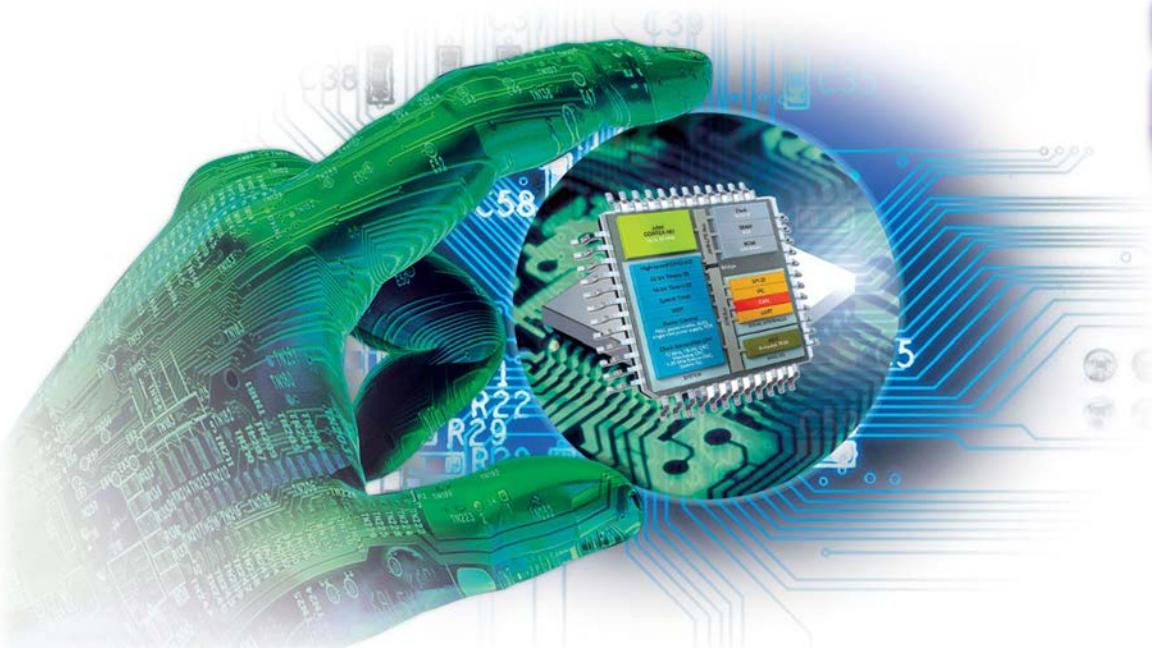


# مُتَحَكِّمَات

# STM32

1



# موضوعات المحاضرة:

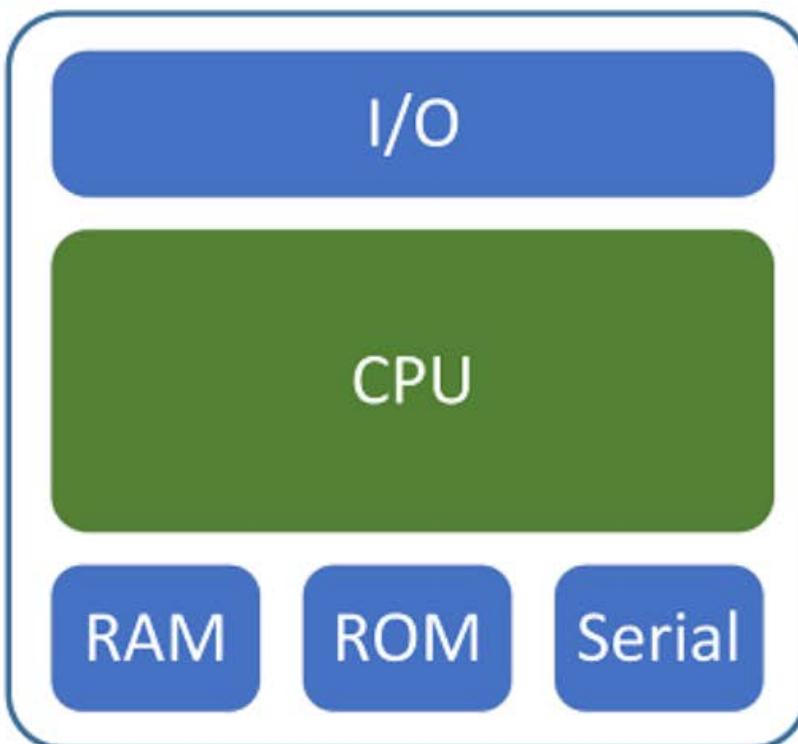
- العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة.
- ما هو المتحكم المصغر.
- معيارية تصميم بنية المعالجات.
- بني مسجلات التعليمات في المعالجات.
- مقارنة بين المتحكم المصغر والمعالج المصغر
- المعالجات المبنية بواسطة ARM:
- الهيكلية CORTEX-ARM
- مزایا المتحكم STM32G0
- أنواع اللوحات التطويرية المتوفرة Boards type

# العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة:

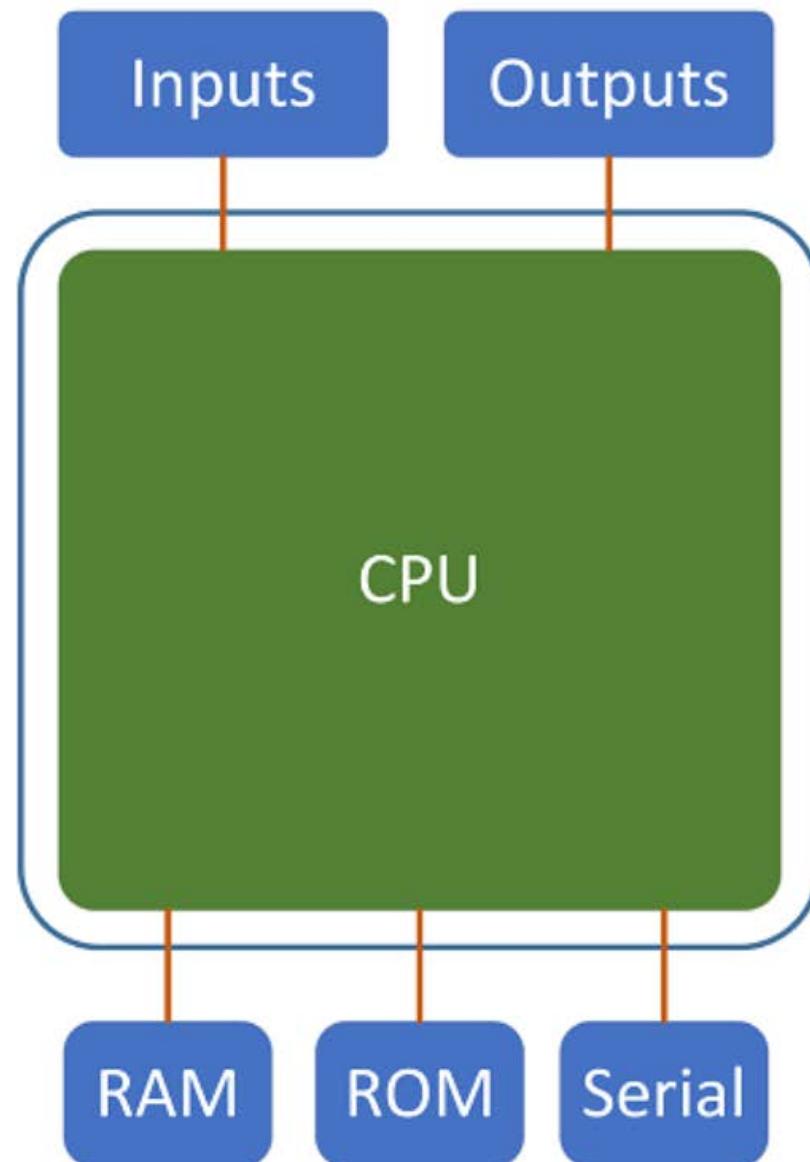
- ❖ سعة المعالجة (Processing Power) – MIPS
- ❖ عرض الناقل الداخلي (Data-Bus) – 4bit, 8bit, 16bit, 32bit
- ❖ حجم الذاكرة (Memory Space) – Flash, RAM, EEPROM
- ❖ استهلاك الطاقة (Power Consumption) – mW/MIPS
- ❖ كلفة التطوير (Development Cost) – HW+SW
- ❖ حياة المنتج (Lifetime) – يؤثر في جميع قرارات التصميم
- ❖ الوثوقية (Reliability) – مقدرة النظام على الاستجابة في مختلف الظروف؟
- ❖ متطلبات وظيفية أخرى خاصة تتعلق بـ بهوية النظام – المعالجة في الزمن الحقيقي

# :Microcontroller VS microprocessor

**MCU**



**MPU**



# What is Microcontroller ?

Microcontroller



Processor Core

System

GPIOs

DMA

Reset & Clock

Power Control

Interrupt Controller

Analog Interfaces

ADC

DAC

OPAMP

COMP

Internal Buses

Flash

SRAM

I2C

SPI

USART

CAN

USB

Ethernet

GP Timers

RTC

WDG

Memory

Communication Interfaces

Timers

Other peripherals

# **مكونات الأساسية لمتحكم المصغر ذو الأغراض العامة**

**:CPU 1) المعالج**

يقوم بالعمليات الحسابية والمنطقية والنقل والتحكم.

**:Registers 2) مسجلات**

هي عبارة عن ذاكرة مؤقتة يعتمد حجمها على نوع معالج CPU ولها عدة أنواع :

- مسجلات ذات أغراض عامة.
- مسجلات الخاصة.
- مسجلات التحكم.
- مسجلات الحالة.
- مسجلات المعطيات.

## **مكونات الأساسية لمتحكم المصغر ذو الاغراض العامة**

**:Flash memory (3)**  
هي ذاكرة دائمة تستخدم لتخزين برنامج المتحكم المصغر.

**:RAM memory (4)**  
هي عبارة عن ذاكرة مؤقتة للبيانات Data التي يقوم معالجتها CPU.

**:EEPROM memory (5)**  
هي ذاكرة دائمة تستخدم لتخزين معطيات المستخدم.

# مكونات الأساسية لمتحكم المصغر ذو الاغراض العامة

## 6) منافذ رقمية :Ports

تستخدم لتبادل المعطيات الرقمية مع العالم الخارجي.

## 7) مؤقتات وعدادات .Timer & Counter

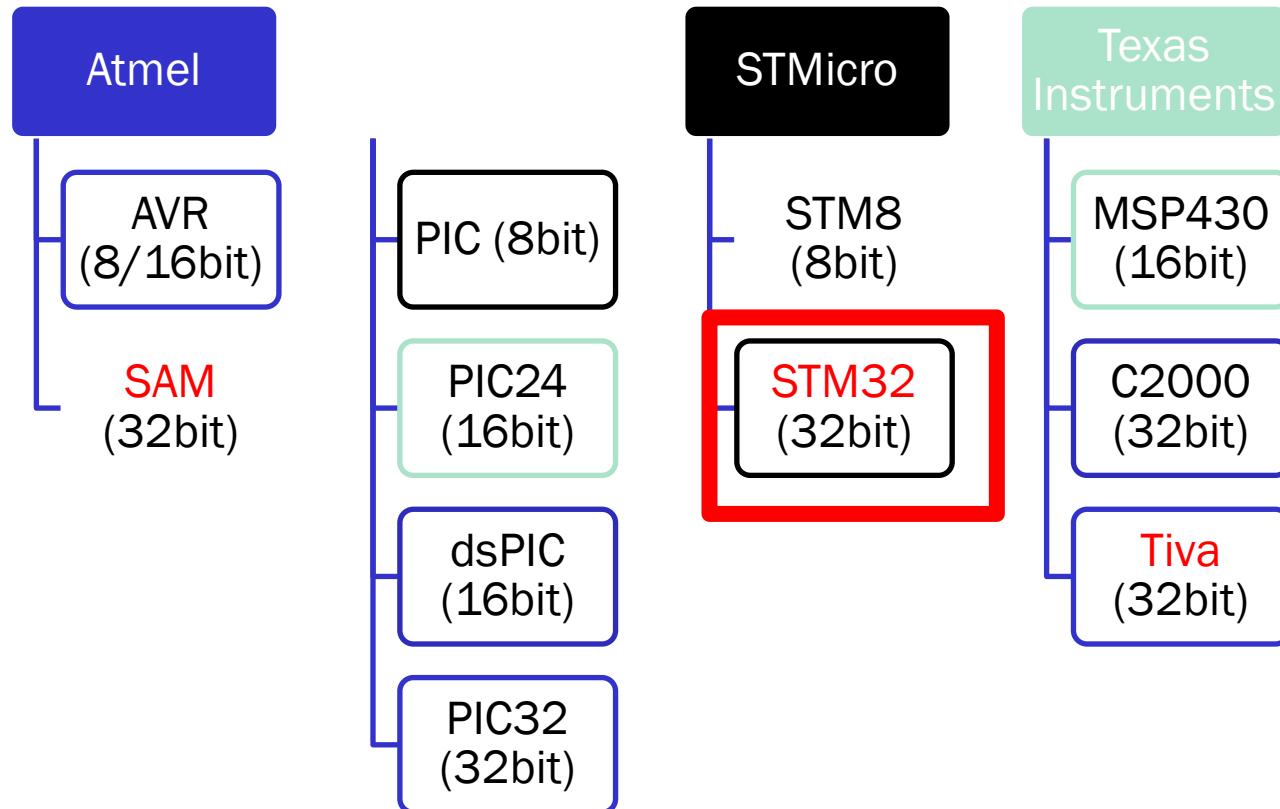
وقد تحتوي أيضاً:

- محولات تشابهية رقمية .ADC
- محولات رقمية تشابهية DAC
- طرفيات اتصال تسلسلي.
- طرفيات أخرى.

# المقارنة بين ذواكر المتحكم المصغر

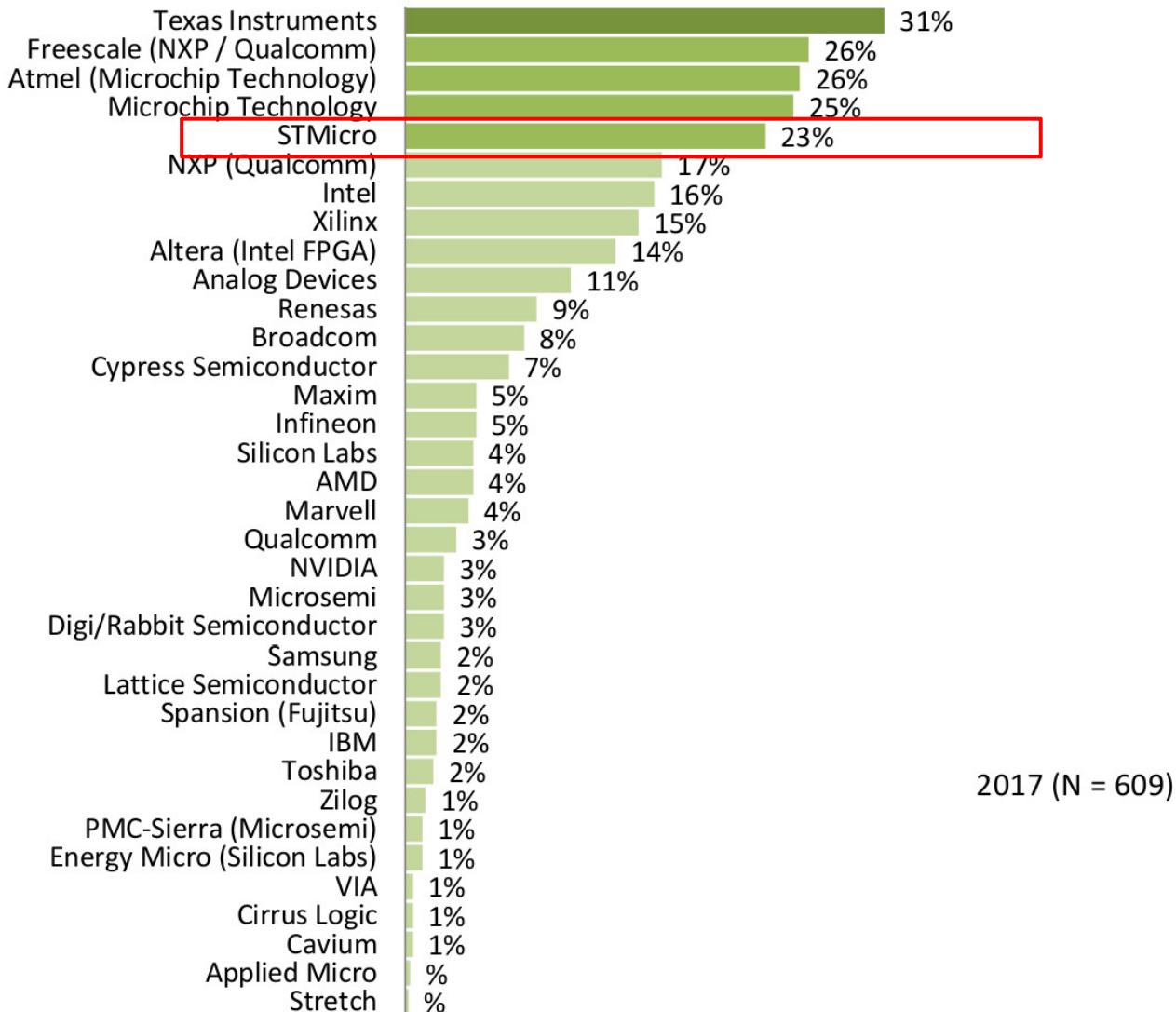
| النوع الذاكرة | الاستخدام                  | سرعة الكتابة                           | عدد مرات الكتابة والمسح | ديمومة المعطيات                  |
|---------------|----------------------------|--|-------------------------|----------------------------------|
| RAM           | مكان معالجة المعطيات       | سرعة جداً من مرتبة ns                  | غير محدود               | نفقد المعطيات بانقطاع التغذية    |
| FLASH         | مكان تخزين البرنامج        | بطيئة من مرتبة ms                      | قد يتجاوز 100000 مرة    | لا نفقد المعطيات بانقطاع التغذية |
| EEPROM        | مكان تخزين معطيات المستخدم | بطيئة من مرتبة ms ولكنها اسرع من FLASH | قد يتجاوز 100000 مرة    | لا نفقد المعطيات بانقطاع التغذية |

# أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



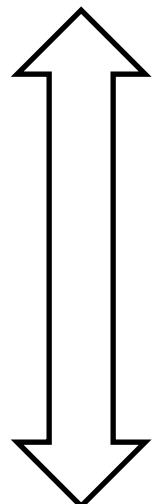
ARM Cortex-M based

# أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



# أشهر لغات البرمجة

Low level



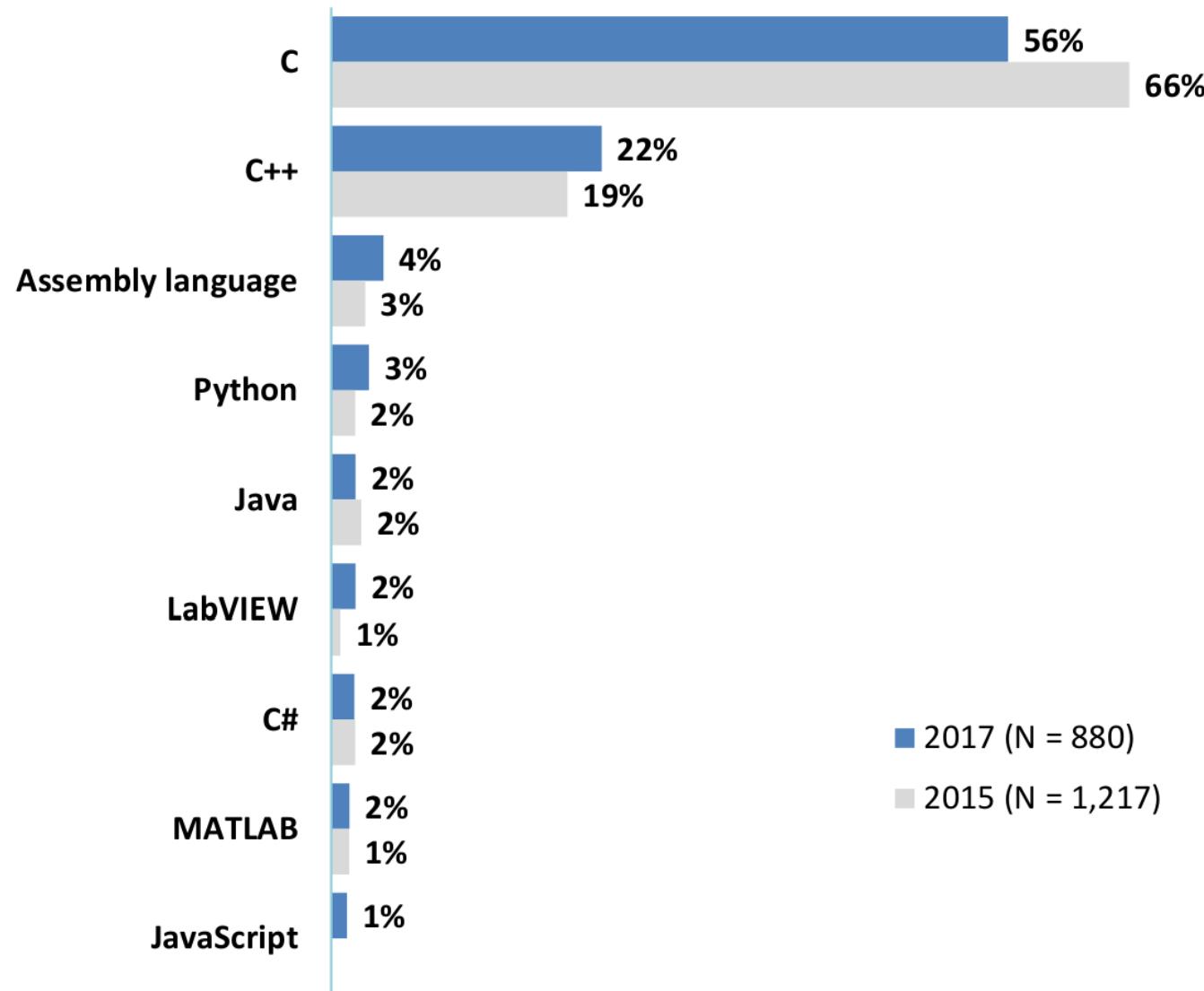
High level

Visual programming (Labview, Simulink, etc.)

لغات برمجة المتحكمات المصغرة الشائعة:

- Assembly •
- C •
- C++ •
- Basic •
- Java •
- Python •
- Matlab •

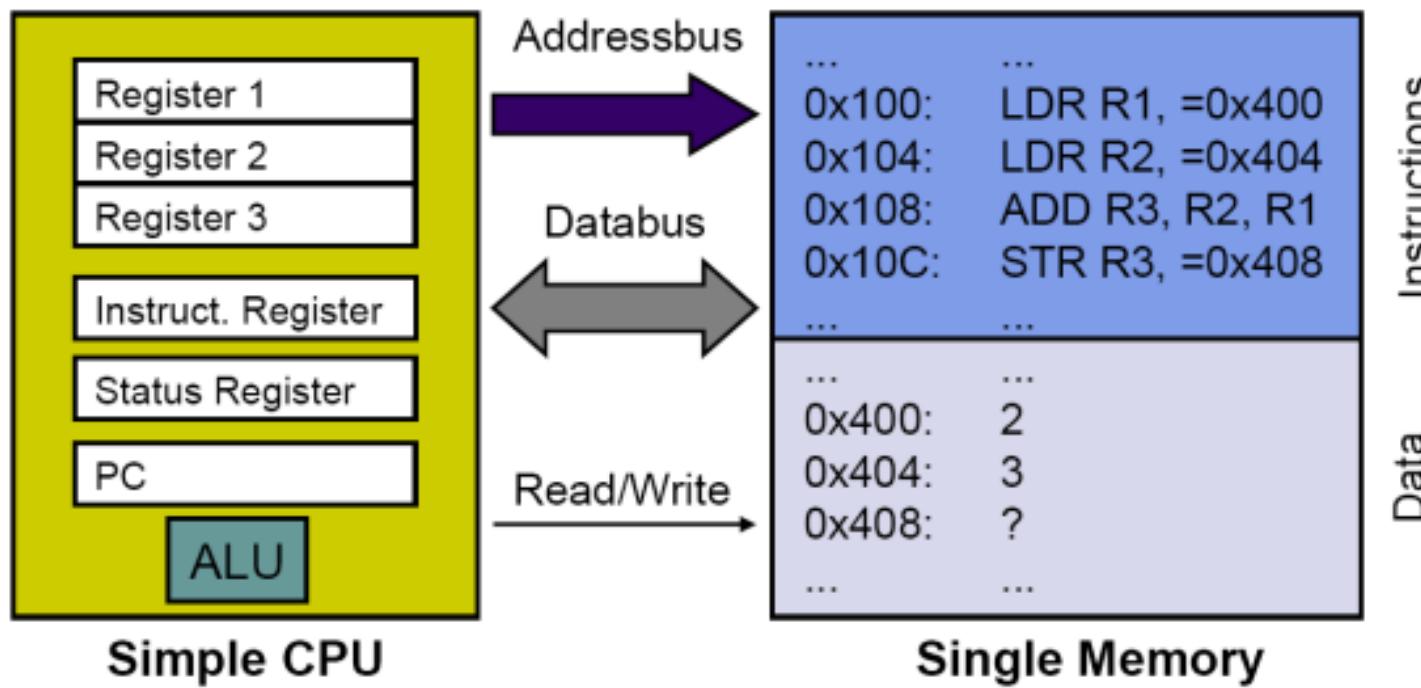
# أشهر لغات البرمجة



# معيارية تصميم بنية المعالجات :

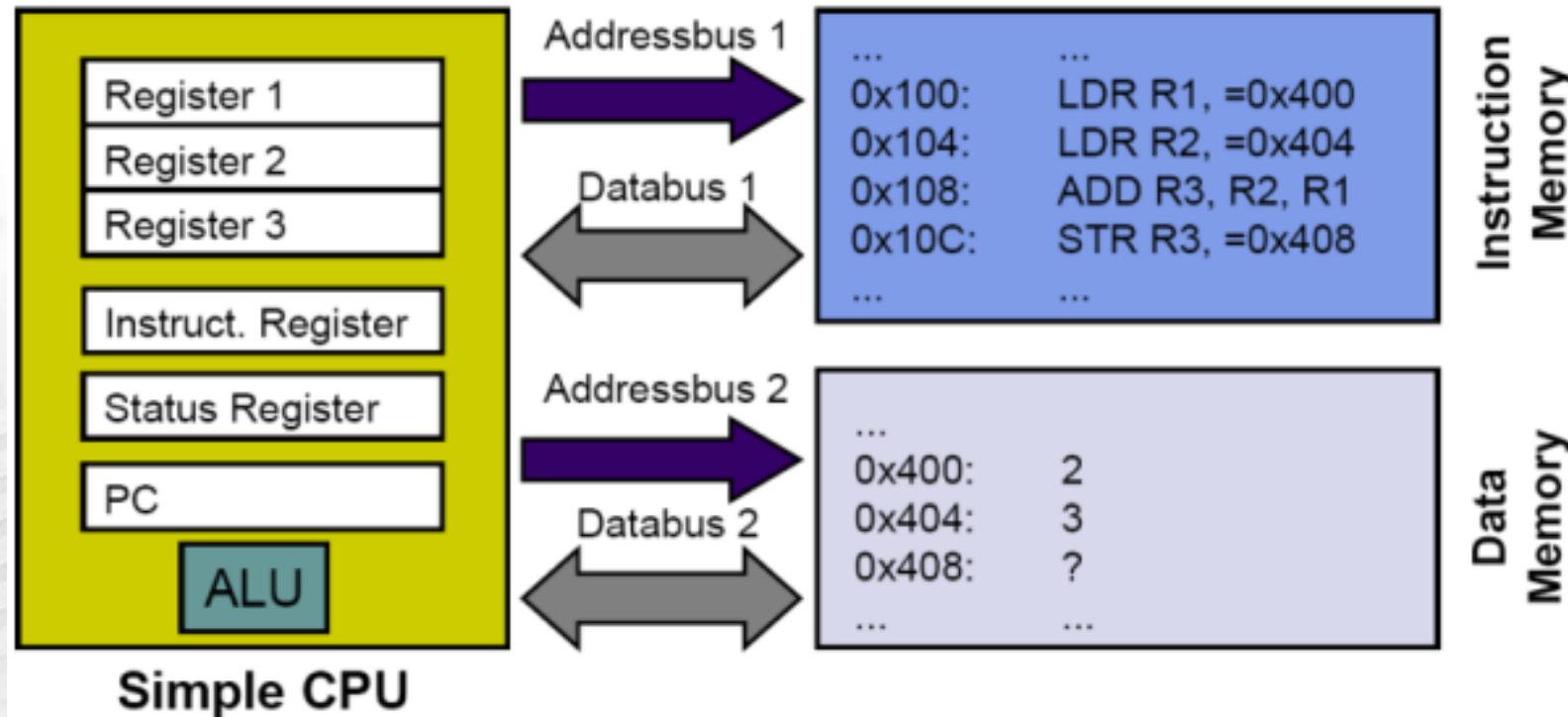
**معيارية Von-Neumann**: تعتمد على ناقل وحيد لنقل التعليمات والبيانات بين الذاكرة (الوحيدة) ووحدة المعالجة المركزية بحيث:

- (1) يقوم المعالج بجلب كود التعليمات من الذاكرة.
- (2) يقوم بقراءة البيانات من الذاكرة.
- (3) إجراء العمليات على البيانات.
- (4) إعادة كتابة تلك البيانات على الذاكرة.



# معيارية تصميم بنية المعالجات :

**معيارية Harvard:** ناقلين منفصلين أحدهما لنقل التعليمات والآخر لنقل البيانات وتحتلت ذاكرة البيانات عن ذاكرة التعليمات حيث أن لكل ذاكرة خطوط عنونة وتحكم ومحركات مختلفة، وبالتالي تم عملية قراءة التعليمات والبيانات في نفس الوقت ...



## RISC:

Reduced Instruction Set Computer.

**30 ~ 130 Instruction**

## CISC:

Complex Instruction Set Computer.

**150 ~ 1000 Instruction**

## MISC:

Minimum Instruction Set Computer.

**15 ~ 30 Instruction**

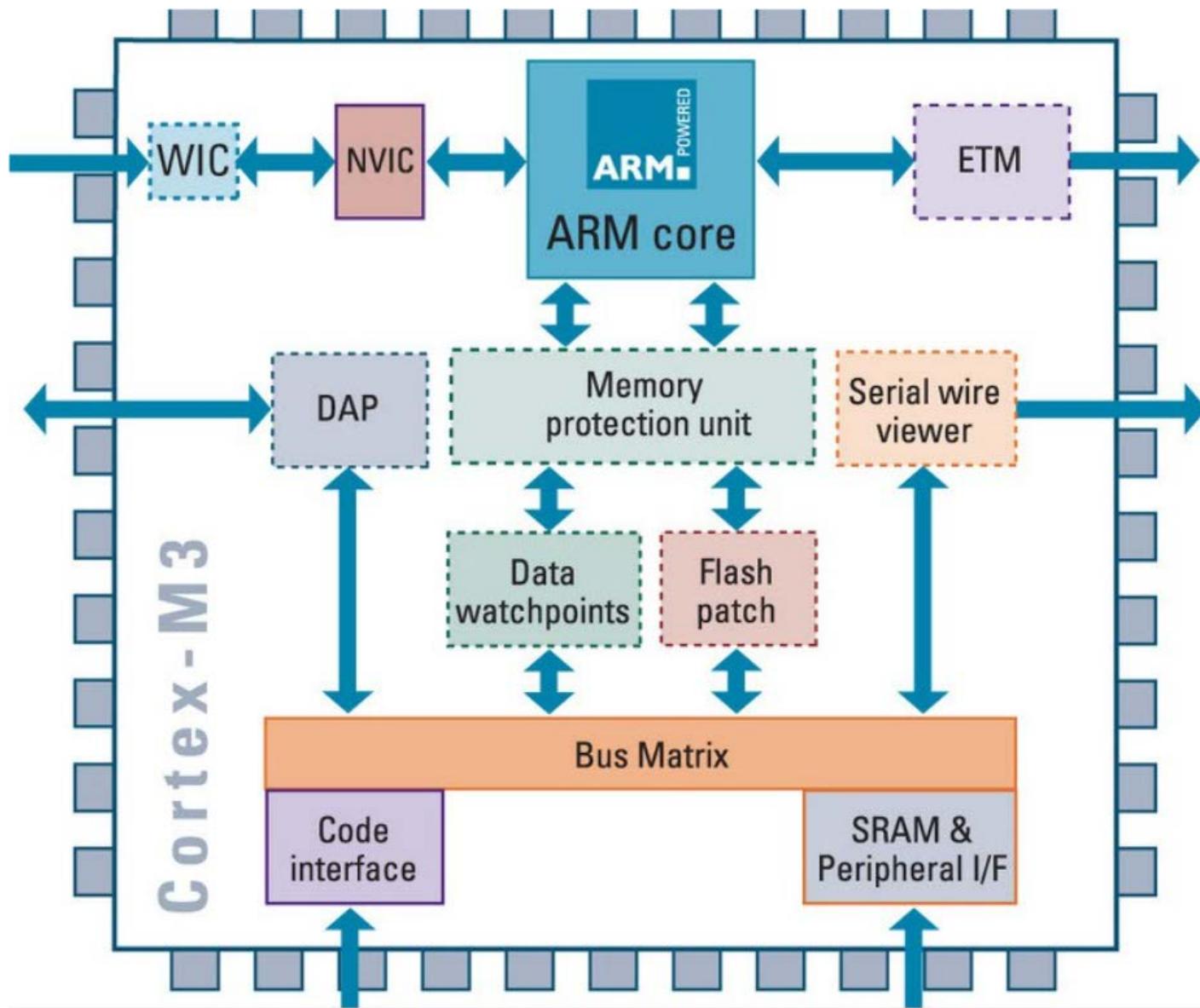
# المعالجات المبنية بواسطة ARM

ARM هي اختصار لـ Advanced RISC Machines

تقوم شركة ARM بتطوير الهياكل المعمارية للمعالجات المختلفة وأيضاً تصميم نوى المعالجات المبنية على معمارية RISC ومن ثم تقوم بإعطاء رخص للشركات لاستخدامها في تصميم منتجاتها المختلفة على سبيل المثال system on a chip . system on module (SOM) و (SOC)

تمتاز معالجات ARM بكلفتها المنخفضة واستهلاكها المنخفض للطاقة وأيضاً توليد حرارة أقل مقارنةً مع نظيراتها من المعالجات، لذا تعتبر المعالجات المثلالية لاستخدامها في الأجهزة المحمولة التي تعتمد على البطاريات في تغذيتها كالهواتف الذكية والكمبيوترات اللوحية computer tap وأيضاً أجهزة الكمبيوتر المحمولة laptop وغيرها العديد من الأنظمة المدمجة.

# ARM Architecture



الهيكلية ARM - CORTEX هي عبارة عن مجموعة كبيرة من المعماريات والأنوية 32/64bit المنتشرة في عالم الأنظمة المدمجة، حيث تقسم المعالجات المبنية على معمارية CORTEX إلى ثلاثة عائلات فرعية وهي:

□ **CORTEX-A** : ويرمز الحرف A إلى التطبيقات Applications ، وهي عبارة عن سلسلة من المعالجات توفر مجموعة من الحلول التي للأجهزة التي تتطلب إنجاز مهام حوسبة معقدة مثل استضافة نظام تشغيل كامل ك Linux أو Android وغيرها والتي تدعم العديد من التطبيقات، وتستخدم هذه المعمارية في أغلب الهواتف الذكية

□ **Cortex-M** : والتي ترمز إلى Embedded وتميز هذه المعمارية بالعديد من الخصائص منها الكفاءة في استخدام الطاقة أيضاً التكلفة المنخفضة للمعالجات التي تستخدم هذه المعمارية وهي مصممة من أجل المتحكمات المستخدمة في تطبيقات إنترنت الأشياء IOT، التحكم في المحركات

□ **Cortex-R** : والتي ترمز إلى Real Time ، حيث تقوم المعالجات التي تستخدم هذه المعمارية بتقديم أداء عالي في مجالات أنظمة الزمن الحقيقي

## arm CORTEX®-M0

Nested vectored  
interrupt controller

Wake-up interrupt  
controller

CPU  
Armv6-M

AHB-Lite

Data  
watchpoint

JTAG

Breakpoint  
unit

Serial wire

## arm CORTEX®-M4

Nested vectored  
interrupt controller

Wake-up interrupt  
controller

CPU  
Armv7-M

Memory protection unit

DSP

FPU

3x  
AHB-Lite

ITM trace

Data  
watchpoint

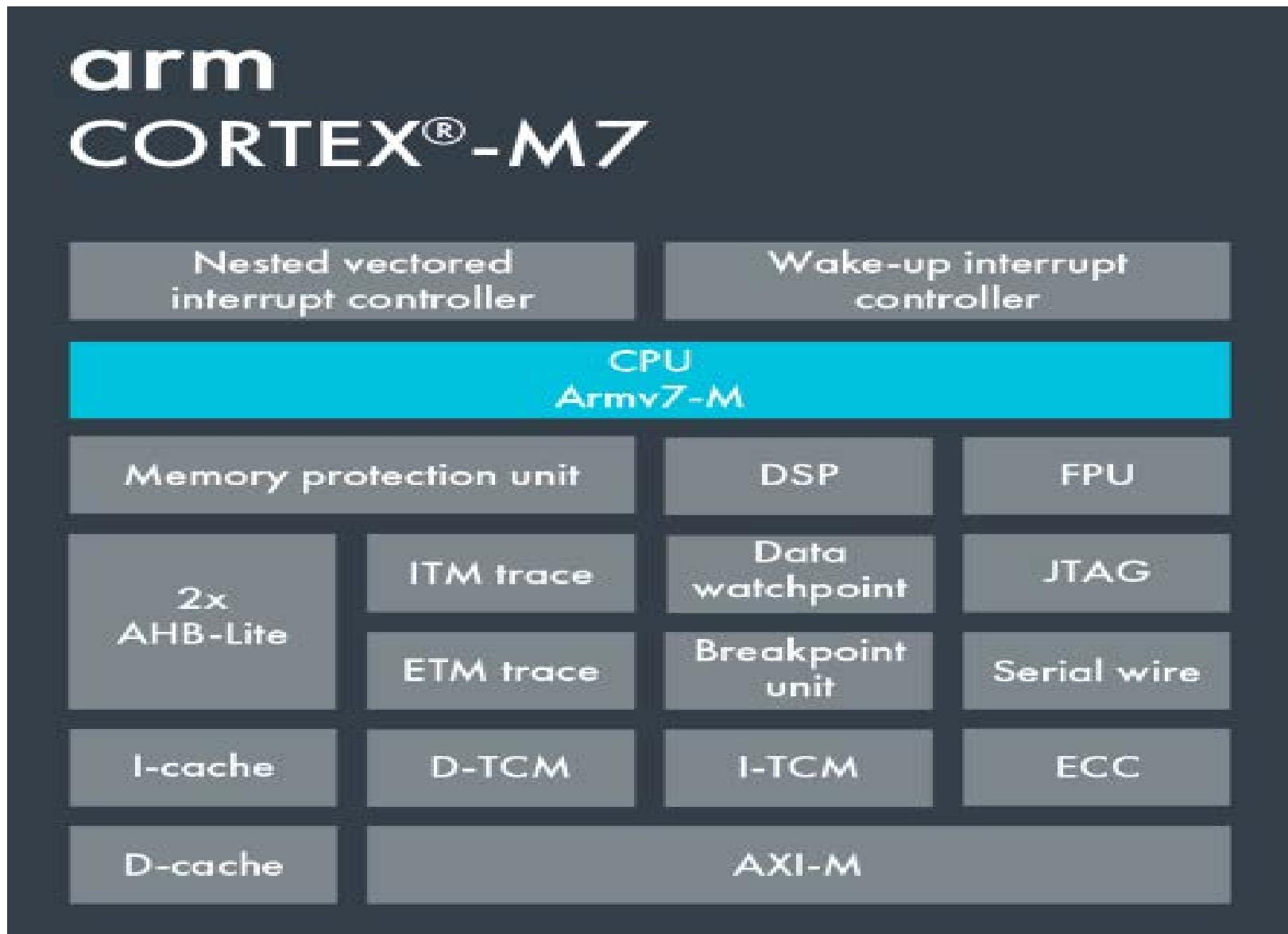
JTAG

ETM trace

Breakpoint  
unit

Serial wire

# أصناف الهيكلية Cortex-M المستخدمة في بناء متحكمات STM32



# المتحكم STM32G0



## STM32 Mainstream MCUs 32-bit Arm® Cortex®-M



STM32G4

- Arm Cortex-M4 + FPU at 170 MHz – 213 DMIPS
- Rich analog peripheral set
- High-resolution timer
- Mathematical accelerators

STM32F3

- Arm Cortex-M4 + FPU at 72 MHz – 90 DMIPS
- Rich analog peripheral set
- High-resolution timer

STM32F1

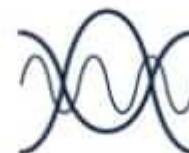
- Arm Cortex-M3 at 72 MHz – 61 DMIPS
- STM32 Foundation line
- Wide range of performance and peripherals, easy-to-use tools

STM32G0

- Arm Cortex-M0+ at 64 MHz – 59 DMIPS
- Maximum IO count per package
- Advanced function is analog, low-power, control

STM32F0

- Entry-level MCU for cost-sensitive operations
- Arm Cortex-M0 at 48 MHz – 38 DMIPS



Instrumentation  
& Measurement



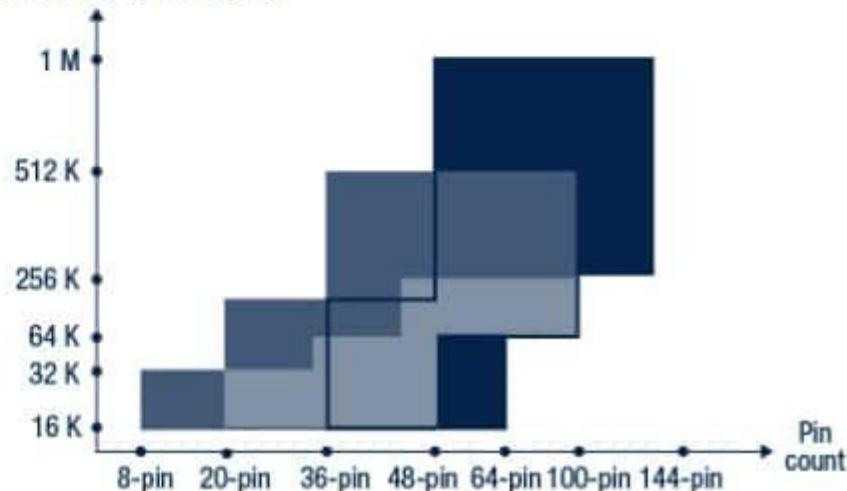
Digital Power



Motor Control

Mixed-signal MCUs

Flash memory size (bytes)

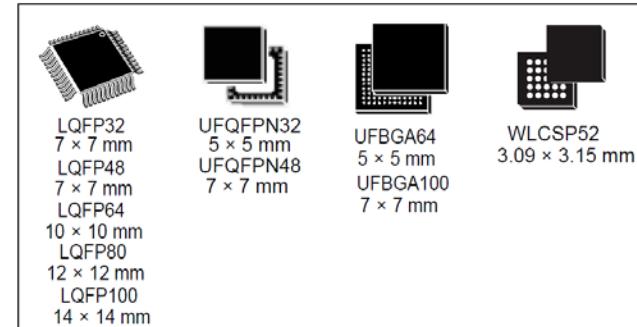
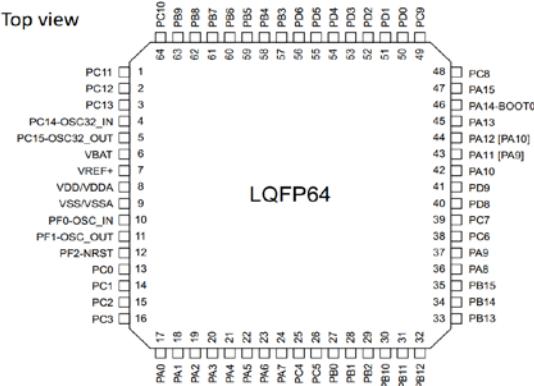


# STM32G0B1CE المتحكم

<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32g0b1ce.html>

| System  |  |
|---|--|
| Power supply  | POR/PDR/PVD/BOR                                |
| Xtal oscillator   | 32 kHz + 4 to 48 MHz                           |
| Internal RC oscillators   | 32 kHz ( $\pm 5\%$ )<br>+ 16 MHz ( $\pm 1\%$ ) |
| Internal RC oscillator  | 48 MHz (auto trimming on ext. synchro)         |
| PLL + Prescaler   |  |
| Clock control   |  |
| RTC/AWU   |  |
| Systick timer   |  |
| 2x watchdogs<br>(independent and window)                            |  |
| 94 I/Os on 100 pins   |  |
| Cyclic redundancy check<br>(CRC)                                    |  |
| Arm® Cortex®-M0+ CPU<br>Up to 64 MHz                                |  |
| Nested vector interrupt<br>Controller (NVIC)                        |  |
| SW debug  |  |
| Memory Protection Unit  |  |
| AHB-Lite bus matrix   |  |
| APB bus   |  |
| Up to 512-Kbyte<br>Flash memory                                     |  |
| Up to 144-Kbyte SRAM  |  |
| 20-byte backup registers  |  |
| Boot ROM  |  |
| 12-channel DMA  |  |
| Analog  |  |
| Temp. sensor  |  |
| 1x 12-bit ADC SAR<br>16-channels / 2.5 MSPS                         |  |
| 1x 12-bit DAC 2ch   |  |
| 3x comparators  |  |
| Connectivity  |  |
| 3x SPI (I <sup>2</sup> S)   |  |
| 6x USART<br>(3x with LIN, smartcard,<br>IrDA, modem control)        |  |
| 2x LPUART   |  |
| 3x I <sup>2</sup> C<br>Fast Mode Plus<br>(2x SMBus, PMBus)          |  |
| 2x FDCAN  |  |
| USB FS 2.0<br>Device (crystal less)<br>Host                         |  |
| USB Power Delivery<br>(incl. BMC + PHY)                             |  |
| Control   |  |
| 1x 32-bit timer   |  |
| 1x 16-bit Motor C. timer<br>$f_{MAX} = 128$ MHz<br>4 PWM + 3 compl. |  |
| 6x 16-bit timers<br>one with $f_{MAX} = 128$ MHz                    |  |
| 2x Low-power timers   |  |

Top view



# STM32G0B1CE المتحكم

<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32g0b1ce.html>



- ❖ Core: Arm® 32-bit Cortex®-M0+ CPU, frequency up to 64 MHz
- ❖ -40°C to 85°C/105°C/125°C operating temperature
- ❖ Memories
  - Up to 128 Kbytes of Flash memory
  - 36 Kbytes of SRAM
- ❖ CRC calculation unit

## ❖ Clock management

- 4 to 48 MHz crystal oscillator
- 32 kHz crystal oscillator with calibration
- Internal 16 MHz RC with PLL option ( $\pm 1\%$ )
- Internal 32 kHz RC oscillator ( $\pm 5\%$ )

## ❖ Reset and power management

## ❖ Voltage range: 1.7 V to 3.6 V

## ❖ Low-power modes:

- Sleep, Stop, Standby, Shutdown

- ❖ Up to 60 fast I/Os
  - All mappable on external interrupt vectors
- ❖ Multiple 5 V-tolerant I/Os
- ❖ 7-channel DMA controller with flexible mapping
- ❖ 12-bit, 0.4 µs ADC (up to 16 ext. channels)
- ❖ Two 12-bit DACs, low-power sample-and-hold

- ❖ Two fast low-power analog comparators
- ❖ 14 timers (two 128 MHz capable)
- ❖ Communication interfaces
- ❖ Two I2C-bus
- ❖ Four USARTs with master/slave
- ❖ One low-power UART
- ❖ Two SPIs (32 Mbit/s) with 4- to 16-bit

# كيفية الحصول على معلومات فنية عن المتحكم؟

موقع الشركة المصنعة

<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32g0b1ce.html>

تحتوي ال Datasheet على المواصفات الكهربائية وتوزع الأقطاب

تحتوي ال User Manual على المسجلات الداخلية وتفاصيل برمجة المتحكم

المنتديات والمواقع التعليمية المختلفة



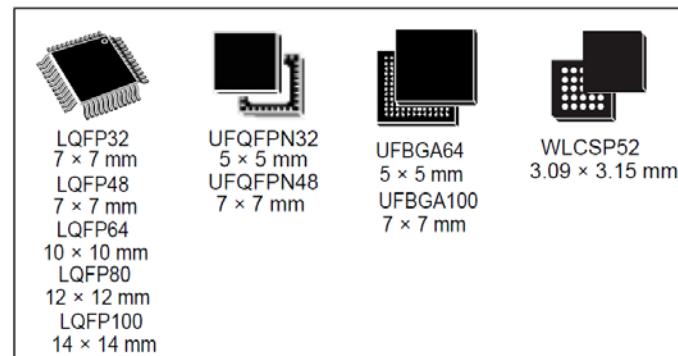
## STM32G0B1xB/xC/xE

Arm® Cortex®-M0+ 32-bit MCU, up to 512KB Flash, 144KB RAM,  
6x USART, timers, ADC, DAC, comm. I/Fs, 1.7-3.6V

Datasheet - production data

### Features

- Core: Arm® 32-bit Cortex®-M0+ CPU, frequency up to 64 MHz
- 40°C to 85°C/105°C/125°C operating temperature
- Memories
  - Up to 512 Kbytes of Flash memory with protection and securable area, two banks, read-while-write support
  - 144 Kbytes of SRAM (128 Kbytes with HW parity check)
- CRC calculation unit
- Reset and power management
  - Voltage range: 1.7 V to 3.6 V
  - Separate I/O supply pin (1.6 V to 3.6 V)
  - Power-on/Power-down reset (POR/PDR)
  - Programmable Brownout reset (BOR)
  - Programmable voltage detector (PWD)



- Communication interfaces
  - Three I<sup>2</sup>C-bus interfaces supporting Fast-mode Plus (1 Mbit/s) with extra current sink, two supporting SMBus/PMBus and wakeup from Stop mode
  - Six USARTs with master/slave synchronous SPI; three supporting ISO7816 interface, LIN, IrDA capability, auto baud rate detection and wakeup feature



life.augmented

## RM0444 Reference manual

STM32G0x1 advanced Arm<sup>®</sup>-based 32-bit MCUs

### Introduction

This reference manual complements the datasheets of the STM32G0x1 microcontrollers, providing information required for application and in particular for software development. It pertains to the superset of feature sets available on STM32G0x1 microcontrollers.

For feature set, ordering information, and mechanical and electrical characteristics of a particular STM32G0x1 device, refer to its corresponding datasheet.

For information on the Arm<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M0+ core, refer to the Cortex<sup>®</sup>-M0+ technical reference manual.

### Related documents

- “Cortex<sup>®</sup>-M0+ Technical Reference Manual”, available from: <http://infocenter.arm.com>
- PM0223 programming manual for Cortex<sup>®</sup>-M0+ core<sup>(a)</sup>
- STM32G0x1 datasheets<sup>(a)</sup>
- AN2606 application note on booting STM32 MCUs<sup>(a)</sup>

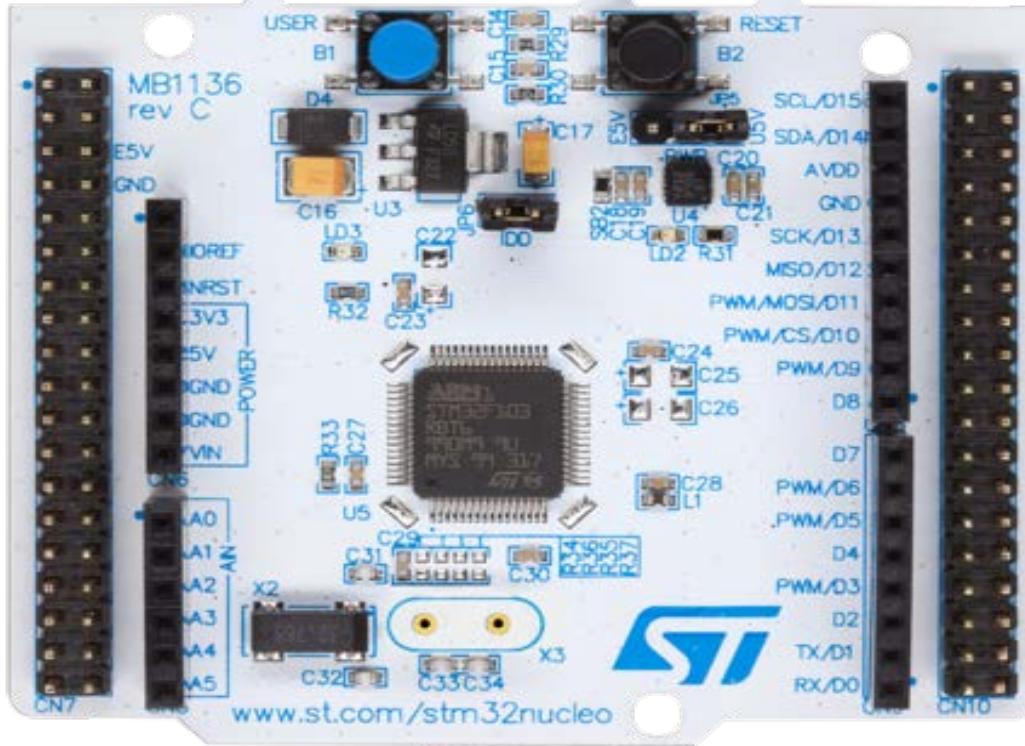
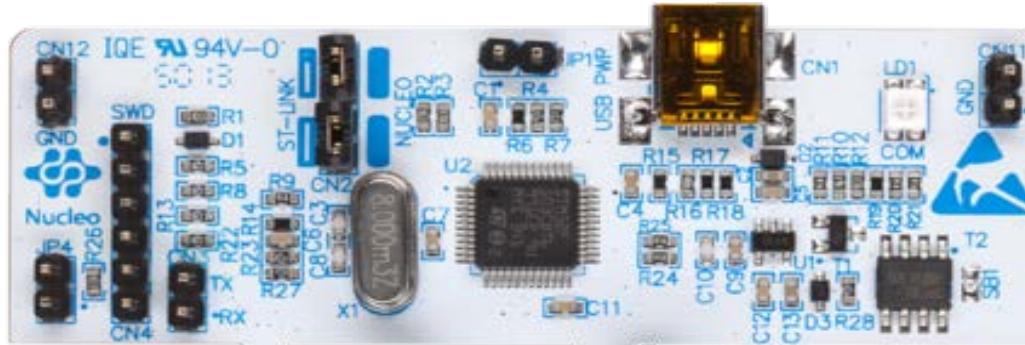
# كيفية استخدام متحكمات STM32

هناك طريقتين أساسيتين لاستخدام متحكمات STM32:

- من خلال بناء وتصميم لوحة خاصة
- من خلال استخدام إحدى اللوحة التطويرية المترافق

# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

## Nucleo board





# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

## Discovery kit



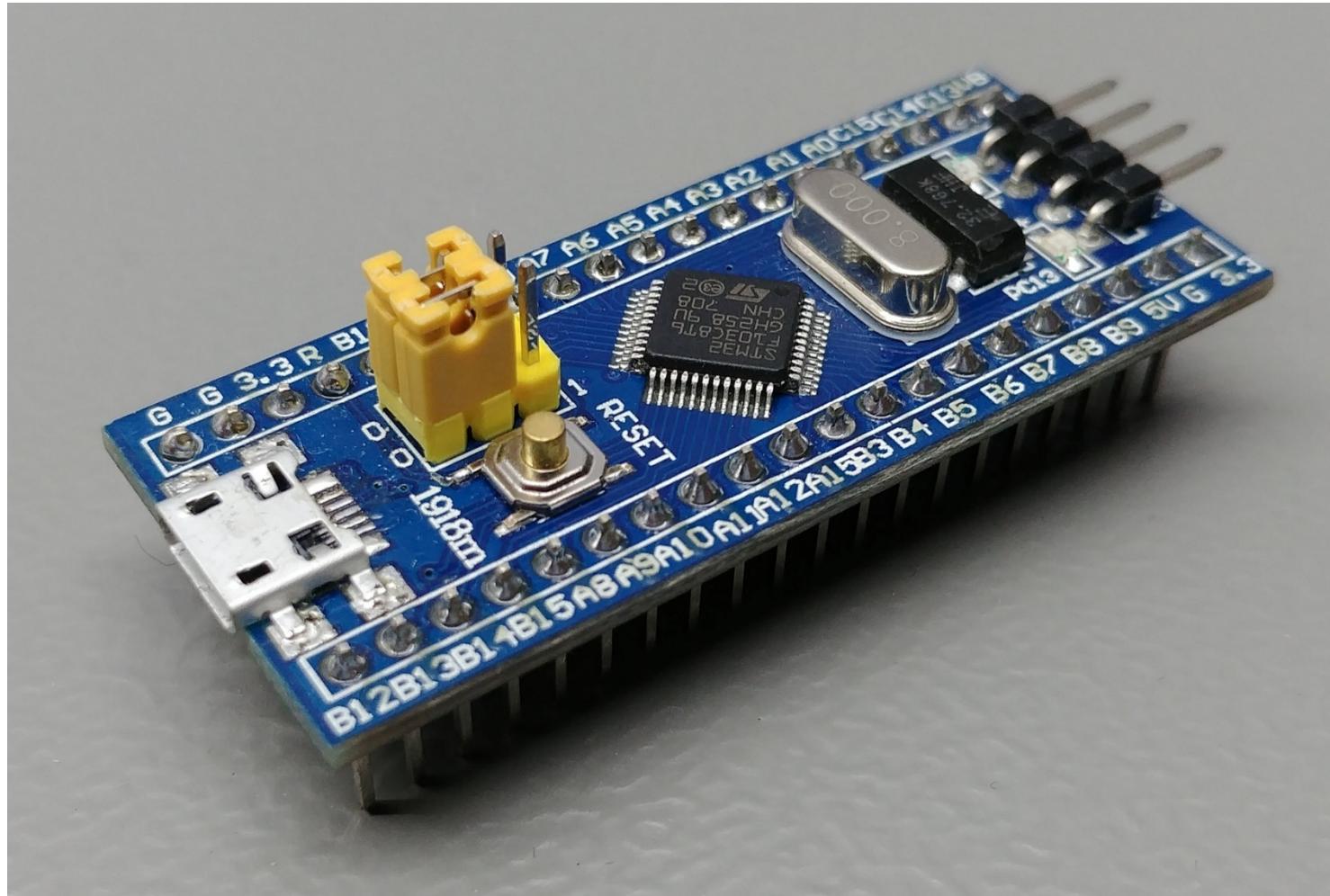
# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Eval board



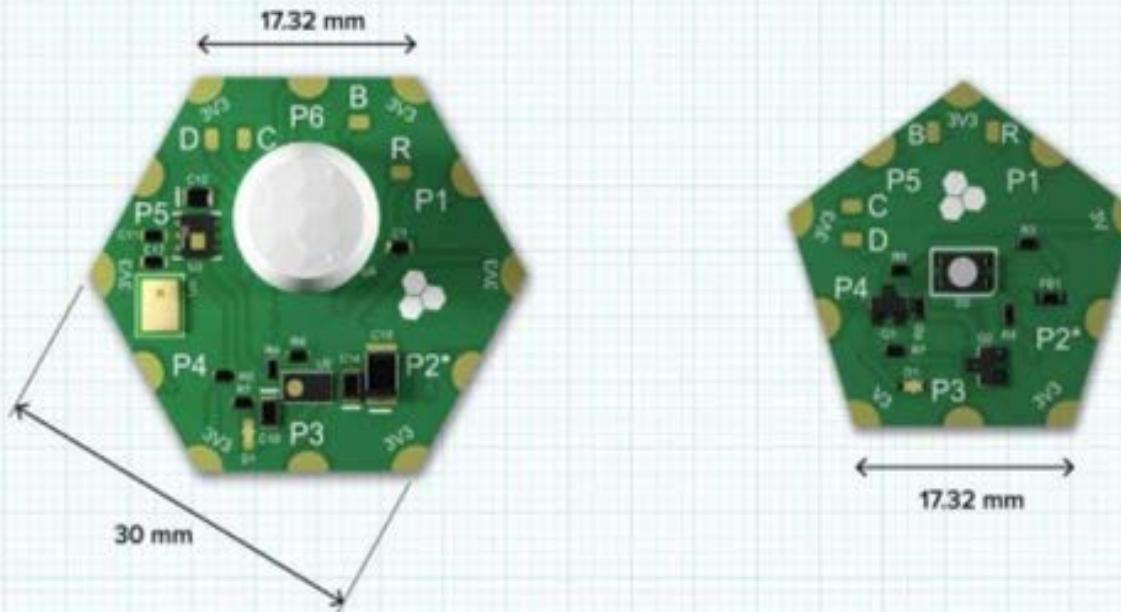
# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Blue Pill 



# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

## مودولات Hexabitz



Thank you for listening