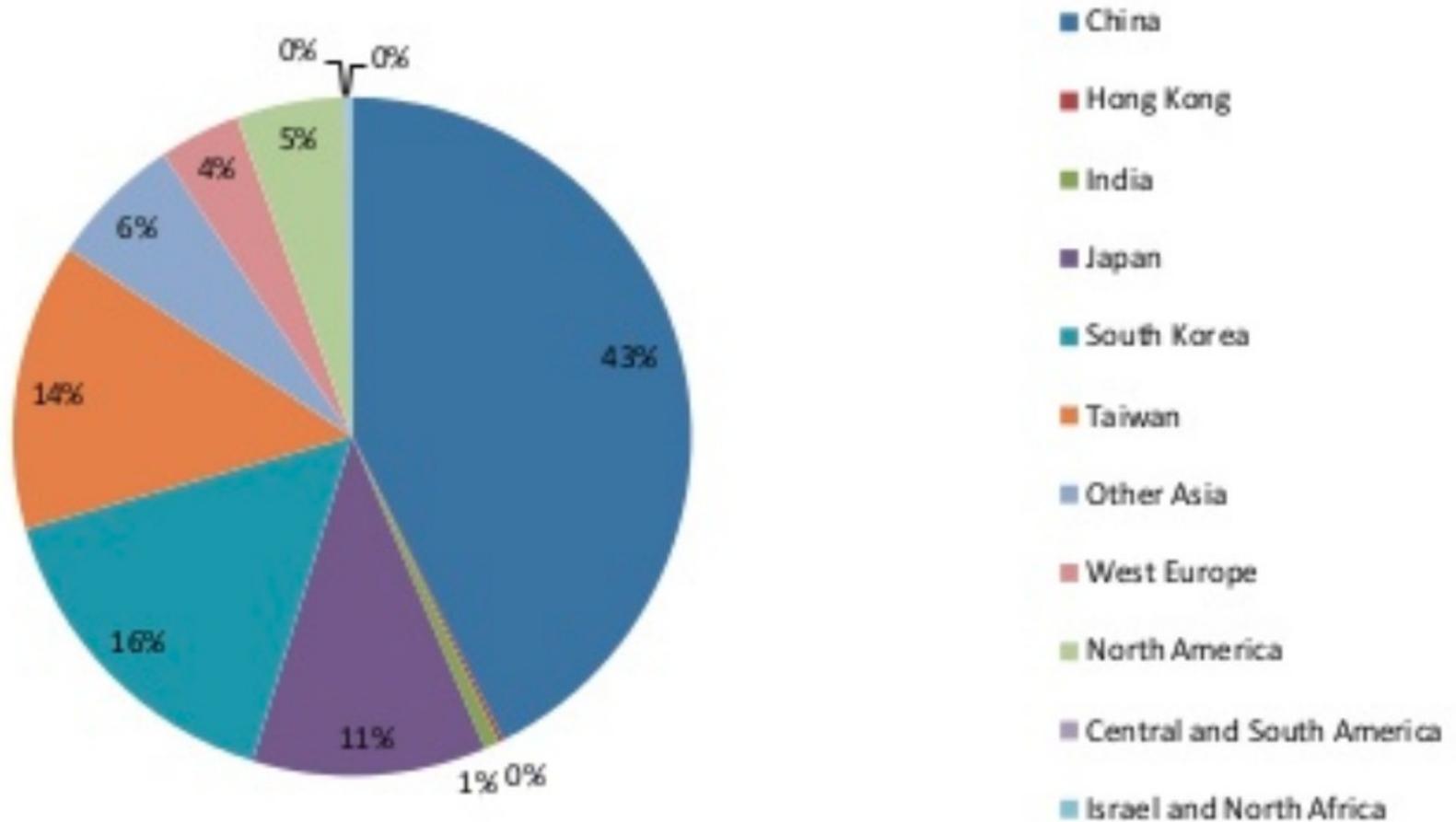


Plataformas PCB de desarrollo de hardware

- 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 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. Basis, Nexys
 - ♦ 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.

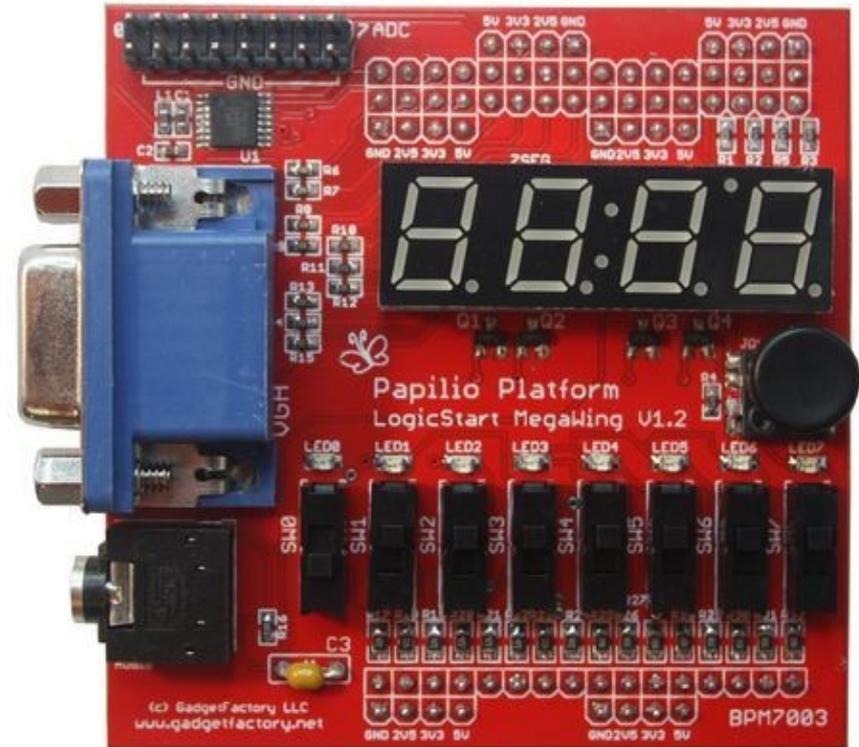
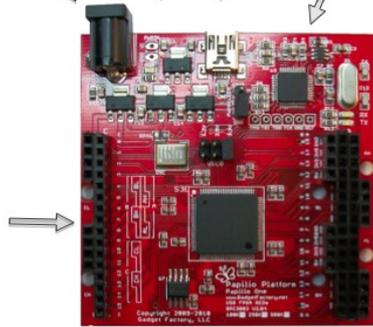
For those unfamiliar with FPGA technology, it's important to emphasize that an FPGA like the Spartan 3e is not a CPU, it's not RAM, and it's not DSP. Instead, an FPGA is like blank canvas of silicon on which hundreds of thousands of high speed logic gates can be arranged (and rearranged) at will. This 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 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.





Plataformas PCB de desarrollo de hardware

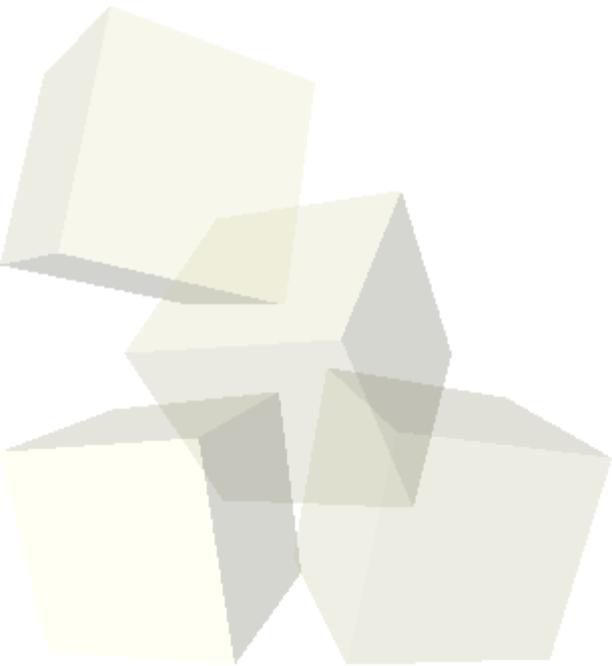
■ Placa de desarrollo:

- 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 número de plataformas hardware de desarrollo tanto propietarias como plataformas abiertas.
- El éxito de estas plataformas está 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 más 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

■ Texas Instrument:

- ♦ <https://www.ti.com/design-resources/embedded-development/hardware-kits-boards.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 estas placas de desarrollo utilizando la interfaz estándar de conexión

■ ESPRESSIF:

- ♦ <https://www.espressif.com/en/products/devkits>
- ♦ Plataformas desarrolladas por ESPRESSIF que incorporan algún microcontrolador diseñado como empresa fabless por ellos mismos.
- ♦ Serie estándar ESP8266 y ESP32:
 - Arquitectura: **Tensilica Xtensa LX6**
- ♦ Nueva serie ESP32-C3:
 - Arquitectura: **RISCV**
- ♦ Disponen de varias series de plataformas con diferentes características/microcontroladores
- ♦ Muy bajo precio: Varían de 1 a 10€.

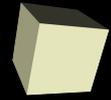
■ Wiring:

- 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/>

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

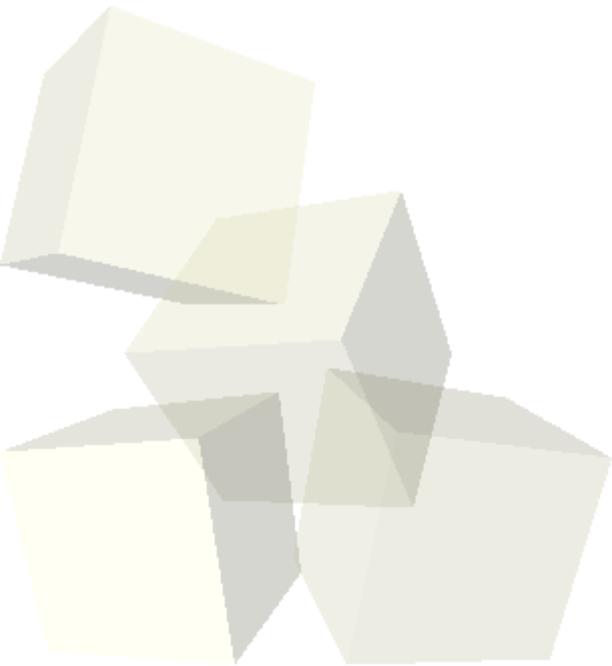
- Plataformas hardware de desarrollo abiertas, en principio, basadas en microcontroladores AVR8 Cortex ARM.
 - Disponibles los ficheros EAGLE del diseño de PCBs: esquemático y board
- Arduino Zero: microcontrolador SAMD21 MCU con core ARM 32 bits CORTEX-M0. Incorpora chip EDBG (full debug interface)
- 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

- **Arduino PRO:** <https://www.arduino.cc/pro>
 - APROVECHANDO LA GRAN COMUNIDAD QUE POSEE LA PLATAFORMA ARDUINO SE PRETENDE IR UN PASO MAS ALLA Y CREAR UN NEGOCIO BASADO EN LA PLATAFORMA ARDUINO DE CARA A LA EMPRESAS/INDUSTRIAS
 - Arduino PRO es un ECOSISTEMA IOT: incluye plataformas hardware, herramientas Software y una plataforma en la NUBE (Arduino IoT Cloud)
 - Centrándonos en las SBC (plataformas hardware):
 - Portenta Family: Portenta H7 --> 89€
Portenta H7 lite --> 60€
 - Nicla Family: Nicla sense Kit --> 59€



single-boards microcontroller: Comparación

- Comparación de SBM:
 - ◆ https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_single-board_microcontrollers





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: SBC**



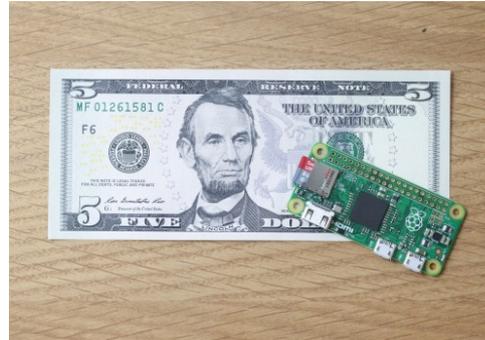
- Raspberry PI es, quizás, la SBC que mayor difusión ha tenido siendo conocida como el ordenador de los 25 dolares:
 - ♦ http://elpais.com/tag/raspberry_pi/a/
- Sin embargo, ni es único ni es la SBC de mayores prestaciones existentes
- A partir de 2012 se han desarrollado una gran cantidad de SBC especialmente 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 --> 8G)
 - ♦ 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.
 - ♦ Desarrollo de versiones con reducción de coste y tamaño



- 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 Bluethooth; RAM 1G
 - **PI 4**: 2019. Mejora SoC (quad core A72), RAM:1,2,4G; microHDMI 2
 - **S.O.**, Precio entorno 30€



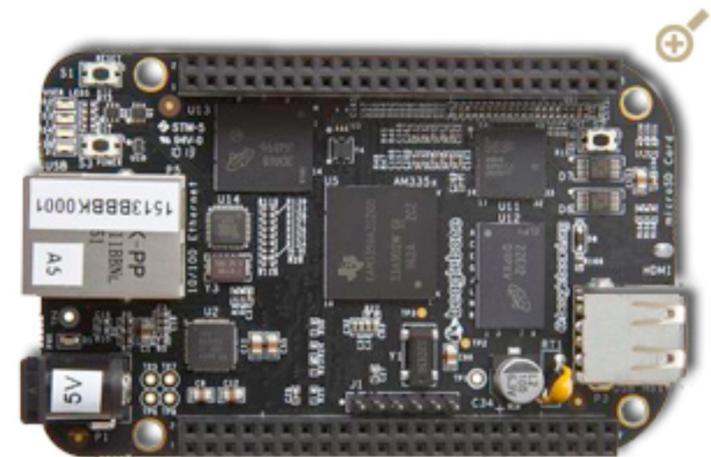
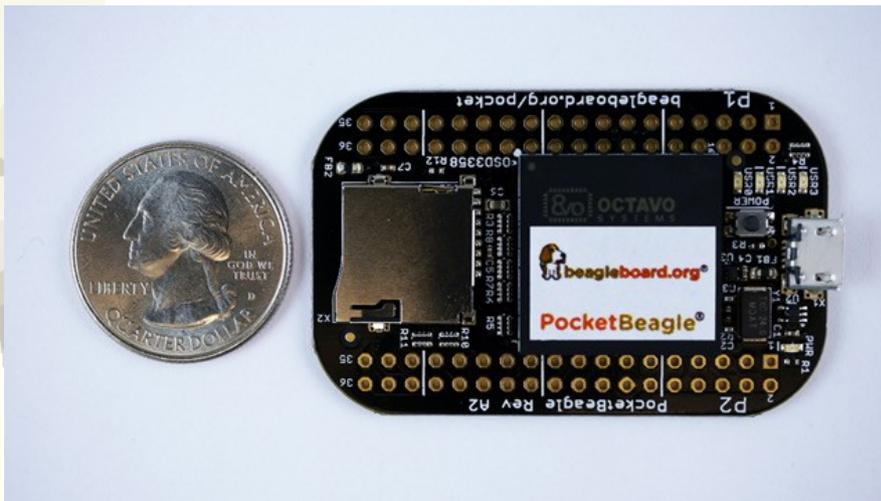
- RASPBERRY PI ZERO: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-zero/>
 - Desarrollo de un placa de muy bajo coste (Low-Cost - 5€)
 - SoC: Broadcom BCM2835 (ARM11 1core, 700 MHz)
 - RAM: 512 MB
 - Tamaño muy reducido respecto a RP1



- 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, bluethooth.
 - Precio: entorno a 10-11€



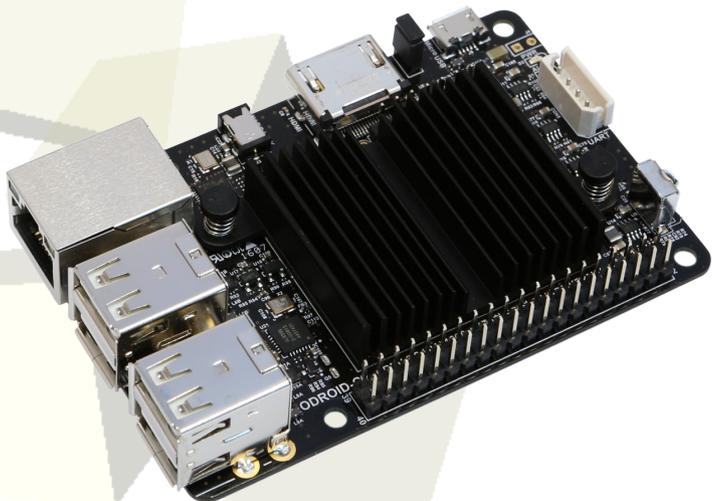
- BeagleBone: <http://beagleboard.org/boards>
 - Buena comunidad. Sustentado por TI
 - SoC: TI Sitara AM335x, ARM Cortex-A8 1 1GHz
 - RAM: 512MB
 - Conector de expansión: 2 x 46 Pin headers
 - Muchos interfaces de conexión disponibles
 - Empleada en entornos Industriales: ej. autopiloto **CATEC**
 - S.O.: Linux: Ubuntu, android, Debian
 - Precio: 70€
 - Nueva: Pocket Beagle (~25\$)



■ Odroid C1, C1+, C2, C4, M1:

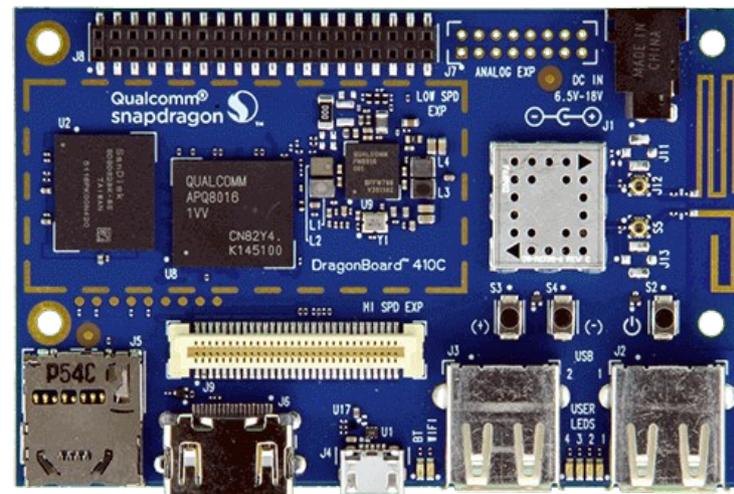
<https://www.hardkernel.com/product/>

- versiones, C1 , C1+, **C2, M1**
- **C2**: SoC: Amlogic S905 SoC, ARM Cortex-A53(quad core), 1,5 GH
- RAM: 2GB
- Expansión: 40pin GPIOs + 7pin I2S
- **M1**: SoC: Rockchip RK3568B2, ARM Cortex-A55 (quad core) 2GHz
- Expansión: varias interfaces: UART, SPI, I2c, GPIOs, etc.



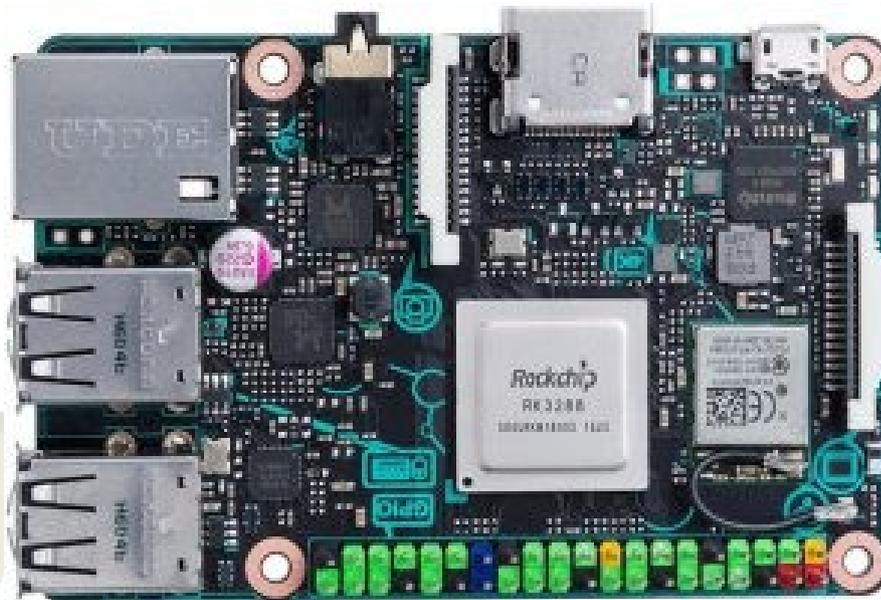
■ DragonBoard 410c: Enero 2016

- ♦ <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\$



■ ASUS Tinker Board

- ♦ <https://tinker-board.asus.com/series.html>
 - Orientado a Ecosistema IoT
 - SoC: Rockchip
 - Chip con wifi y bluetooth
 - S.O.: Linux: android, Debian
 - Precio: > 100€



■ 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/>
- ♦ <https://sbcfinder.com/home>

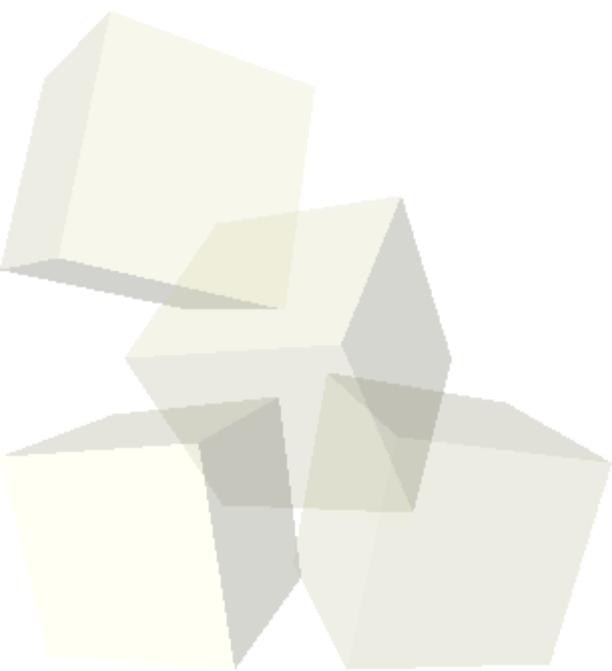
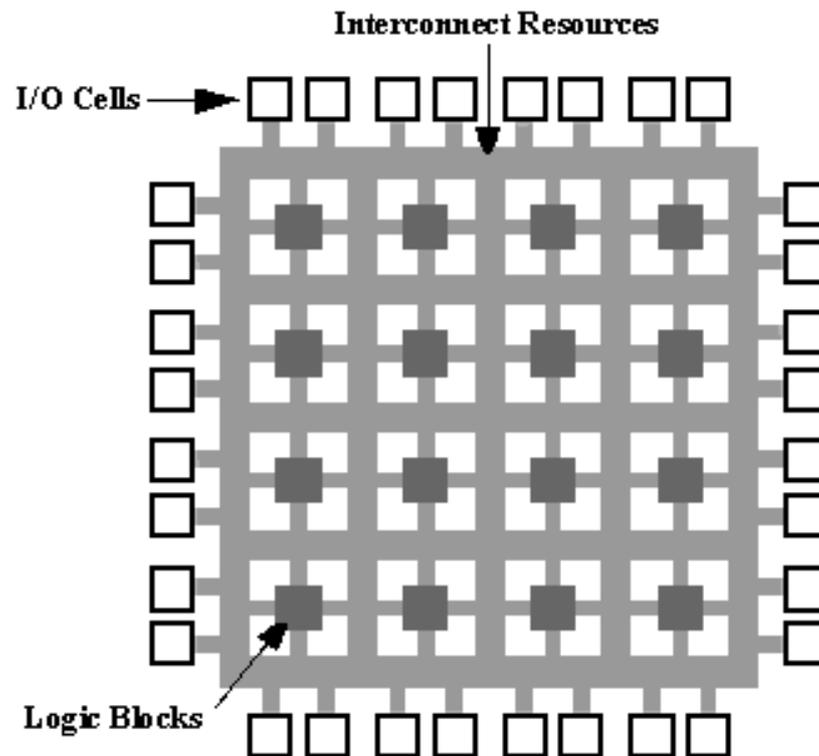
■ Videos interesantes:

- <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

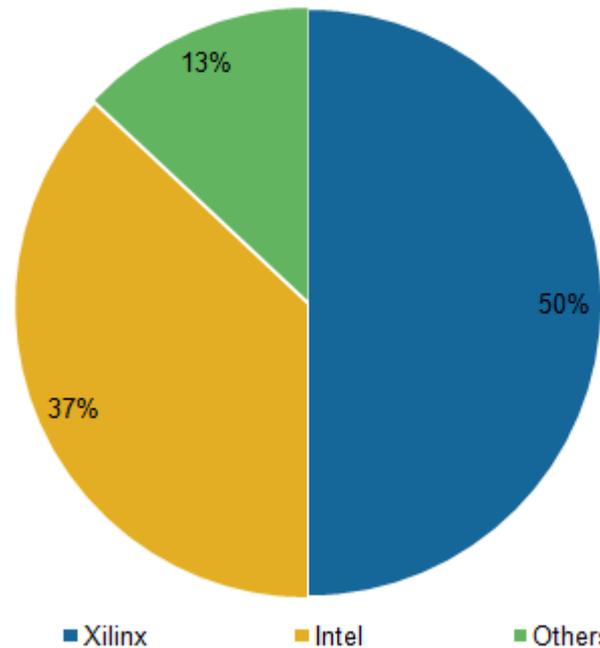




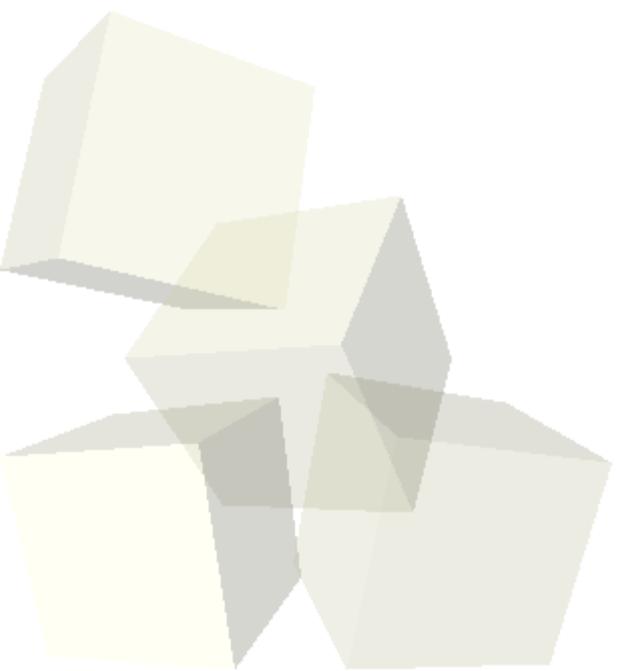
Plataformas PCB de desarrollo de hardware: **Basadas en FPGAs**

- Principales fabricantes de FPGAs:
 - ◆ Mercado de FPGA 2016 por vendedor

Programmable Logic Devices' Vendors by Revenue in Calendar 2015



Source: IHS





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

■ Principales fabricantes de FPGAs:

◆ AMD-XILINX: <http://www.xilinx.com>

- Familias fpgas: spartan, virtex, kintex, artix, zynq
- Herramientas de desarrollo: vivado, system generator, edk, ise
- Placas de desarrollo

◆ NOTICIA DE 2021: AMD HA COMPRADO A XILINX

◆ Intel (old Altera):

<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable.html>

- 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>

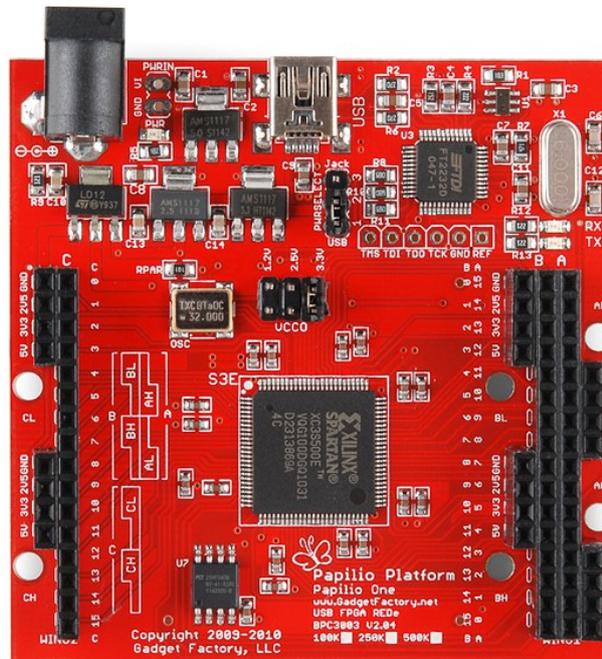
Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Basadas en FPGAs

- 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: Zynlín, 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



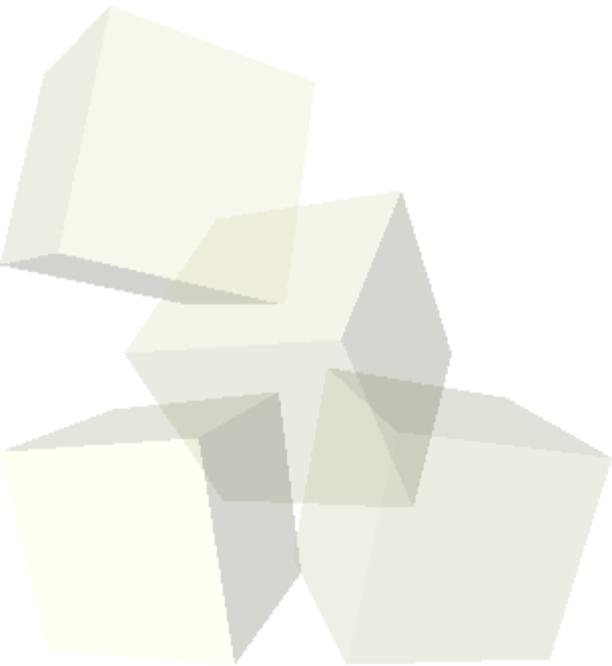


Plataformas PCB de desarrollo de hardware: Open Hardware Systems

- 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

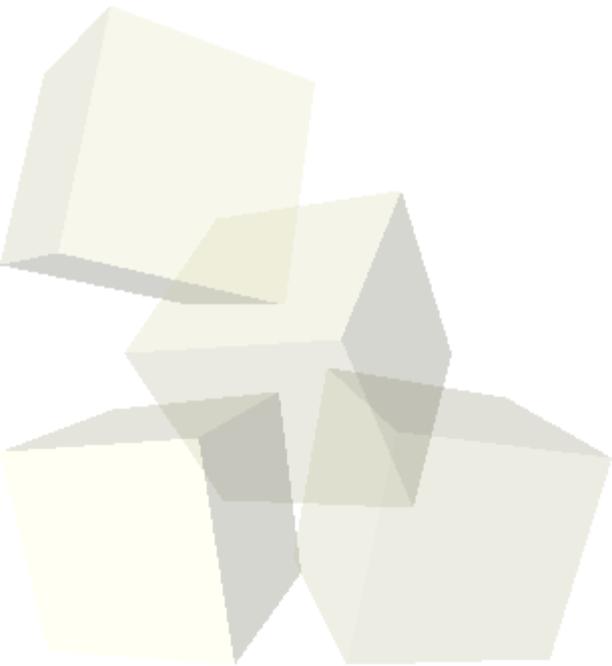


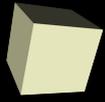
- Introducción al hardware
- Plataformas SoC principales
- Plataformas PCB de desarrollo de hardware
- **Contenidos de la Asignatura Laboratorio de Desarrollo Hardware**





- Dos aspectos principales:
 - ◆ Desarrollo de hardware sobre placas de desarrollo SBM Y SBC
 - ◆ Desarrollo de PCBs





- Desarrollo de hardware sobre placas de desarrollo
 - ♦ Clases teóricas:
 - Introducción al IoT. Proyecto Mysensor
 - ♦ 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:

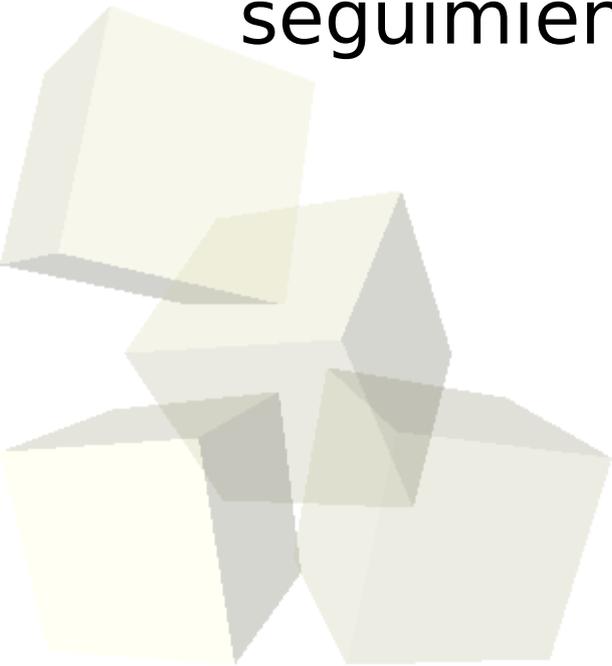
- Diseño y Fabricación de circuitos impresos
- Componentes electrónicos para PCB
- Tutorial de diseño de PCBs con KICAD
- Normas y recomendaciones en diseño PCB

♦ Clases prácticas/laboratorio:

- Diseño de ejemplos básicos de PCBs con KICAD
- Diseño, Fabricación y Testado de un sistema electrónico sobre PCB



- Trabajos Fin de Grado relacionados con la asignatura:
 - ♦ Diseño de Sistemas hardware que impliquen fabricación de pcb
 - ♦ 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