

## 1. Overview of Microcontroller Unit (MCU)

### ❖ التعريف:

الميكروكنترولر (MCU) هو دائرة متكاملة (IC) صغيرة تحتوي بداخلها على:

- وحدة معالجة مركزية (CPU)
- ذاكرة (RAM و ROM أو Flash)
- منافذ إدخال/إخراج (GPIO)
- مؤقتات (Timers)
- محولات (ADC/DAC)
- وحدات اتصال (مثل UART, SPI, I2C)

-> الهدف منه هو التحكم في المهام المضمنة داخل الأجهزة الإلكترونية مثل الغسالات، الروبوتات، وأجهزة الاستشعار.

## 2. MCU Architecture

### ❖ البنية الأساسية لأي MCU تتضمن:

- CPU Core: ينفذ التعليمات (مثل ARM Cortex-M أو AVR).
- Memory:
  - ROM/Flash: لتخزين البرنامج.
  - RAM: لتخزين البيانات أثناء التشغيل.
- Peripherals: وحدات مساعدة مثل UART، ADC، Timers.
- I/O Ports: للتواصل مع العالم الخارجي (حساسات - شاشات).
- System Bus: قناة نقل البيانات بين المكونات.

### ❖ أشهر المعماريات:

- Harvard Architecture: البيانات والتعليمات منفصلين (مثل AVR).

- **Von Neumann Architecture:** البيانات والتعليمات يمرّان من نفس القناة (أبطأ نسبياً).

---

### 3. MCU Clock System

❖ **التعريف:**

نظام التوقيت (Clock) مسؤول عن تحديد سرعة تنفيذ الأوامر داخل الميكروكنترولر.

❖ **مكونات النظام:**

- **Main Oscillator:** الكريستالة أو RC التي تولد التردد الأساسي.
  - **PLL (Phase-Locked Loop):** تضاعف التردد الناتج لتوفير سرعات أعلى.
  - **System Clock:** يتم توزيعه على المعالج والمحيطيات.
  - **Prescaler:** لتقليل التردد لبعض الوحدات حسب الحاجة.
- 🕒 مثال: MCU يعمل على كريستالة 8 MHz →  $\text{System Clock} = 8 \text{ MHz} \times \text{PLL} \times 4$ .

---

### 4. MCU Memory Mapping

❖ **المفهوم:**

هو تقسيم عناوين الذاكرة في الميكروكنترولر بحيث يتم الوصول لكل نوع ذاكرة أو وحدة عن طريق عنوان خاص بها.

❖ **أمثلة:**

- **Flash Memory:**  $0x00000000 - 0x0003FFFF$
- **SRAM:**  $0x20000000 - 0x2000FFFF$
- **Peripherals:**  $0x40000000 - 0x4007FFFF$  (مثل GPIO, UART)

<- هذا التقسيم يسمح للمعالج بالتعامل مع كل مكون كأنه مكان في الذاكرة (Memory-mapped I/O).

---

## 5. MCU Bus Interfaces

❖ ما هي الـ Bus؟

هي خطوط توصيل البيانات والعناوين والأوامر بين مكونات الـ MCU.

❖ أنواع الباصات:

- **Data Bus**: ينقل البيانات.
- **Address Bus**: يحدد أماكن البيانات.
- **Control Bus**: ينقل إشارات التحكم مثل القراءة/الكتابة.

❖ داخليًا في MCU:

- **AHB (Advanced High-performance Bus)**: أسرع – يُستخدم للـ CPU و DMA.
  - **APB (Advanced Peripheral Bus)**: أبطأ – يُستخدم للـ GPIO و UART.
-

## **(Advanced Microcontroller Bus Architecture (AMBA .6**

❖ تعريف:

هو معيار تم تطويره بواسطة ARM لتنظيم الاتصال داخل الـ SoC (System on Chip) بين المعالج والمحيطيات.

❖ الأنواع الأساسية:

### **1. AHB (Advanced High-performance Bus):**

○ سرعة عالية

○ يستخدم للذاكرة أو DMA

### **2. APB (Advanced Peripheral Bus):**

○ بسيط وأبطأ

○ مخصص للوحدات الطرفية

### **3. AXI (Advanced eXtensible Interface):**

○ أسرعهم

○ يُستخدم في المعالجات الحديثة جدًا

📌 الهدف هو تقليل زمن الوصول وتحسين تنظيم الاتصال الداخلي.

## 7. Reading MCU Datasheets and Specifications

❖ ما هو الـ Datasheet؟

هو ملف رسمي من الشركة المصنعة يشرح تفاصيل الميكروكنترولر: المواصفات، المكونات الداخلية، طريقة الاستخدام.

### ملخص

المفهوم	الغرض
MCU	وحدة تحكم إلكترونية مدمجة
Architecture	مكونات داخلية (CPU, Memory, Peripherals)
Clock	تحديد سرعة المعالجة
Memory Map	تنظيم عناوين الوصول لكل جزء
Bus Interfaces	قنوات التوصيل الداخلية
AMBA	نظام متطور للباصات الداخلية
Datasheet	المرجع الرسمي لأي استخدام عملي