

Tema 2: Microprocesadores y Microcontroladores

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 - Conceptos Fundamentales
 - Arquitectura Von Neumann
 - Arquitectura Harvard
 - Microprocesadores y Microcontroladores
 - Programación y código máquina
- 2- El microcontrolador STM32L152Rx
 - Características y Diagrama de Bloques
 - Mapa de Memoria
 - Mapeado de los 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

1 - Conceptos Fundamentales

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

Arquitectura Von Neumann

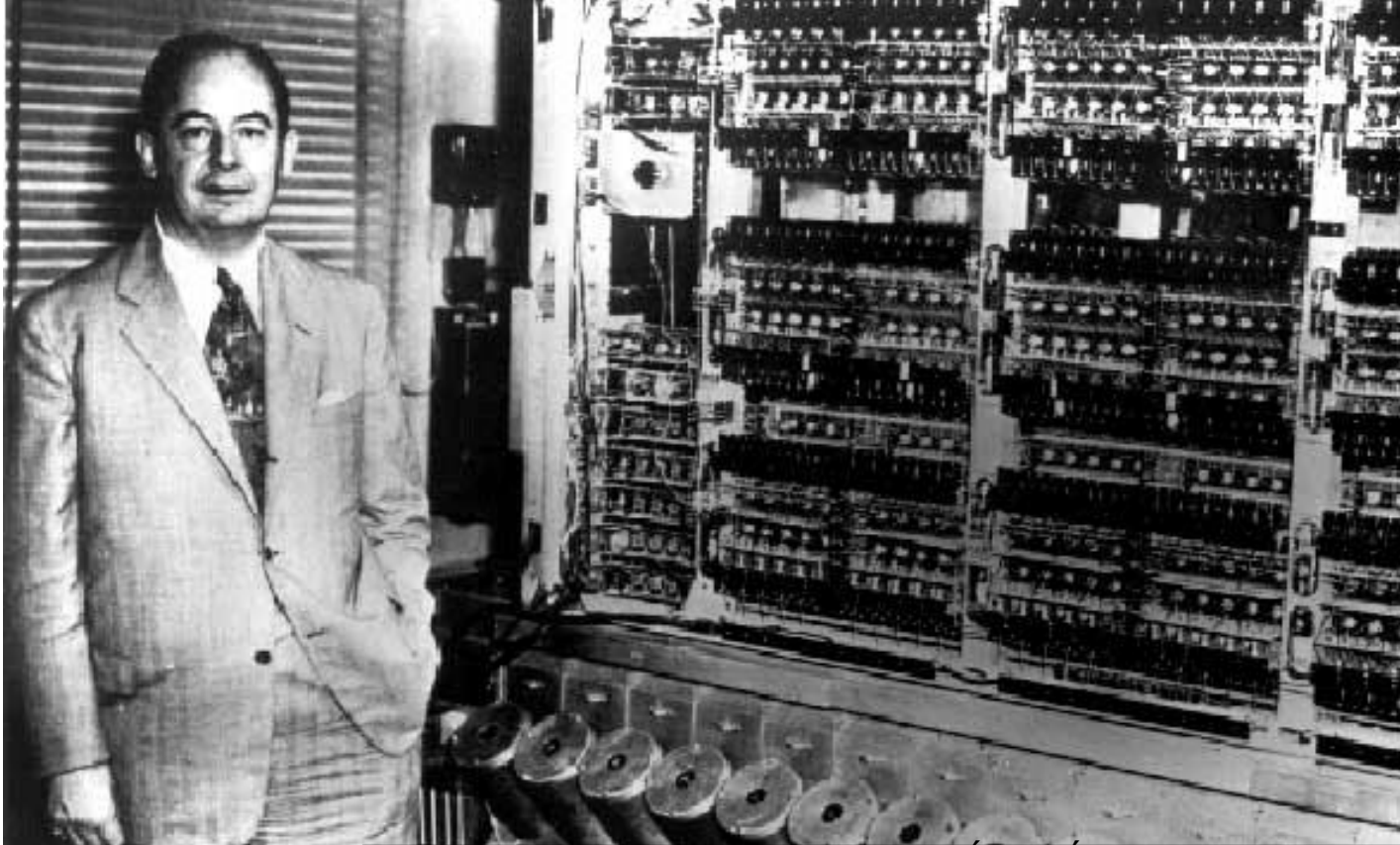
- John Von Neumann, en su artículo del año 1945, definió una computadora de propósito general basada en la idea de **programa almacenado**
- Los componentes principales eran:
 - Una memoria principal
 - Almacenaba tanto datos como instrucciones
 - Una unidad de cálculo para operaciones aritméticas y 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
 - Para interactuar con el mundo exterior

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

Arquitectura Von Neumann



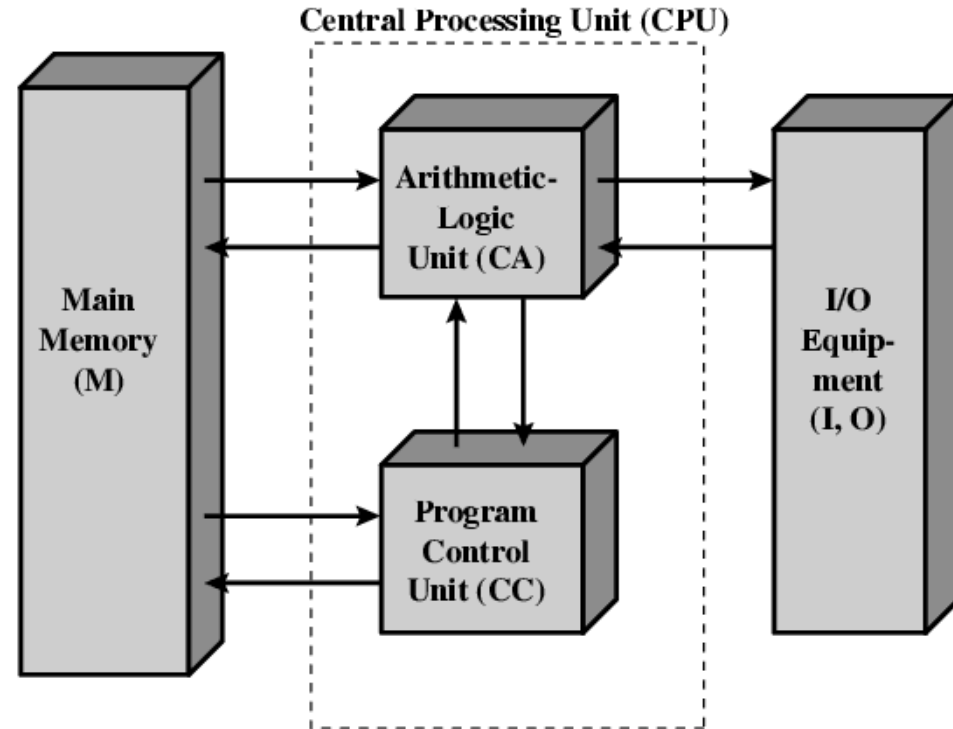
Cartagena99

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

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



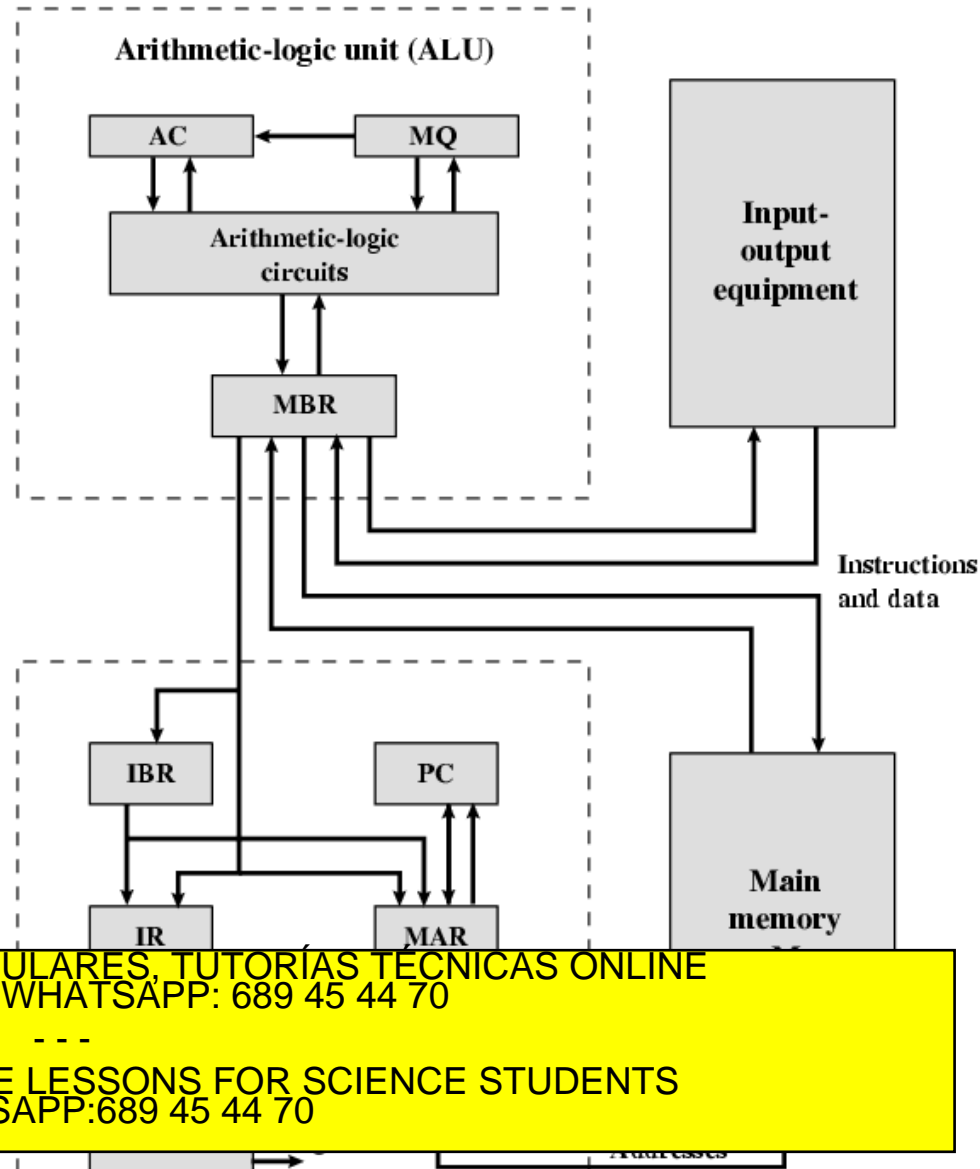
Cartagena99

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

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 mediante buses internos
 - Datos
 - Direcciones



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

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 secuencial de

las instrucciones, que se colocaban de forma lineal en la memoria

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

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
 - De direcciones

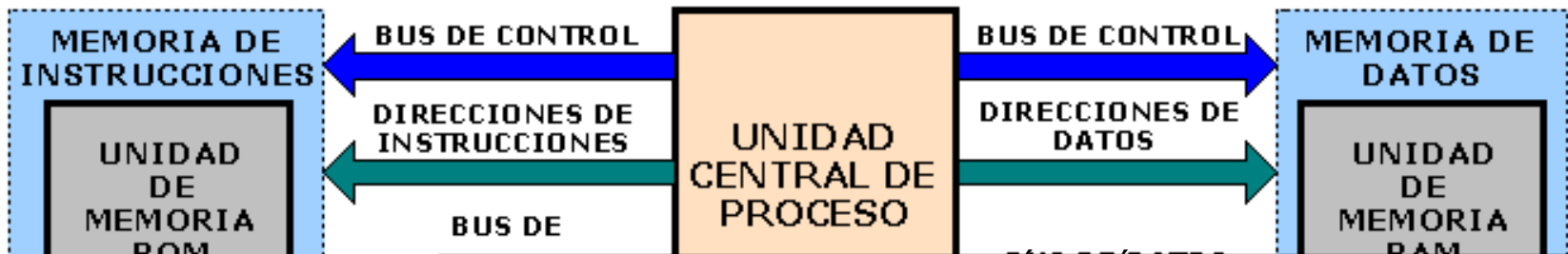
Cartagena99

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

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

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

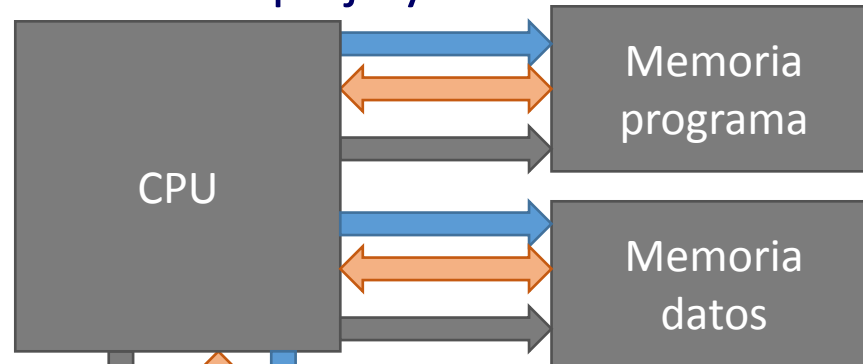
Arquitectura Harvard

- 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

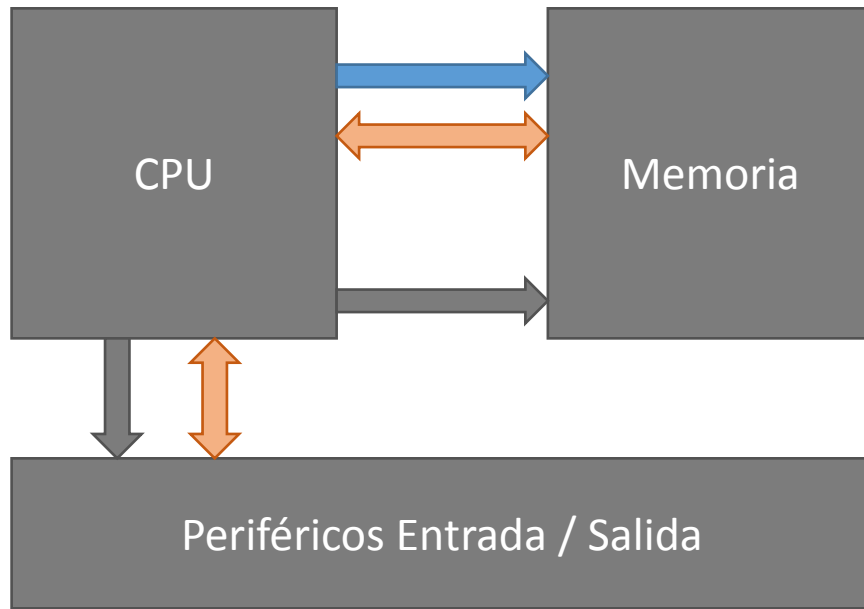


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

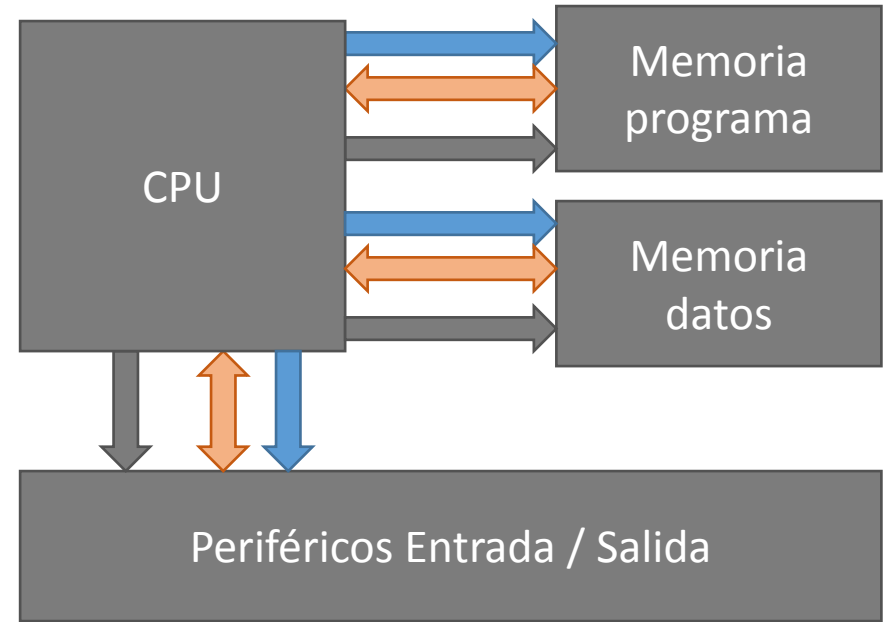
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Arquitectura Von Neuman vs. Harvard



Arquitectura von Neumann



Arquitectura Harvard

 Direcciones

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

Microprocesador vs. Microcontrolador

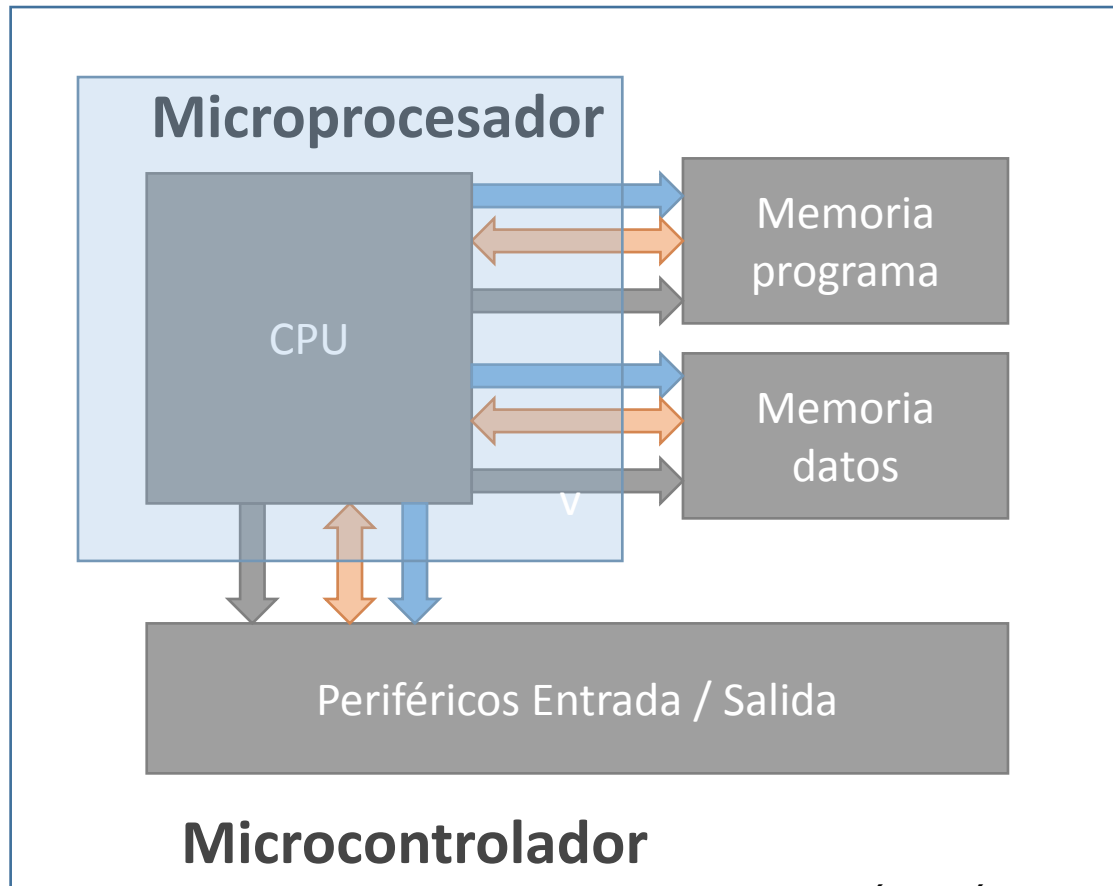
- Un Microprocesador es un circuito integrado que contenga todos los elementos de control de una máquina de calcular:
 - Unidad Aritmética Lógica (ALU)
 - Unidad de Control
 - Registros internos para el flujo por la ruta de datos:
 - PC, IR, MAR, MBR, SR, SP, etc.
- Un Microcontrolador es un chip que,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

Microprocesador vs. Microcontrolador

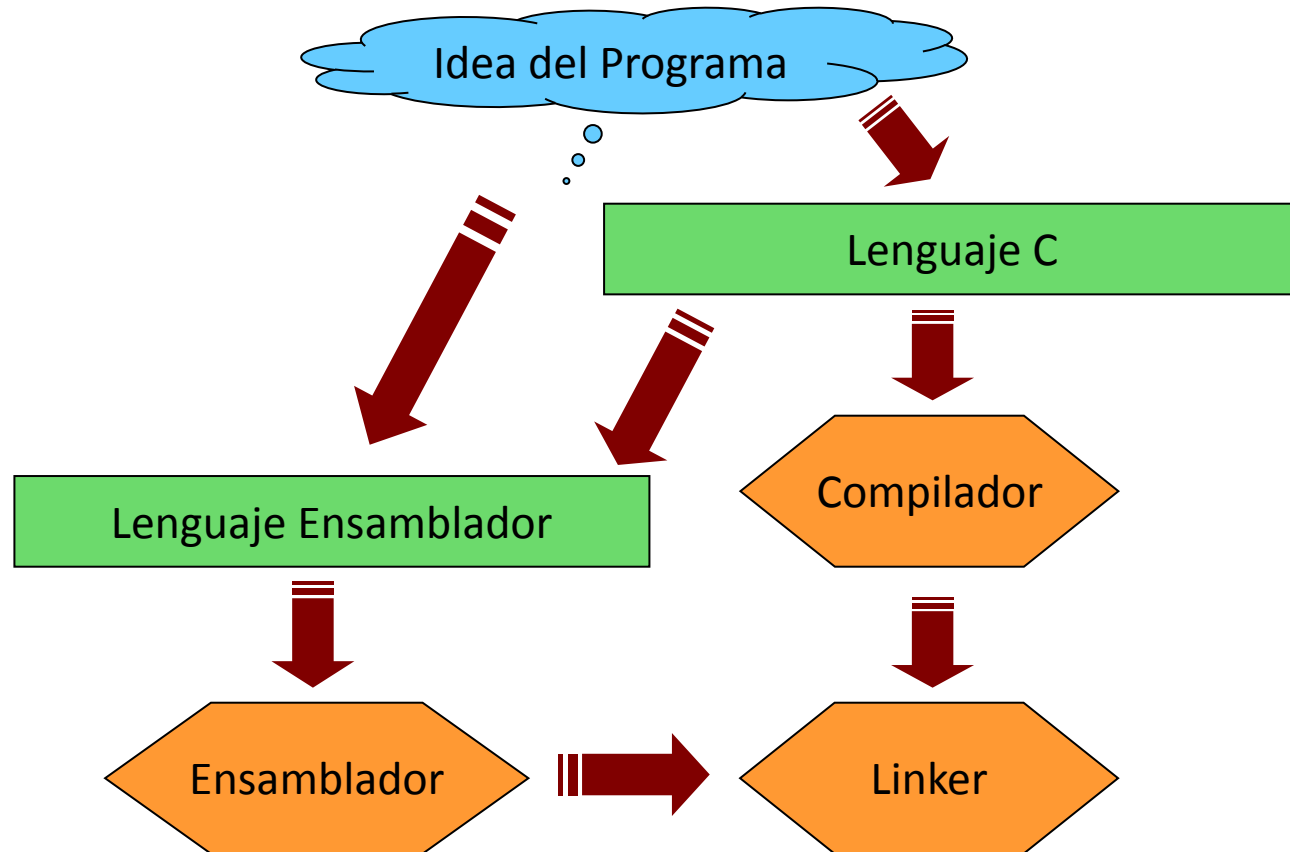


Cartagena99

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

Programación y Código Máquina



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 - El Microcontrolador STM32L152Rx

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 Generales

- El micro STM32L152Rx (siendo la x una letra que define a implementaciones equivalentes del mismo microcontrolador) 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, I²C y SPI)
 - Reloj en Tiempo Real (RTC)
 - Varios canales de DMA
 - 7 modos de bajo consumo
 - Múltiples fuentes de reloj (internas y externas)
 - Comparador analógico

Cartagena99

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

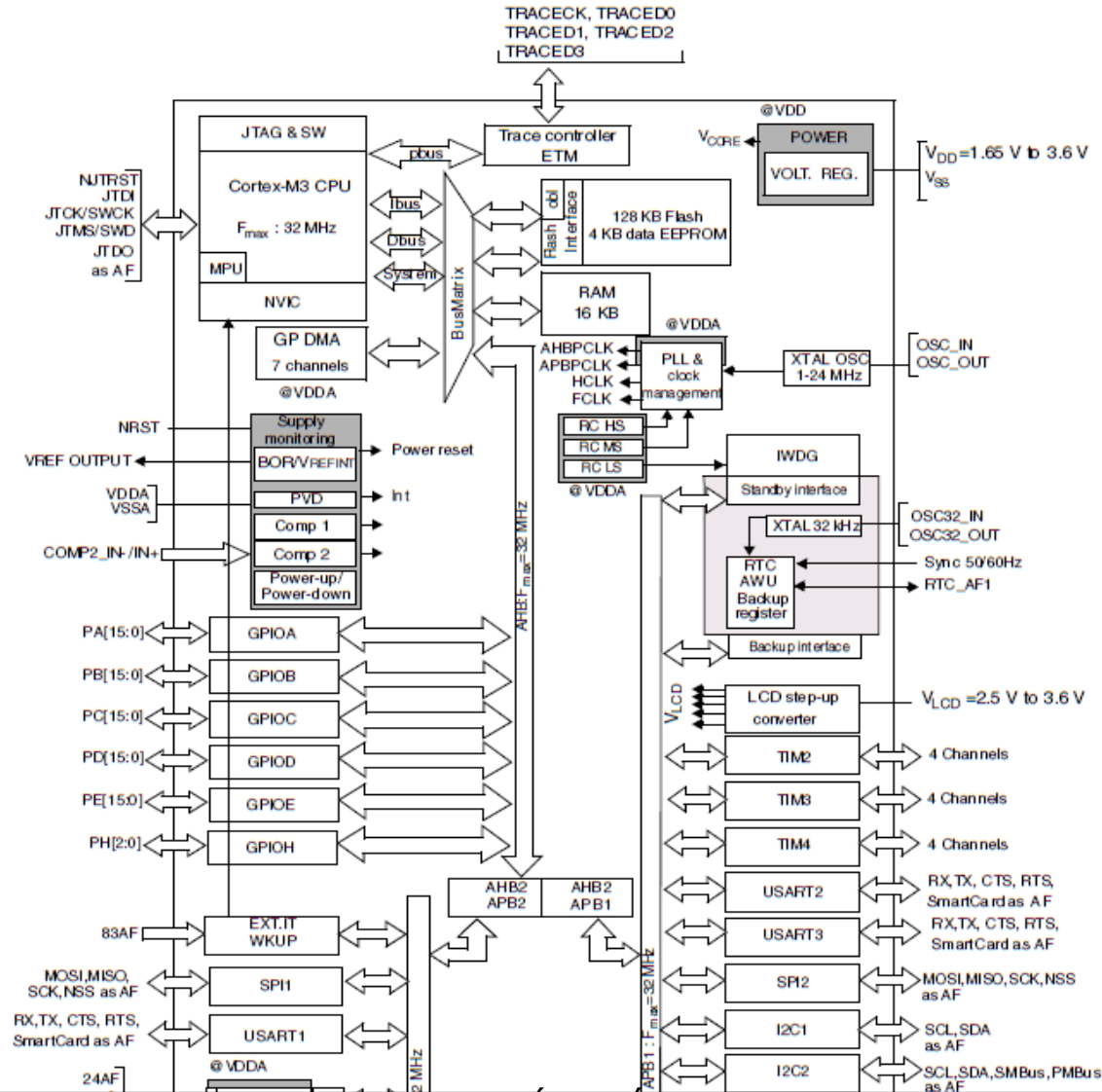
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Diagrama de bloques



LQFP64 10 x 10 mm

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

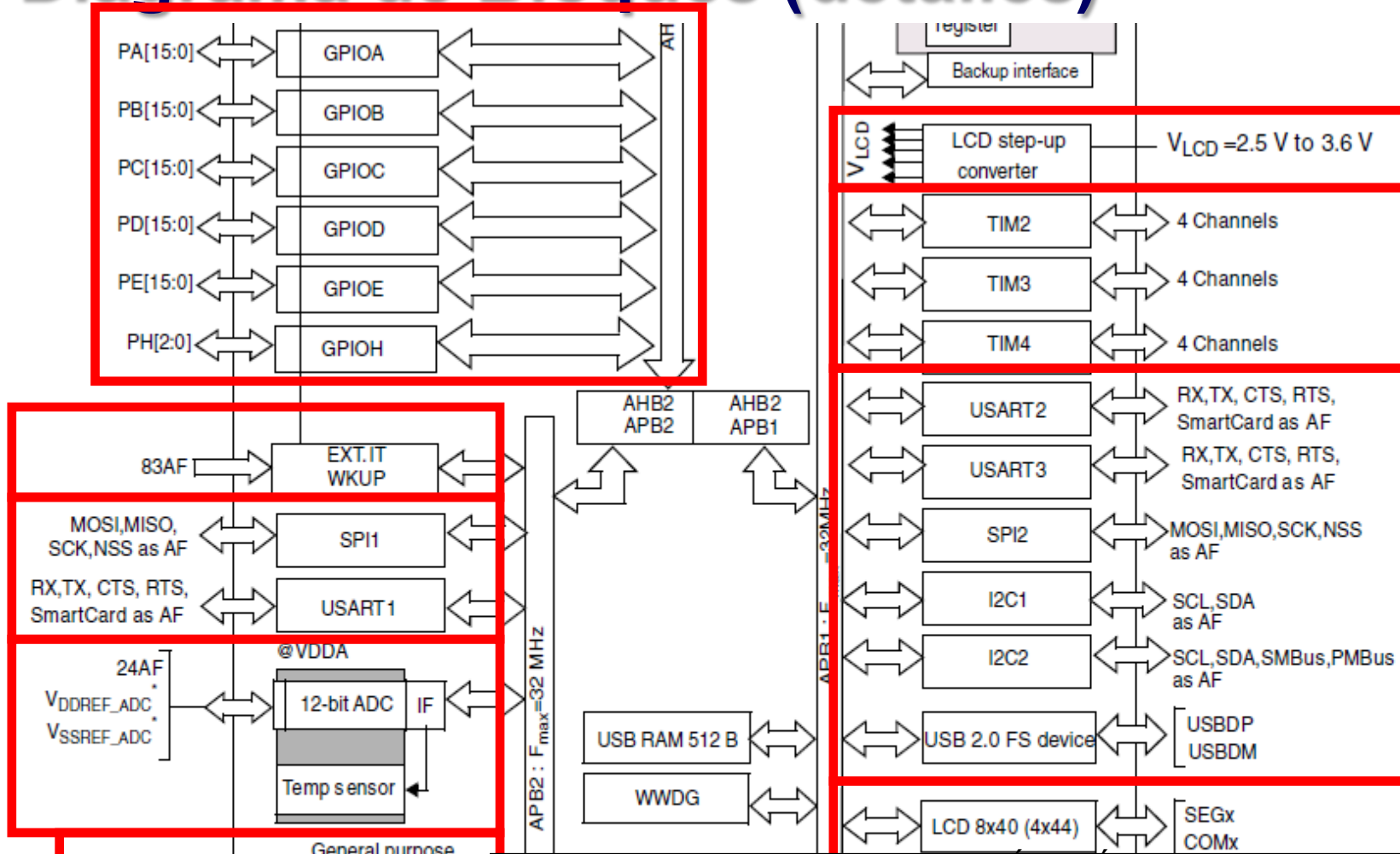


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Diagrama de Bloques (detalles)



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

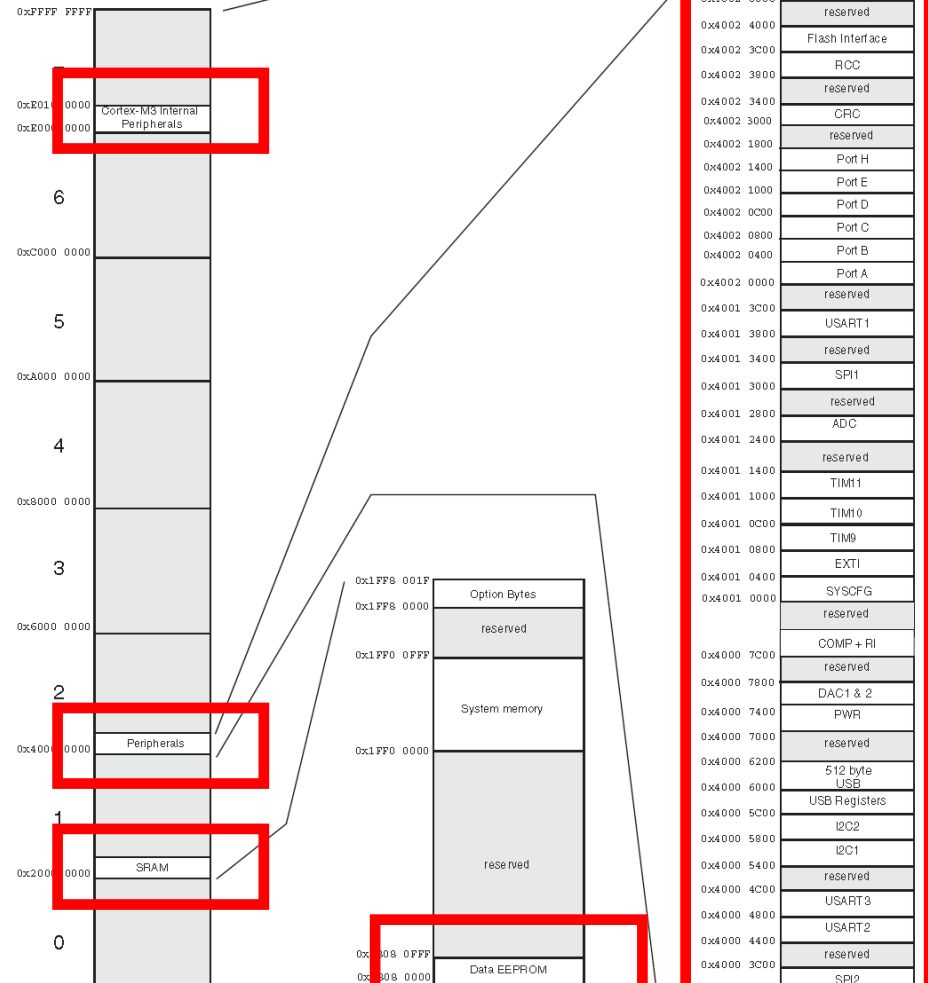
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

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
- Periféricos del Cortex M3
 - 0x0000 0000 – 0x0000 0000



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

Mapeado de 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, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

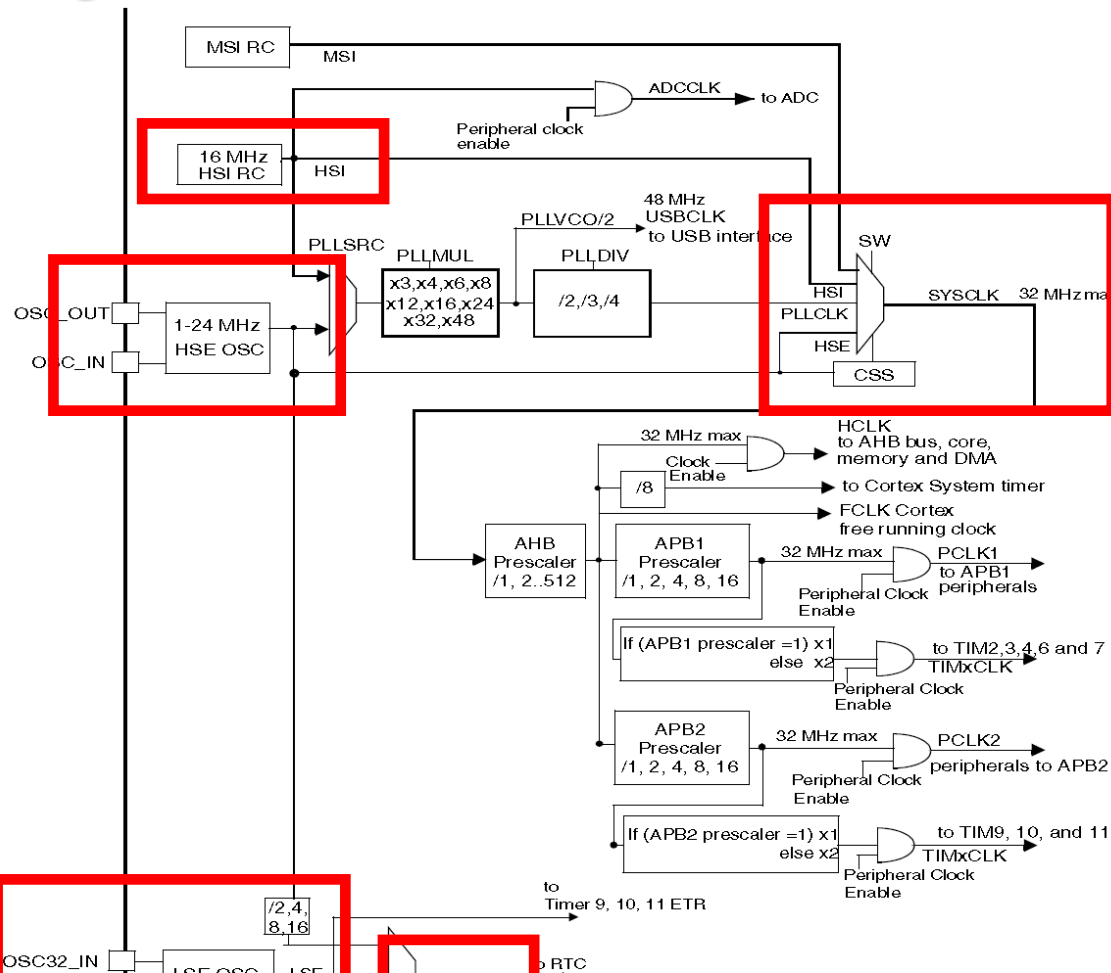
Subsistema de Reloj

- 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, o de un PLL procedente de HSI o HSE

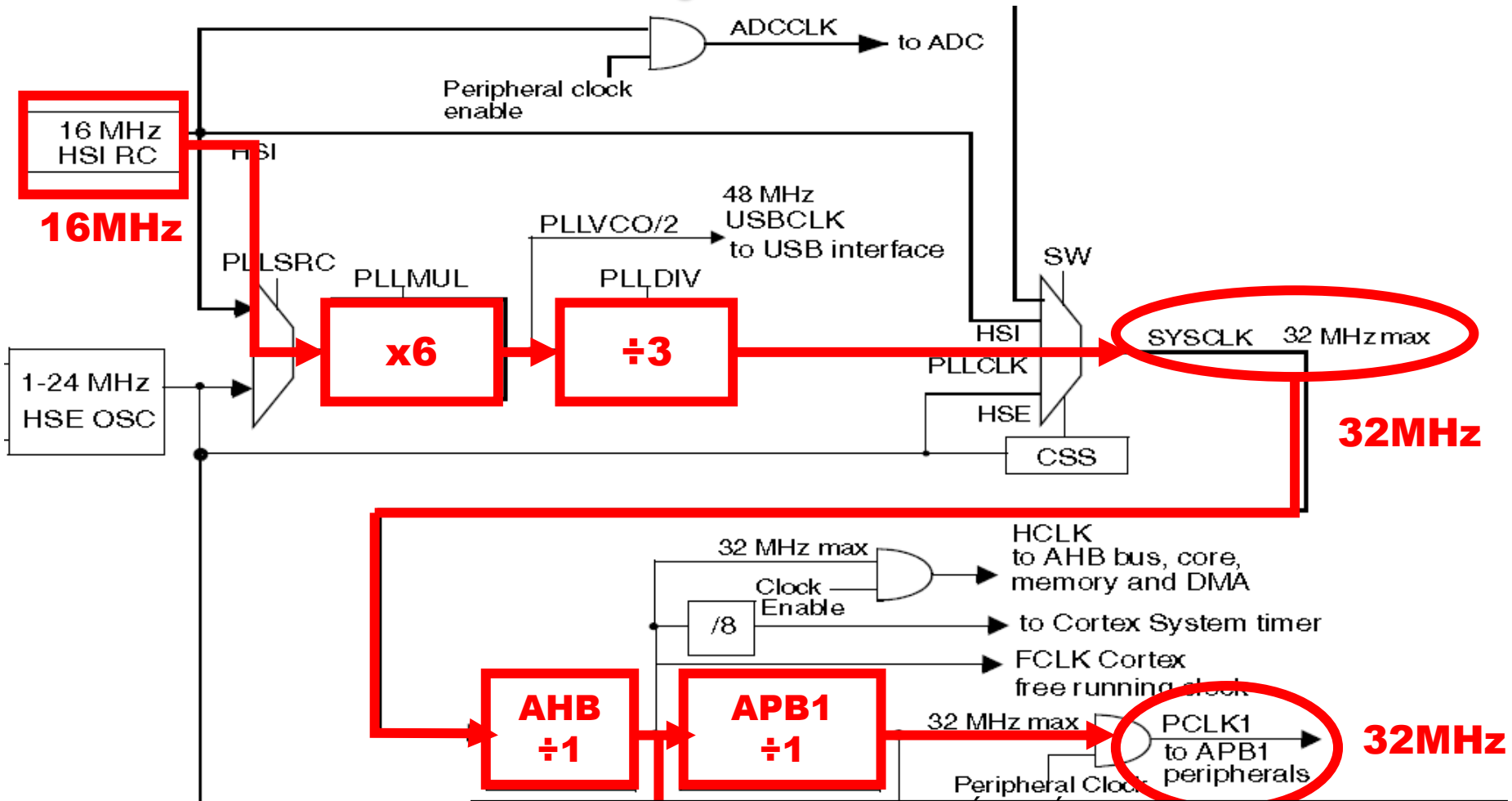


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Subsistema de Reloj durante el curso



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

▼ Hacia APB2

Cartagena99

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