

2 - Sistemas embebidos

Sistemas embebidos

CPU, Memorias, dispositivos de E/S y buses

Sistema microprocesador ejemplo: Arduino

n.es

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



Sistemas embebidos

■ ¿Qué es un sistema embebido/empotrado?

Es un sistema electrónico de **propósito específico** donde el procesador/computador está totalmente dedicado al dispositivo que controla y encapsulado en él. Al contrario de un computador de propósito general, como un ordenador personal, un sistema empotrado lleva a cabo **tareas predefinidas** con requisitos muy específicos (*no valdrían para otra cosa*).



■ ¿Por qué un sistema embebido?

Al estar dedicados a una tarea específica, es posible **optimizarlo**, reduciendo el tamaño, coste y/o consumo. Los sistemas embebidos generalmente se producen en masa, así que los ahorros pueden ser multiplicados por millares.



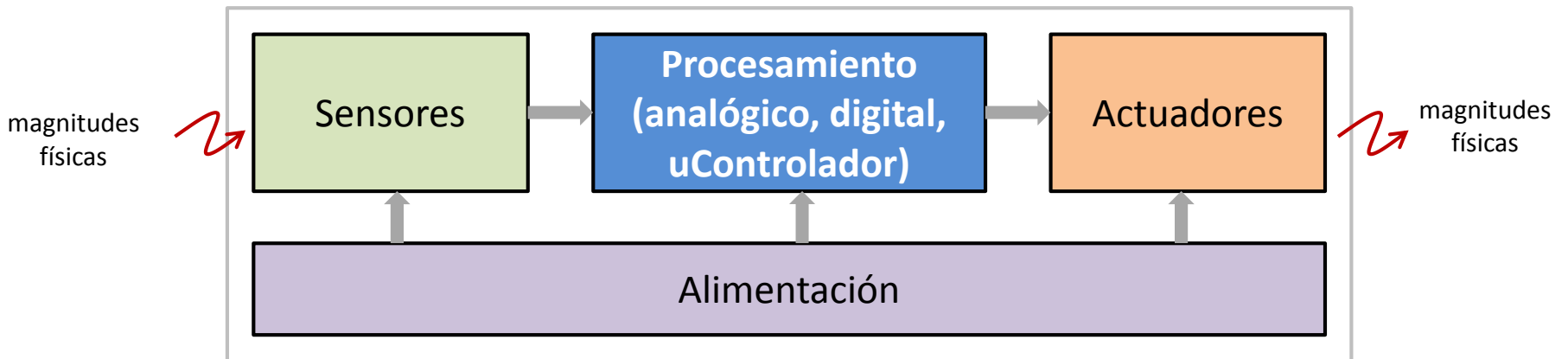
Cartagena99

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

Sistemas embebidos: elementos

- Como todo sistema electrónico dispone de...



- En un sistema embebido el procesamiento (al menos en parte), es realizado por un microcontrolador que ejecuta un programa de control para cumplir

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 embebidos: ejemplos



Sensores

Actuadores

Funcionalidades

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

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

Sistemas embebidos: ejemplos



Sensores

Botones
Selectores
Temperatura
Corriente
Humedad
Velocidad
Vibración
Nivel
Presión
Escapes

...

Actuadores

Motores
Pantalla
Indicadores
Válvulas
Cerrojos
Calefactor
Bombas
Ventiladores
...
...

Funcionalidades

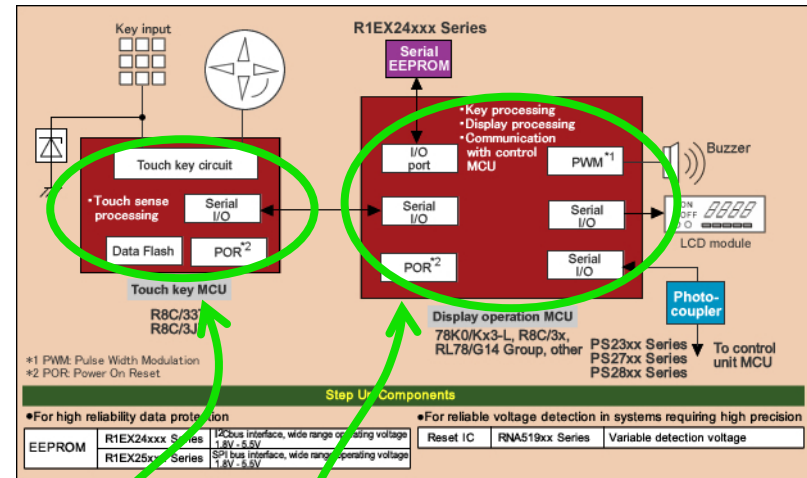
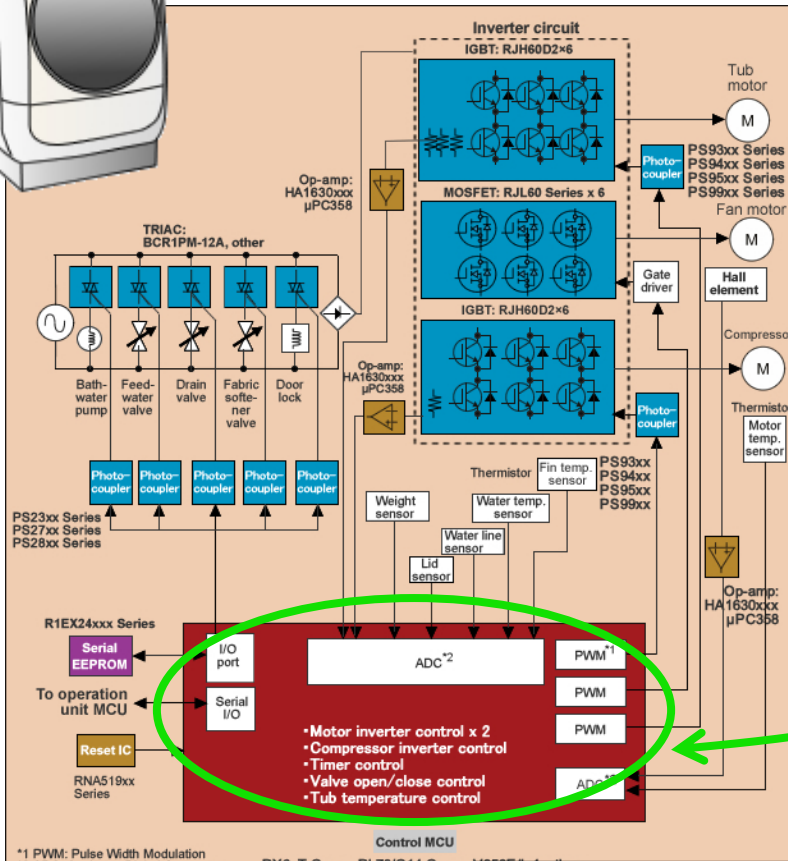
Control lavado
Control secado
Interfaz usuario
Monitorización
Mantenimiento
Seguridad
Ecología
...
...
...

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

Sistemas embebidos: ejemplos



Microcontroladores

En vez de hacer un sistema centralizado, donde una sola MCU controla todo, se tiende a hacer **sistemas distribuidos**, donde cada MCU controla una parte y se comunican entre ellas para

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://www.tmc-sas.com/applications/appliances/washing_machine_high/index.jsp

Cartagena99

Sistema embebido: ¿qué necesitamos?

Sensores y actuadores

- Electrónica de acondicionamiento para leer los sensores (ej: amplificadores...)
- Electrónica de acondicionamiento para operar los actuadores (ej: drivers...)

Dispositivos E/S

- Leer el estado de señales digitales/discretas (ej: teclados, sensores...)
- Leer el valor de señales analógicas/continuas (ej: sensores...)
- Actuar sobre señales digitales (ej: luces, calefactores, válvulas...)
- Actuar sobre elementos “analógicos” (ej: motores...)
- Comunicarnos con otros dispositivos (ej: pantallas, relojes/calendarios...)
- Medir el paso del tiempo y actuar en consecuencia (ej: temporizadores...)
- Atender a eventos críticos en tiempo predecible (ej: interrupciones...)

Memoria

- Almacenar datos de operación (RAM) y “settings” (FLASH/EEPROM)
- Almacenar programas (RAM ó ROM/FLASH)

Microprocesador

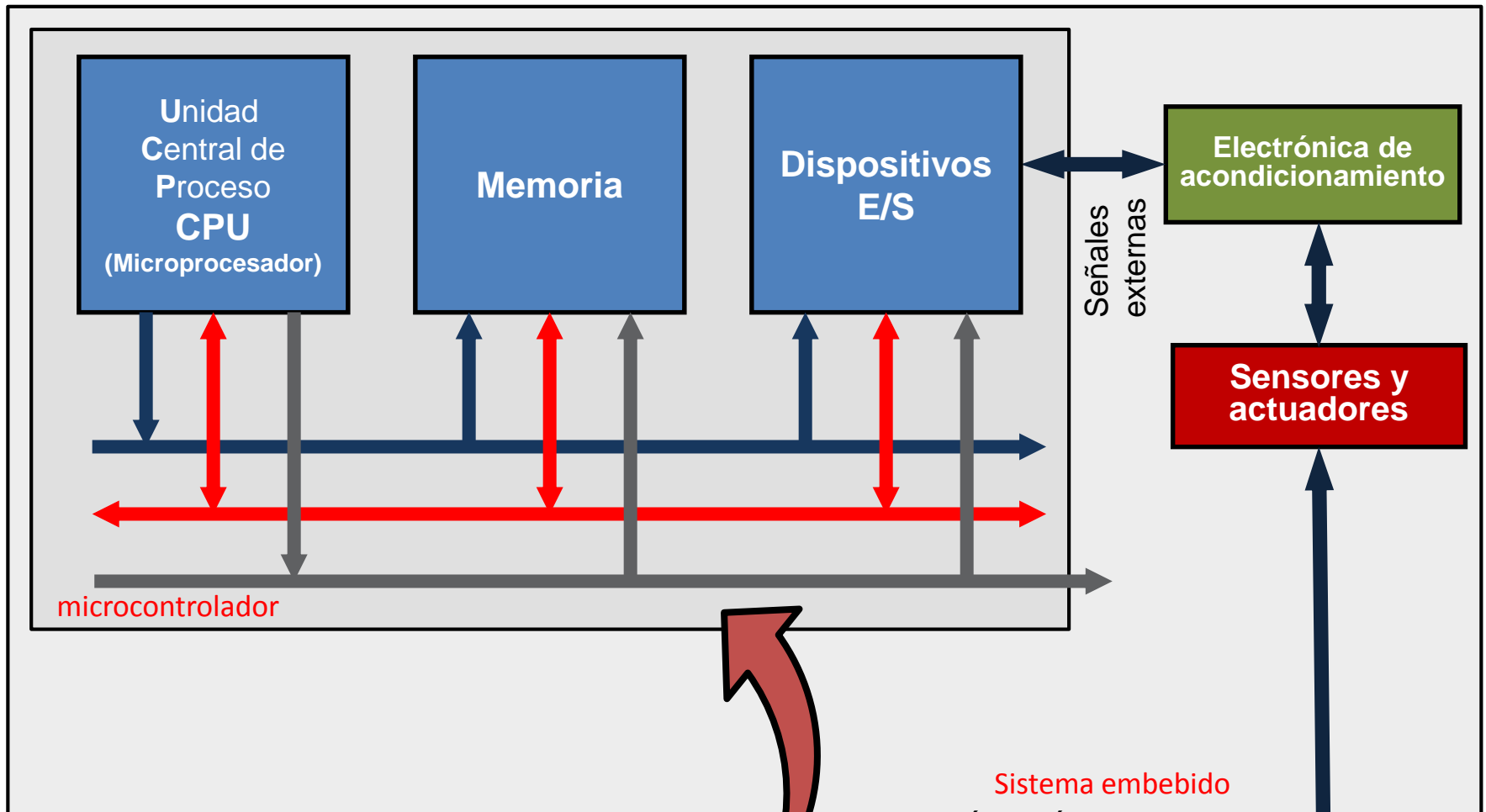
parte del microcontrolador

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

Sistema embebido: elementos

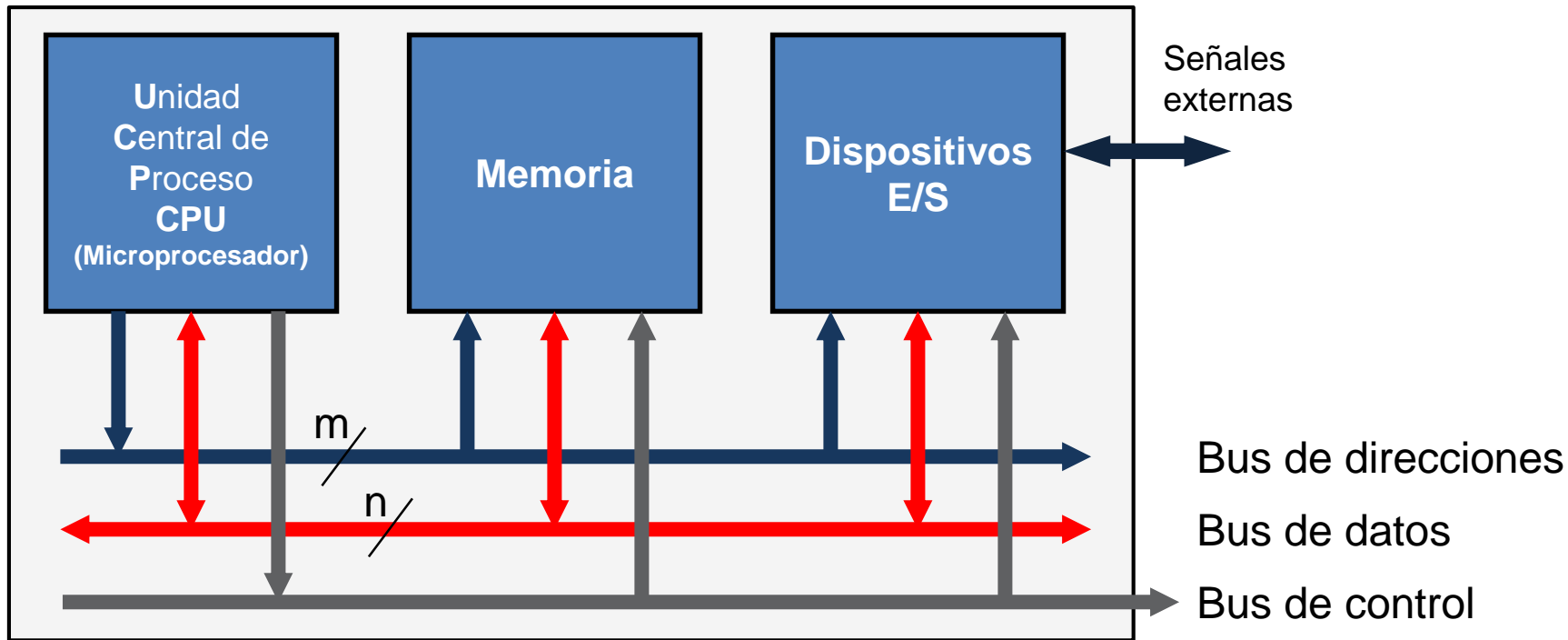


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Microcontrolador y buses



m bits **direcciones** : 2^m posiciones/direcciones de memoria distintas } Capacidad : $2^m \times n$ bits
 n bits de **datos** : n bits transmitidos en paralelo
 varias señales de **control** (*reloj, reset, read/write, interrupción, etc.*)

Transferecias *Escritura:* $\mu P \rightarrow$ Memoria *Entrada:* E/S \rightarrow μP (todas con el

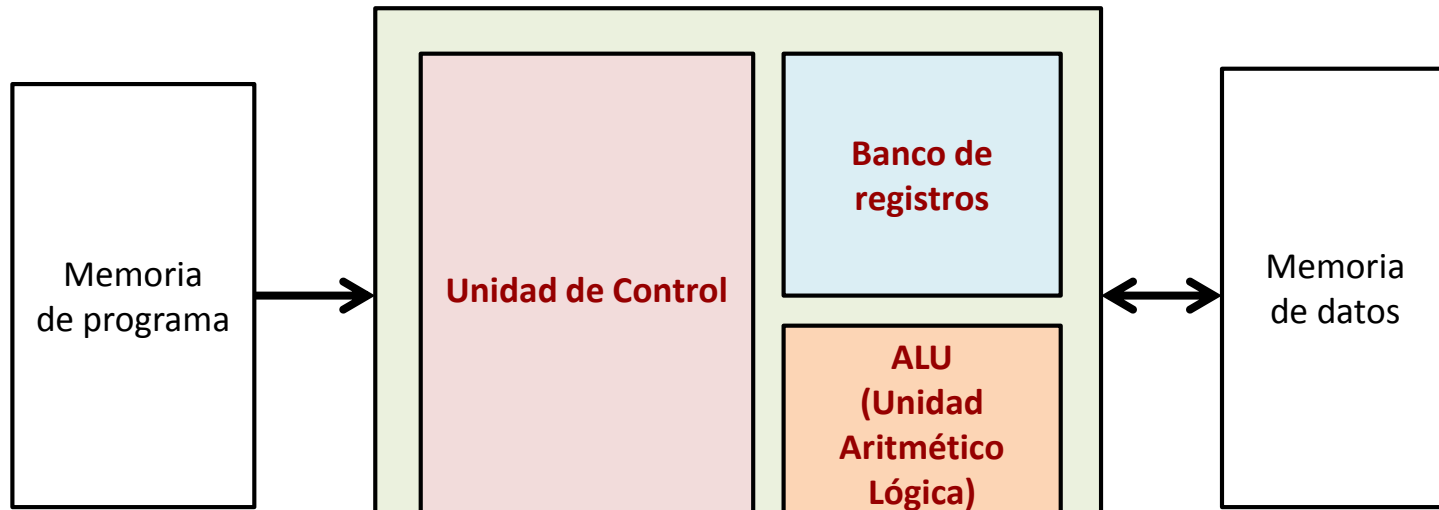
Cartagena99

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

Unidad Central de Proceso (CPU)

- Encargada de la ejecución de todas las operaciones y movimiento de datos entre el microprocesador, la memoria y los dispositivos de E/S. Típicamente se divide en:
 - *Banco de registros*: almacena datos y resultados de operaciones con la ALU
 - *Unidad Aritmético Lógica (ALU)*: Realiza operaciones entre registros (+, -, and, or...)
 - *Unidad de control*: Secuencia las acciones en función de la instrucción a ejecutar



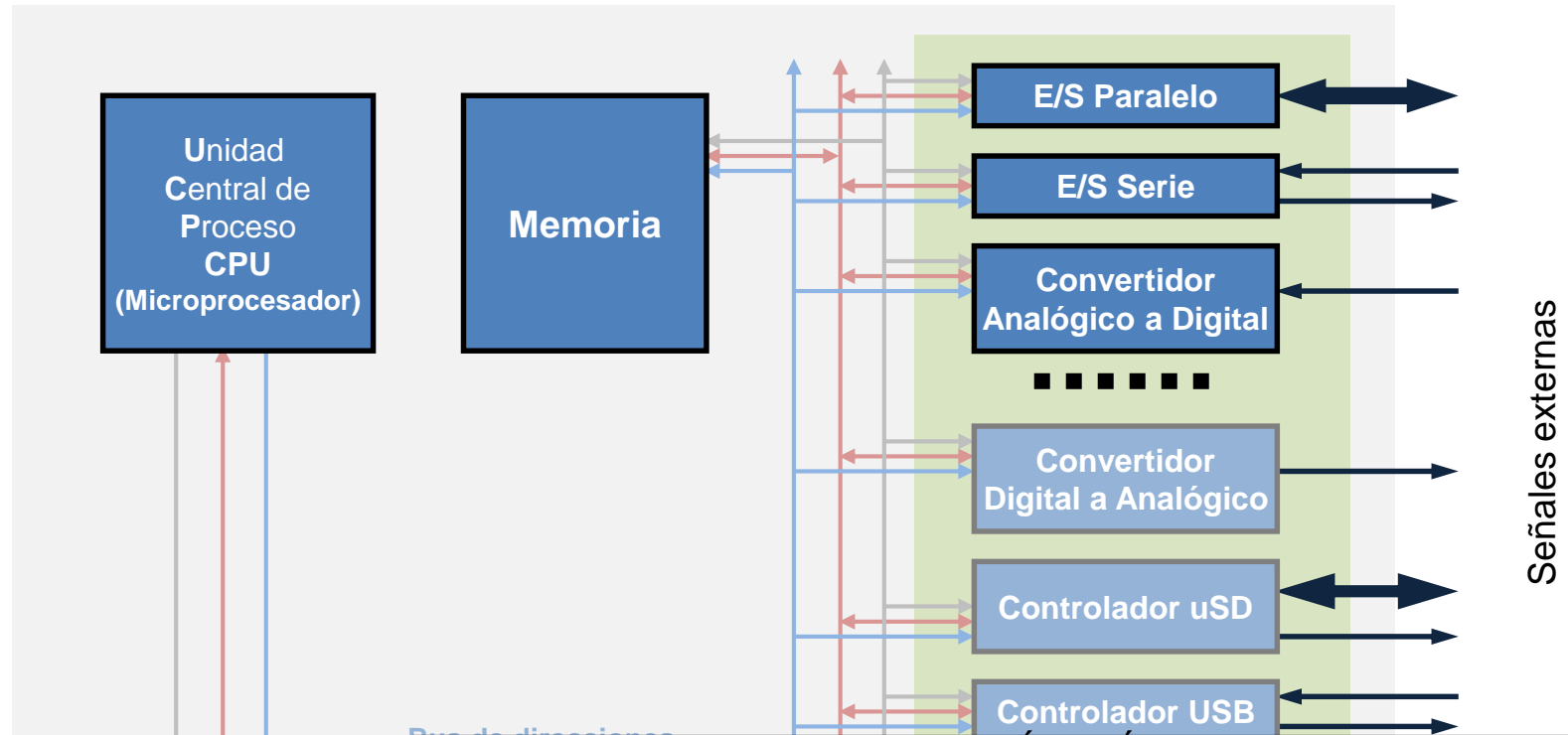
Cartagena99

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 de E/S

- Circuitería que permite la interacción entre el microprocesador y las señales externas, bien sea para leer el valor de estas señales, para modificarlas o para que operen de una determinada manera.



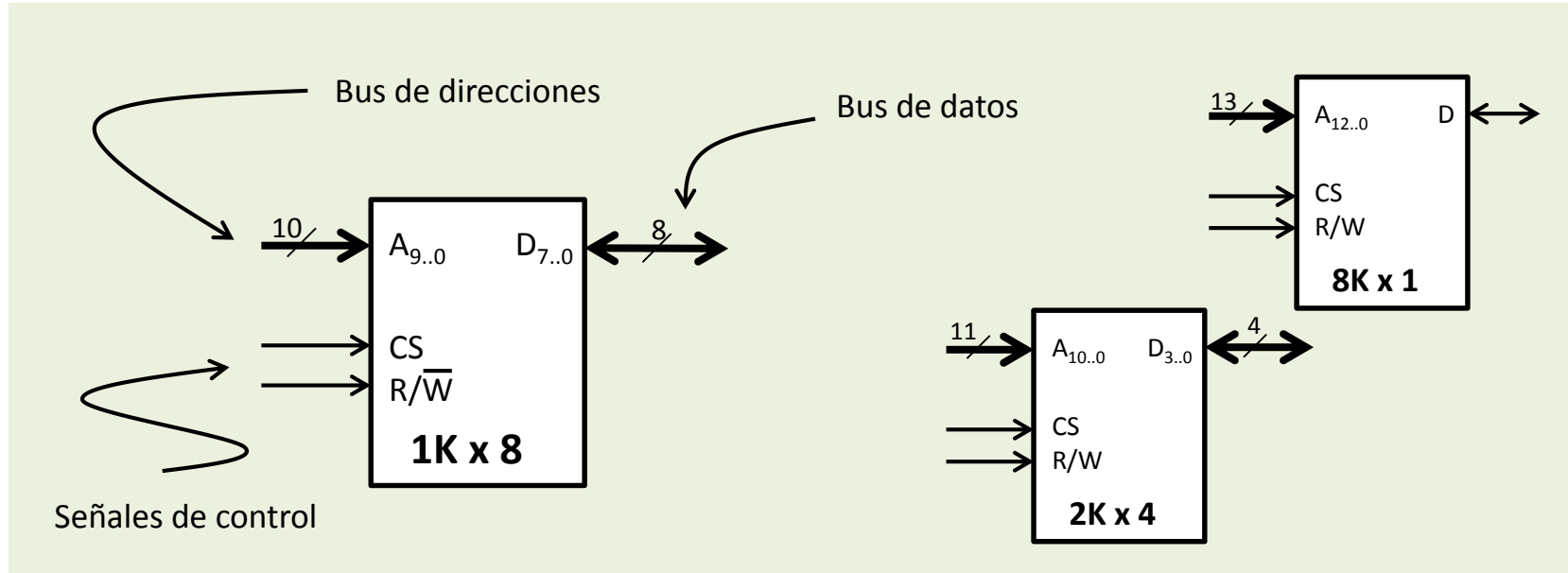
Cartagena99

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

Memorias

- Son circuitos integrados de almacenamiento



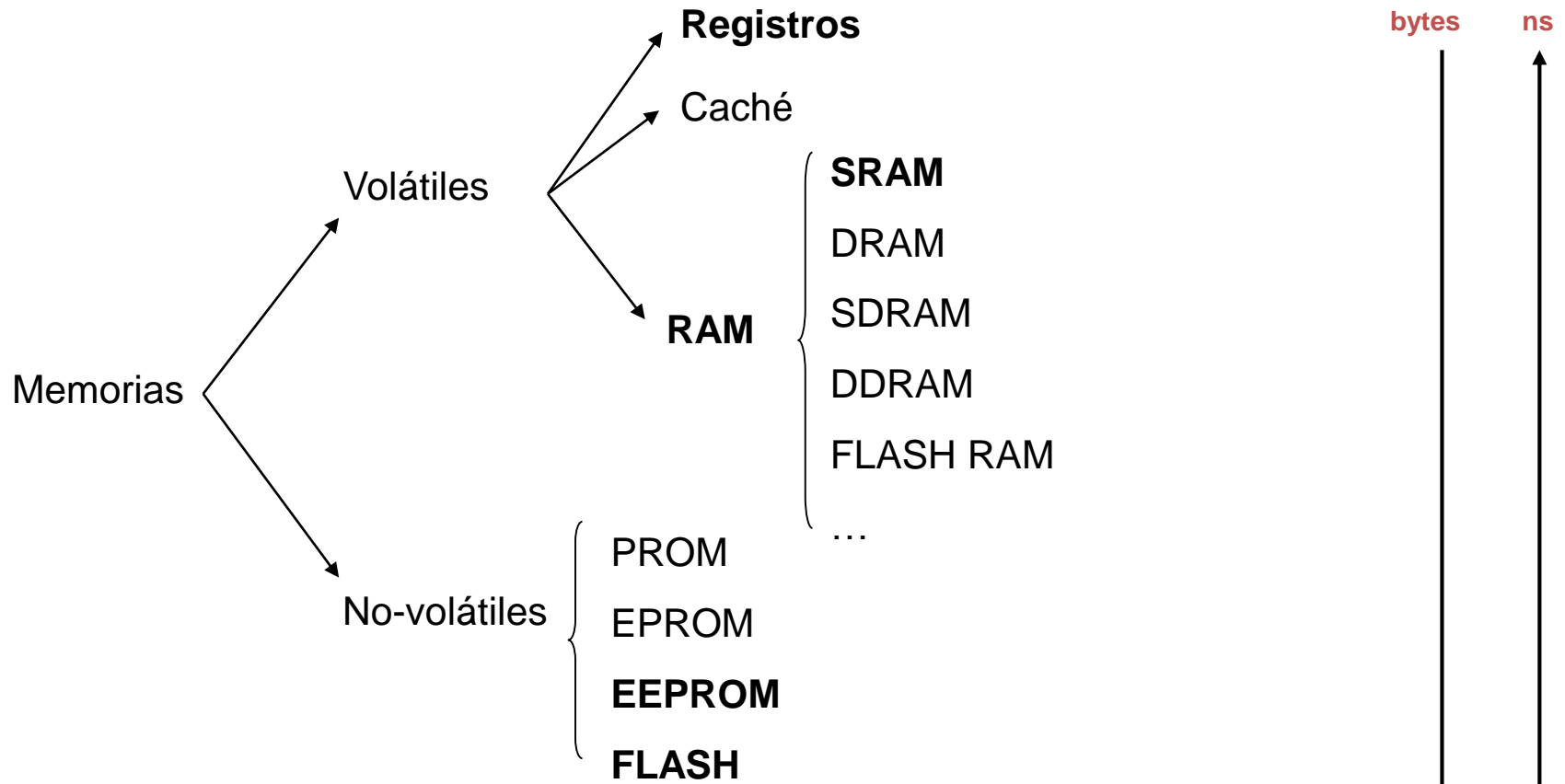
- Se estructuran normalmente en 2^m (m = ancho del bus de direcciones) posiciones de memoria de n (n = ancho del bus de datos) bits cada una
- Diseño interno optimizado para almacenar muchos bits a bajo coste (los

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

Memorias y dispositivos de almacenamiento



Cartagena99

Dispositivos magnéticos, (discos duros)
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

Firmware

- Denominamos *firmware* al programa que está cargado en la MCU y que se encarga del control del sistema.

```
int main() {  
    while( true ) {  
        char key = read_keyboard();  
  
        if (key = 'C') {  
            do_cold_washig();  
        }  
  
        if (key = 'T') {  
            char temp = read_temp_encoder();  
            do_hot_washig( temp );  
        }  
    }  
}
```

```
int do_cold_washing() {  
    // 100 washing cycles  
    for( int i = 0 ; i < 100 ; i++ ) {  
        do_spin_right(10); // 10 seconds  
        do_wait(10);  
        do_spin_left(10);  
    }  
  
    // Drying (fast spin) during 3 minutes  
    initialize_time_lapse();  
    do_fast_spin();  
    while ( time_lapsed() < 180 ) { } ;  
    stop_motors();  
}
```

```
int stop_motors() {  
    // Motor driver is in bit 3 of PORTB  
    clrBit(PORTB, 3); // set pin to 0  
}
```

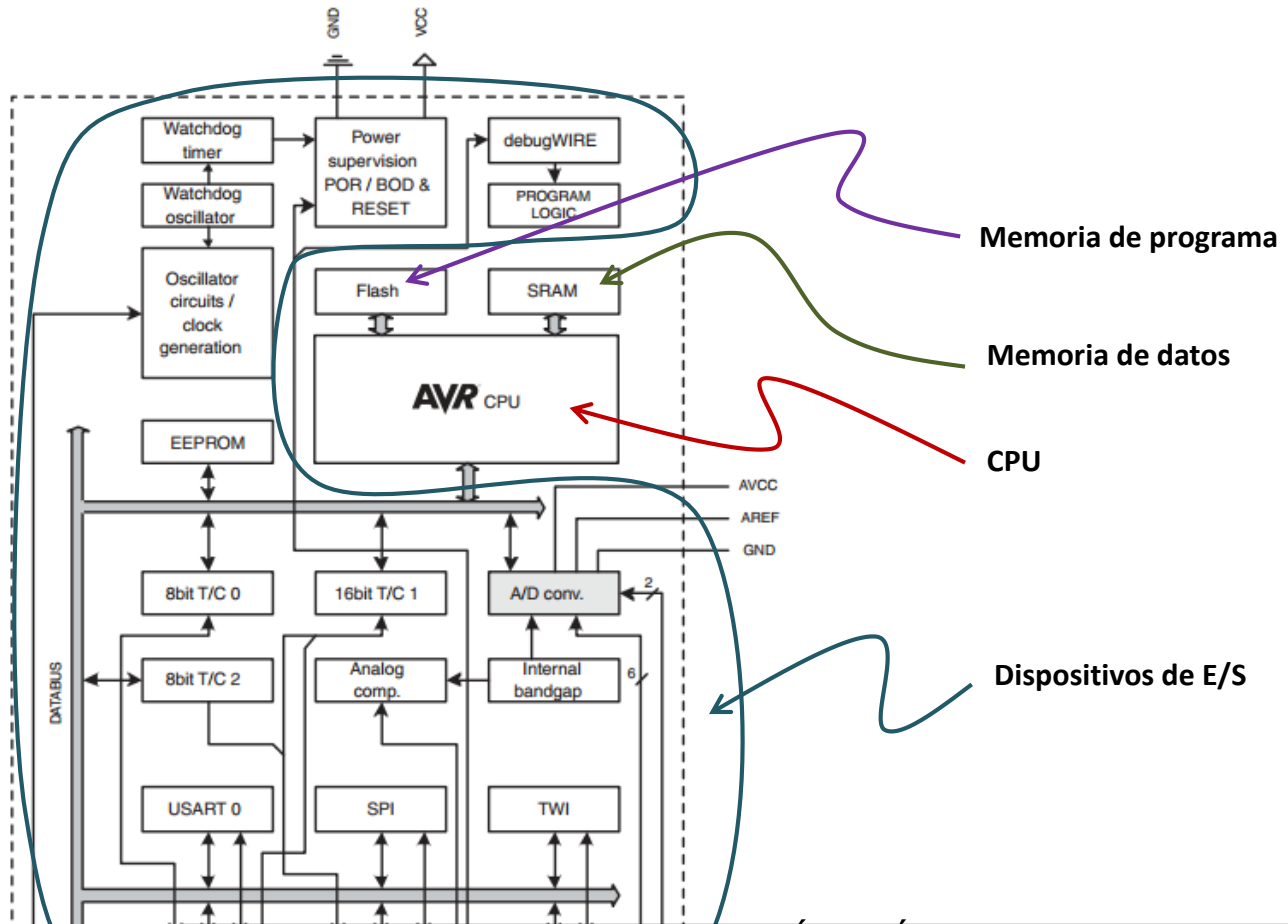
- En un sistema embebido, el programa está siempre activo, ya que el sistema debe estar preparado para responder a su entorno en cualquier momento y sin intervención (sin tener que cargar un programa, por ejemplo)

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

Ejemplo de microcontrolador: el AVR AtMega168/328



Memoria de programa

Memoria de datos

CPU

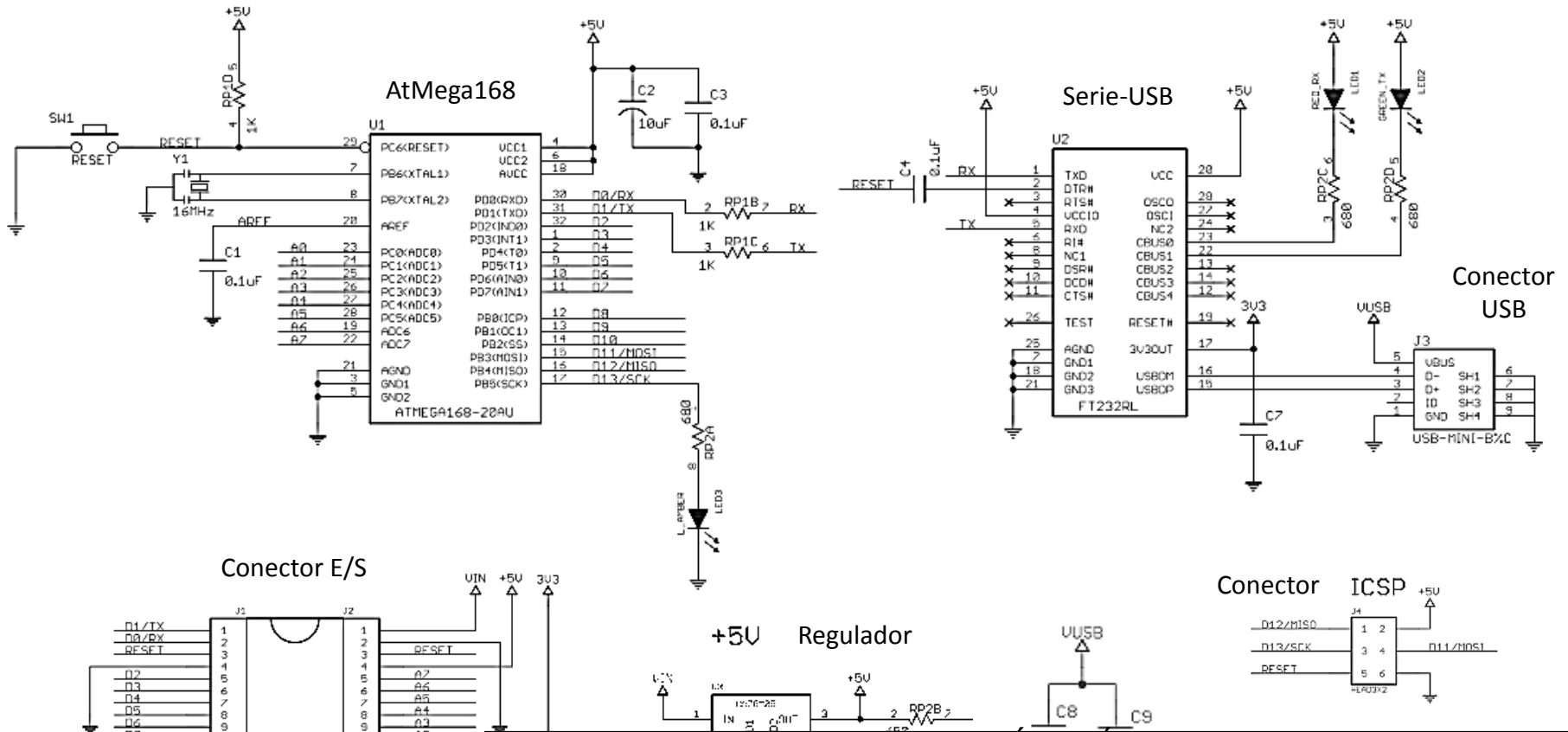
Dispositivos de E/S

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

Ejemplo de sistema microprocesador: Arduino (I)



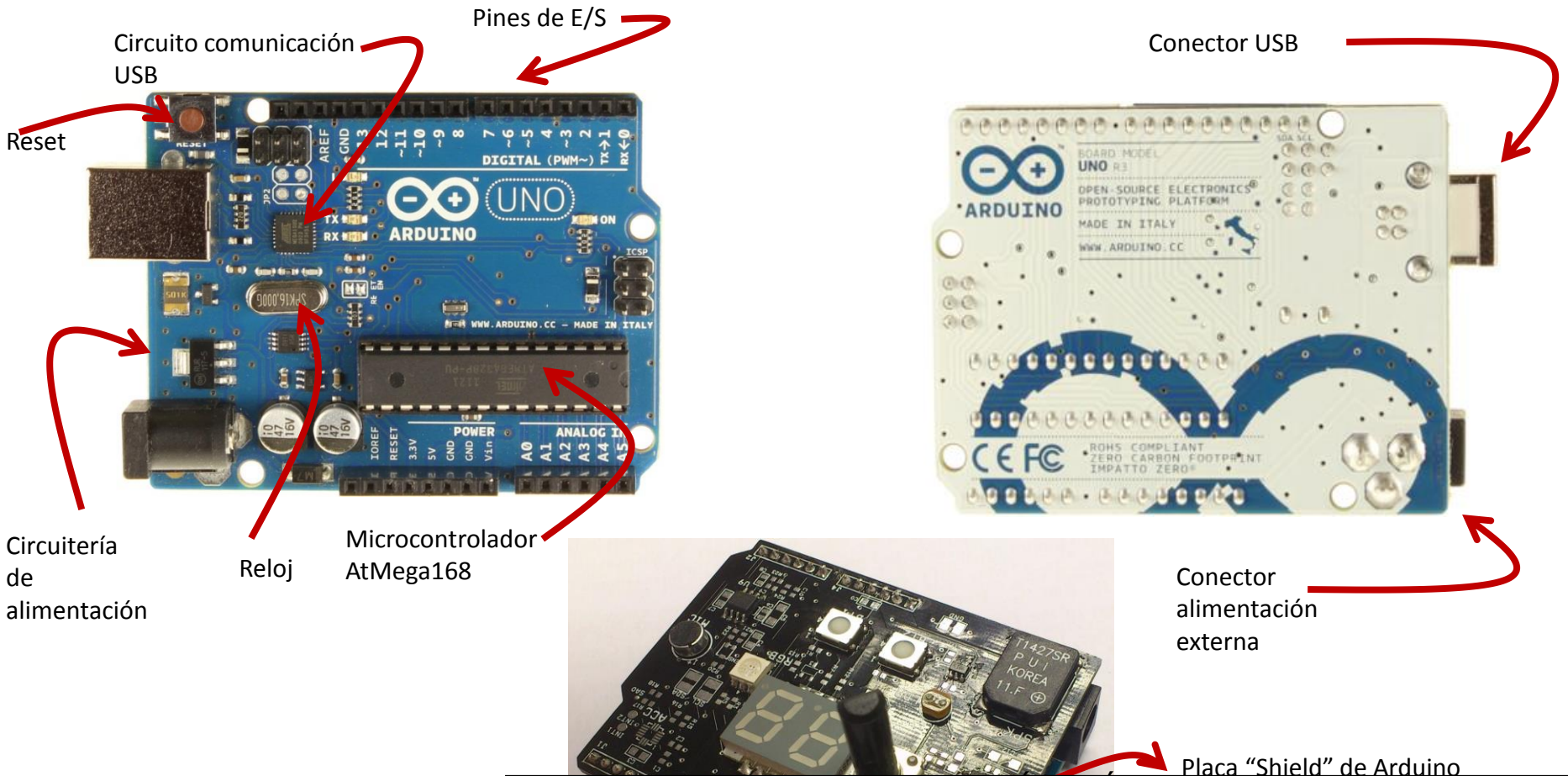
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Ejemplo de sistema microprocesador: Arduino (II)

- La versión utilizada para las prácticas y trabajos



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