Tema 2: Microprocesadores y Microcontroladores

Sistemas Digitales basados en Microprocesador

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

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.

ÍNDICE

- Conceptos Fundamentales
  - Arquitectura Von Neumann
  - Arquitectura Harvard
  - Microprocesadores y Microcontroladores
  - Programación y código máquina
- STM32L152RB
  - Características y Diagrama de Bloques
  - Mapa de Memoria
  - Mapeado de Periféricos
  - Subsistema de Reloj

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

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 2 : Microprocesadores y Microcontroladores

Conceptos Fundamentales

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

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.

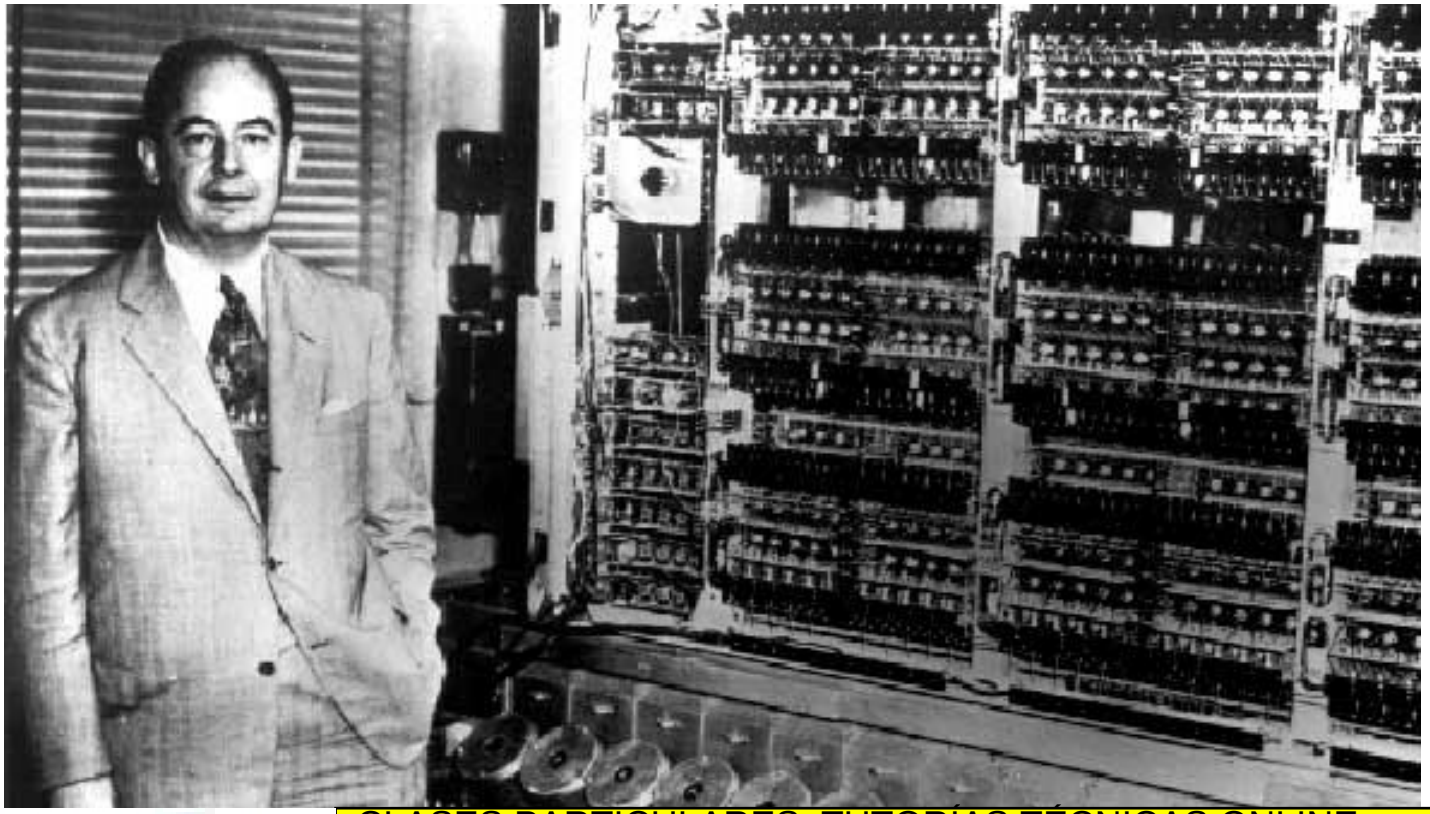
Arquitectura Von Neumann

- John Von Neumann, en su artículo del año 1945, definió una computadora de propósito general basada en la idea de **programa almacenado**
- Los componentes principales eran:
  - Una memoria principal
    - Almacenaba tanto datos como instrucciones
  - Una unidad de cálculo para operaciones aritméticas y lógicas
    - Lo que se conoce como una ALU
  - Una unidad de control
    - Que interpreta las instrucciones obtenidas de la memoria y las ejecuta
  - Un equipamiento 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

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.

Arquitectura de Von Neumann

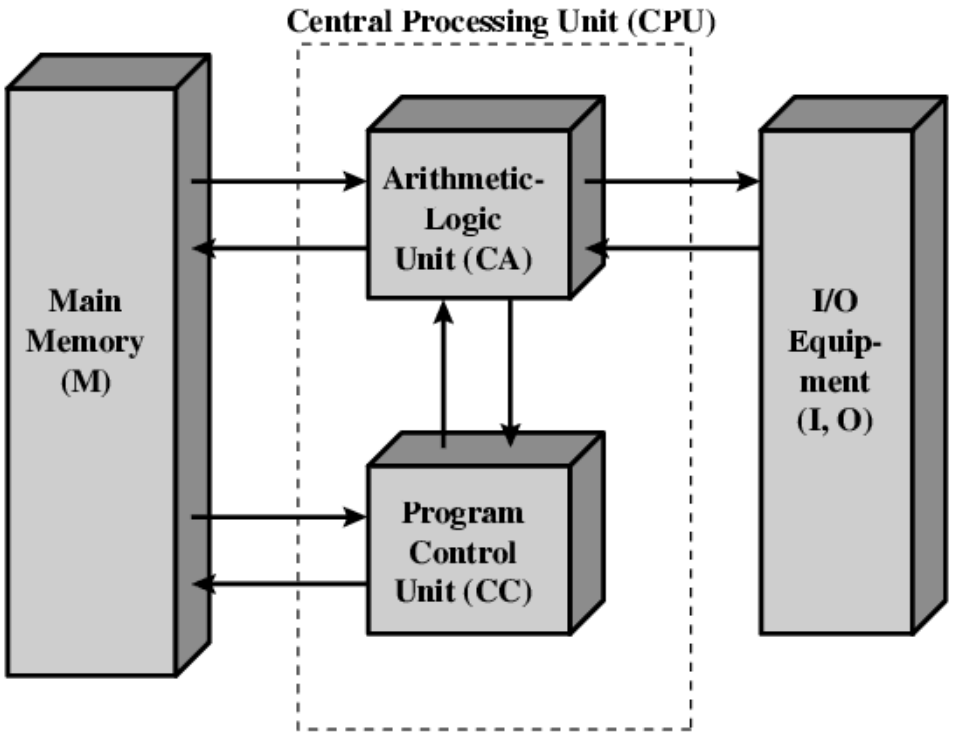


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
- - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

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.

Arquitectura Von Neumann

- Memoria común para datos e instrucciones
  - 1000 palabras de 40 bits
    - Datos:
      - Números binarios con signo
    - Instrucciones:
      - Cada palabra tenía 2 instrucciones de 20 bits
      - Cada instrucción tiene
        - Código de operación de 8 bits
        - Dirección codificada en 12 bits



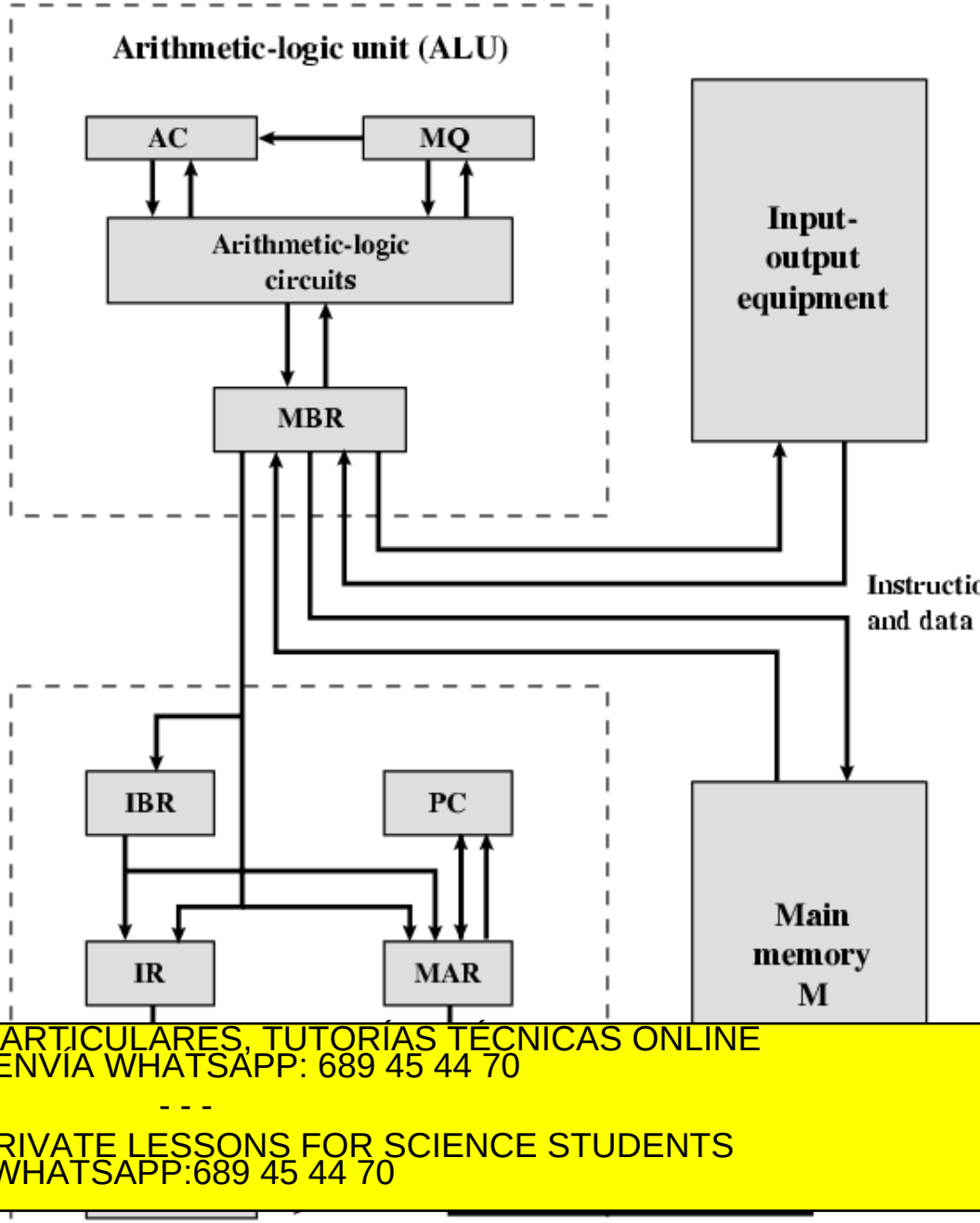
Cartagena99

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

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.

Arquitectura Von Neumann

- Registros de la CPU:
  - MBR: Buffer de Memoria
  - MAR: Direccionamiento de Memoria
  - IR: Registro de Instrucción
  - IBR: Buffer del IR
  - PC: Contador de Programa
  - AC: Acumulador
  - MQ: Cociente Multiplicador
- La comunicación entre registros se hace



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

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.

Arquitectura Von Neumann

- El IAS contaba con 21 instrucciones que se podían agrupar en los siguientes tipos:
  - Transferencia de Datos
  - Desvíos Incondicionales
  - Desvíos Condicionales
  - Aritméticas y Lógicas
- También describió el modo de funcionamiento de la Unidad de Control
  - 1.- La UC captura la instrucción de la memoria
  - 2.- La decodifica
  - 3.- La ejecuta y vuelve al paso 1 para capturar la siguiente instrucción en memoria
    - Es decir, la máquina de Von Neumann seguía una ejecución

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

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.

Arquitectura Von Neumann

- Ampliaciones posteriores han dado lugar a dos tipos de arquitecturas:
  - Basada en Acumulador:
    - Es la original de Von Neumann (aunque a día de hoy pueden tener más de un acumulador)
    - Casi toda operación tiene como fuente o como destino el acumulador
  - Basada en Registros:
    - Surge para mejorar prestaciones:
      - Las operaciones entre registros son más rápidas que cuando hay que consultar a memoria
      - Cuantos más registros se tengan, menos accesos a memoria son necesarios en operaciones iterativas
    - Se sustituye el acumulador por un conjunto de registros (su número depende de la CPU concreta)
    - Los registros pueden tener uso indistinto o específico:
      - De Propósito General
      - Sólo de datos

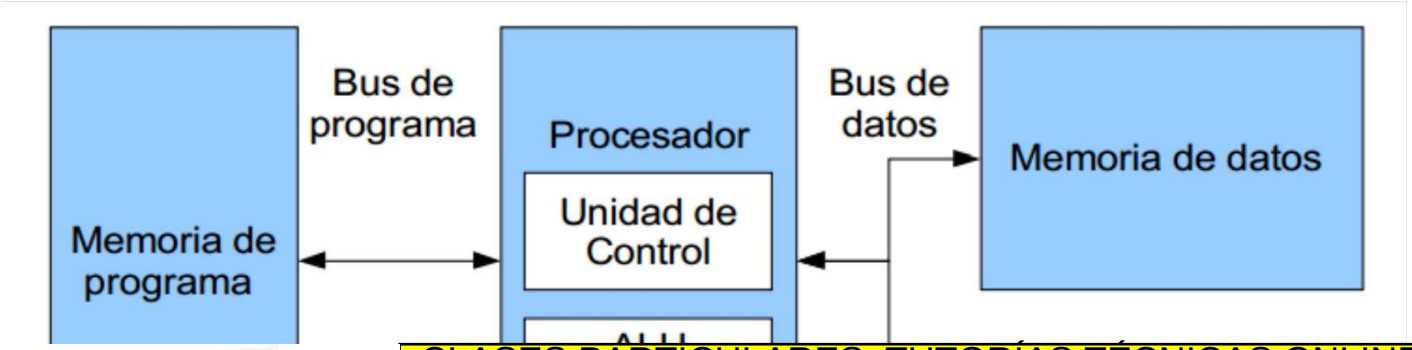
Cartagena99

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

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.

Arquitectura Harvard

- Se elimina el concepto de Memoria Principal. En esta arquitectura existe:
  - Una memoria exclusivamente para datos
  - Una memoria exclusivamente para instrucciones
  - Buses (tanto de datos, como de direcciones) diferenciados para cada una de las memorias
    - Sus números de líneas pueden ser distintos
      - El tamaño de palabra de datos y de instrucciones puede ser distinto
      - La capacidad de las memorias pueden ser distintas

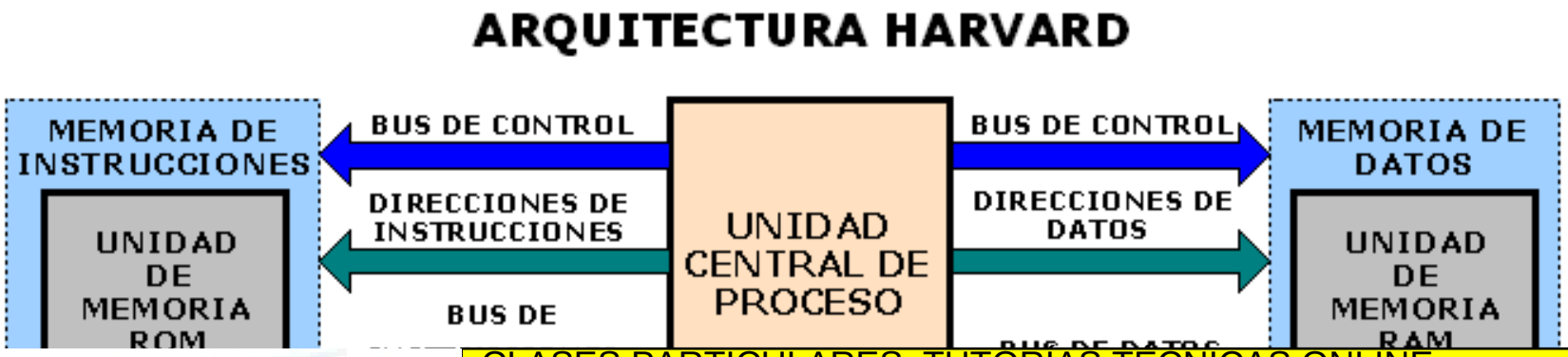


Cartagena99
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
- - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

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.

Arquitectura Harvard

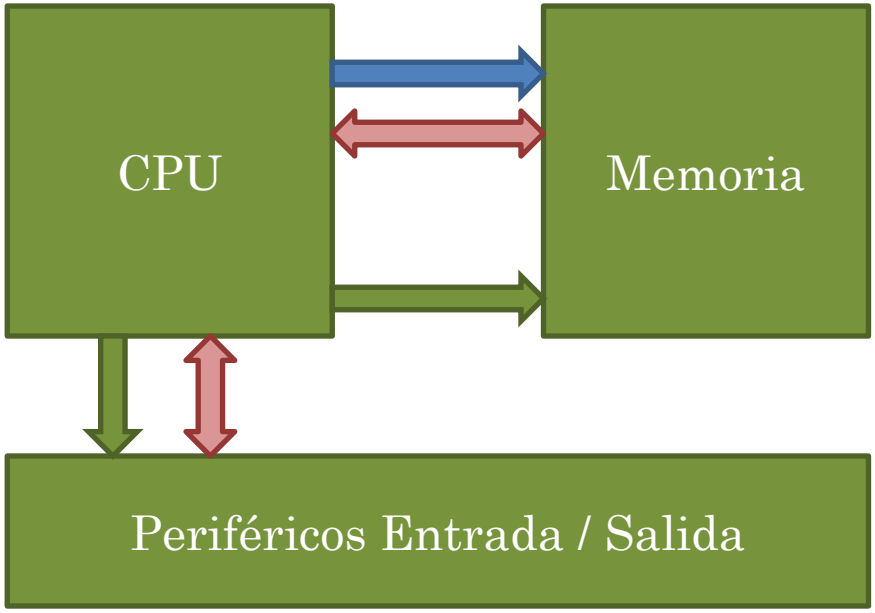
- Ventajas:
  - Se incrementa la capacidad de direccionamiento
  - Se pueden adaptar mejor a las necesidades de las aplicaciones objetivo de dicha CPU
  - Se incrementa la fiabilidad de las aplicaciones, por garantía de integridad del código
- Inconvenientes:
  - Interfaz Externa más compleja y conexionado más amplio



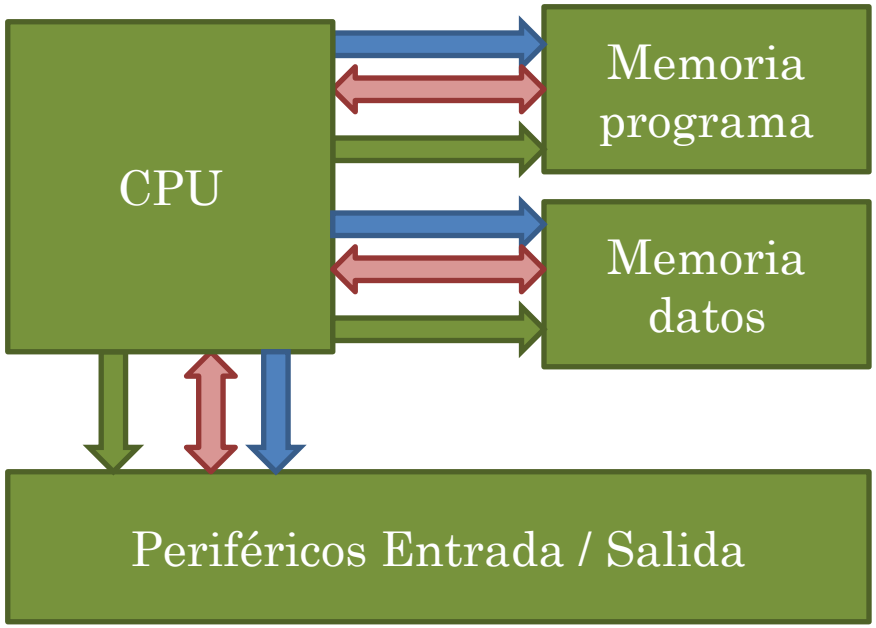
Cartagena99
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
- - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

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.

ARQUITECTURA VON NEUMANN VS. HARVARD



Arquitectura von Neumann



Arquitectura Harvard

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

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.

Microprocesador y Microcontolador

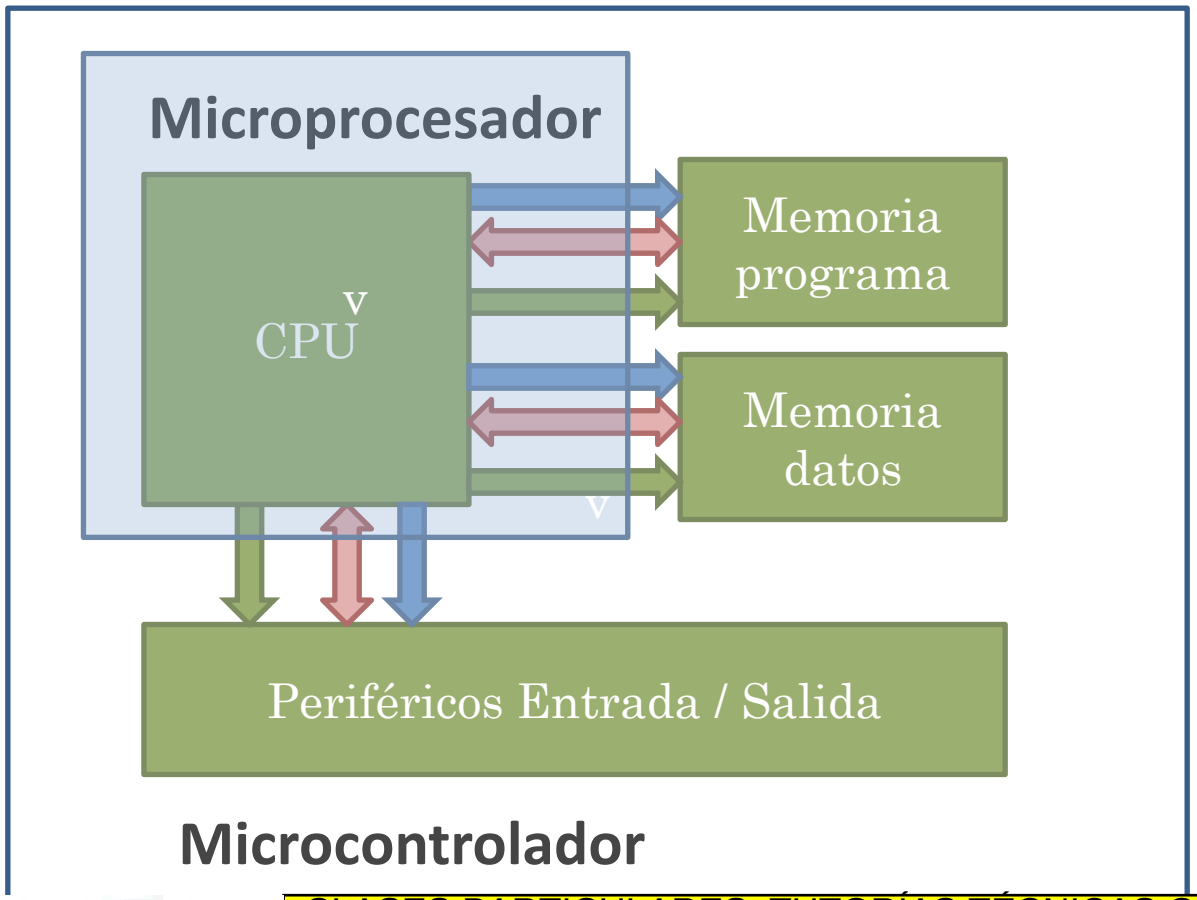
- Un Microprocesador es un circuito integrado que contenga todos los elementos de control de una máquina de calcular:
  - Unidad Aritmética Lógica (ALU)
  - Unidad de Control
  - Registros internos para el flujo por la ruta de datos:
    - PC, IR, MAR, MBR, SR, SP, etc.

- Un Microcontrolador es un chip que, además de tener un Microprocesador, contiene:
  - Memoria(s)

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

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.

Microprocesador y Microcontolador

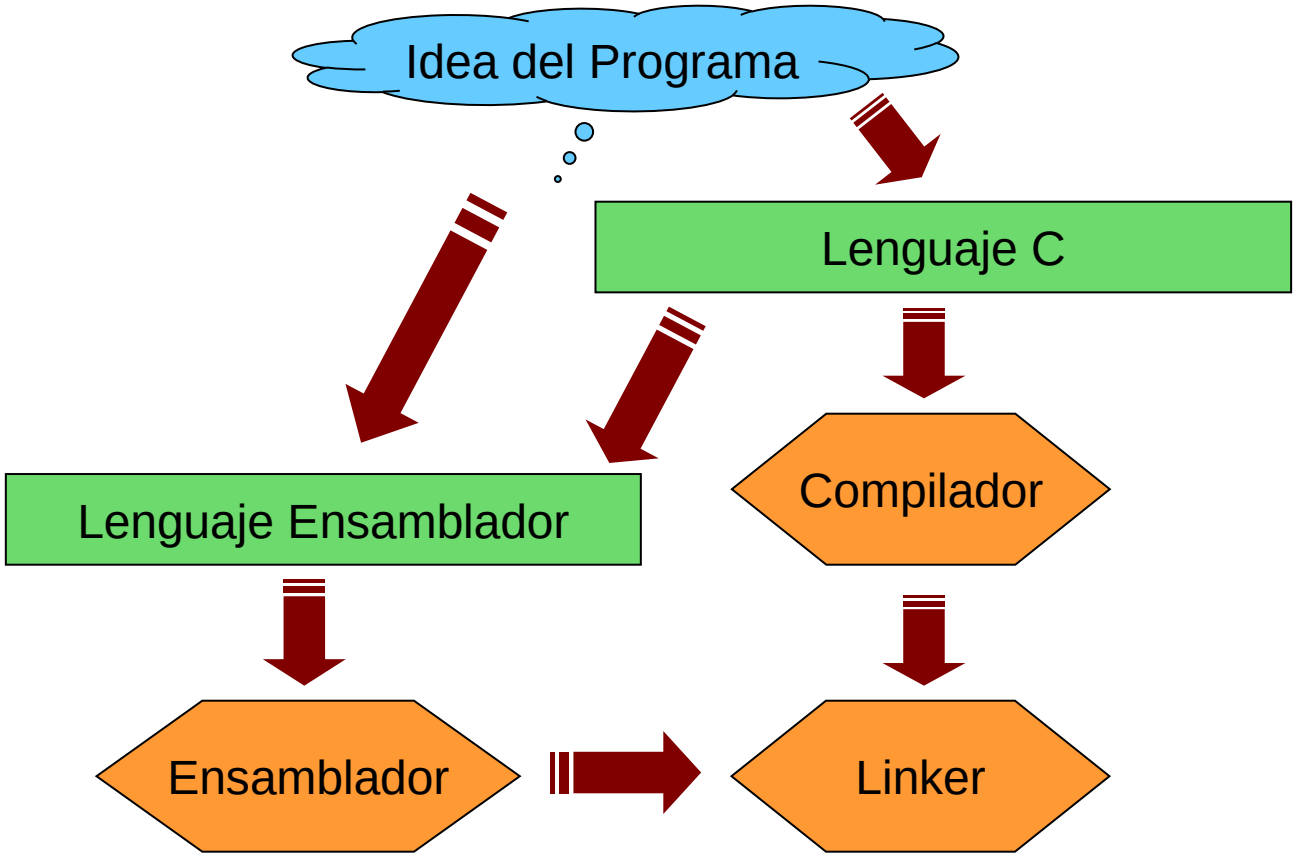


Cartagena99

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

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.

Programación y Código Máquina



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

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 2 : Microprocesadores y Microcontroladores

STM32L152RB

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

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.

STM32L152RB: Características Generales

- El micro STM32L152RB además del ARM Cortex-M3, incluye:
  - 128 KB de memoria Flash para programas
  - 16 KB de RAM estática
  - 4 KB de EEPROM para datos
  - 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, I^2C y SPI)
    - Reloj en Tiempo Real (RTC)
    - Varios canales de DMA
    - Circuito de Watch Dog ...

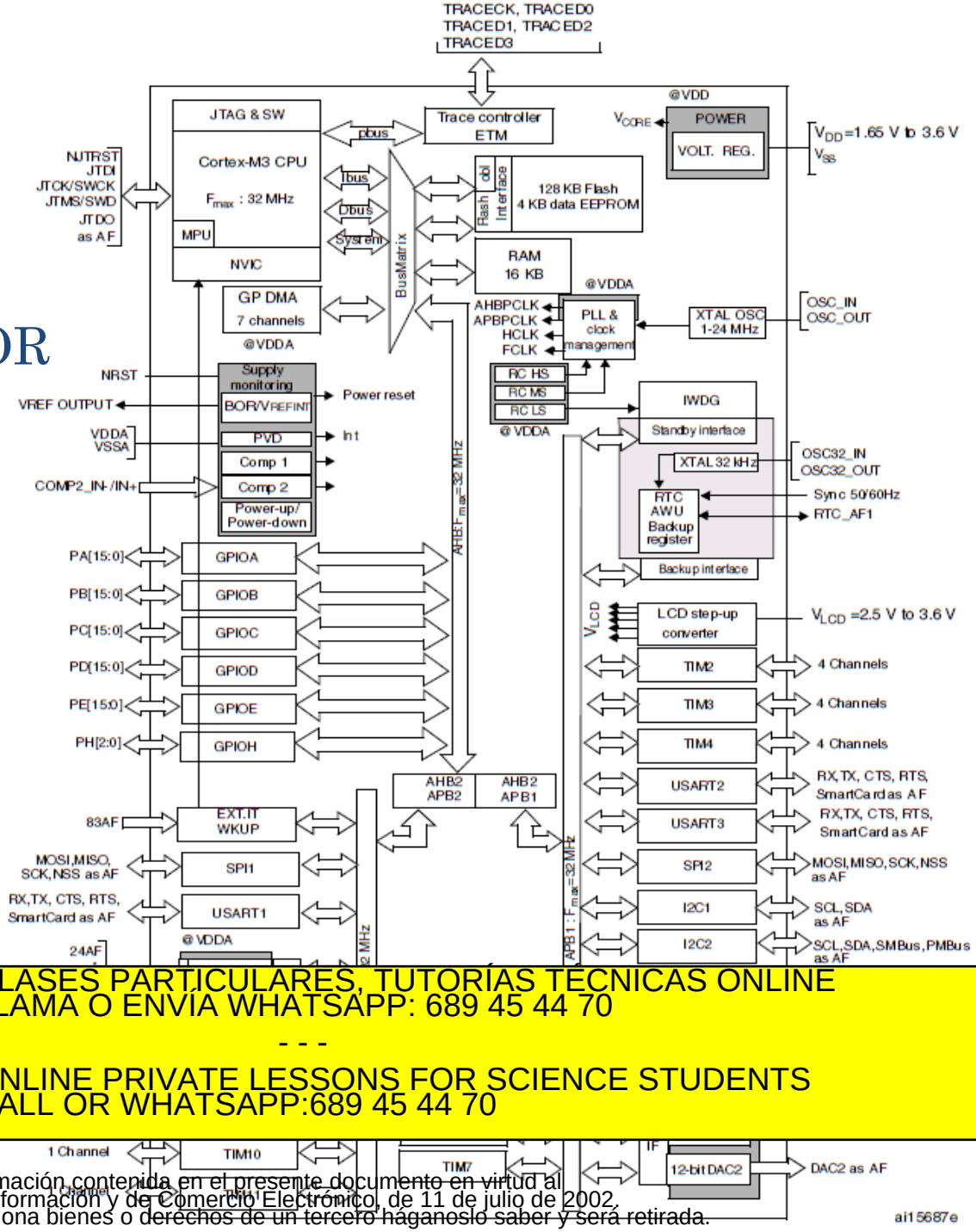
Cartagena99

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

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.

Diagrama de Bloques del Microcontrolador STM32L152RBT6

LQFP64 10 x 10 mm



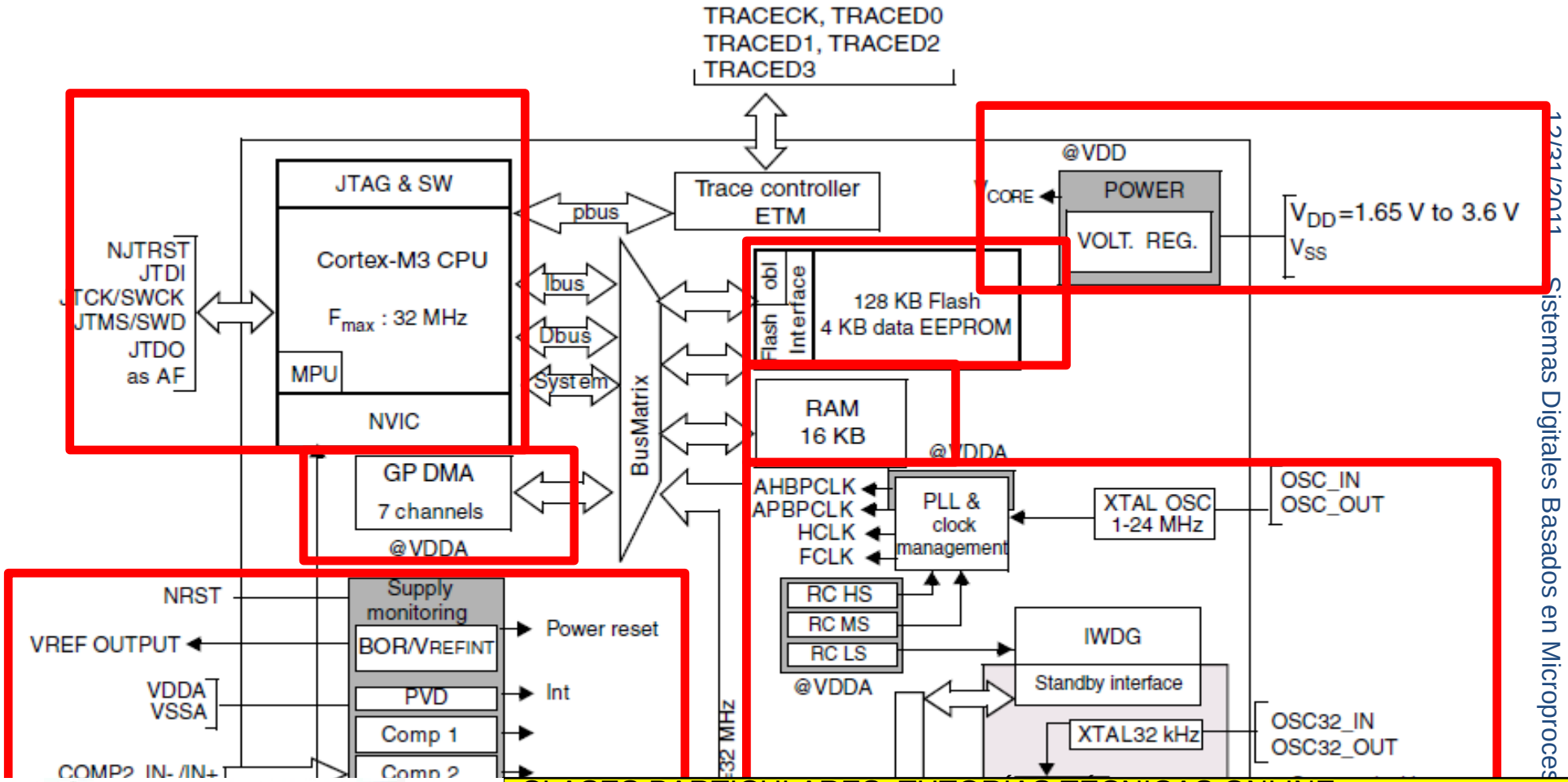
La familia de bajo consumo STM32L15xxx ofrece 3 encapsulados desde 48 a 100 patas, cada uno con

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

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.

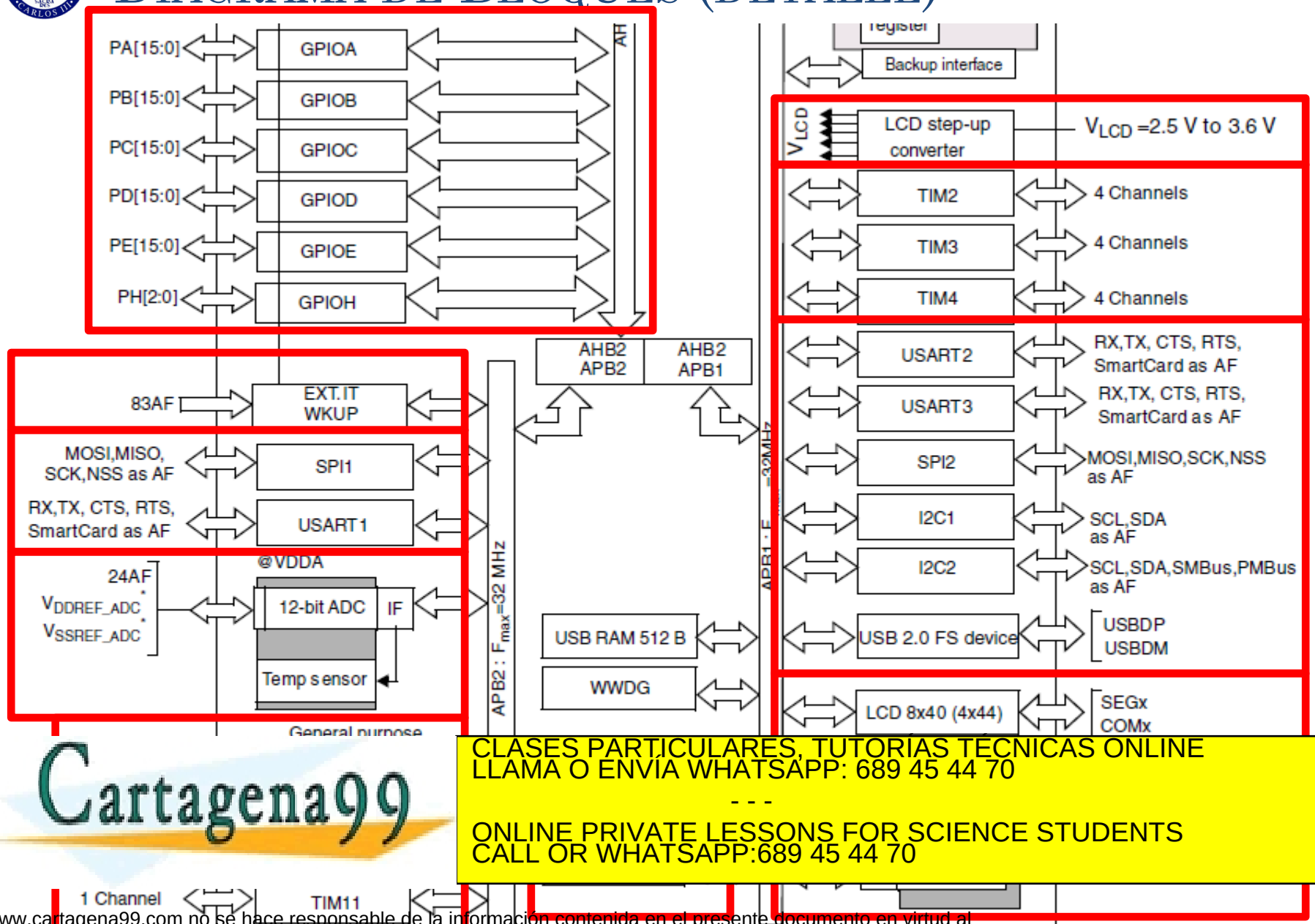
Diagrama de Bloques (detalle)



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

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.

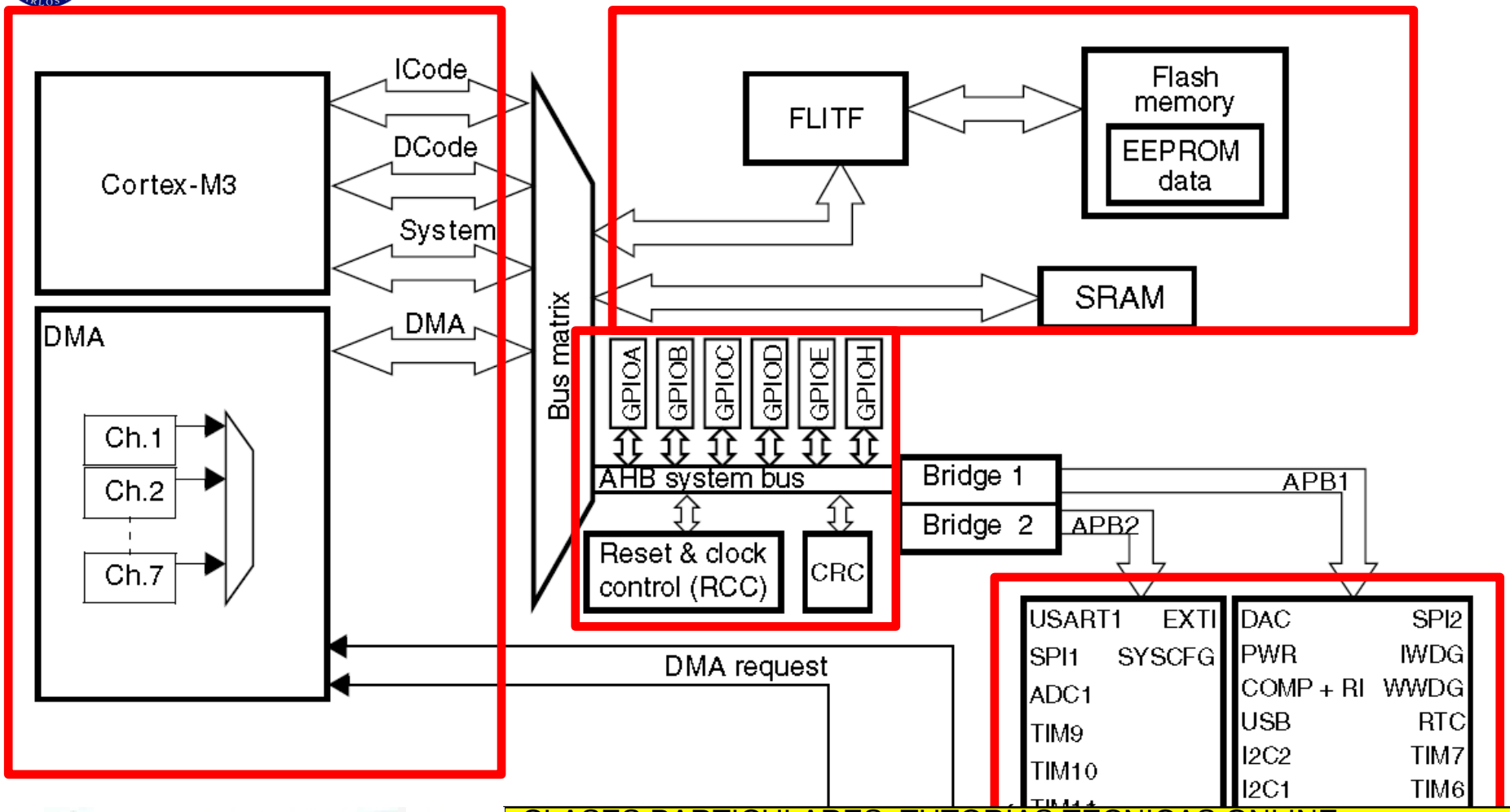
Diagrama de Bloques (detalle)



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

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.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA



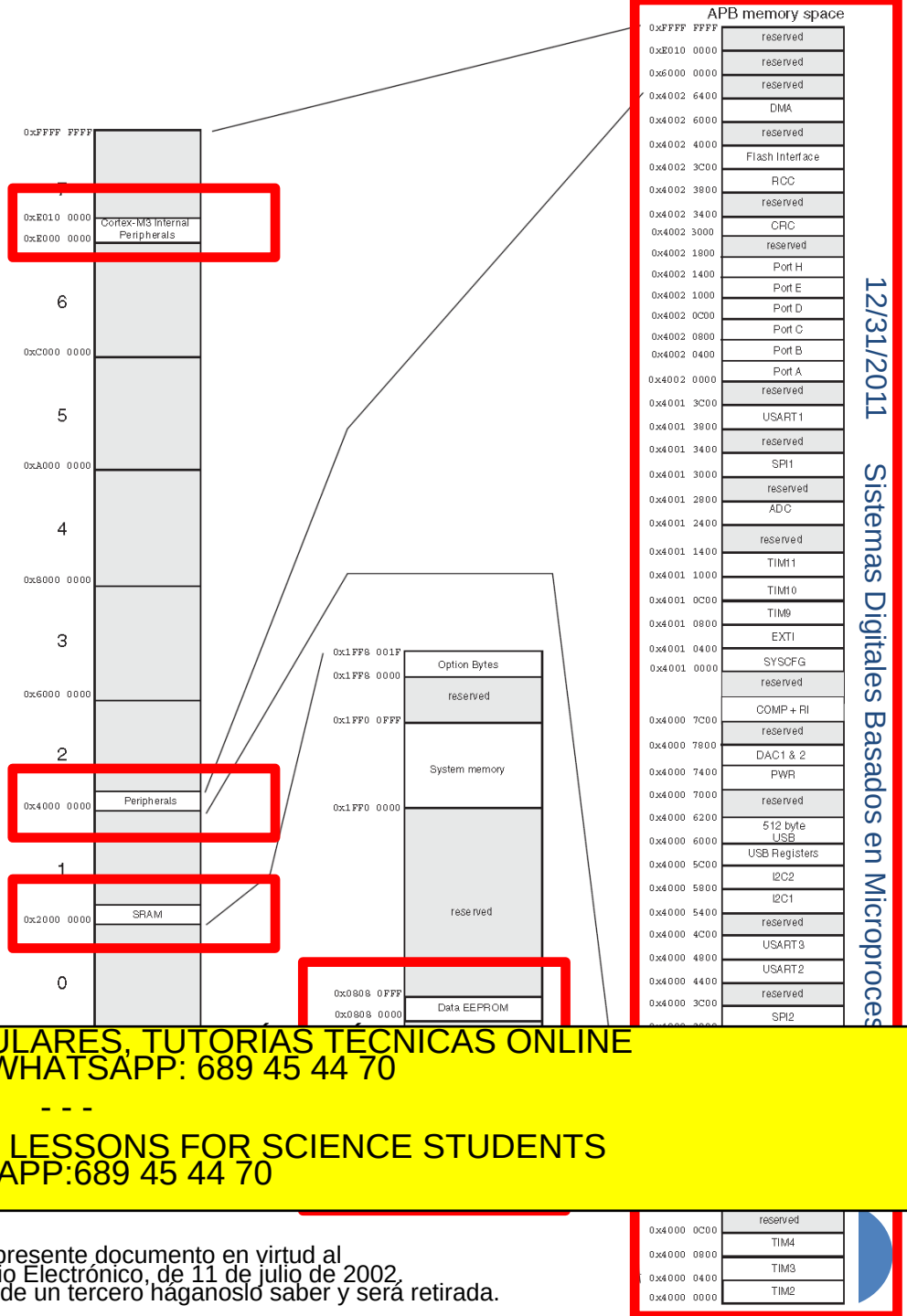
Cartagena99

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

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.

Mapa de Memoria

- Direccionamiento total de 4GB
- 128KB Flash
  - 0x0000 0000 – 0x0801 FFFF
- 16KB RAM estática (SRAM)
  - 0x2000 0000 – 0x2000 3FFF
- 4096B EEPROM
  - 0x0808 0000 – 0x0808 0FFF
- Periféricos del microcontrolador
  - 0x4000 0000 – 0x4002 63FF



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

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.

Los Periféricos vistos por la CPU

- Todo periférico, por complejo que sea, va a ser visto por la CPU como un conjunto de registros:
  - **De Datos:** los que van a contener los datos que se van a utilizar en el periférico y que se comunicarán a/desde la CPU
    - Generalmente serán de lectura y escritura
  - **De Estado:** los que van a contener información sobre el estado en el que se encuentra el periférico
    - Generalmente serán solo de lectura
  - **De Control:** lo que se van a escribir para configurar el periférico
    - Generalmente serán solo de escritura
- Para acceder a dichos registros, la CPU podrá hacerlo de dos formas:
  - Mediante instrucciones especiales de E/S

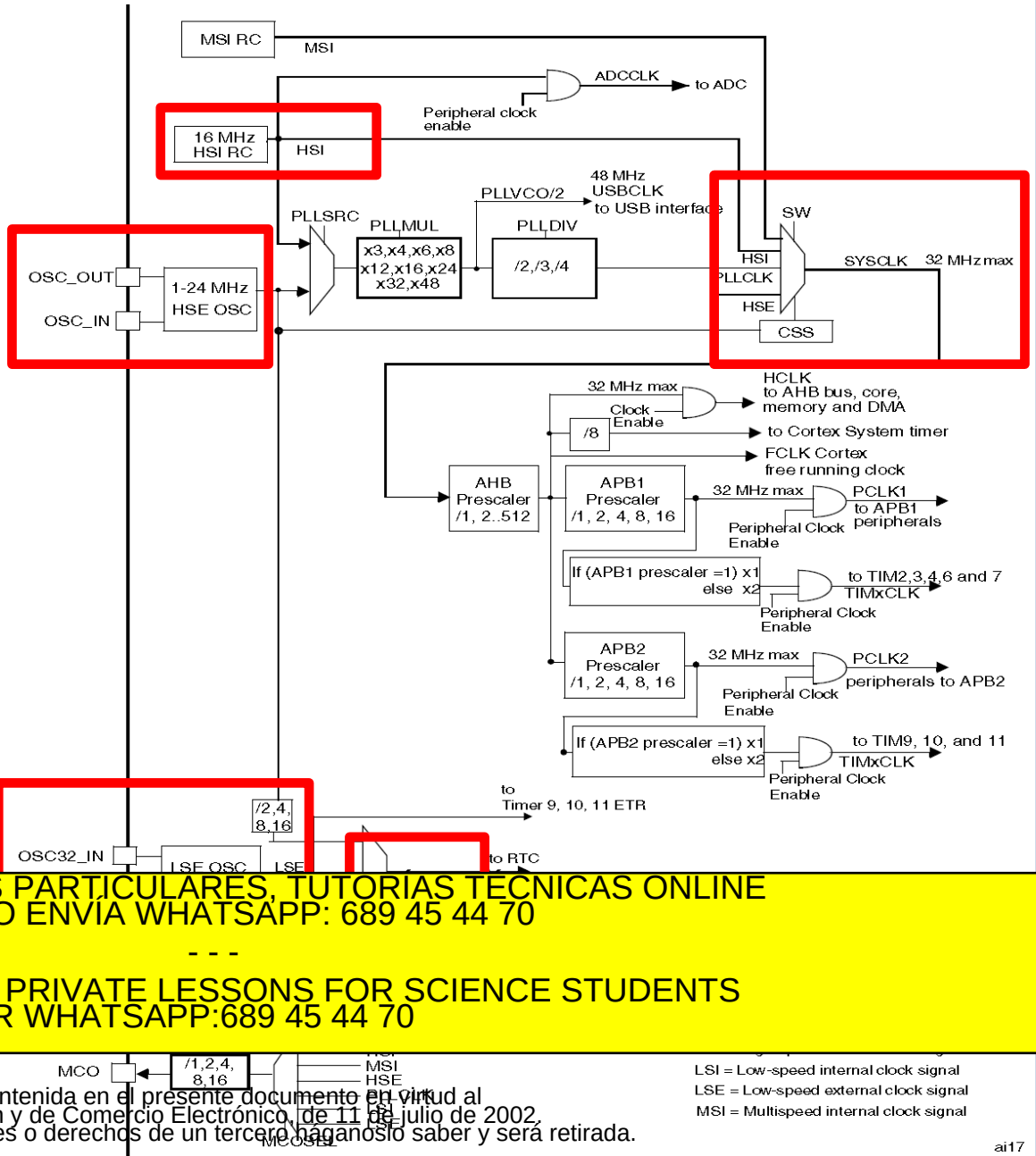
Cartagena99

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

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.

Subsistema de Reloj

- Diferentes fuentes de reloj:
  - HSI: Oscilador interno de alta velocidad (16MHz)
  - LSI: Oscilador interno de baja velocidad (37KHz)
  - HSE: Oscilador externo de alta velocidad (1 – 24 MHz)
  - LSE: Oscilador externo de baja velocidad (32,768 KHz)
- SYSCLK: Reloj del sistema
  - Puede proceder de HSI, de HSE, de MSI, o de un PLL procedente de HSI o



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

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.

Subsistema de Reloj durante el curso

ADCCLK
to ADC
Peripheral clock enable
16 MHz HSI RC
HSI
48 MHz USBCLK to USB interface
PLLVCO/2
PLLSRC
PLLMUL
PLLDIV
SW
x12
÷3
HSI
PLLCLK
HSE
SYSCLK
32 MHz max
1-24 MHz HSE OSC
CSS
8MHz
32MHz
32 MHz max
HCLK to AHB bus, core, memory and DMA
Clock Enable
/8
to Cortex System timer
FCLK Cortex free running clock
AHB ÷1
APB1 ÷1
32 MHz max
PCLK1 to APB1 peripherals
32MHz
Enable
Hacia APB2

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

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.

Nota Importante

Las capacidades del microcontrolador (y de cada uno de sus periféricos) son mucho mayores que las que se van a describir en este curso.

Esta reducción de capacidades se hace por motivos docentes, potenciando el aprendizaje de conceptos universales, y minorando el aprendizaje de conceptos específicos.

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

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.