

Tema 1: Introducción

Sistemas Digitales Basados en Microprocesadores

Universidad Carlos III de Madrid

Dpto. Tecnología Electrónica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Índice

- 1- Motivación y Contexto
- 2 - Presentación de la Asignatura
 - Estructura
 - Metodología
 - Evaluación
 - Prácticas
 - Profesorado
 - Planificación de la Asignatura
- 3 - Medios Materiales
 - Microprocesadores a utilizar y porqué ARM
 - Características Generales del Chip ARM
 - Sistema de Desarrollo y Prácticas

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

1 - Motivación y contexto

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Motivación

```
A problem has been detected and windows has been shut down to prevent damage to your computer.

The problem seems to be caused by the following file: SPCMDCON.SYS

PAGE_FAULT_IN_NONPAGED_AREA

If this is the first time you've seen this stop error screen, restart your computer. If this screen appears again, follow these steps:

Check to make sure any new hardware or software is properly installed. If this is a new installation, ask your hardware or software manufacturer for any windows updates you might need.

If problems continue, disable or remove new hardware or software. Disable BIOS memory options such as Memory Remapping, but only if you know how to disable them. If you need to use Safe Mode to remove or disable hardware, press F8 to select Advanced Startup Options and select Safe Mode.

Technical information:
*** STOP: 0x00000050 0x00000000 0x00000000 0x00000000
*** SPCMDCON.SYS - Aug 11 2009 10:00:00
```



Gestión Incorrecta de los Recursos (tanto a nivel de aplicación, como de Sistema Operativo)

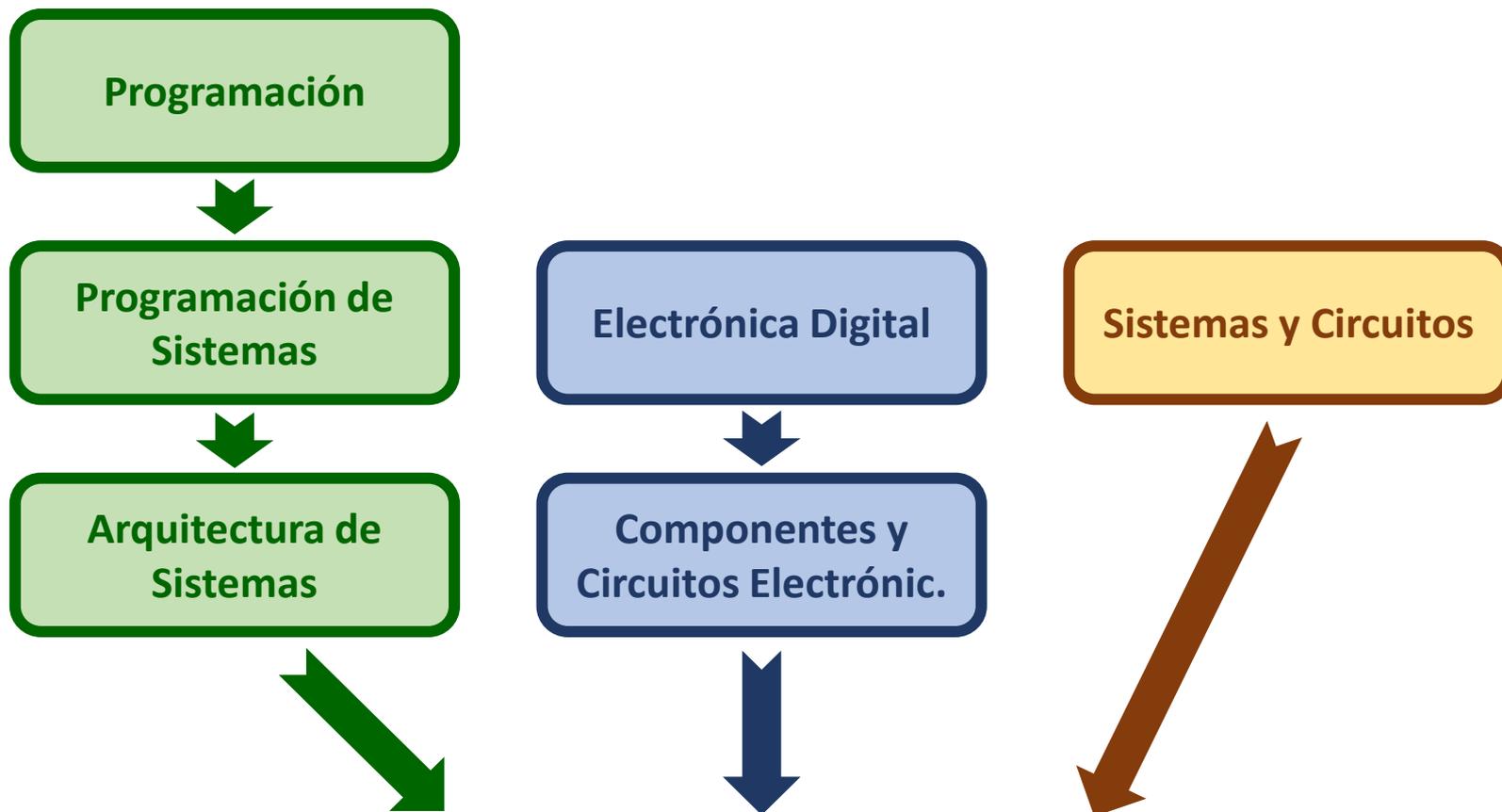
Desconocimiento de los Recursos Internos

Cartagena99

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Contexto



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

2 - Presentación de la asignatura

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Presentación de la Asignatura

- Asignatura Obligatoria de 6 ECTS
 - 24 Sesiones de Teoría y Teórico-Prácticas
 - 6 Sesiones de 2h de Prácticas de Laboratorio (Cambio respecto al curso pasado)
 - Centrada en los Fundamentos Básicos, pero con proyección a Desarrollo de Sistemas
- Objetivos a Cubrir:
 - Conceptos Básicos
 - Arquitectura Interna de una CPU
 - Programación de una CPU a Bajo Nivel
 - Conexionado con Sistemas de Memorias
 - Sistemas Básicos de Entrada / Salida
 - Conceptos Avanzados
 - Arquitecturas Von Neumann y Harvard
 - Arquitecturas CISC y RISC
 - Programación en medio-alto nivel
 - Mecanismos Avanzados de Programación y Efectos de los Compiladores

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

 <http://dte.uc3m.es>

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

Estructura

1. Introducción de la Asignatura (2h)
2. Microprocesadores y Microcontroladores (2h)
3. Arquitectura Interna de una CPU (4h)
4. Lenguaje Ensamblador (2h) + Ejercicios (2h)

5. Entorno de Desarrollo (2h)
6. Pines de Entrada/Salida (2h)
7. Conversión Analógica (2h)
8. Interrupciones (2h)
9. Temporización (2h)
10. Trabajando con I2C (2h)
11. Comunicación UART (2h)
12. Comunicación SPI (2h)

Práctica 1: Entorno de Desarrollo (2h)

Práctica 2: GPIO (2h)

Práctica 3: IRQ, EXTI y ADC (2h)

Práctica 4: Timers (2h)

Práctica 5: USART (2h)

Práctica 6: Sistema Completo (2h)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

<http://dte.uc3m.es>

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud del

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

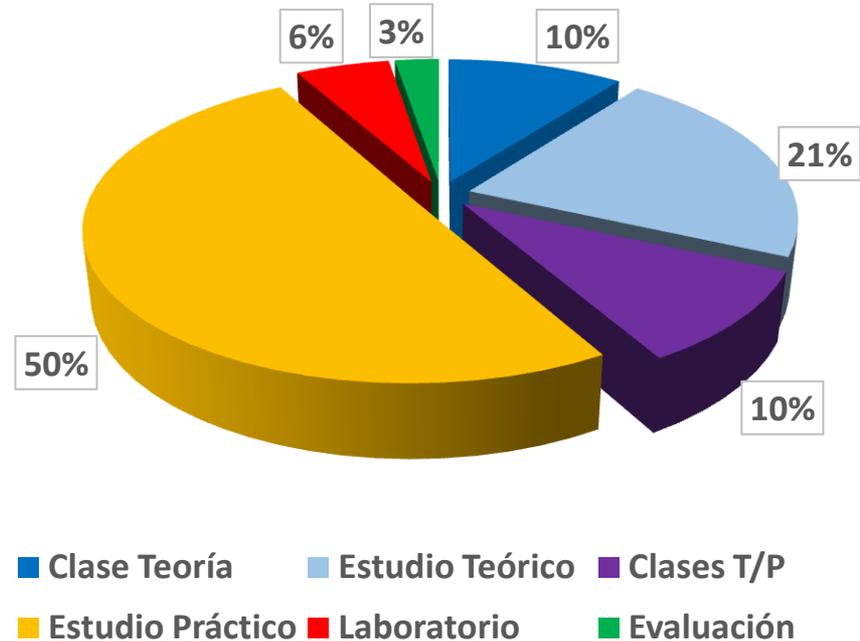
(C) Raúl Sánchez Reíllo

Metodología

- **Aprendizaje a través de la práctica:**

- Ejemplos mostrados y ejecutados en clase
- Ejercicios propuestos y realizados por los alumnos en casa
- Prácticas de Laboratorio

Distribución de Horas de la Asignatura



- **Flujo Docente:**

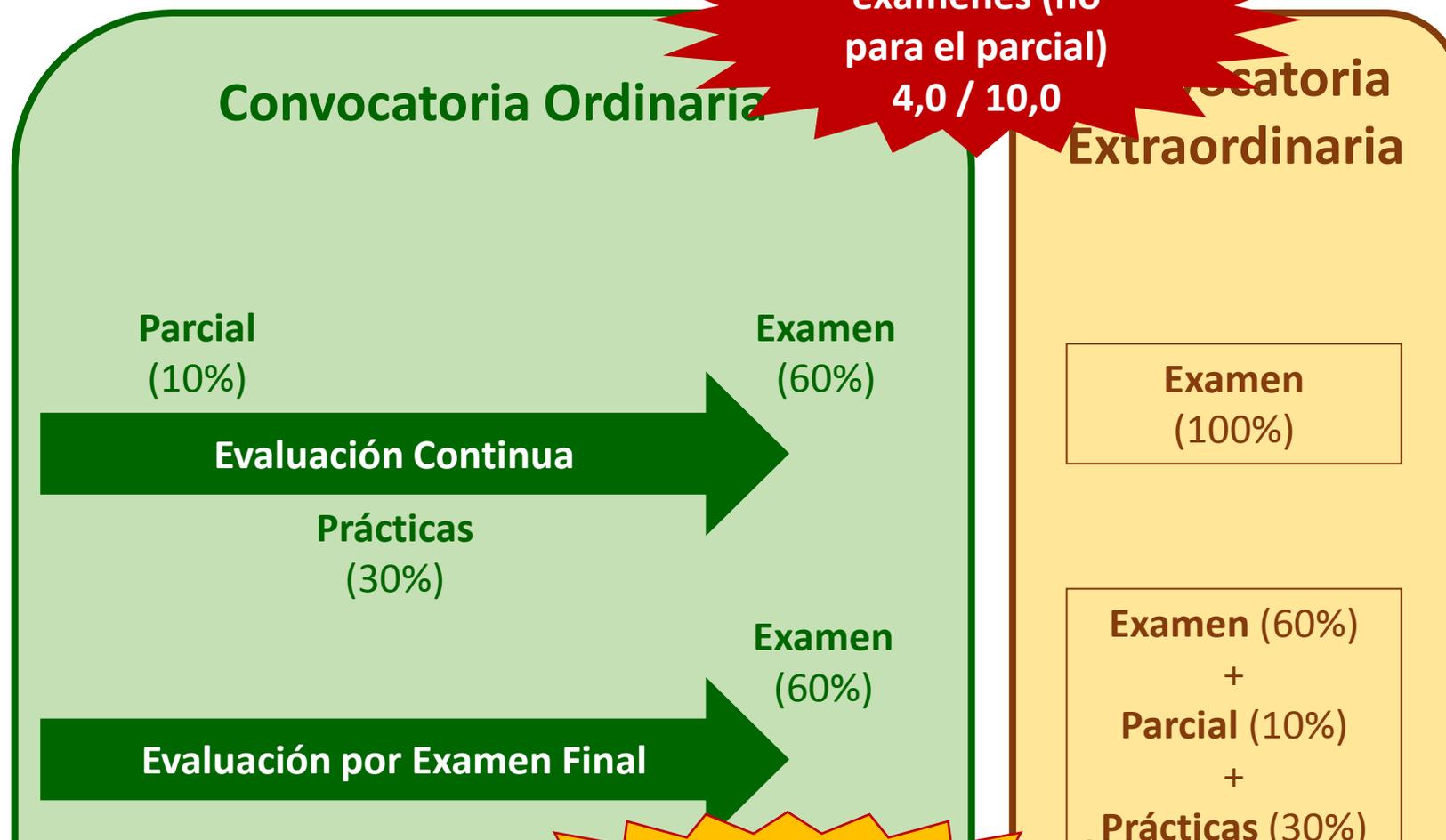


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Evaluación



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Prácticas

- 6 Prácticas en sesiones de 2 horas de Laboratorio
 - Prácticas Guiadas pero de Desarrollo
 - Grupos de 2 personas
 - **Los grupos se crearán en la primera semana, a través de Aula Global, para posteriormente poder entregar el material. Plazo máximo de inscripción: 6 de febrero**
- Método de Trabajo:
 - Antes de la Sesión en Laboratorio
 - El grupo analiza el enunciado y resuelve la práctica
 - Se le da un cuestionario para que lo rellene, que incluya el diagrama de flujo de la solución y la primera versión del código
 - **Se entrega por Aula Global por Turnitin antes de que empiece el laboratorio**
 - Durante la Sesión de Laboratorio
 - El profesor entrega al grupo una serie de modificaciones a realizar en la práctica
 - El grupo realiza y prueba las modificaciones que sean necesarias
 - El profesor evalúa el correcto funcionamiento de las distintas partes de la práctica original (8 puntos sobre 10) y la modificación solicitada (2 puntos sobre 10), **aunque esto no es fijo y va os avisaremos de la división definitiva de**

La ausencia en alguna de las prácticas elimina la Evaluación Continua

Asistencia = Firma + Entregas

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Profesorado

Profesor	Grupo (Tipo)	Despacho	Horario Tutorías
Elena Romero elena.romero@uc3m.es	Teoría y Laboratorio	1.2.F.05	A concretar
José Enrique Suárez enrique.suarez@educa.madrid.org	Teoría y Laboratorio		X 19-20 Previa petición de cita por correo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Planificación de la Asignatura para GIT y GISC

CRONOGRAMA DE LA ASIGNATURA				
Semana	Sesión	Fecha	Descripción del Contenido	Profesor
1		28-ene.	Tema 1: Introducción	JE
		30/31/ene	Tema 2: Microprocesadores y Microcontroladores	G
		30/31/ene	Tema 3: Arquitectura Interna	G
2		4-feb.	Tema 3: Arquitectura Interna	E
		06/07/feb.	Tema 4: Ensamblador	G
		06/07feb.	Tema 4: Ensamblador + Ejercicios	G
3		11-feb.	Tema 5: Entorno de Desarrollo	E
		13/14/feb.	P1: Entorno de Desarrollo	Lab
4		18-feb.	Examen Parcial	Ambos
		20/21/feb.	Tema 6: GPIO y AFs	G
5		25-feb.	Tema 7: ADC y DAC	JE
		27/28/feb.	P2: GPIO	Lab
6		4-mar.	Tema 8: IRQs y EXTI	JE
		06/07/mar.	Tema 8: Ejercicios con IRQs y ADC	G
7		11-mar.	Tema 9: Timers	JE
		13/14/mar.	P3: EXTI y ADC	Lab
8		18-mar.	Tema 9: Timers	JE
		20/21/mar.	Tema 9: Ejercicios de Timers	G
9		25-mar.	Tema 10: USART	E
		27/28/mar.	P4: Timers	Lab
10		1-abr.	Tema 10: USART	E
		03/04/abr.	Tema 10: Ejercicios de USART	G
11		8-abr.	Tema 11: SPI / I2C	E
		8-abr.	Tema 11: SPI / I2C + Ejercicios	E

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

3 - Medios Materiales

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Medios Materiales

- Motivación:

- Nivel tecnológico

- Última generación de Microprocesadores de bajo coste orientado a equipos embebidos.

- Actualidad

- SO: Symbian, Linux, Windows CE
 - Equipos: Teléfonos, PDAs, PCs-embarcados, etc...

- Trabajo

- Micro muy demandado en el mercado.

- Microprocesador a estudiar:

- CPU: ARM Cortex M3

- Microcontrolador: STM32L152RB

- Placa de Desarrollo: STM32L-Discovery



Hardware requirements:

- USB cable type A to mini-B
- computer with Windows 2000, XP, Vista or 7

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

<http://dte.uc3m.es>

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al

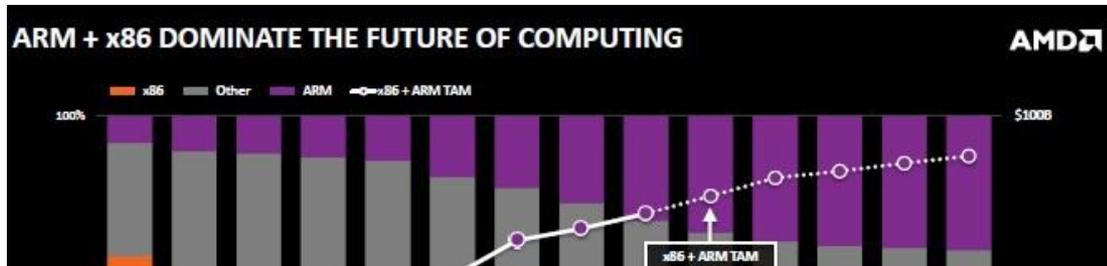
Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

¿Por qué ARM?

- En 2011, los procesadores ARM aparecen en la mayoría de *smartphones* y tabletas del mercado
- Microsoft introdujo con Windows RT una versión que incluye un modo compatible con los procesadores de ARM
- Un primer producto de éxito (1993), fué la PDA Newton de Apple
- Otro de más impacto (2001), el iPod de Apple
- ARM significa Advanced RISC Machine
- Utiliza arquitectura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*)
- Los procesadores ARM se han diseñado para usarse en aplicaciones de bajo consumo, alimentados con batería



ARM

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Source: AMD internal estimates

<http://ute.uc3m.es>

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

Algunos equipos con CPU de ARM



Toshiba PD RM4



Lexmark Z52
Color Jetprinter



InCard MoKard



BOSCH



SONICblue RIO Digital Audio



EXFO FTB-100



Creative Nomad
Jukebox



Intel Pocket Concert



Wherify GPS
watch



Galileo Communicator



D-Link Wireless LAN



Zoom Cable
Modem



Alcatel ADSL
Modem



Efficient Networks
ADSL Router



Alcatel Speed
Touch Wireless



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Fabricantes de ARM

- Los procesadores ARM no se venden como un *chip*, sino como una licencia de hardware IP (*Intellectual Property*)
- El comprador añade sus propios periféricos y fabrica los *chips*
- Algunos fabricantes de sistemas basados en ARM:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Microcontrolador STM32L152RBT6

STMicroelectronics

Ultralow power ARM-based 32-bit MCU with up to 128 KB Flash, RTC, LCD, USB, USART, I2C, SPI, timers, ADC, DAC, comparators

Device family

STM32 = ARM-based 32-bit microcontroller

Product type

L = Low power

Device subfamily

151: Devices without LCD

152 Devices with LCD

Pin count

C = 48 pins

R = 64 pins

V = 100 pins

Flash memory size

6 = 32 Kbytes of Flash memory

8 = 64 Kbytes of Flash memory

B = 128 Kbytes of Flash memory

Package

H = BGA

Features

■ Operating conditions

- Operating power supply range: 1.65 V to 3.6 V (without BOR) or 1.8 V to 3.6 V (with BOR option)
- Temperature range: -40 to 85 °C

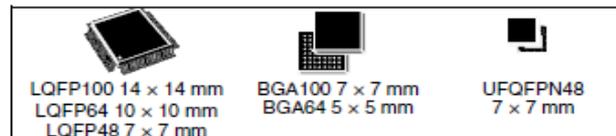
■ Low power features

- 4 modes: Sleep, Low-power run (9 µA at 32 kHz), Low-power sleep (4.4 µA), Stop with RTC (1.45 µA), Stop (570 nA), Standby (300 nA)
- Dynamic core voltage scaling down to 233 µA/MHz
- Ultralow leakage per I/O: 50 nA
- Fast wakeup from Stop: 8 µs
- Three wakeup pins

■ Core: ARM 32-bit Cortex™-M3 CPU

- 32 MHz maximum frequency, 33.3 DMIPS peak (Dhrystone 2.1)
- Memory protection unit

■ Reset and supply management



- Up to 16 Kbyte of RAM

■ Up to 83 fast I/Os (73 of which are 5 V-tolerant) all mappable on 16 external interrupt vectors

■ Development support

- Serial wire debug, JTAG and trace

■ DMA: 7-channel DMA controller, supporting timers, ADC, SPIs, I²Cs and USARTs

■ LCD 8 × 40 or 4 × 44 with step-up converter

■ 12-bit ADC up to 1 Msps/24 channels

- Temperature sensor and internal voltage reference
- Operates down to 1.8 V

■ 2 × 12-bit DACs with output buffers

■ 2 ultralow power comparators

- Window mode and wakeup capability

■ 10 timers:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Características del Chip STM32L152RBT6

Table 2. Ultralow power STM32L15xxx device features and peripheral counts

Peripheral		STM32L15xCx			STM32L15Rx			STM32L15Vx	
Flash - Kbytes		32	64	128	32	64	128	64	128
RAM - Kbytes		10	10	16	10	10	16	10	16
Timers	General-purpose	6			6			6	
	Basic	2			2			2	
Communication interfaces	SPI	2			2			2	
	I ² C	2			2			2	
	USART	3			3			3	
	USB	1			1			1	
GPIOs		37			51			83	
12-bit synchronized ADC		1			1			1	
Number of channels		16 channels			20 channels			24 channels	
12-bit DAC		2			2			2	
Number of channels		2			2			2	
LCD (STM32L152xx Only)									
COM x SEG		4x16			4x32 8x28			4x44 8x40	
Comparator		2			2			2	

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



<http://dte.uc3m>

Packages

LQFP48, UFQFPN48

LQFP64, BGA64

LQFP100, BGA100

Placa de Desarrollo STM32L-DISCOVERY

- La placa de desarrollo STM32L-DISCOVERY solo requiere una conexión a PC y, además del micro, incluye los siguientes elementos:
 - Mecanismo de depuración con el sistema ST-LINK/V2 integrado en la propia placa
 - Alimentación a través del cable de conexión USB a PC
 - Display LCD de 6 caracteres
 - 4 LEDs, 2 de ellos programables por el usuario
 - Dos pulsadores (User y Reset)
 - Conectores de expansión de I/O a placa externa
 - Otros elementos
- Las placas se les reparte a los alumnos (una por alumno), en uno de los siguientes dos momentos:
 - Los profesores las repartimos en clase, un día antes de dar el Tema 5 (es la recomendación, porque así se los alumnos instalan en su casa el entorno con la placa conectada e instalan los drivers)
 - El primer día de prácticas (no recomendado)
- Al dar la placa, los alumnos tienen que rellenar por duplicado (ya que los técnicos de laboratorio no se quedan con copia) el acuerdo de préstamo.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

<http://dte.uc3m.es>

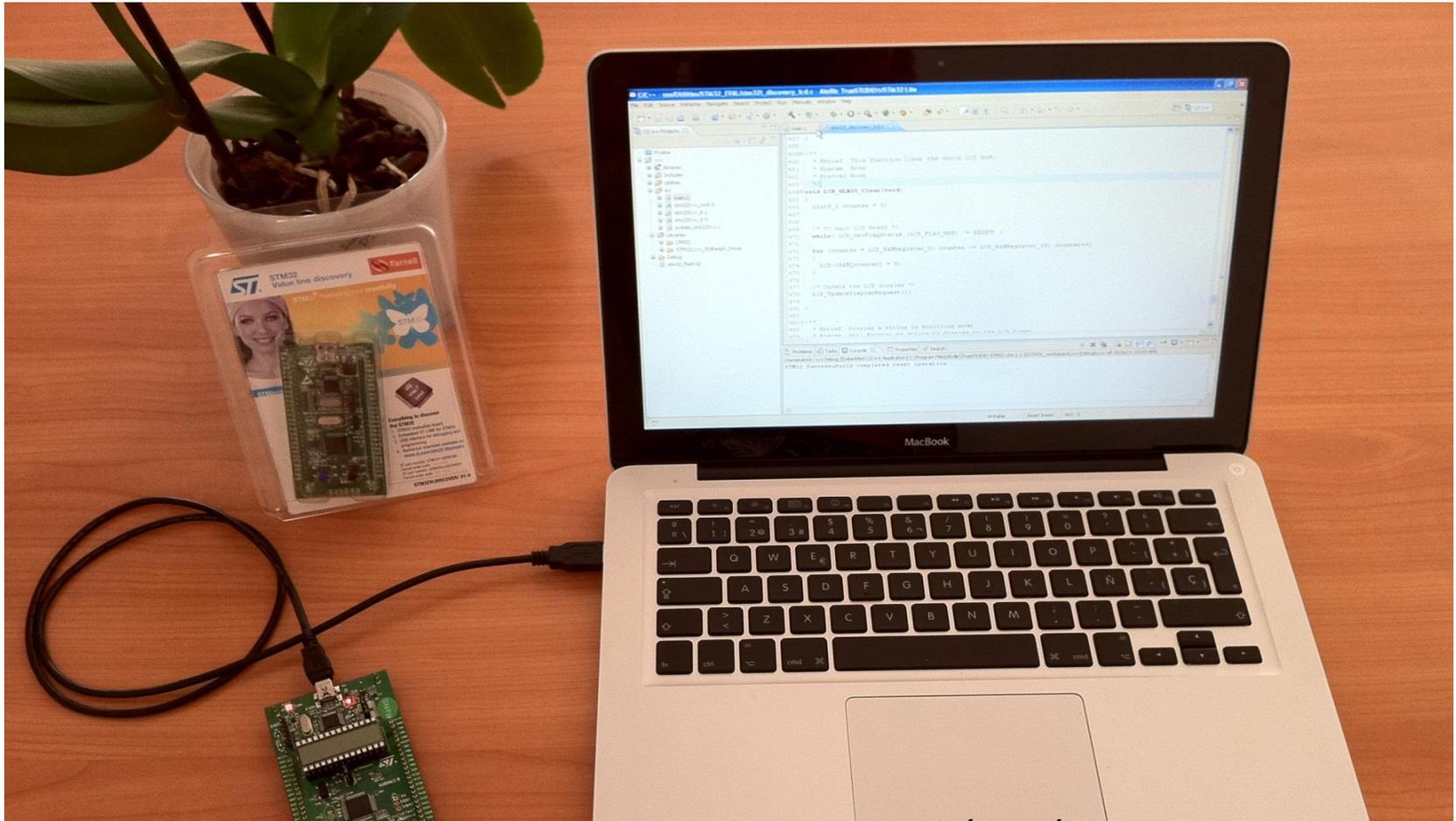
Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud del

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

Entorno de Desarrollo



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Sistema de Desarrollo (IDE): Keil uVision 5



MDK-ARM Version 5

MDK Core

µVision IDE with Editor

ARM C/C++ Compiler

Pack Installer

µVision Debugger with Trace

Software Packs

Device

System / Startup

Driver 1: SPI

Driver2: Ethernet

Driver n: USB

CMSIS

CMSIS-CORE

CMSIS-DSP

CMSIS-RTOS

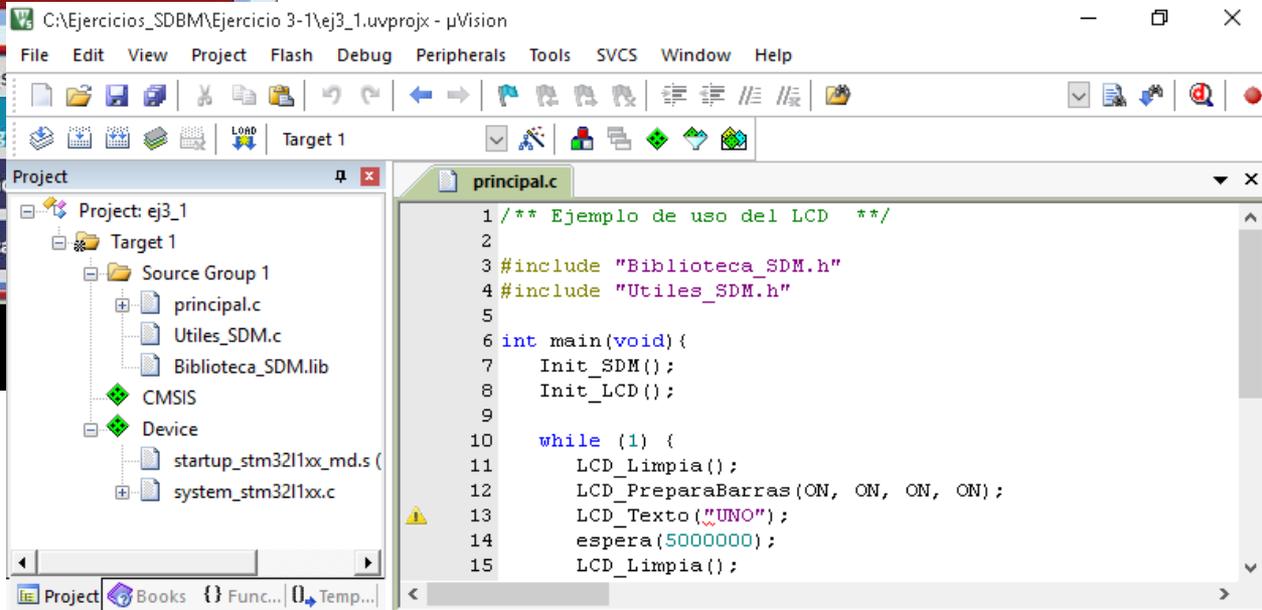
MDK Profes

TCP/IP

Networking

USB Host Sta

USB Device Sta

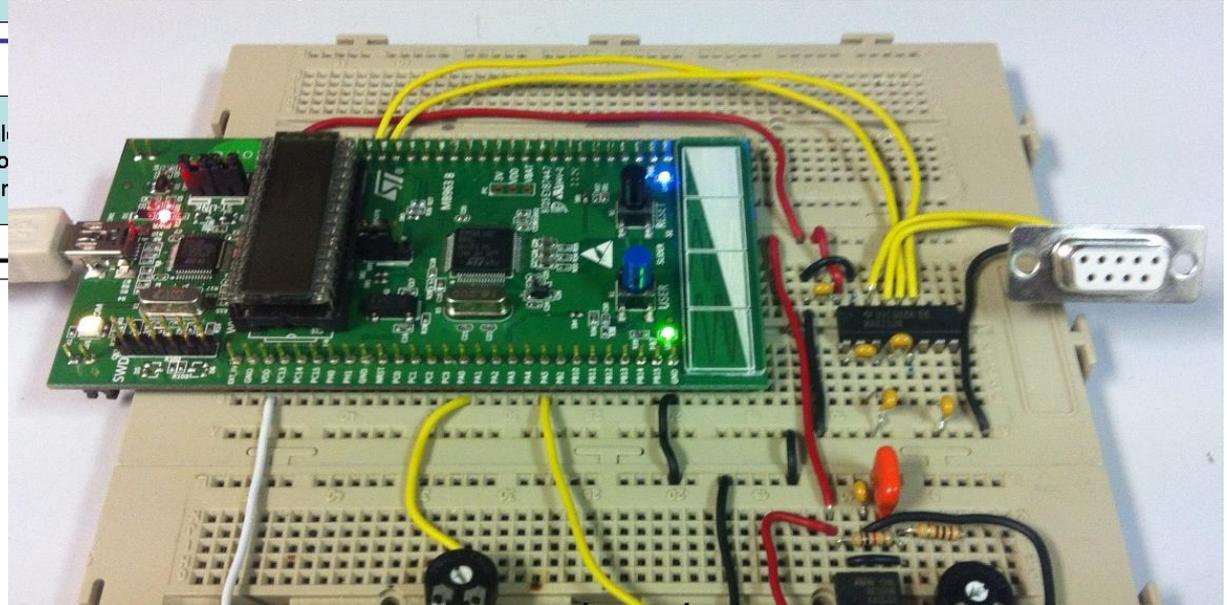
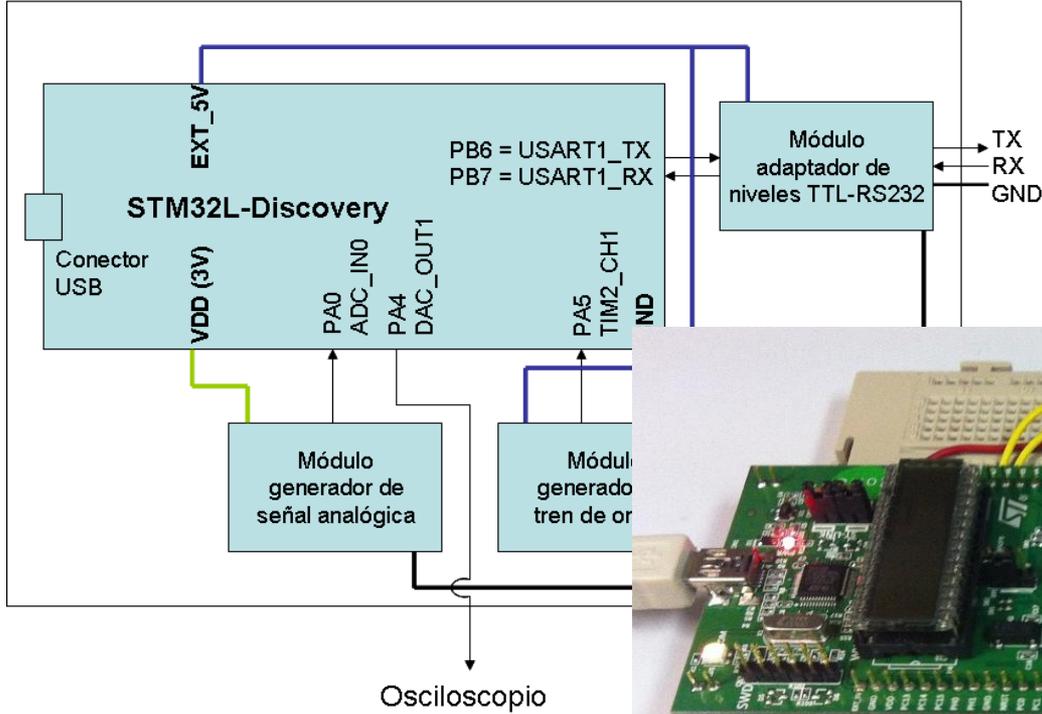


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Prácticas



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

<http://dte.uc3m.es>

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

Bibliografía

- **The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3**
 - Joseph Yiu 2007, Elsevier Inc.
- **The Insider's Guide to the STM32 Series ARM® Based Microcontrollers**
 - Trevor Martin 2009, <http://www.hitex.com>
- **Introduction to the ARM® Cortex™-M Architecture**
- **Cortex-M3 Technical Reference Manual**
 - <http://www.arm.com>
- **RM0038 Reference Manual. STM32L151xx and STM32L152xx advanced ARM-based 32-bit MCUs**
 - <http://www.st.com>
- **Datasheet. STM32L151xx and STM32L152xx advanced ARM-based 32-bit MCUs**
 - <http://www.st.com>
- **Keil Tools by ARM: MDK-ARM Microcontroller Development Kit**
 - <http://www.keil.com/arm/mdk.asp>

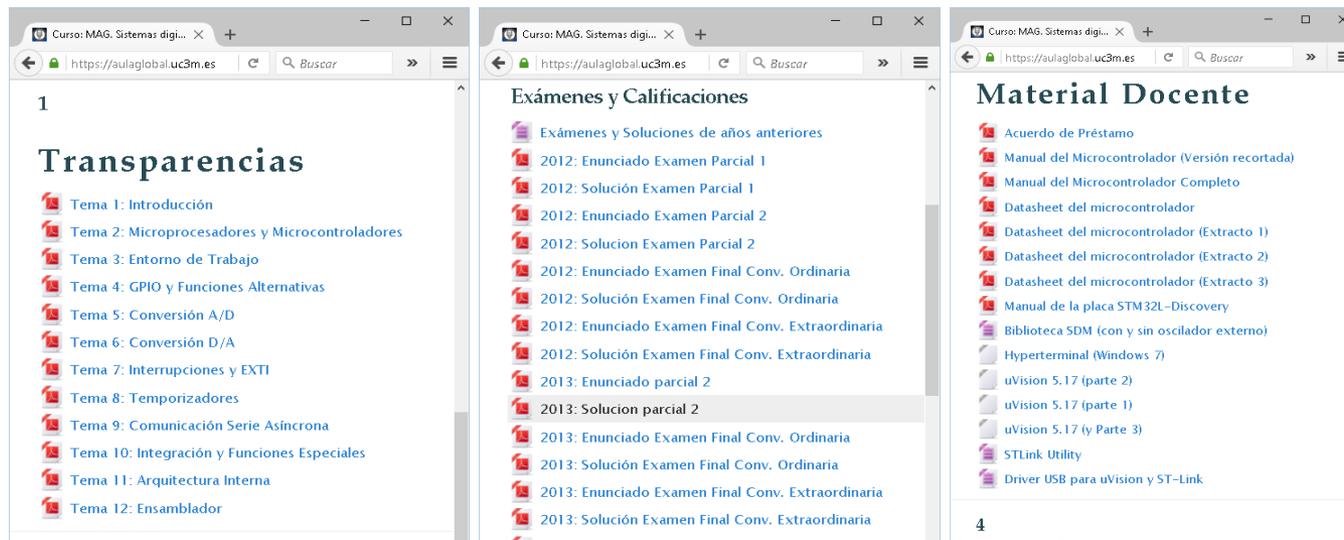
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Recursos

- Toda la documentación está disponible en Aula Global:
 - Manuales
 - Presentaciones resumen de los temas
 - Ejercicios
 - Colección de exámenes de años anteriores (resueltos y sin resolver)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

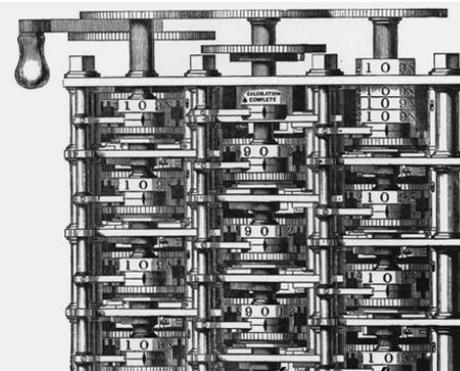
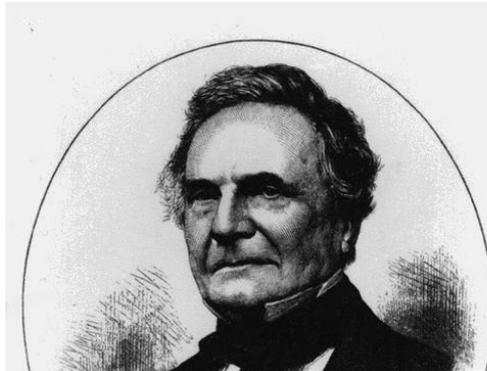
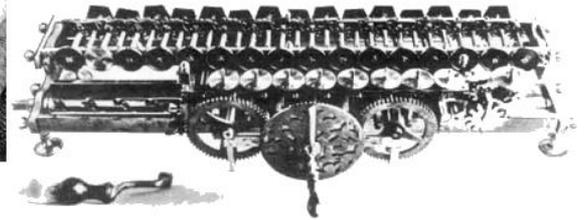
Introducción Histórica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Los pioneros: Pascal, Leibniz, Babbage



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



<http://dte.uc3m.es>

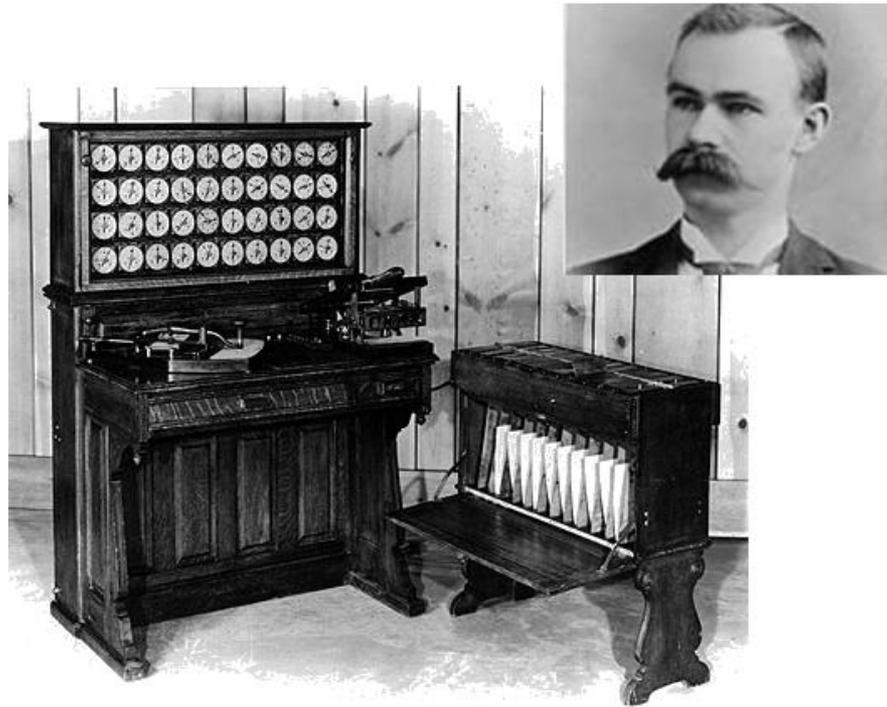
Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud del

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

La Máquina de Tabular. IBM



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Dispositivos Electromecánicos

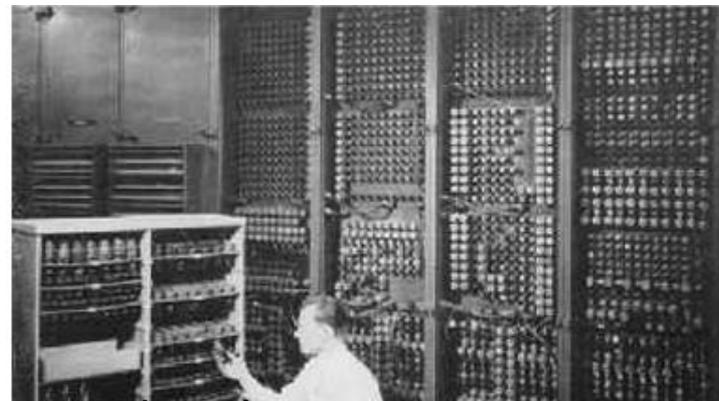
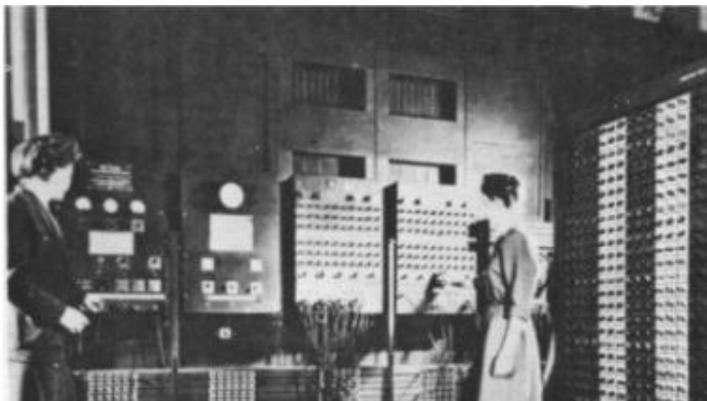
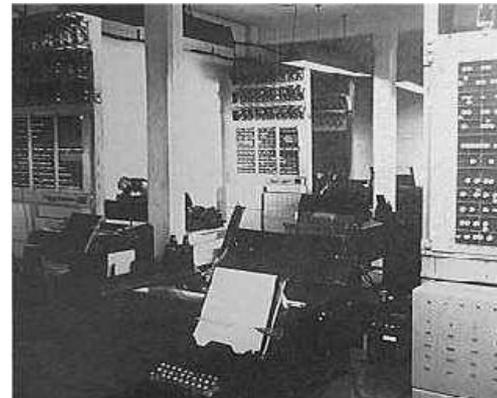


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Los Tubos de Vacío. Turing y el ENIAC



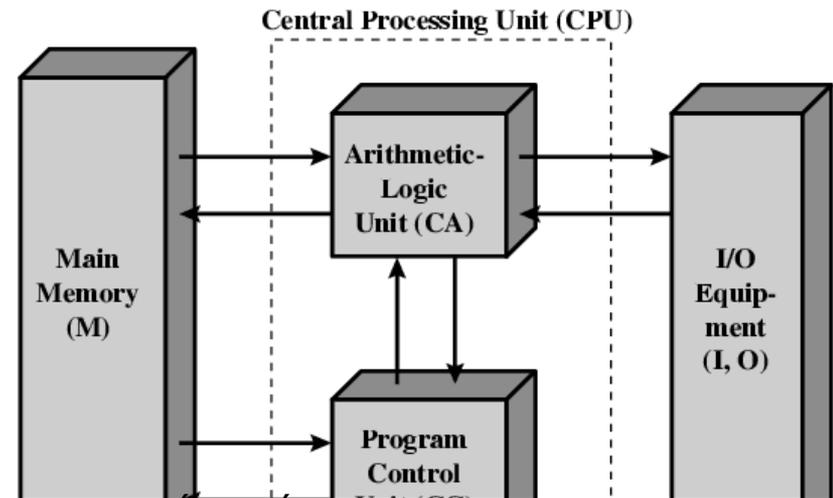
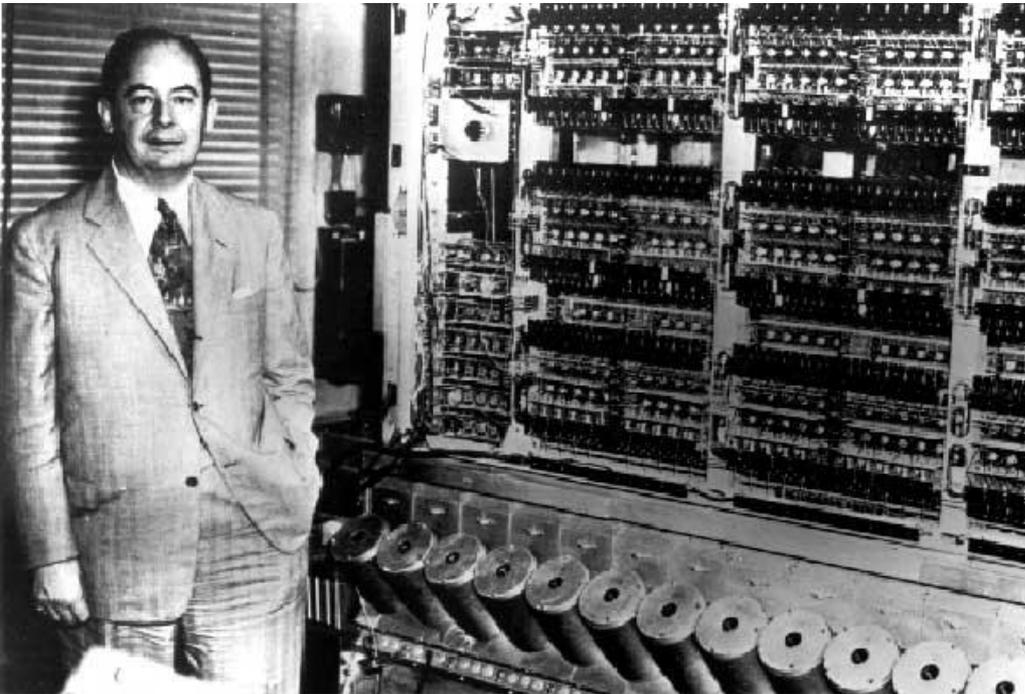
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

John Von Neumann

IAS (*Institute for Advanced Study machine*)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Dispositivos Semiconductores

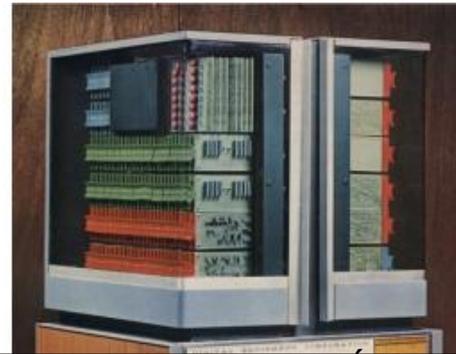
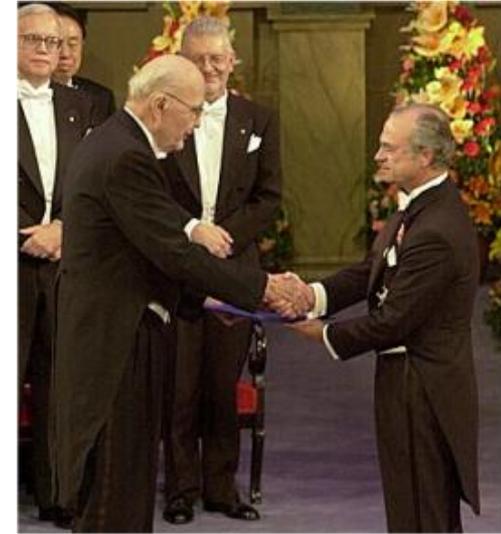
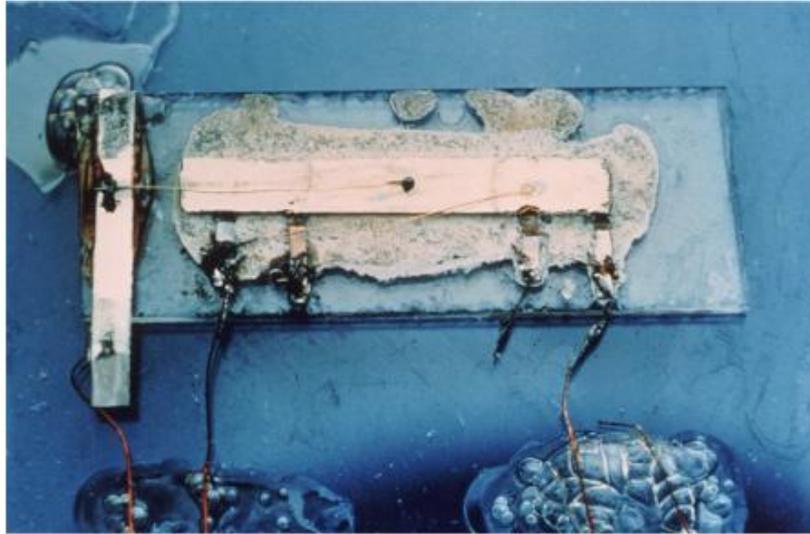
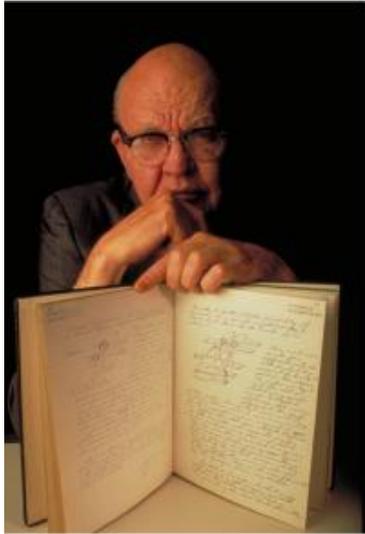


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

El Circuito Integrado



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



<http://dte.uc3m.es>

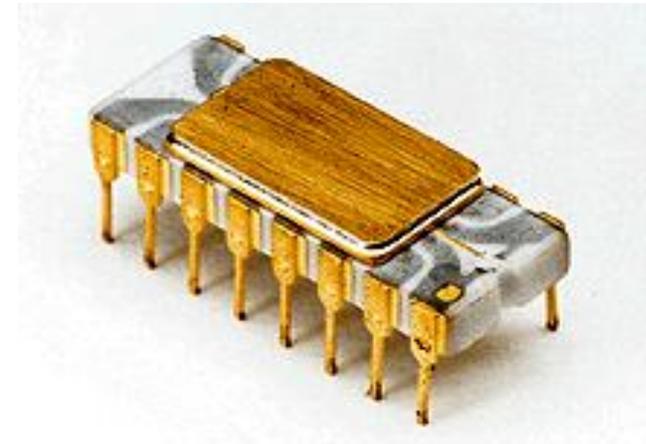
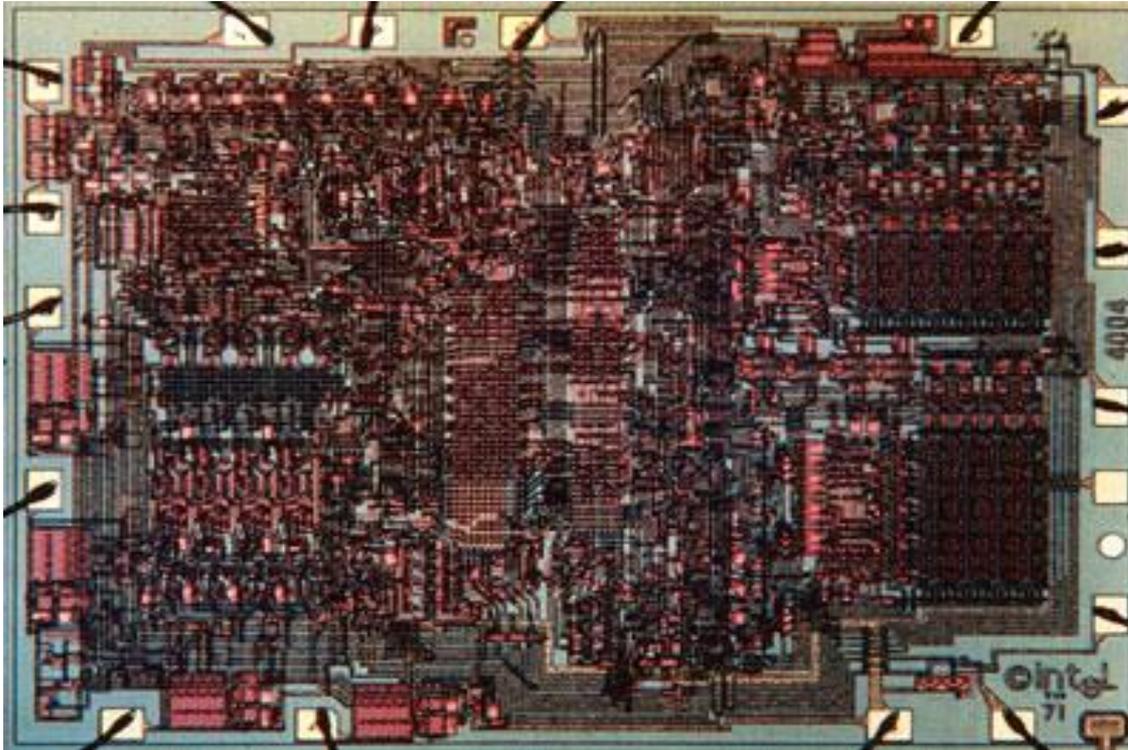
Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud del

Artículo 17 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,

si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(C) Raúl Sánchez Reíllo

El Microprocesador. INTEL 4004

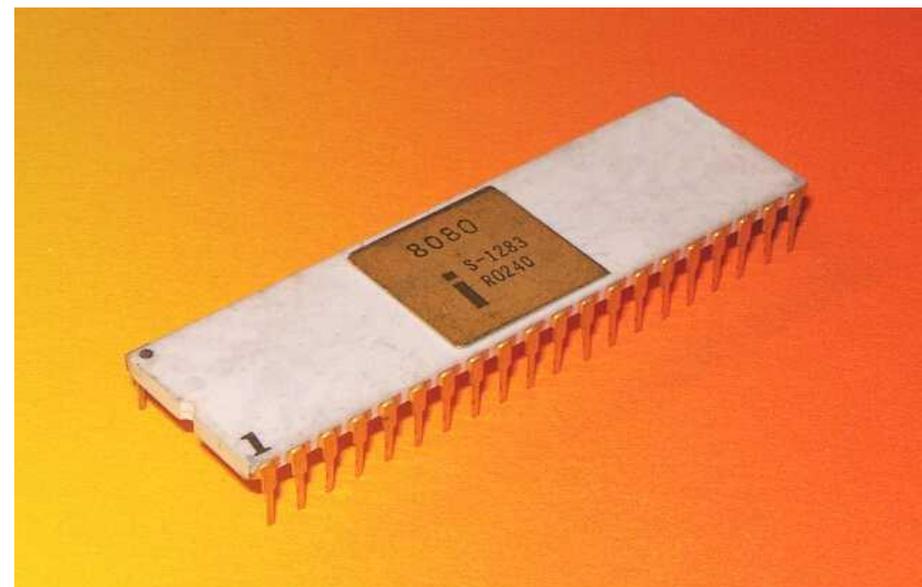
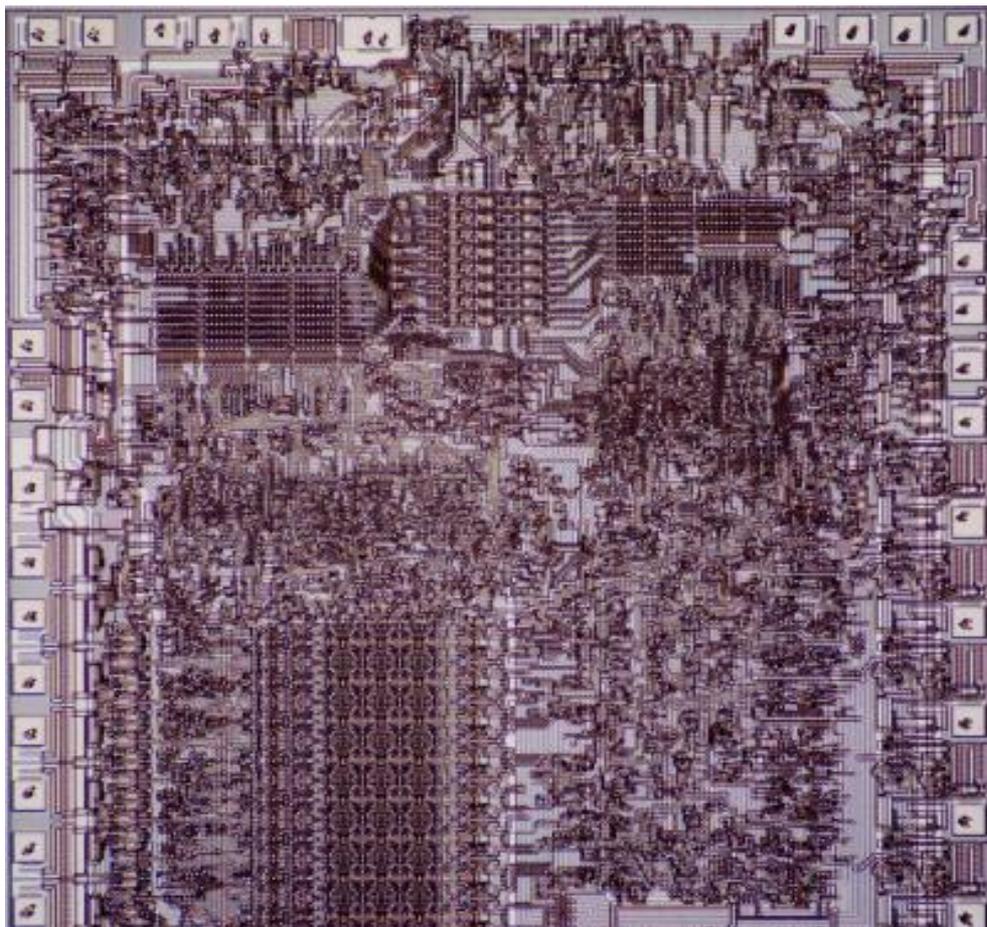


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

INTEL 8080

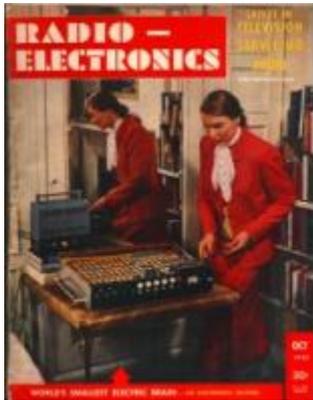


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Los Ordenadores Personales

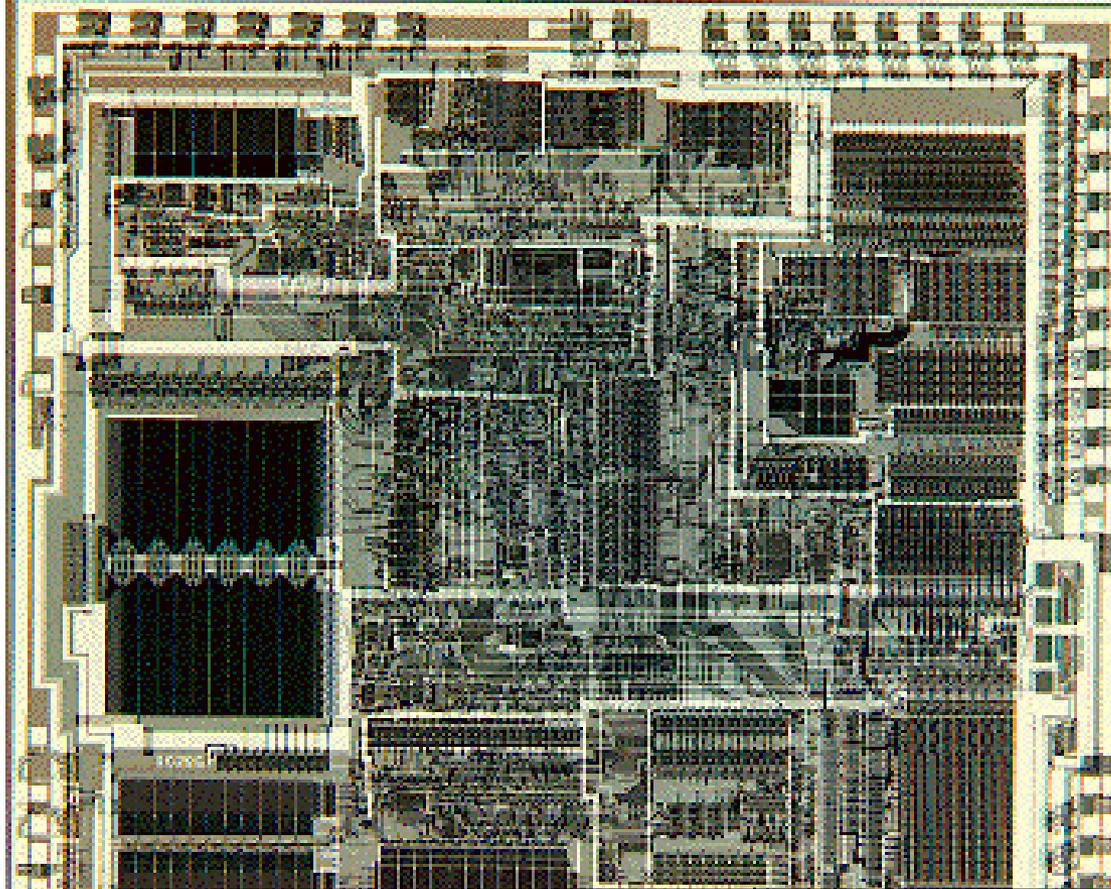


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

INTEL 80286

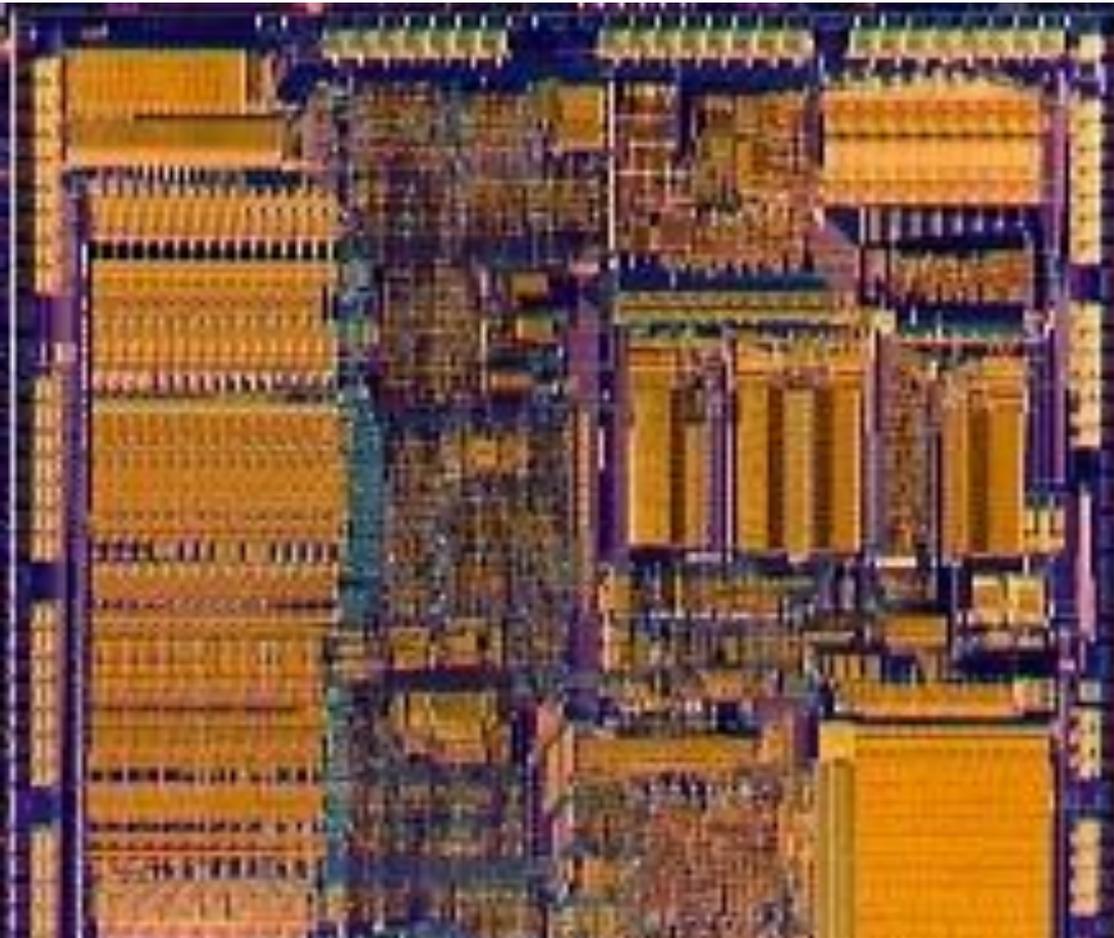


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

INTEL 80386

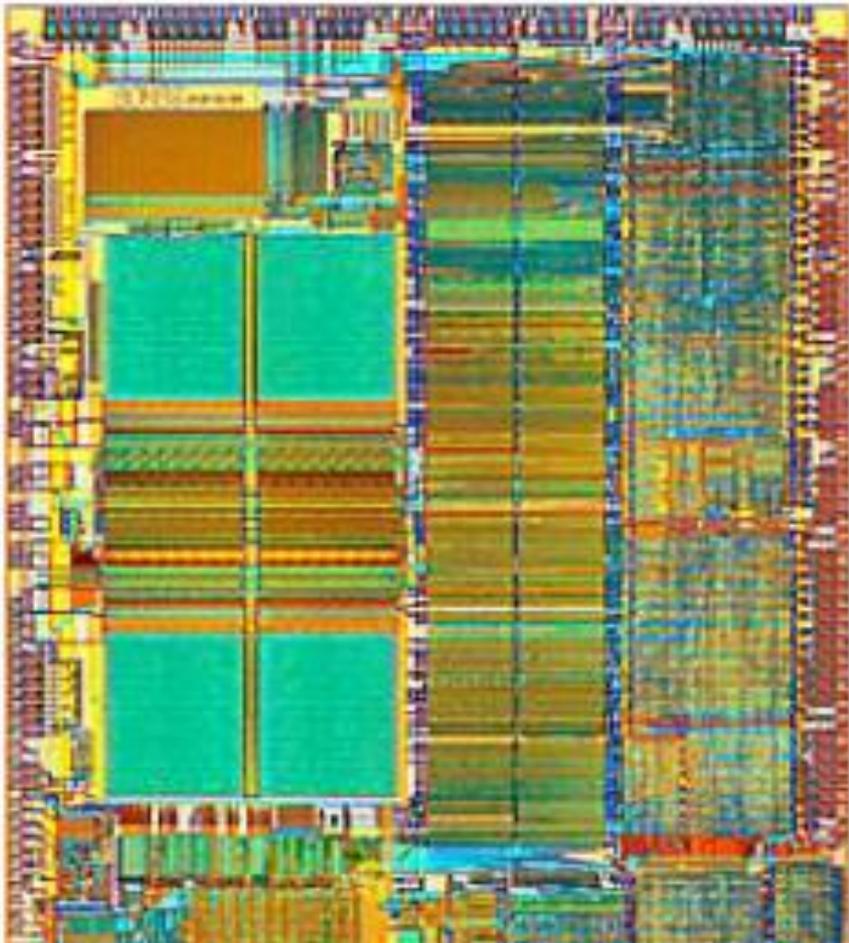


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

INTEL 80486

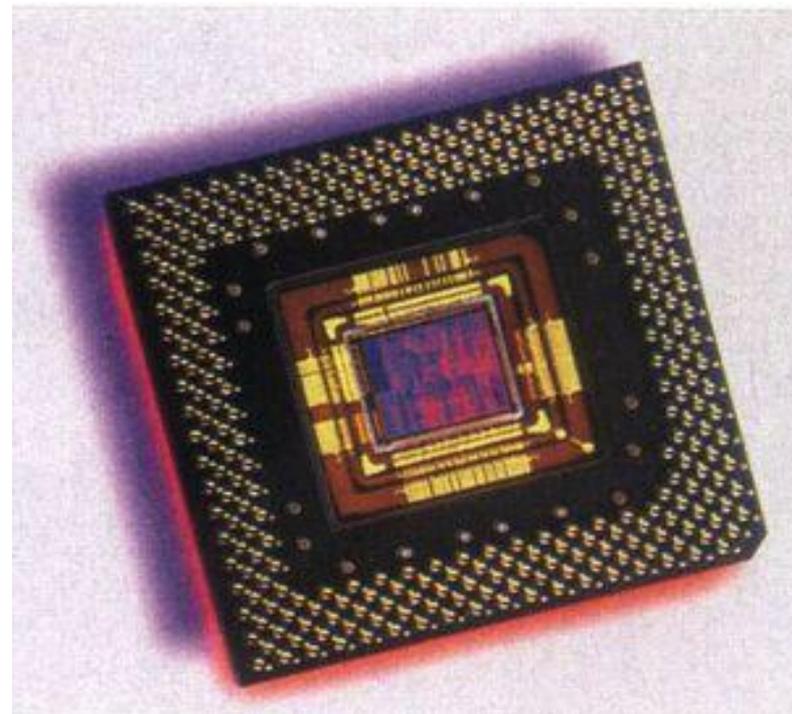
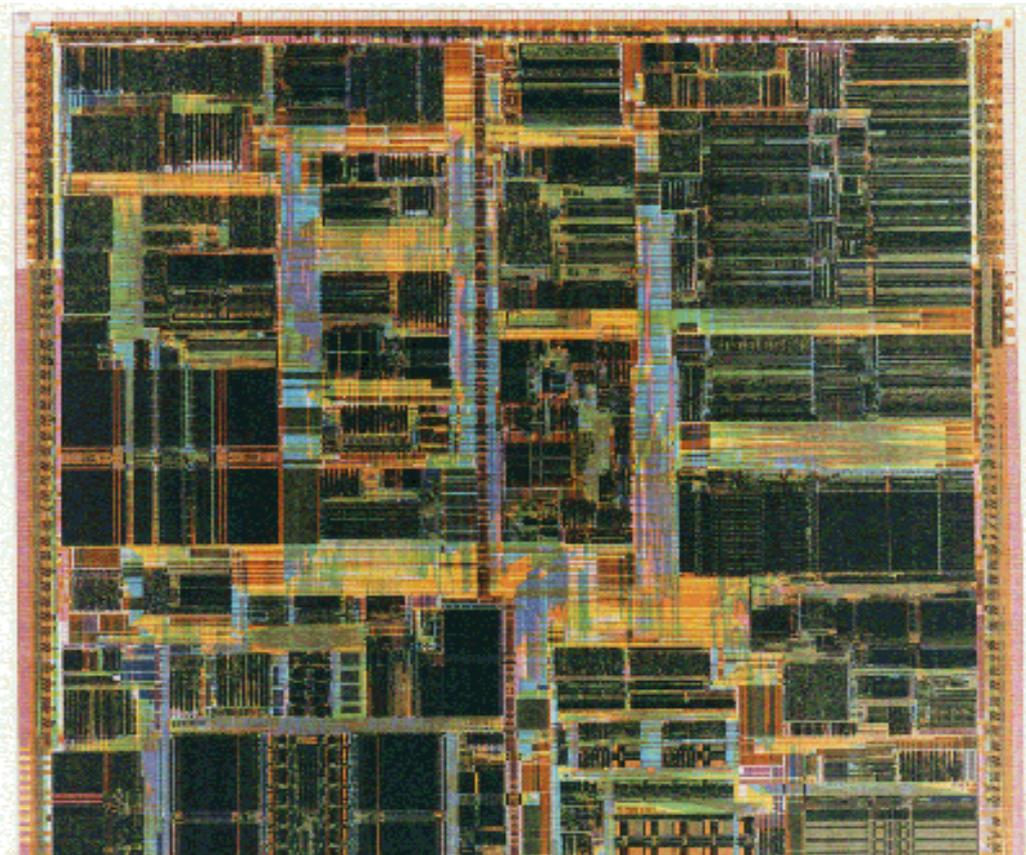


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

INTEL Pentium

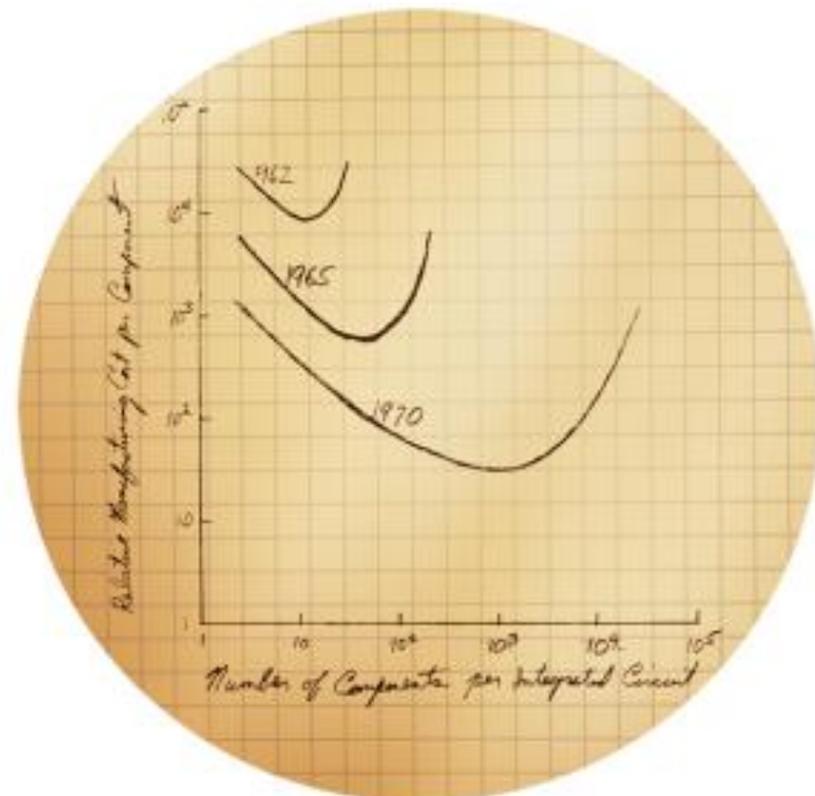
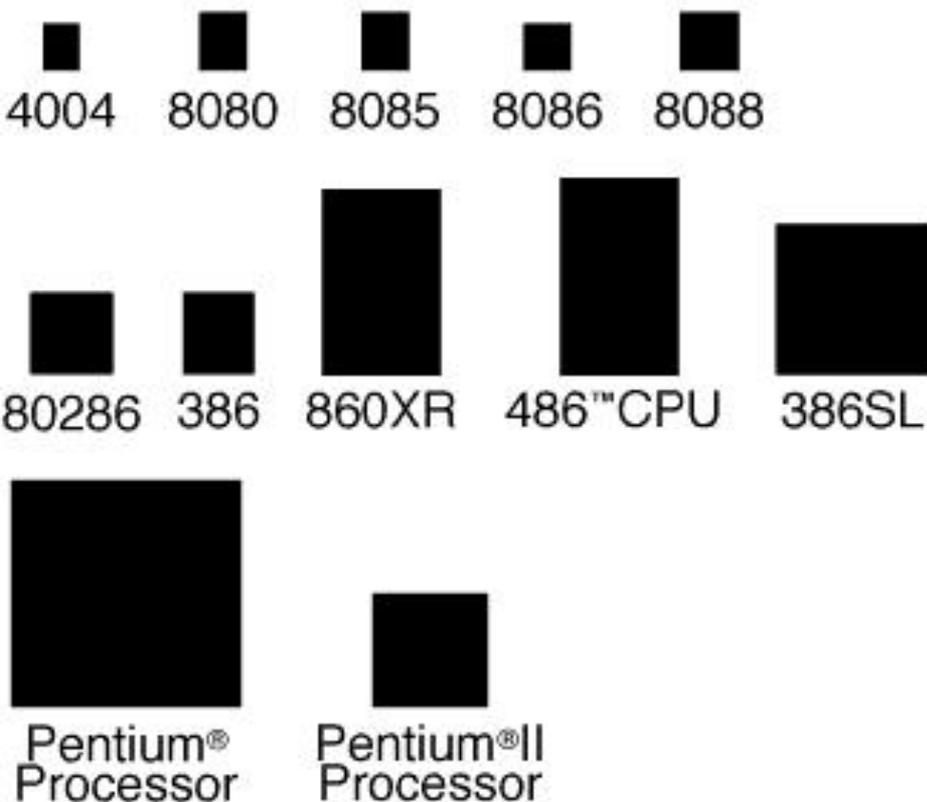


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

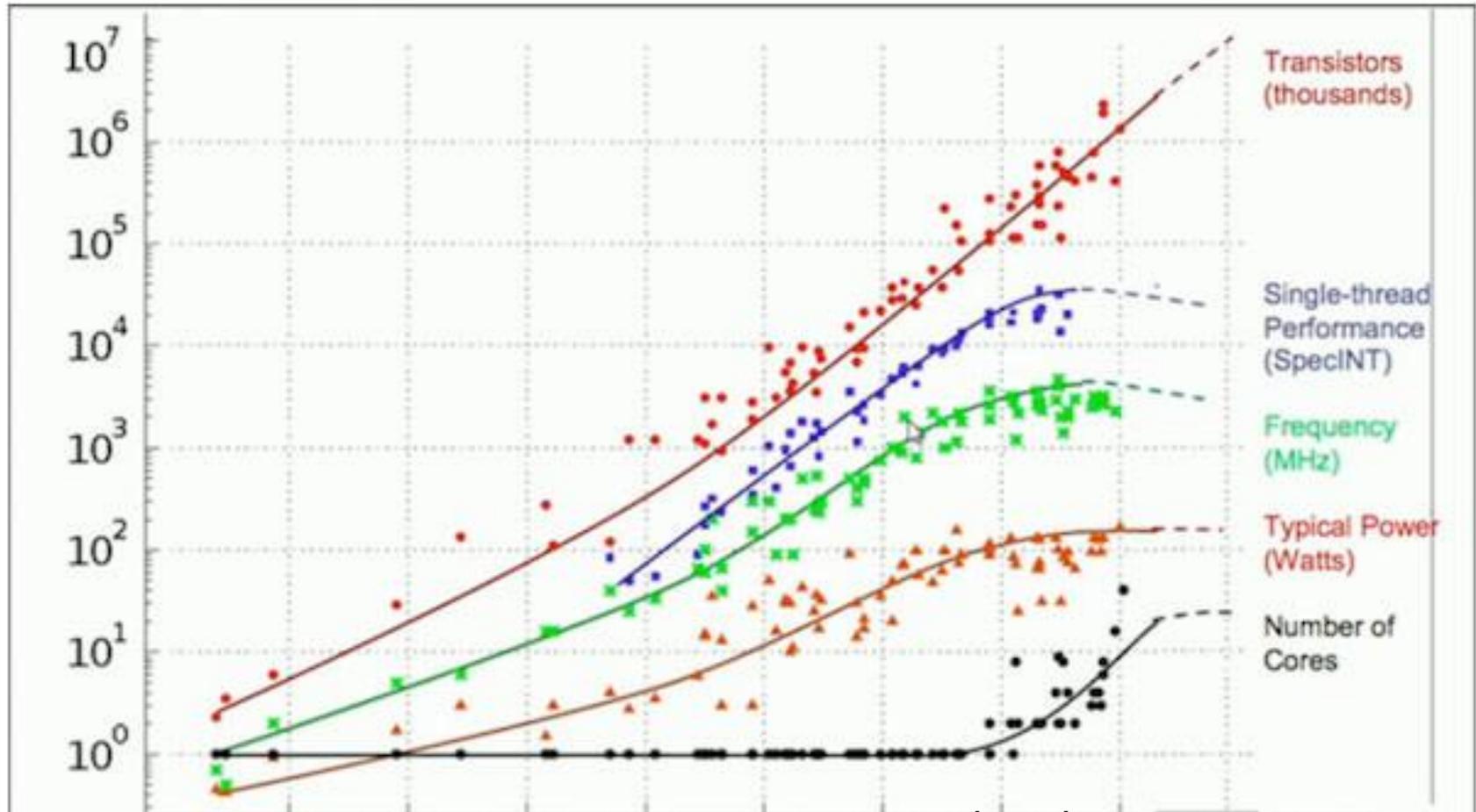
Ley de Moore



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ley de Moore

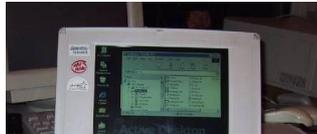


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

... y más allá



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70