

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Sistemas Digitales basados en Microprocesador

1

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

- Presentación de la Asignatura
 - Profesorado
 - Programa de la Asignatura
 - Bibliografía
 - Prácticas
 - Evaluación
- Medios Materiales
 - Microprocesadores a utilizar
 - Sistema de Desarrollo
 - Página web
- 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



PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

- Asignatura Obligatoria de 6 ECTS
 - 24 Sesiones de Teoría y Teórico-Prácticas
 - 4 Sesiones Dobles de Prácticas de Laboratorio
 - 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
 - Conexión 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
 - Sistemas Avanzados de Gestión de Memoria
 - Sistemas Avanzados de Entrada / Salida

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



PROFESORADO

Profesor	Grupo (Tipo)	Despacho	Horario Tutorías
Raúl Sánchez Reillo rsreillo@ing.uc3m.es	Teoría y Laboratorio	1.2.F.04	L 12-14 X 15-17
José Enrique Suárez Pascual enrique.suarez@educa.madrid.org	Teoría y Laboratorio		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



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

○ Parte I – Introducción

- Tema 1: Introducción
- Tema 2: Microprocesadores y Microcontroladores
- Tema 3: Entorno de Trabajo

○ Parte II – Periféricos de un Microcontrolador

- Tema 4: GPIO y Funciones Alternativas
- Tema 5: Conversión A/D
- Tema 6: Conversión D/A
- Tema 7: Interrupciones y EXTI
- Tema 8: Temporización
- Tema 9: Comunicaciones Serie – USART
- Tema 11: Mecanismos Avanzados e Integración

○ Parte III – Arquitectura Interna de los Sistemas Digitales basados en Microprocesador

- Tema 12: Arquitectura Interna

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

- 4 Prácticas en sesiones de 3 horas de Laboratorio
 - Prácticas de Desarrollo sin Enunciado Previo
 - Se modificarán y integrarán los ejercicios resueltos en casa, para cumplir con la especificación dada en el laboratorio
 - Grupos de 2 personas
- Método de Trabajo:
 - Antes de la Sesión en Laboratorio
 - El realizará los ejercicios que haya resuelto de los propuestos en cada uno de los temas
 - Durante la Sesión de Laboratorio
 - El alumno leerá el enunciado, diseñará la solución y la implementará utilizando los ejercicios propuestos previamente con sus modificaciones pertinentes
 - El alumno prueba su solución

Cartagena99

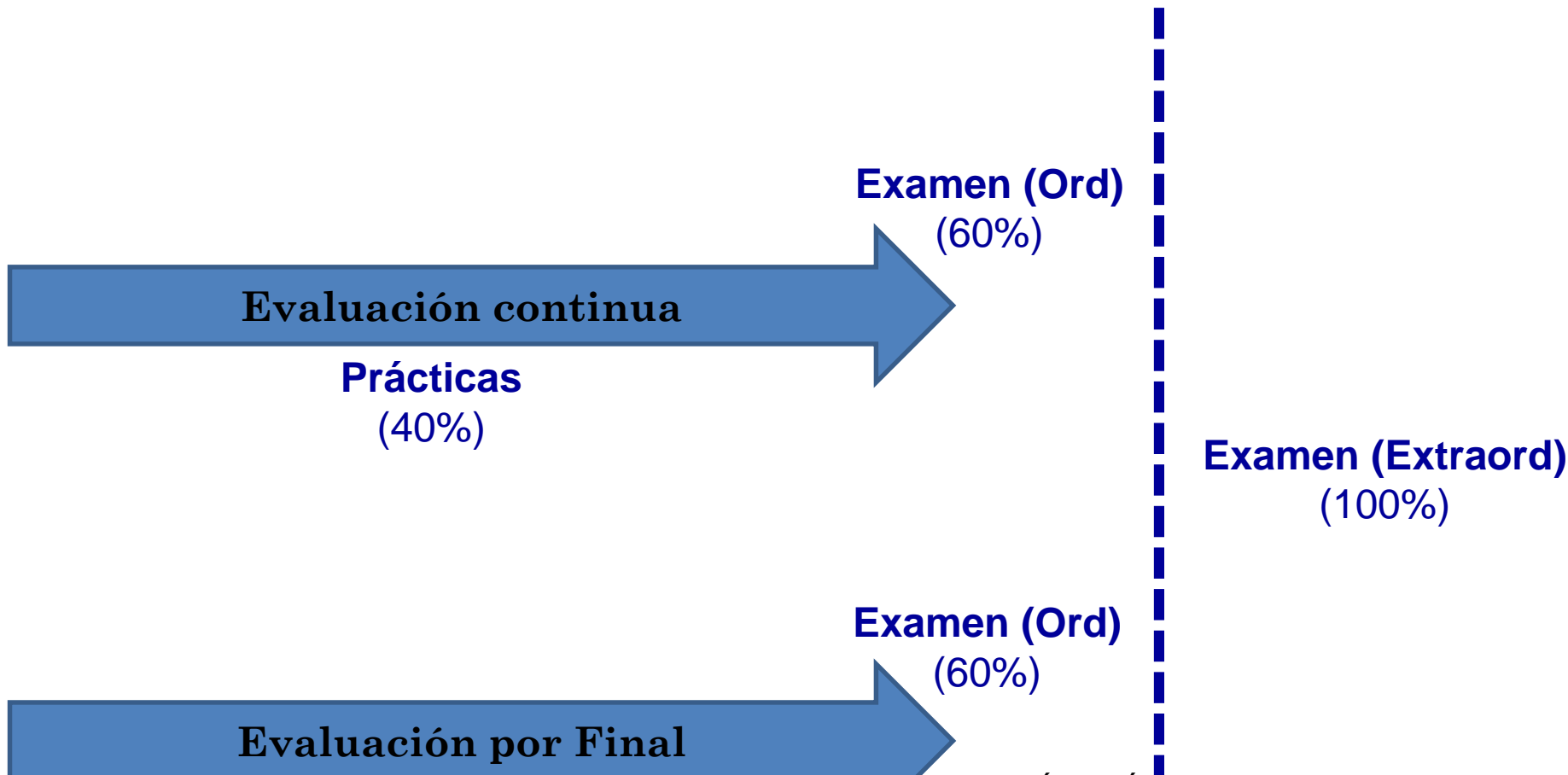
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

CLASES DE SALIDA DEL LABORATORIO.



EVALUACIÓN



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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

Semana	Sesión	Descripción del Contenido	Profesor	Fecha
1	1	Tema 1: Introducción de la Asignatura	R	25-ene.
	2	Tema 2: Microprocesadores y Microcontroladores	J	30-ene.
2	3	Tema 3: Entorno de Desarrollo	J	1-feb.
	4	Tema 3: Entorno de Desarrollo	J	6-feb.
3	5	Tema 4: GPIO y AFs	J	8-feb.
	6	Tema 5: ADC y DAC	R	13-feb.
4	7	Tema 6: IRQs y EINTs	R	15-feb.
	8	Práctica 1: GPIO y ADC		20-feb.
5	9	Tema 7: Temporización (TOC)	R	22-feb.
	10	Tema 7: Temporización (PWM)	R	27-feb.
6	11	Tema 7: Temporización (TIC)	J	1-mar.
	12	Práctica 2: IRQ y TOC		6-mar.
7	13	Repaso y final de temporización	R	8-mar.
	14	Tema 8: USART	J	13-mar.
8	15	Tema 8: USART	J	15-mar.
				20-mar.
	16	Tema 9: Funciones especiales: RTC, I2C, Consumo	R	22-mar.
9	17	Práctica 3: USART, TIC, IRQ		27-mar.
	18	Integración de periféricos en un proyecto. Mecanismos avanzados. Ejercicio de examen de Diseño	R	29-mar.
10	19	Arquitectura Interna y Mapas de Memoria	R	3-abr.
	20	Mapas de Memoria	R	5-abr.

24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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

	26	Problemas de Examen	J	10-may.
	27	Problemas de Examen	R	15-may.
	28			

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 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.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Medios Materiales

9

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:

- Nivel tecnológico
 - Última generación de Microprocesadores de bajo coste orientado a equipos embarcados.
- 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

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

- 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



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces



ARM

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

Cartagena99



ALGUNOS EQUIPOS CON CPU 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



Galleo Communicator



D-Link Wireless LAN



Zoom Cable Modem



Alcatel ADSL Modem



Efficient Networks ADSL Router



Alcatel Speed Touch Wireless



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

24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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:



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



MICROCONTROLADOR STM32L152RBT6

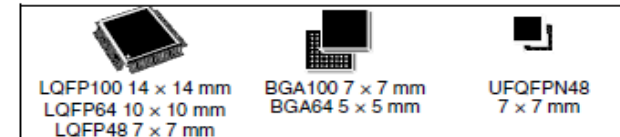
STMicroelectronics

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

24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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



- 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

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

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



CARACTERÍSTICAS DEL CHIP

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 Number of channels		1 16 channels			1 20 channels			1 24 channels	
12-bit DAC Number of channels		2 2			2 2			2 2	
LCD (STM32L152xx Only) COM x SEG		4x16			4x32 8x28			4x44 8x40	
Comparator		2			2			2	

24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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

Packages

LQFP48, UFQFPN48

LQFP64, BGA64

LQFP100, BGA100



MICROCONTROLADOR STM32L152RB

- El micro STM32L152RB además del ARM Cortex-M3, incluye:
 - 128 KB de memoria Flash
 - 16 KB de RAM estática
 - Diversos periféricos integrados en el propio chip, entre ellos:
 - Pines I/O de propósito general tolerantes a 5V
 - Temporizadores de 32 bits (Timers) y uno de 24 (SysTick)
 - Conversor ADC de 12 bits
 - Conversor DAC de 12 bits
 - Controlador de Interrupciones Vectorizadas NVIC
 - Entradas de IRQ externa con disparo por nivel o flanco
 - Puertos Serie Asíncronos y Síncronos (USART, I²C y SPI)
 - Reloj en Tiempo Real (RTC)
 - Varios canales de DMA
 - 7 modos de bajo consumo

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

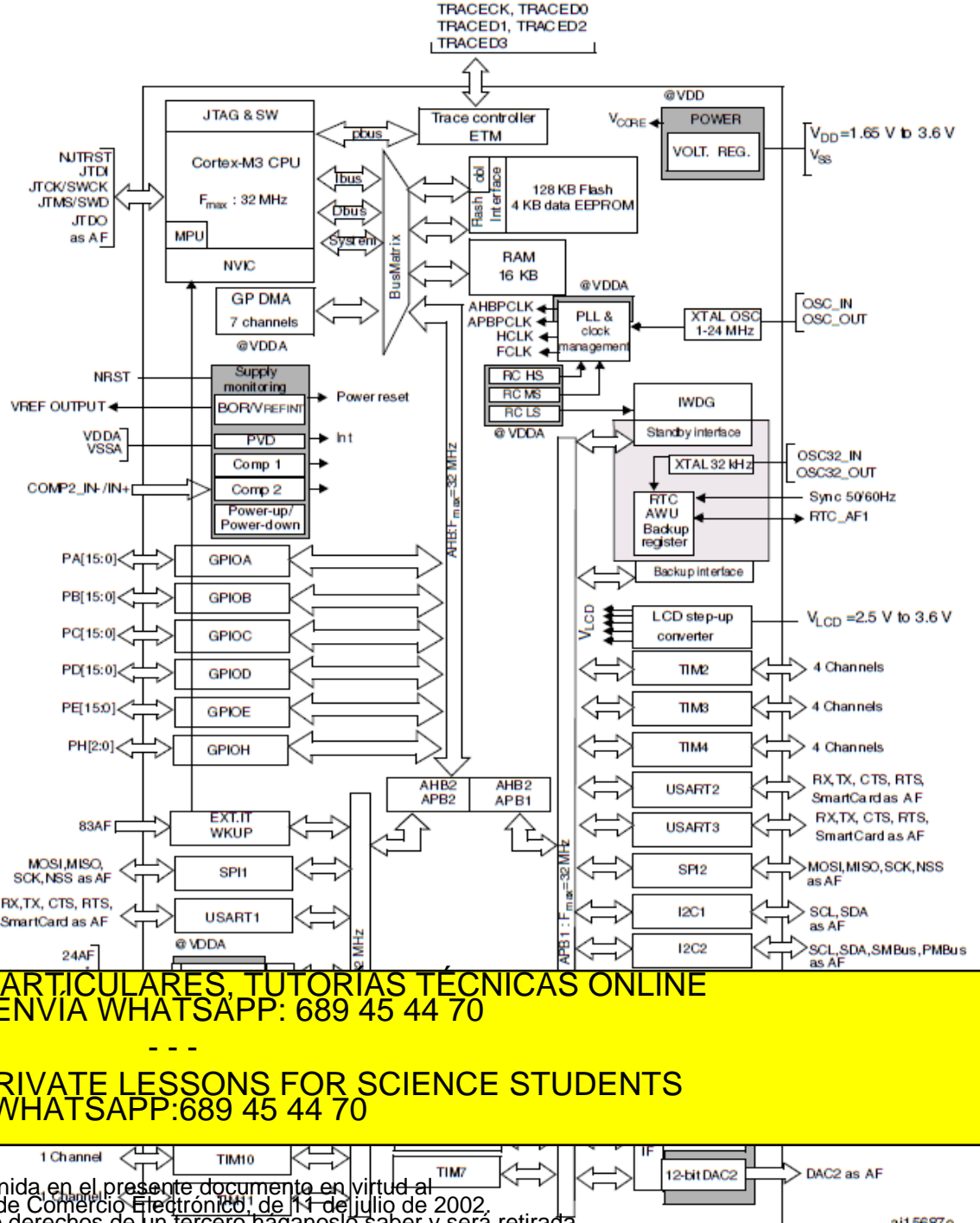


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR STM32L152RBT6



LQFP64 10 x 10 mm

La familia de bajo consumo STM32L15xxx ofrece 3 encapsulados desde 48 a 100 pines, cada uno con



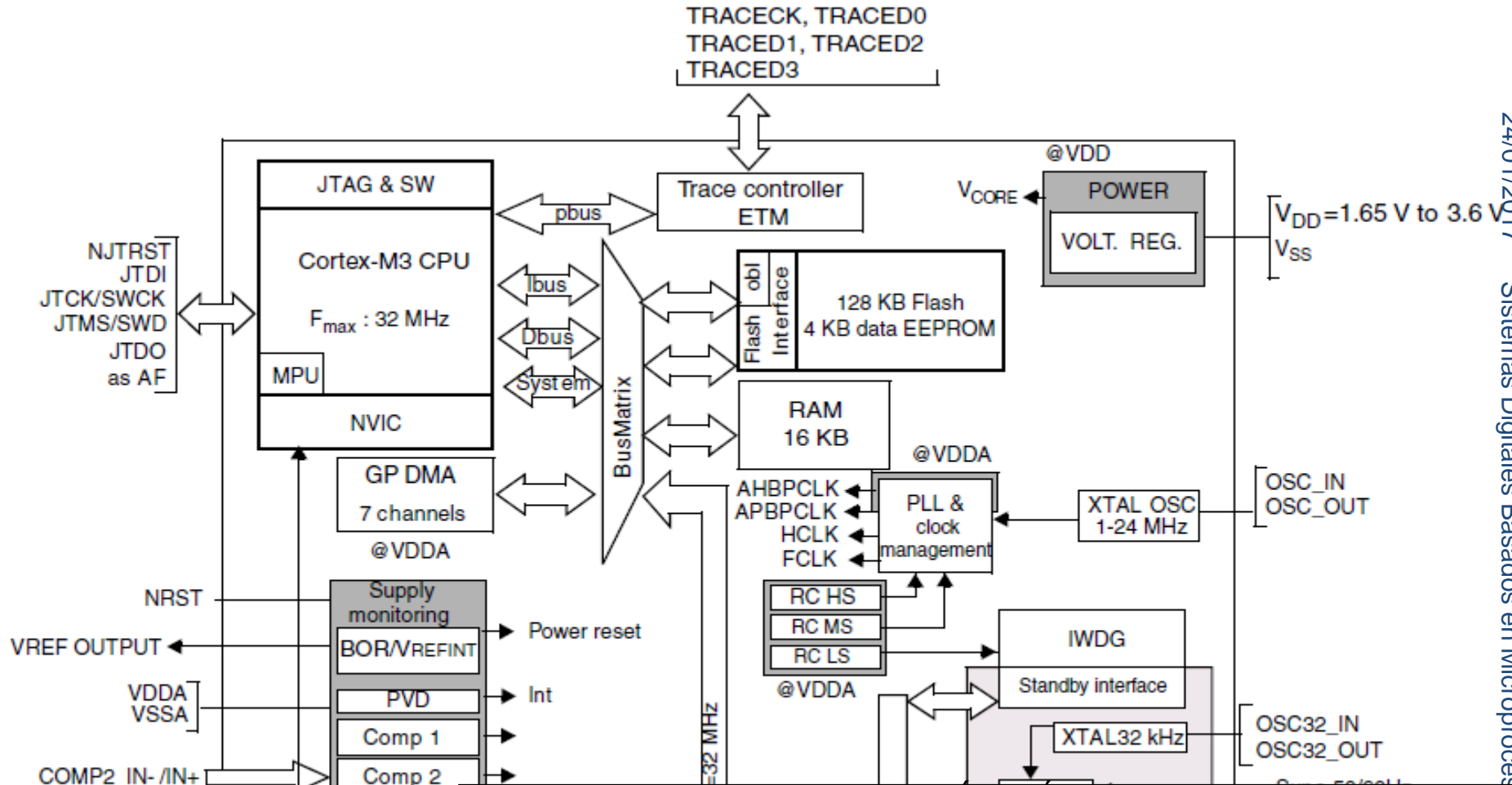
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99



DIAGRAMA DE BLOQUES (DETALLE)



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

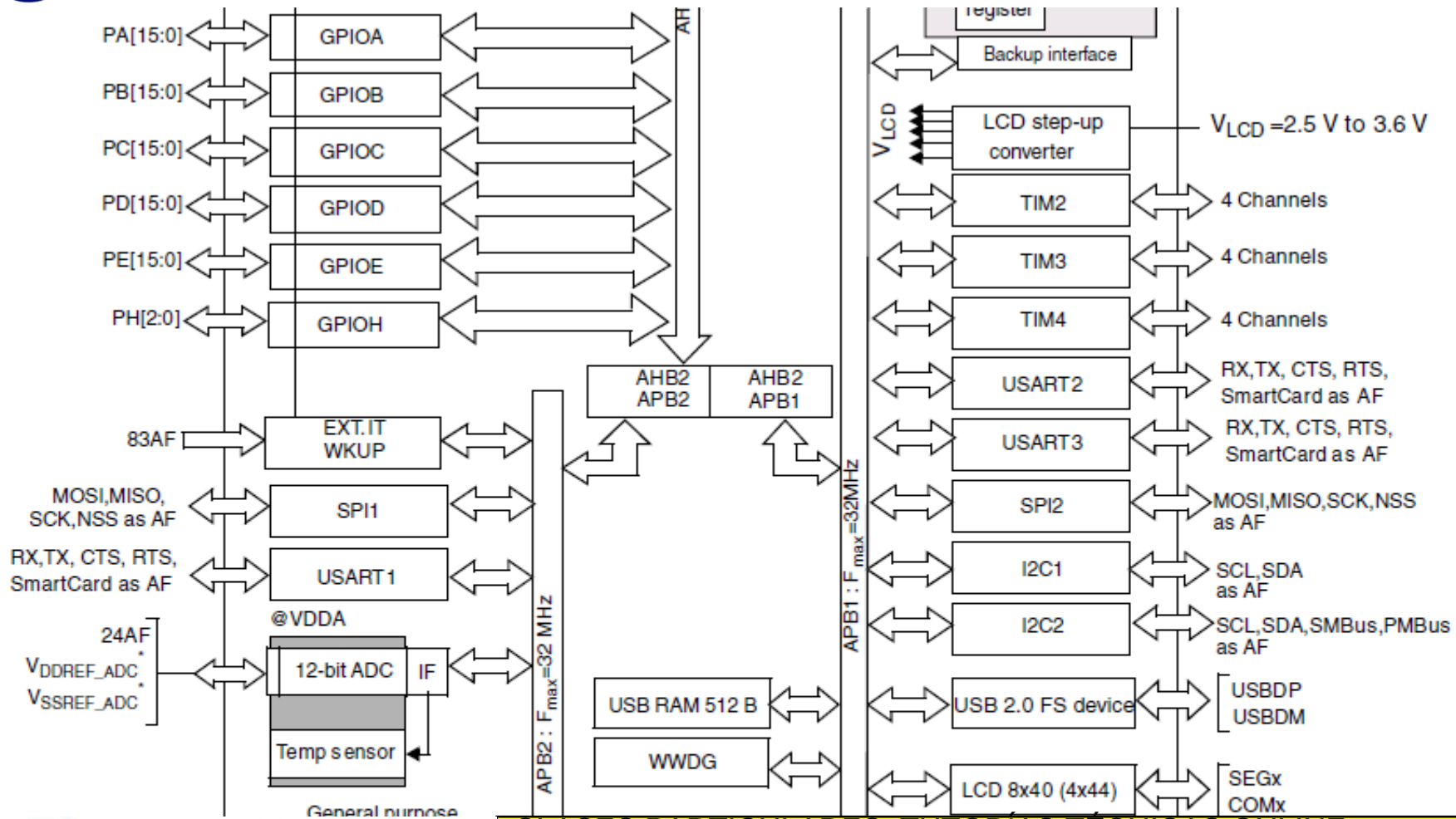
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99



DIAGRAMA DE BLOQUES (DETALLE)



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

1 Channel <-> TIM11

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



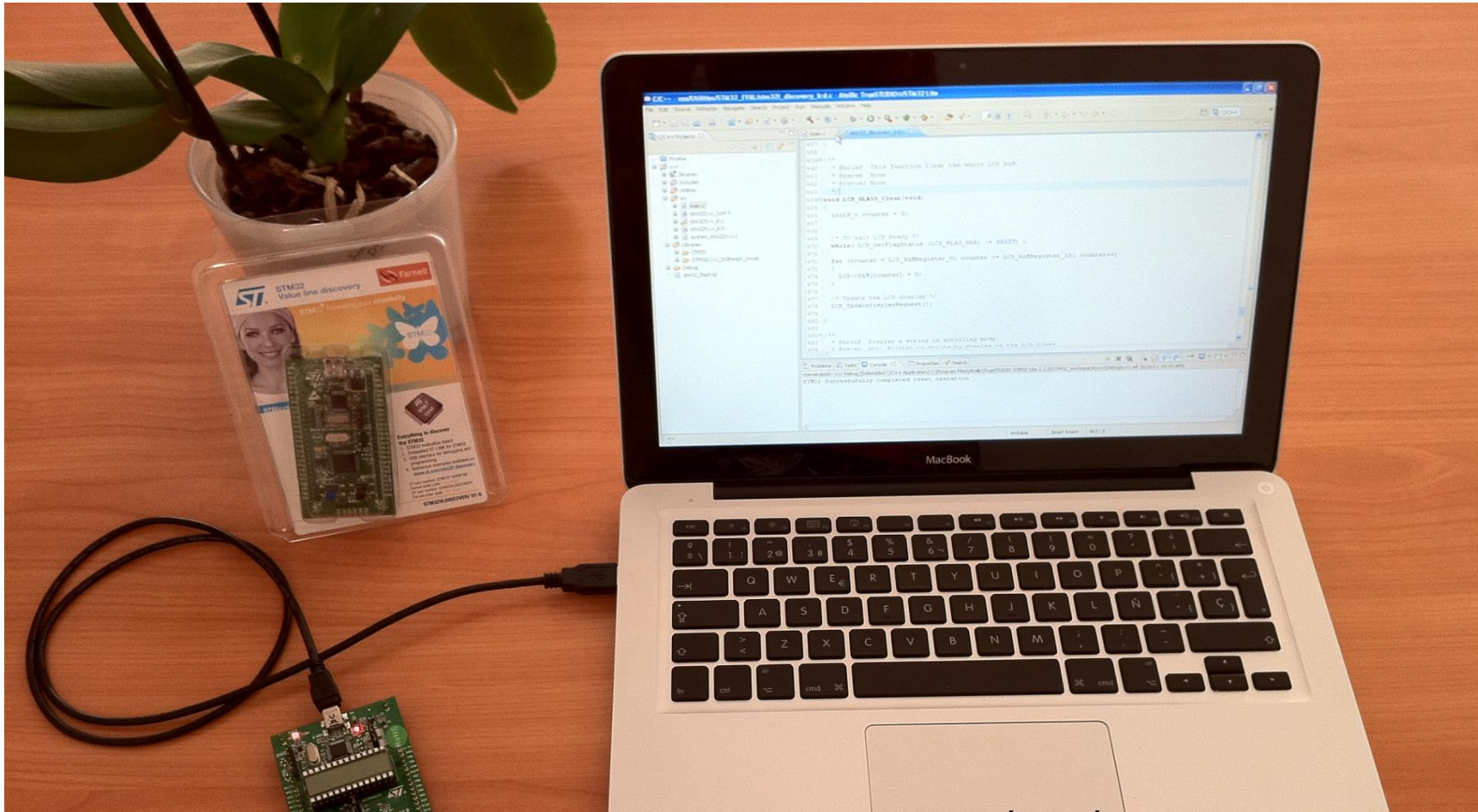
Cartagena99

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



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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	CMSIS	MDK Professional Middlew...	
System / Startup	CMSIS-CORE	TCP/IP Networking	CAN Interf...
Driver 1: SPI	CMSIS-DSP	USB Host Stack	File System
Driver 2: Ethernet	CMSIS-RTOS	USB Device Stack	Graphical U...
Driver n: USB			



C:\Ejercicios_SDBM\Ejercicio 3-1\ej3_1.uvprojx - µVision

File Edit View Project Flash Debug Peripherals Tools SVCS Window Help

Target 1

Project

- Project: ej3_1
 - Target 1
 - Source Group 1
 - principal.c
 - Utiles_SDM.c
 - Biblioteca_SDM.lib
 - CMSIS
 - Device
 - startup_stm321xx_md.s
 - system_stm321xx.c

principal.c

```

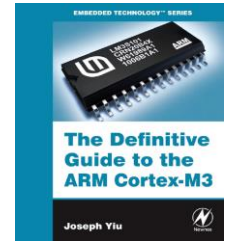
1 /** Ejemplo de uso del LCD **/
2
3 #include "Biblioteca_SDM.h"
4 #include "Utiles_SDM.h"
5
6 int main(void) {
7     Init_SDM();
8     Init_LCD();
9
10    while (1) {
11        LCD_Limpia();
12        LCD_PreparaBarras(ON, ON, ON, ON);
13        LCD_Texto("UNO");
14        espera(5000000);
15        LCD_Limpia();
  
```

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

- **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>



TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Introducción Histórica

24

Cartagena99

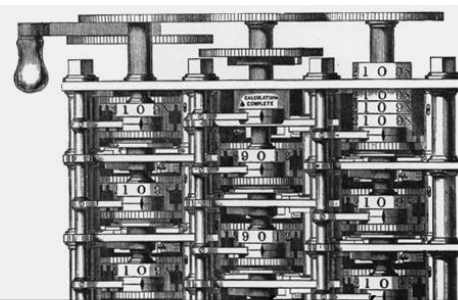
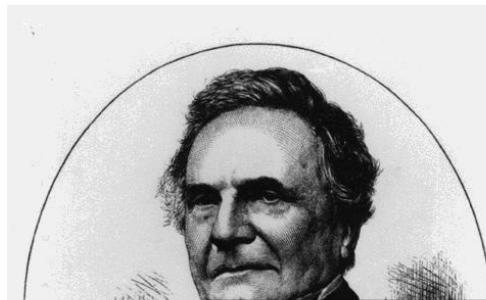
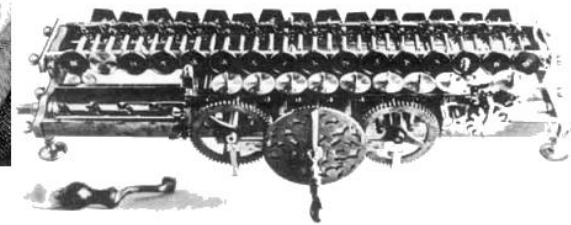
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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





LOS PIONEROS: PASCAL, LEIBNIZ, BABBAGE



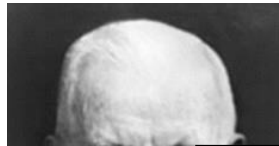
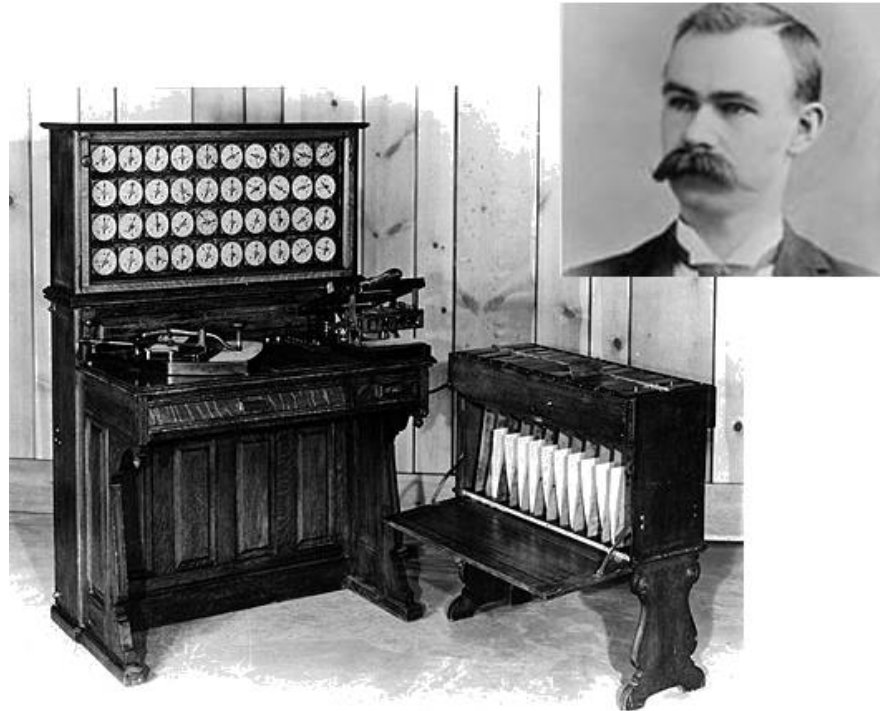
Cartagena99

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



LA MÁQUINA DE TABULAR. IBM



ALCANTARA



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



DISPOSITIVOS ELECTROMECA'NICOS



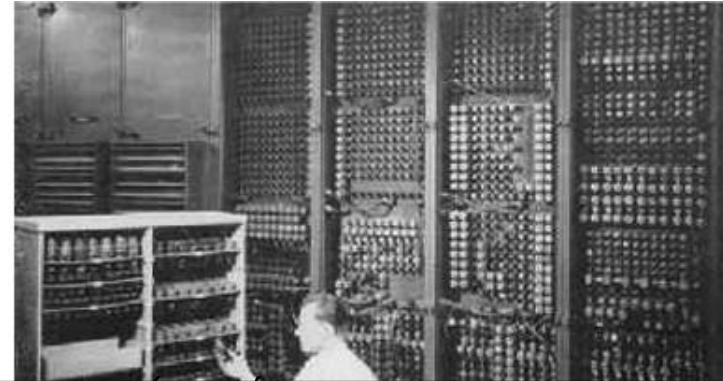
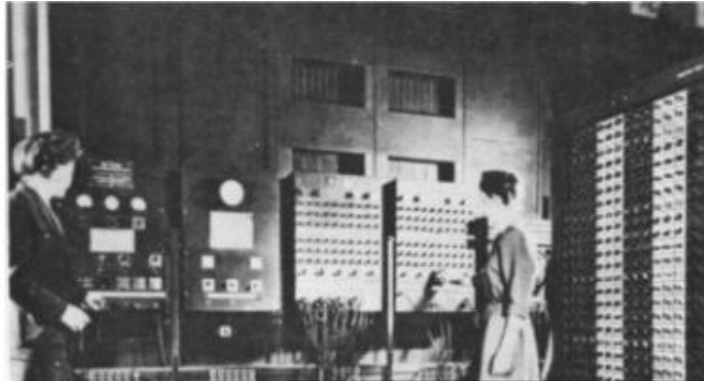
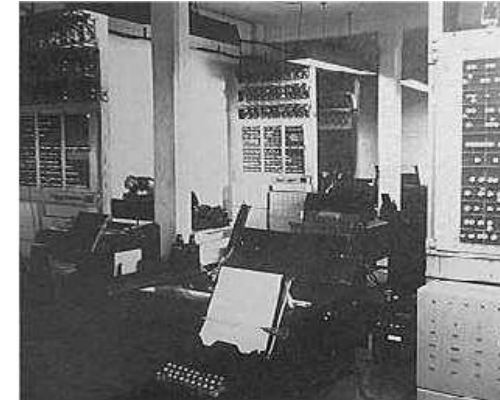
Cartagena99

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



SISTEMAS COMERCIALES: UNIVAC Y 701



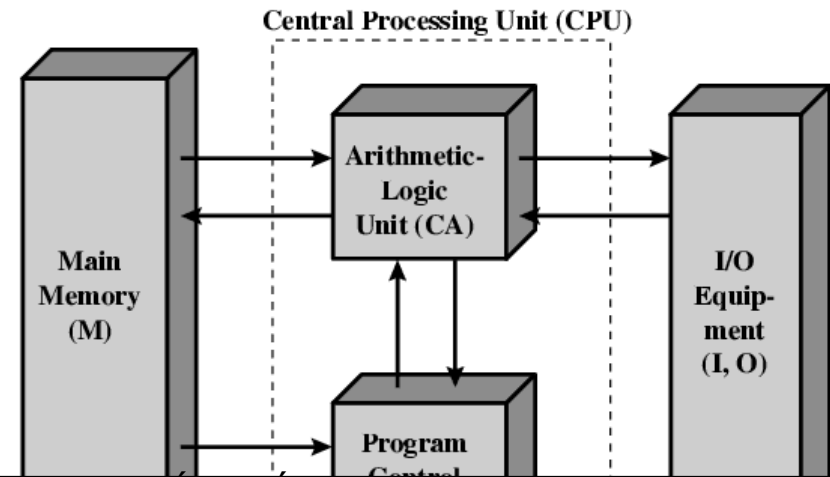
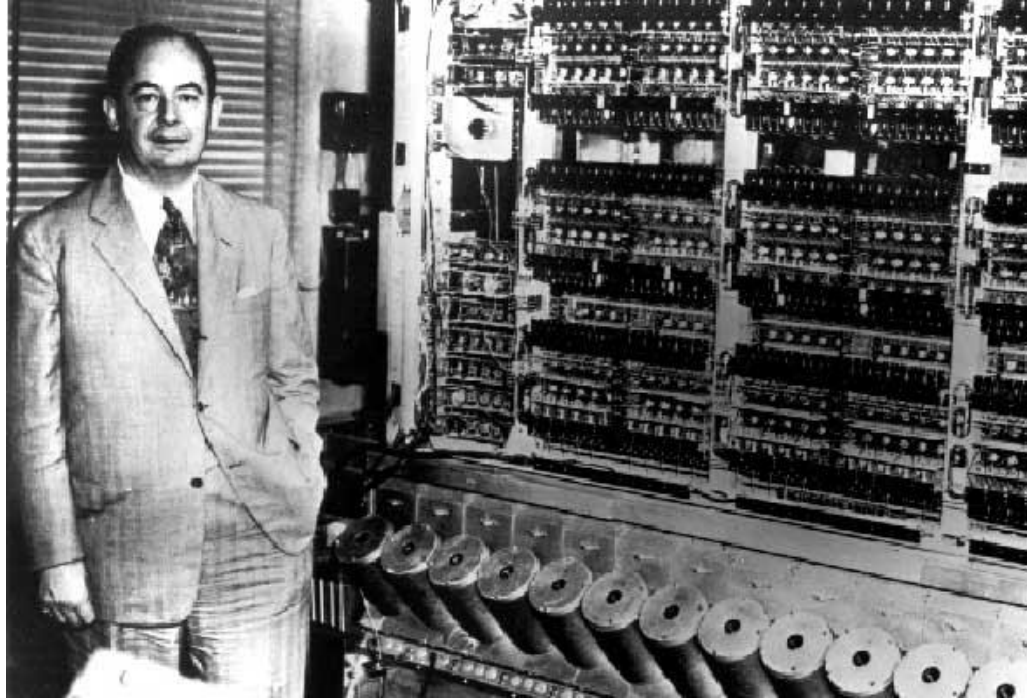
Cartagena99

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



JOHN VON NEUMANN



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

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



DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES



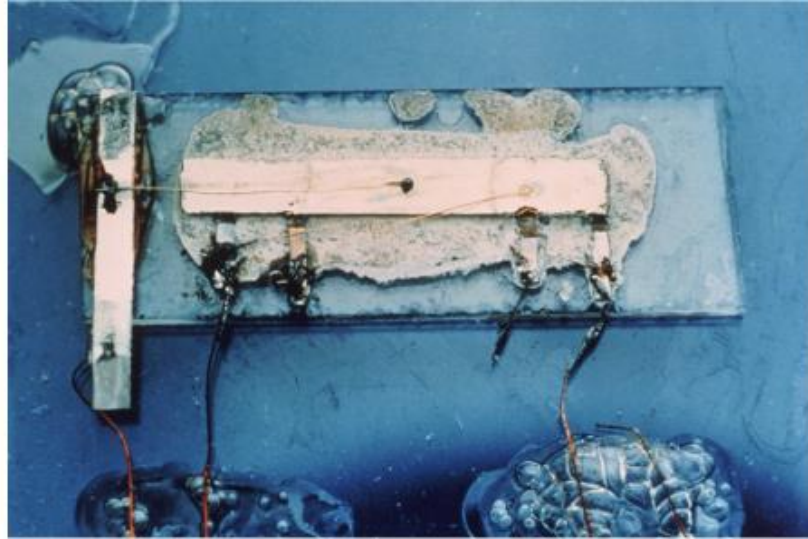
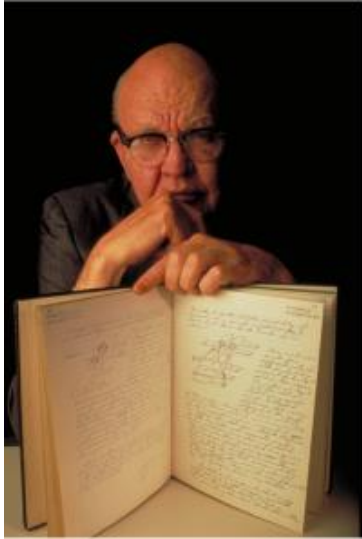
Cartagena99

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

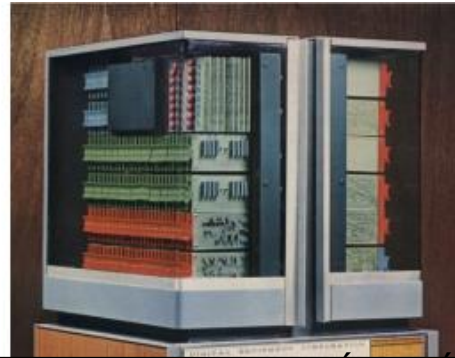
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



EL CIRCUITO INTEGRADO



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces



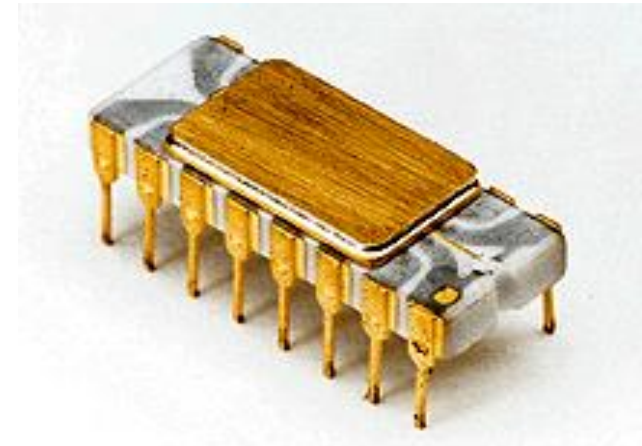
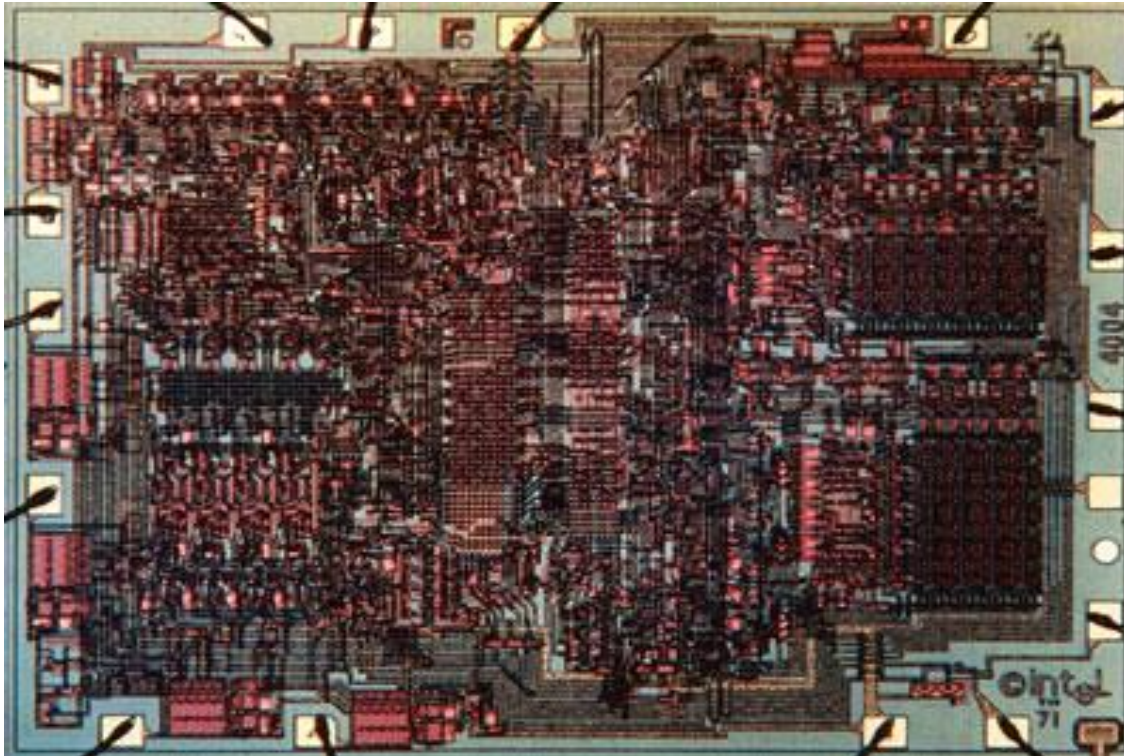
Cartagena99

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



EL MICROPROCESADOR. INTEL 4004



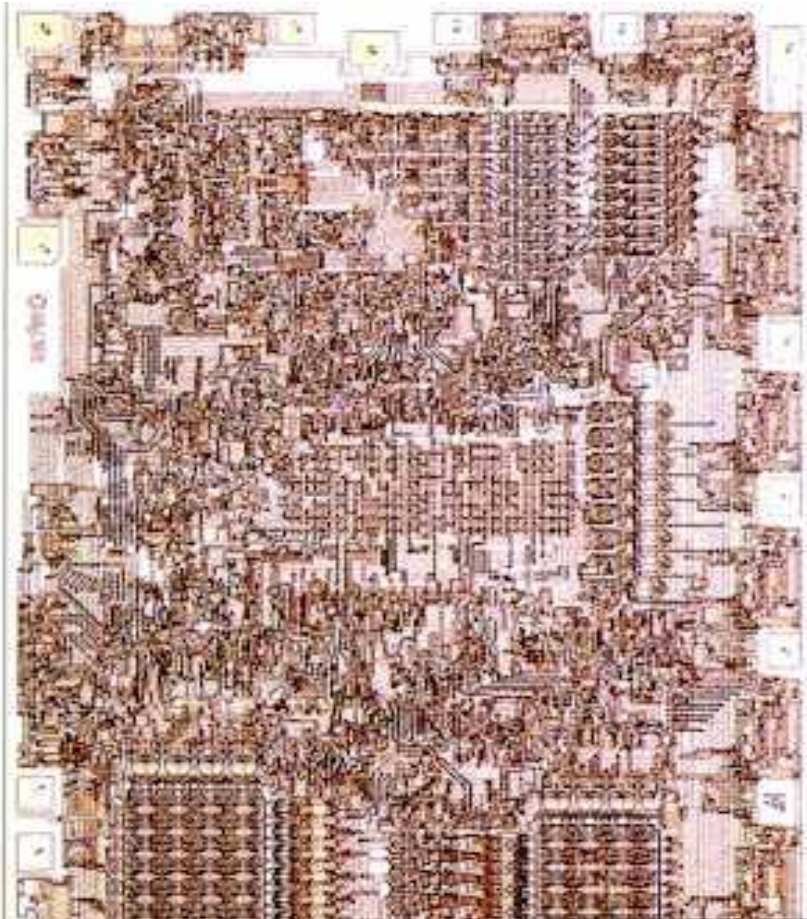
Cartagena99

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 8008



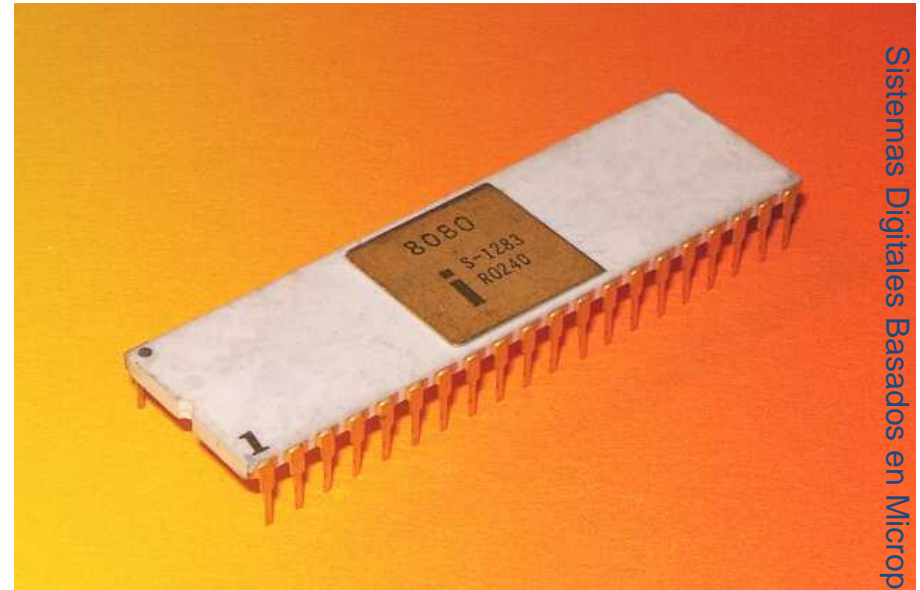
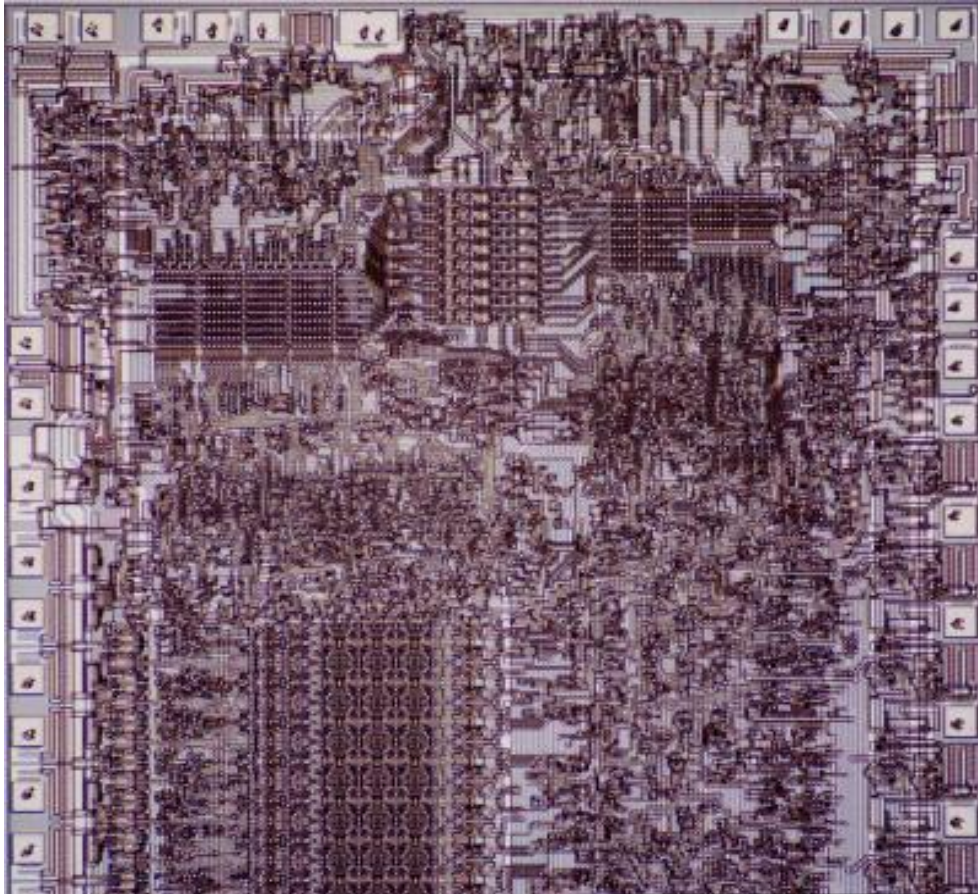
Cartagena99

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



24/01/2017

Sistemas Digitales Basados en Microproces

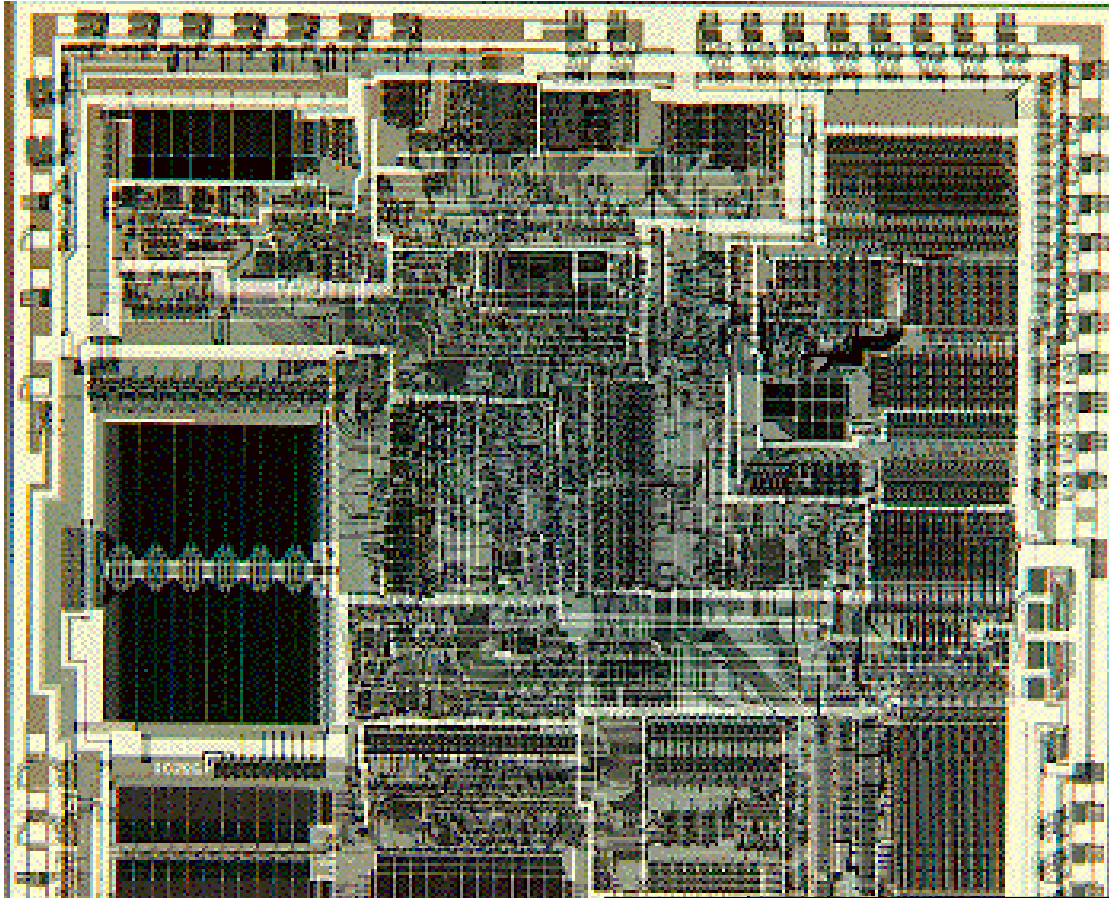
Cartagena99

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



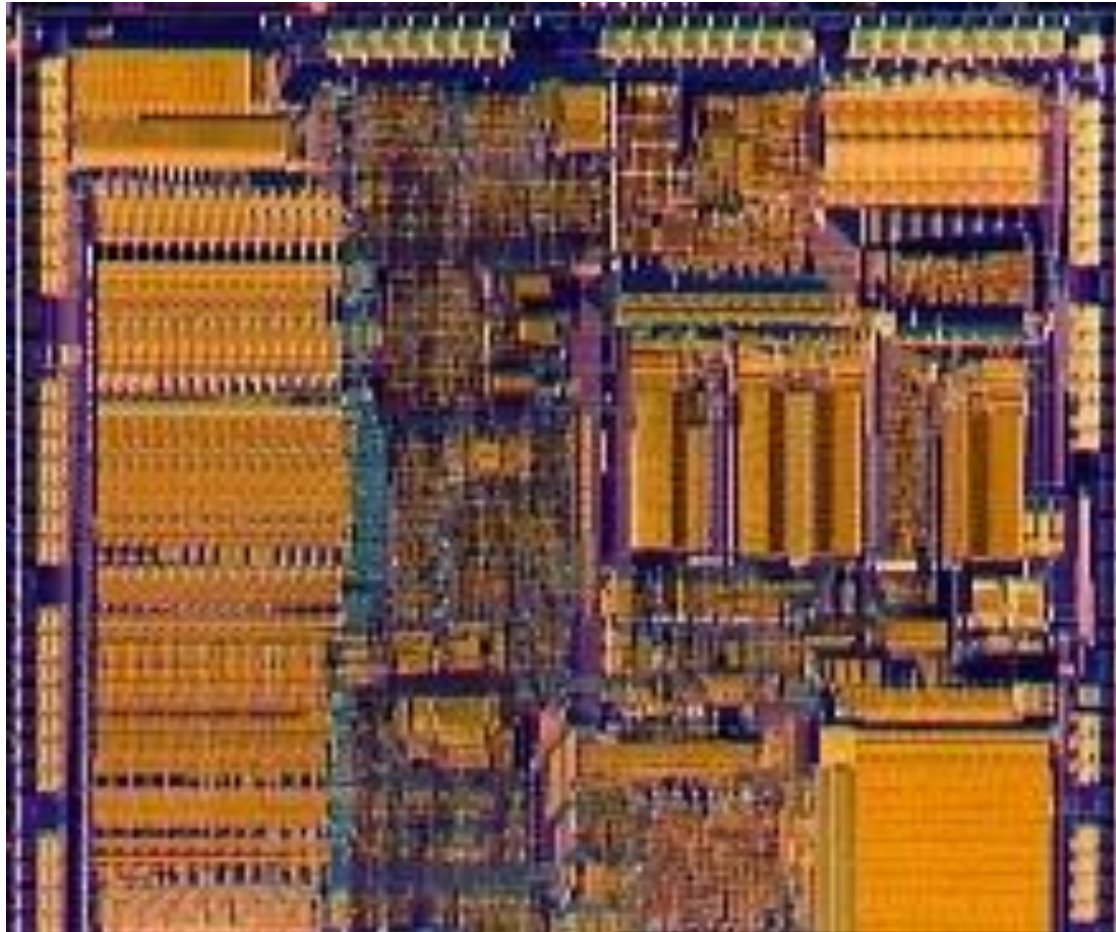
INTEL 80286



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



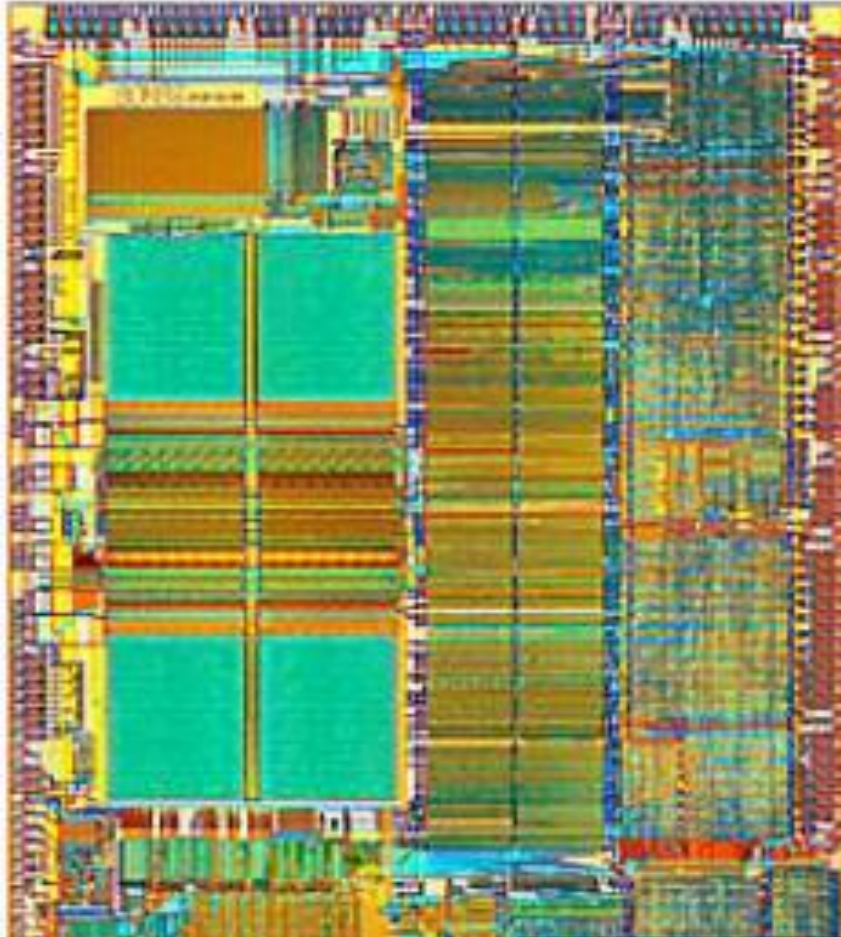
Cartagena99

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



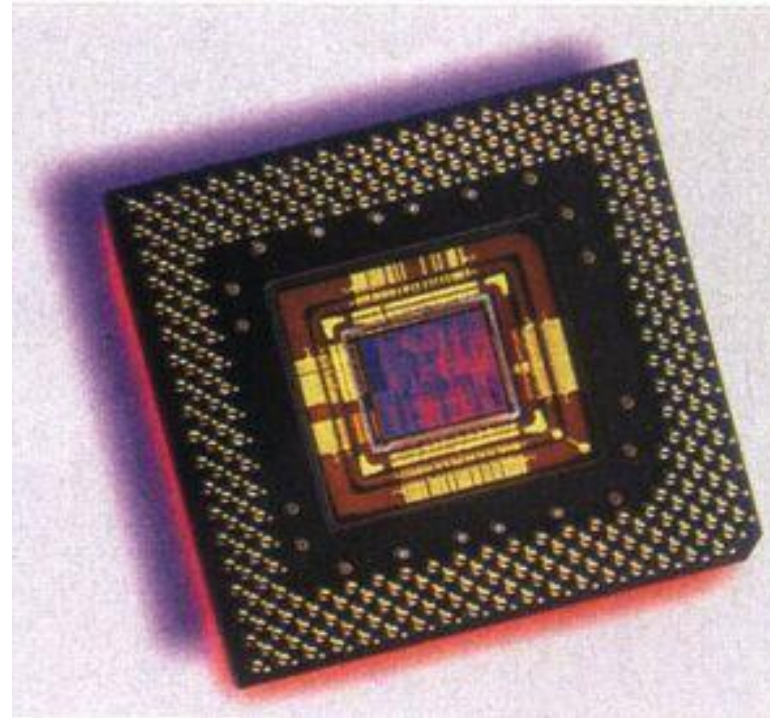
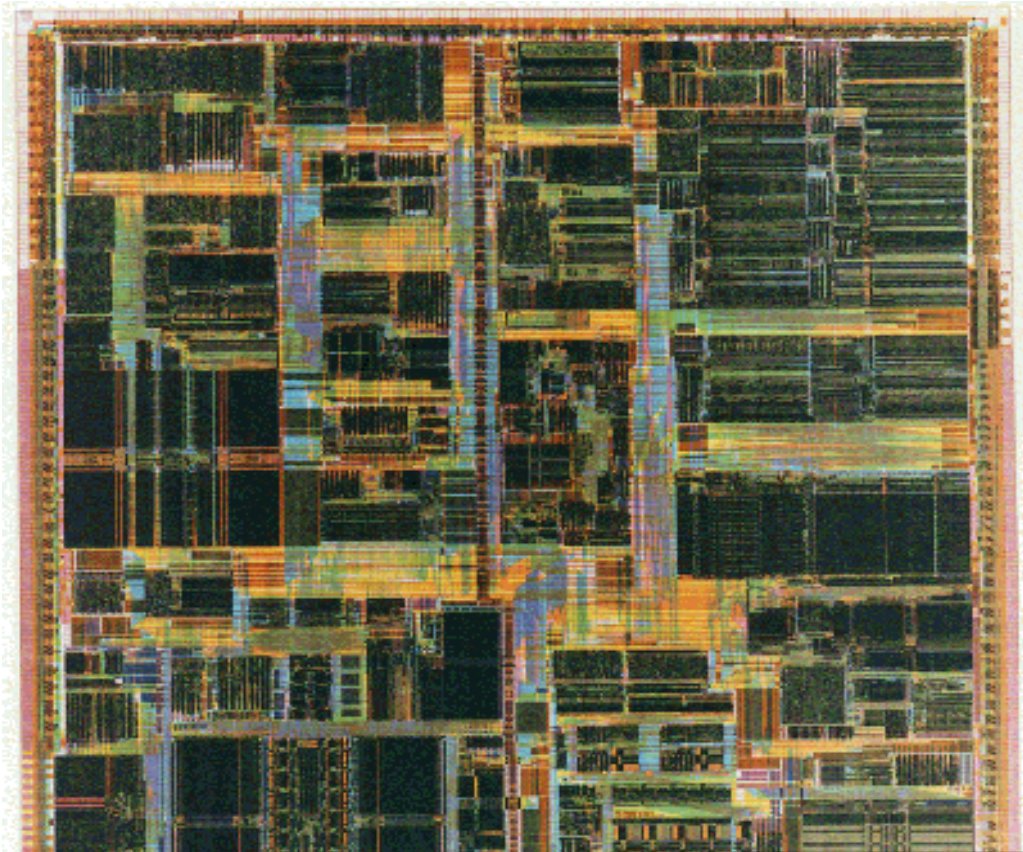
Cartagena99

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



PENTIUM



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

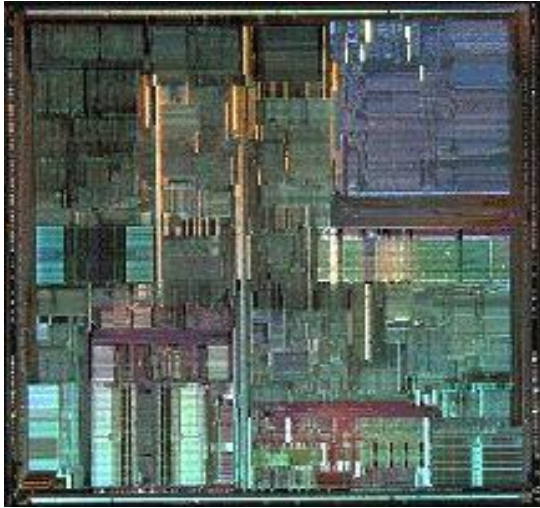
Cartagena99

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

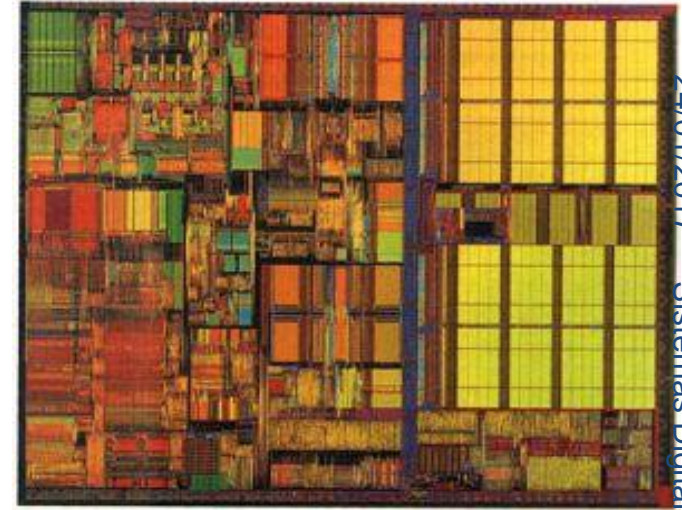
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



EVOLUCIONES DEL PENTIUM

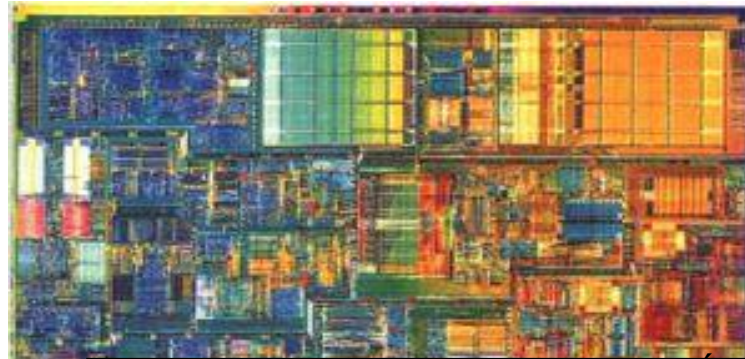


Pro



III

IV



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

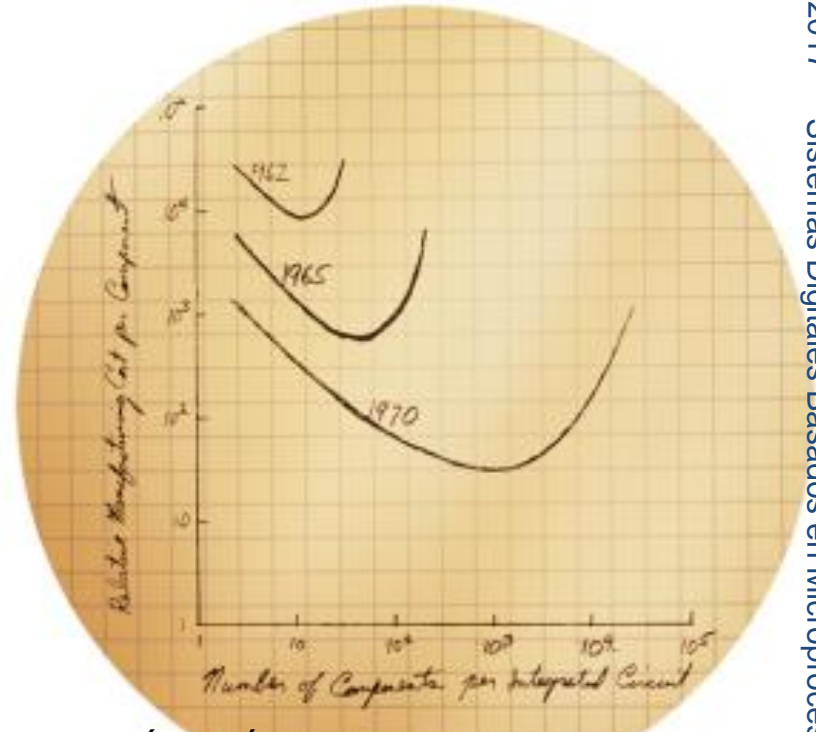
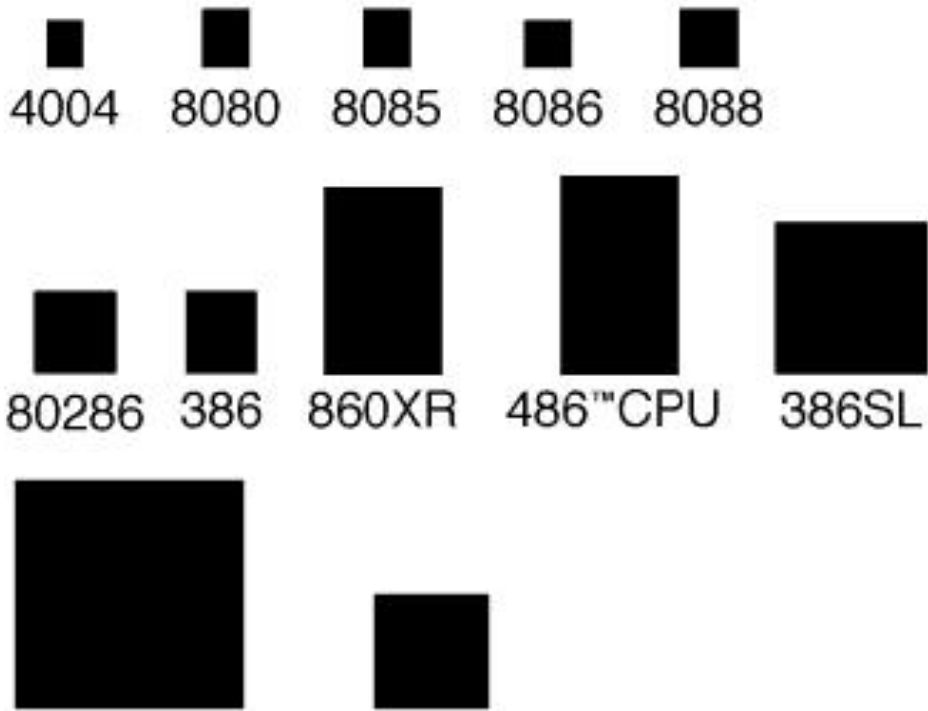
Cartagena99

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



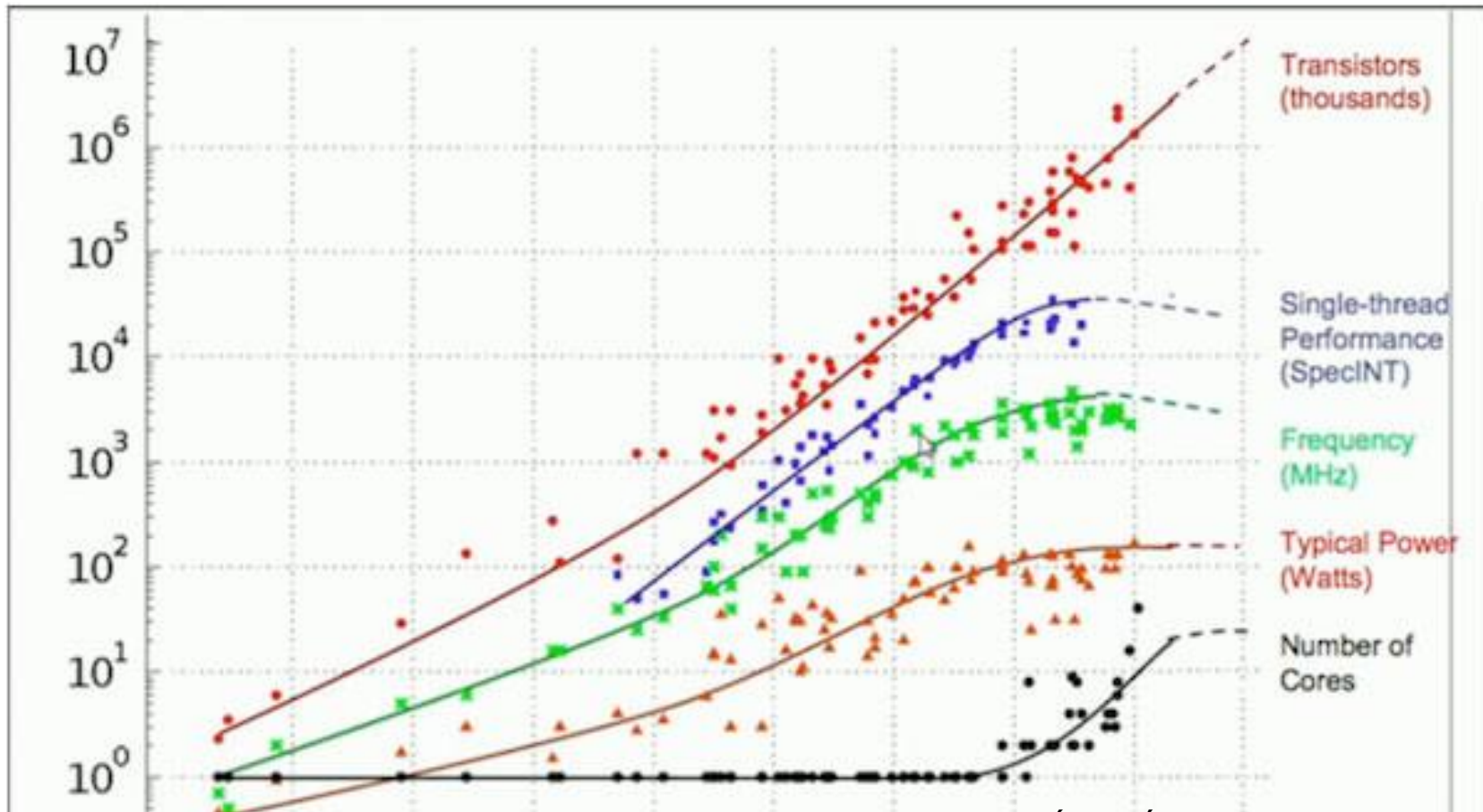
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99



LEY DE MOORE



24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces

Cartagena99

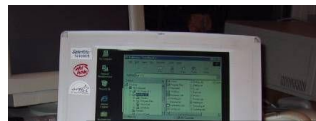
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Dotted line extrapolarions by C. Moore



LOS ORDENADORES PERSONALES ... 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

24/01/2017 Sistemas Digitales Basados en Microproces



responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al artículo 17 de la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal, de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, si la información contenida en el presente documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.