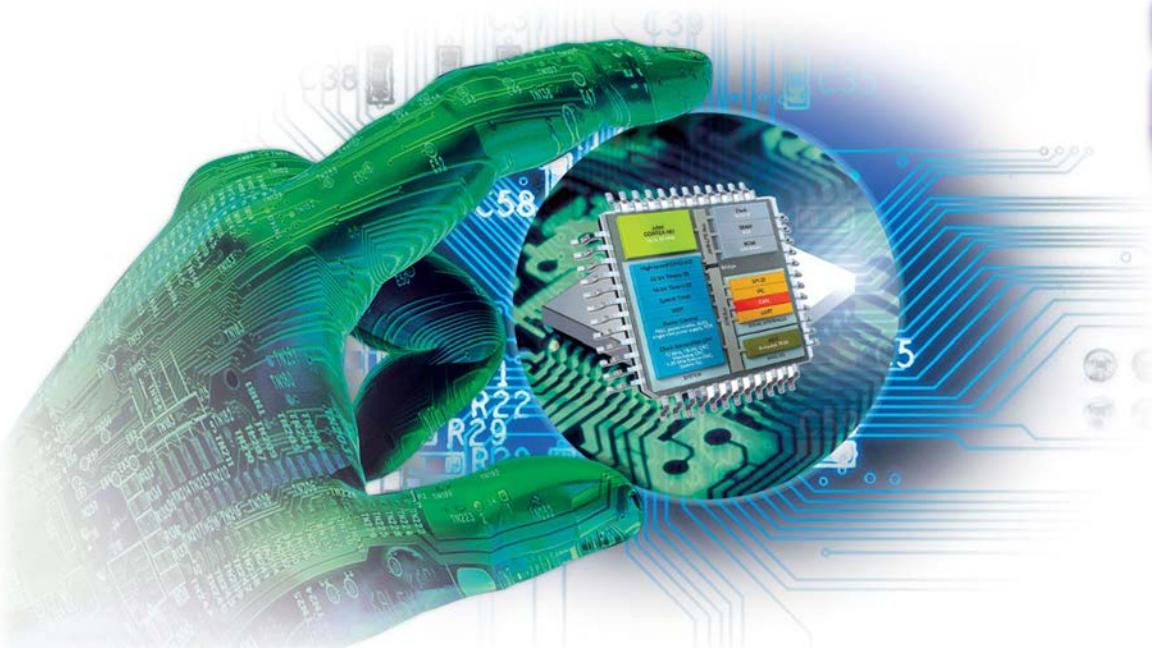


مُتَحَكِّمَات

STM32

1



موضوعات المحاضرة:

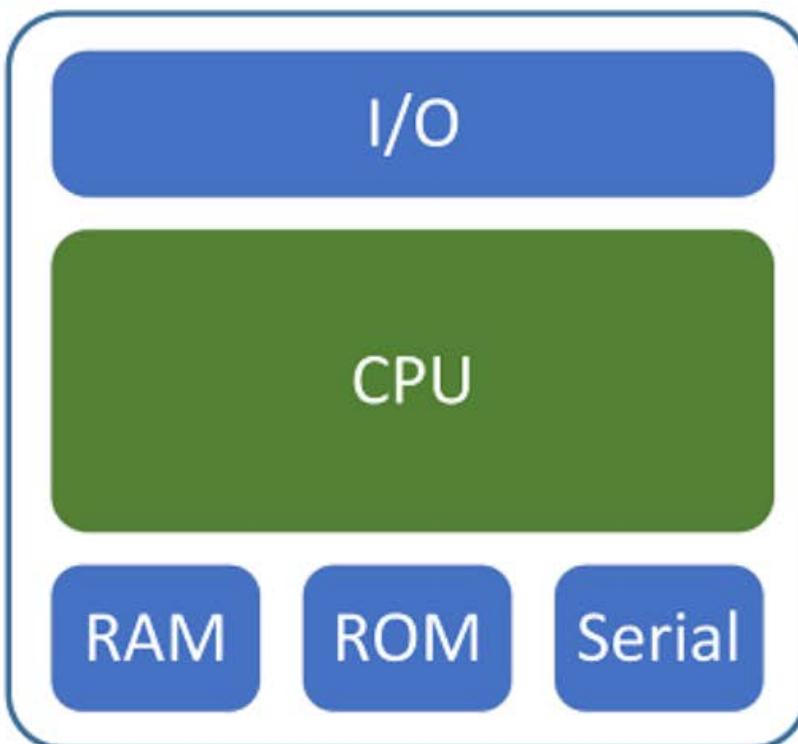
- العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة.
- ما هو المتحكم المصغر.
- معيارية تصميم بنية المعالجات.
- بني مسجلات التعليمات في المعالجات.
- مقارنة بين المتحكم المصغر والمعالج المصغر
- المعالجات المبنية بواسطة ARM:
- الهيكلية CORTEX-ARM
- مزایا المتحكم STM32G0
- أنواع اللوحات التطويرية المتوفرة Boards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

العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة:

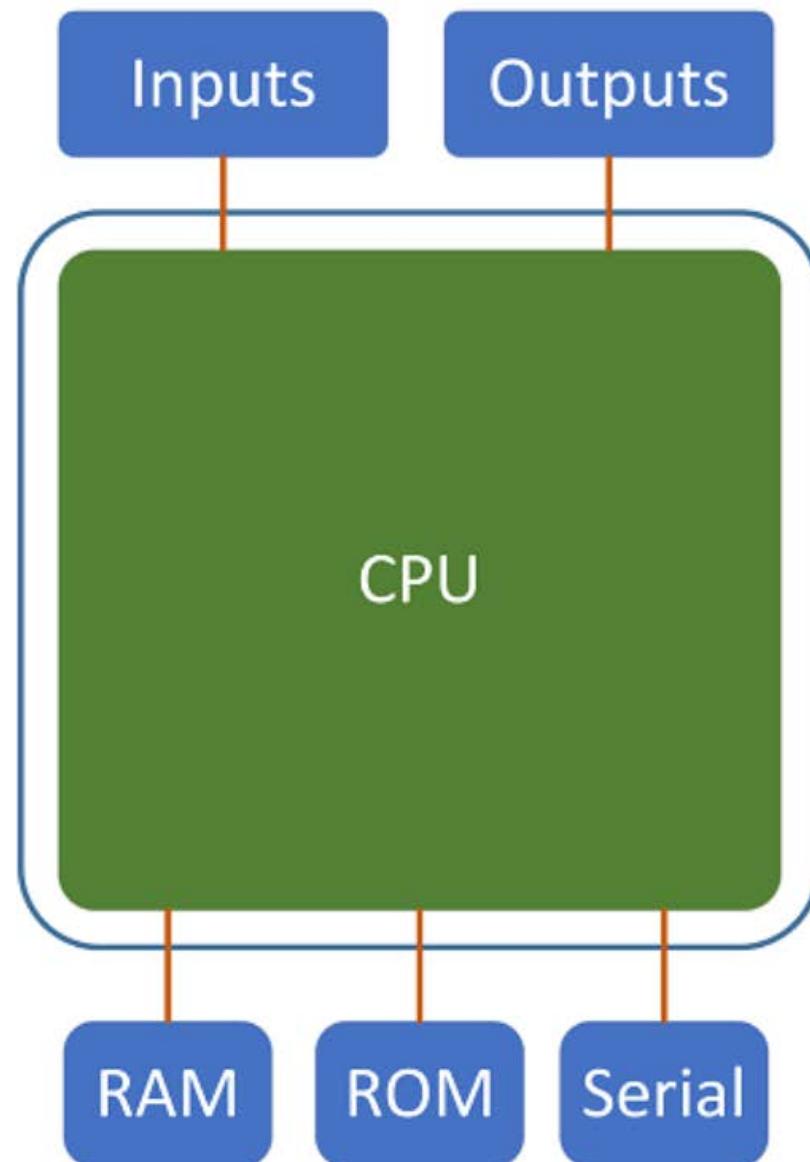
- ❖ سعة المعالجة (Processing Power) – MIPS
- ❖ عرض الناقل الداخلي (Data-Bus) – 4bit, 8bit, 16bit, 32bit
- ❖ حجم الذاكرة (Memory Space) – Flash, RAM, EEPROM
- ❖ استهلاك الطاقة (Power Consumption) – mW/MIPS
- ❖ كلفة التطوير (Development Cost) – HW+SW
- ❖ حياة المنتج (Lifetime) – يؤثر في جميع قرارات التصميم
- ❖ 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

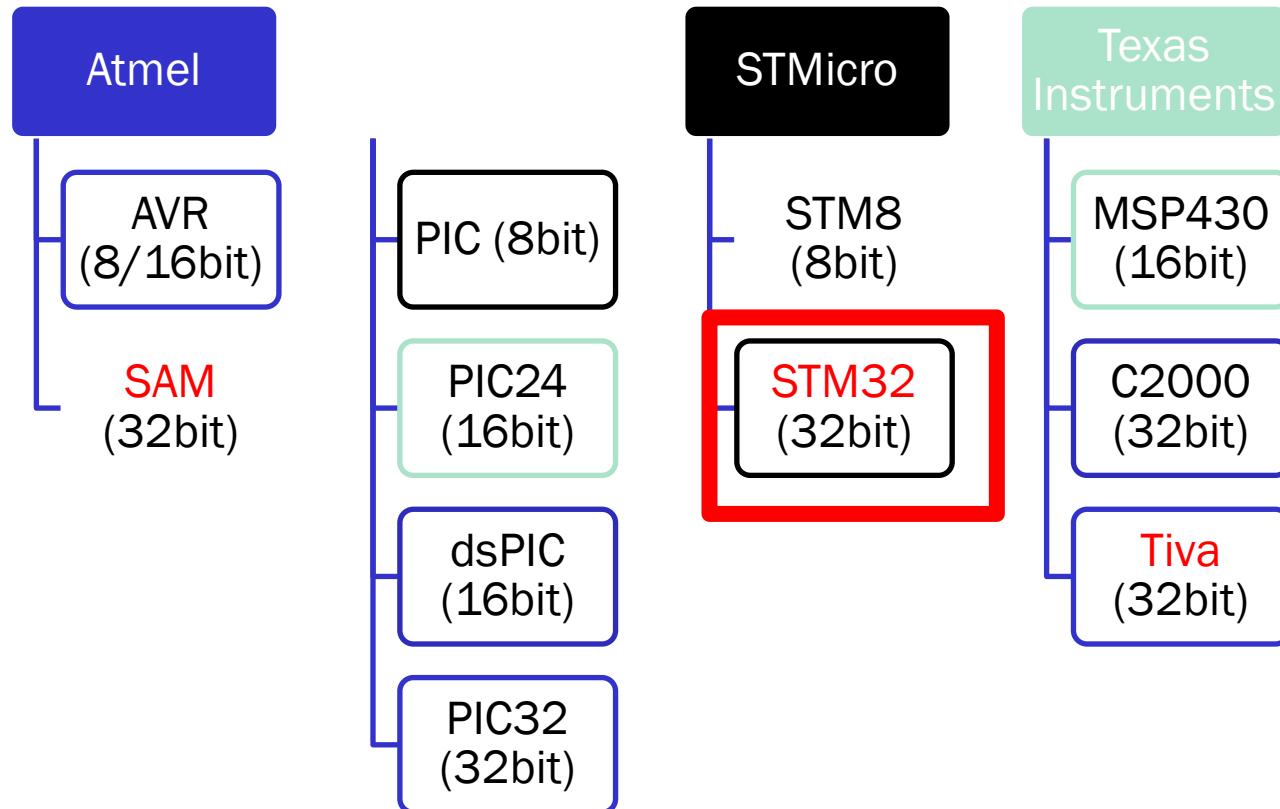
وقد تحتوي أيضاً:

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

المقارنة بين ذواكر المتحكم المصغر

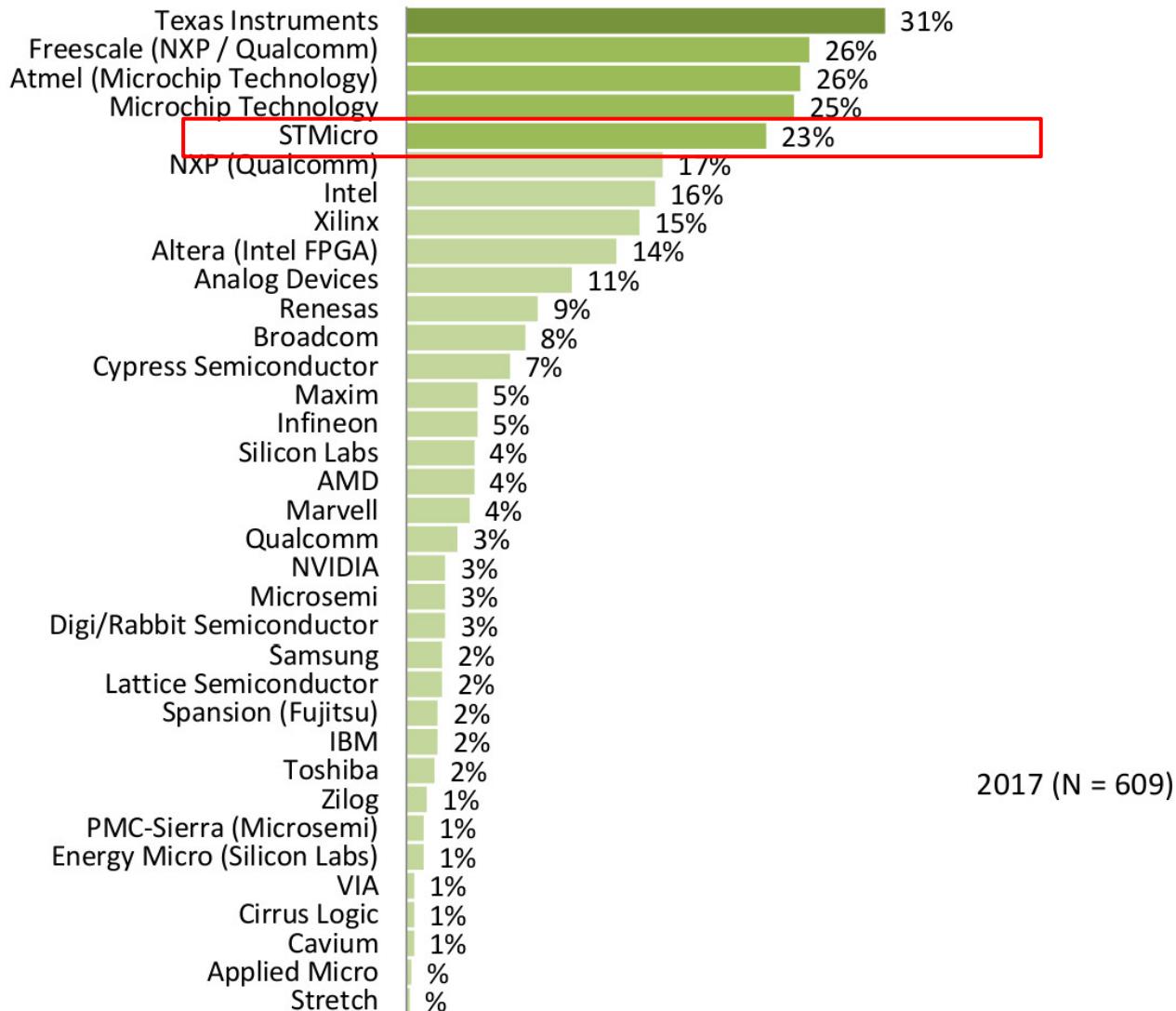
النوع الذاكرة	الاستخدام	سرعة الكتابة	عدد مرات الكتابة والمسح	ديمومة المعطيات
RAM	مكان معالجة المعطيات	سرعة جداً من مرتبة ns	غير محدود	نفقد المعطيات بانقطاع التغذية
FLASH	مكان تخزين البرنامج	بطيئة من مرتبة ms	قد يتجاوز 100000 مرة	لا نفقد المعطيات بانقطاع التغذية
EEPROM	مكان تخزين معطيات المستخدم	بطيئة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

أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



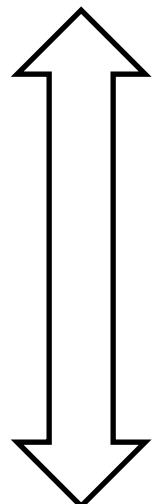
ARM Cortex-M based

أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



أشهر لغات البرمجة

Low level



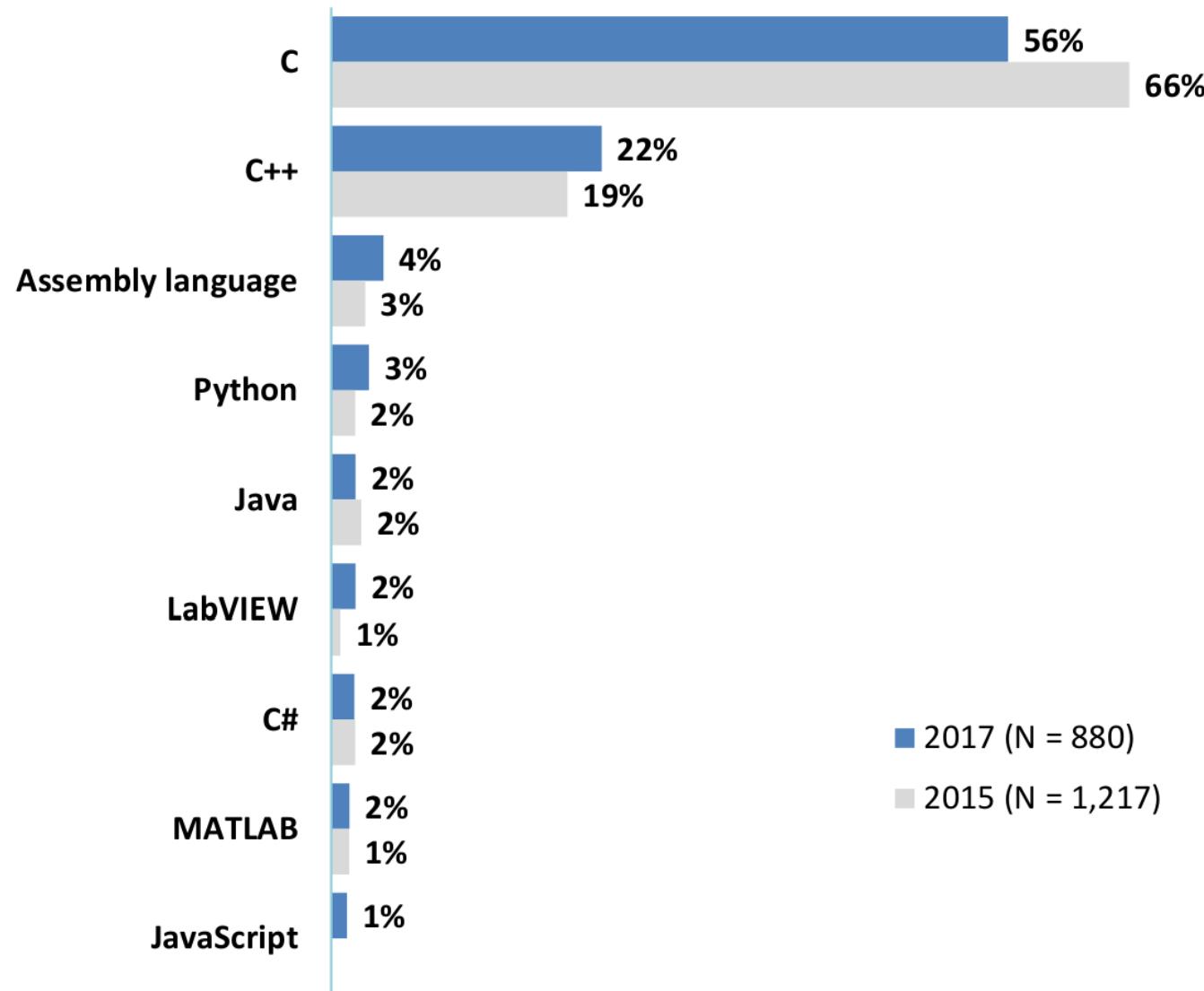
High level

Visual programming (Labview, Simulink, etc.)

لغات برمجة المتحكمات المصغرة الشائعة:

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

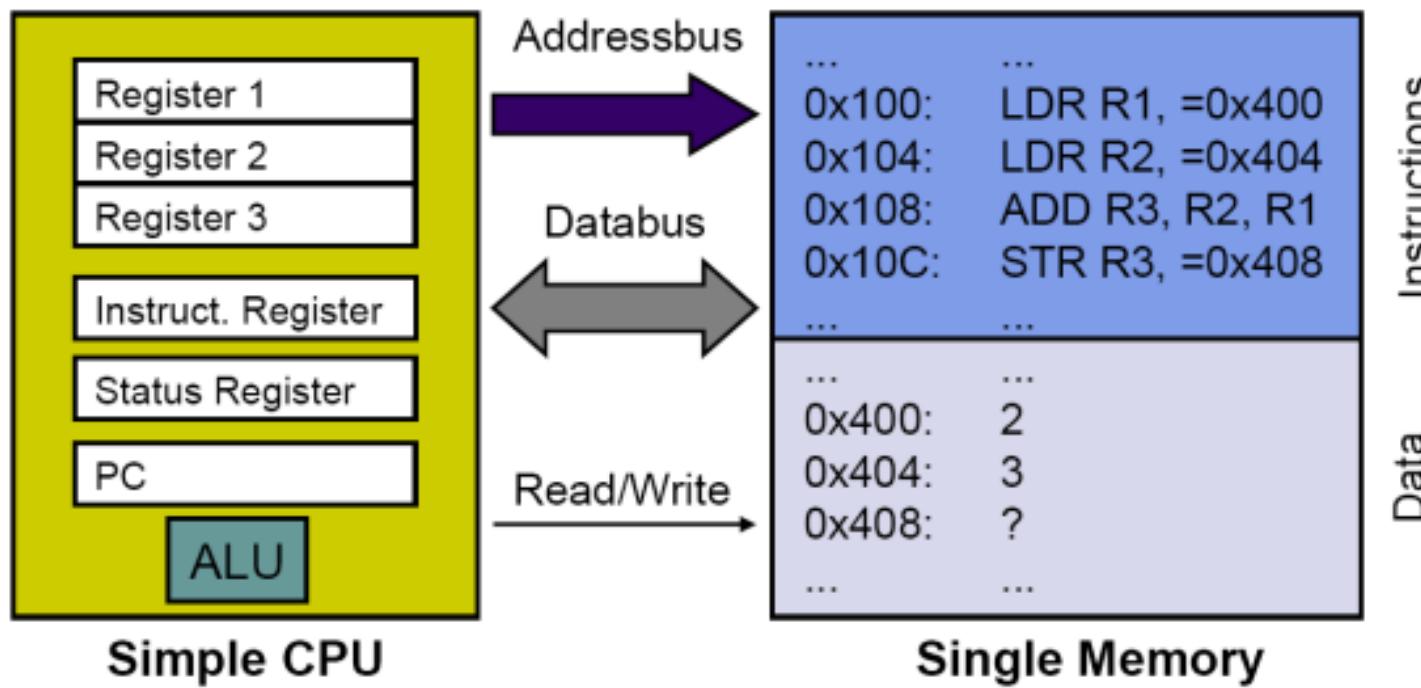
أشهر لغات البرمجة



معيارية تصميم بنية المعالجات :

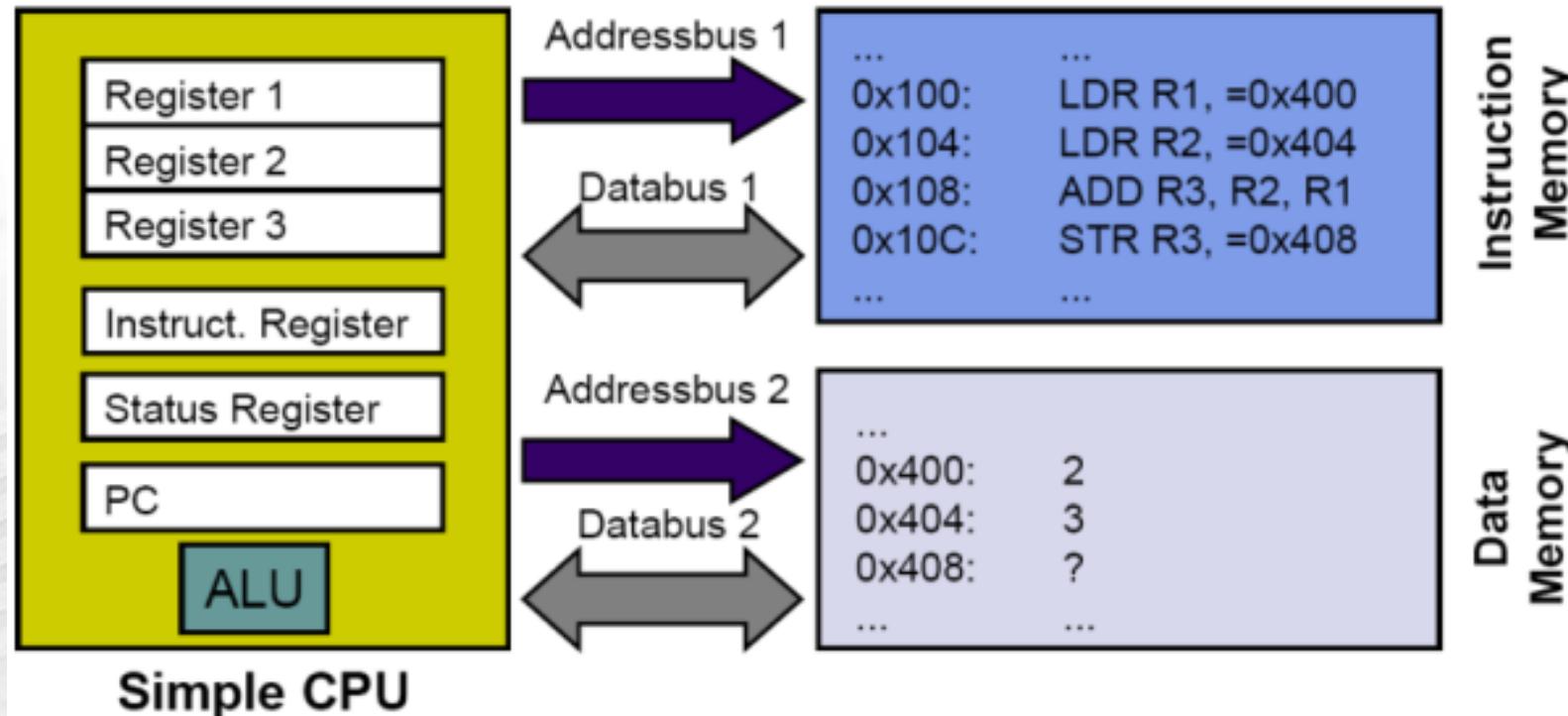
معيارية Von-Neumann: تعتمد على ناقل وحيد لنقل التعليمات والبيانات بين الذاكرة (الوحيدة) ووحدة المعالجة المركزية بحيث:

- (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

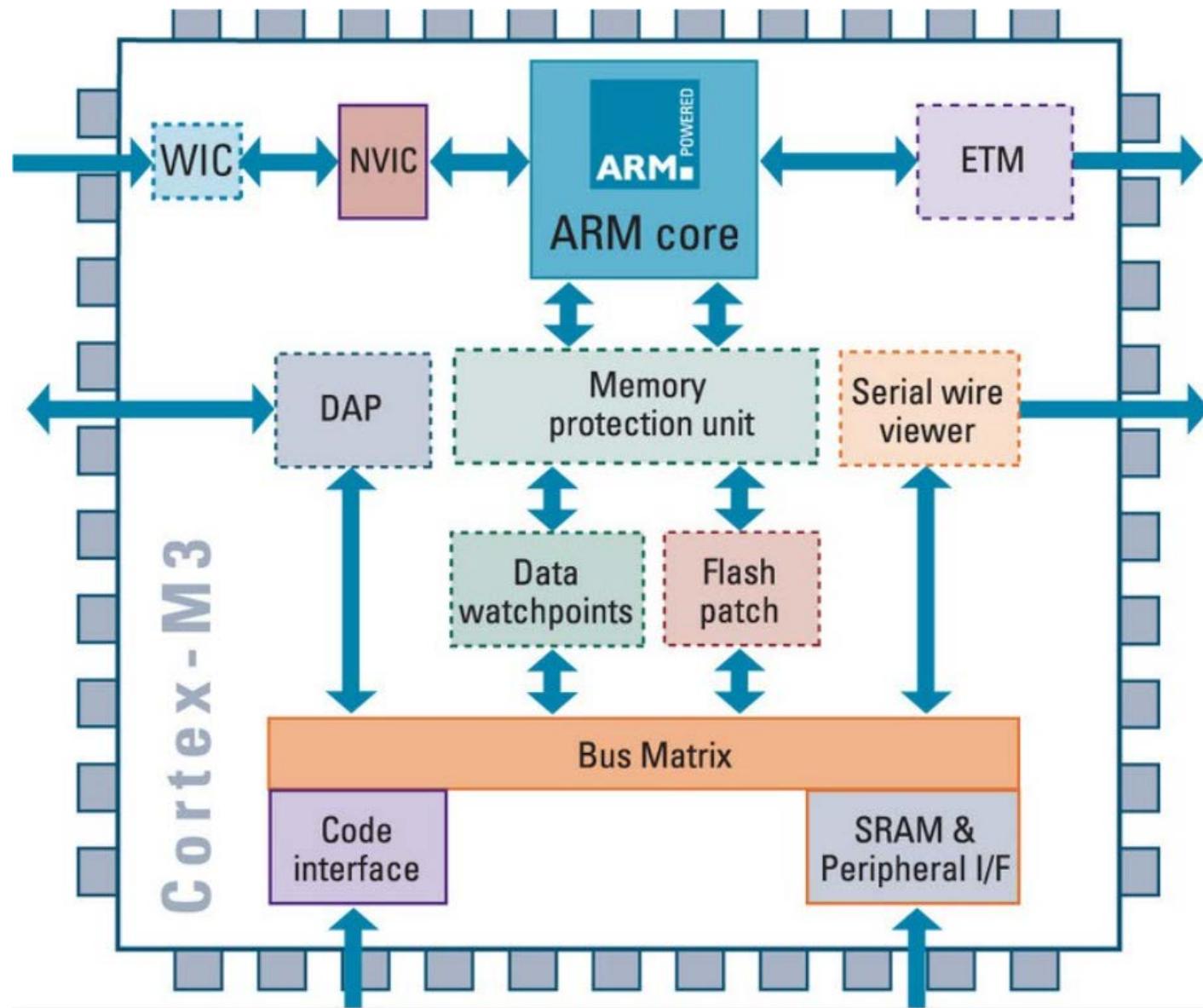
المعالجات المبنية بواسطة ARM

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 انترنت 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

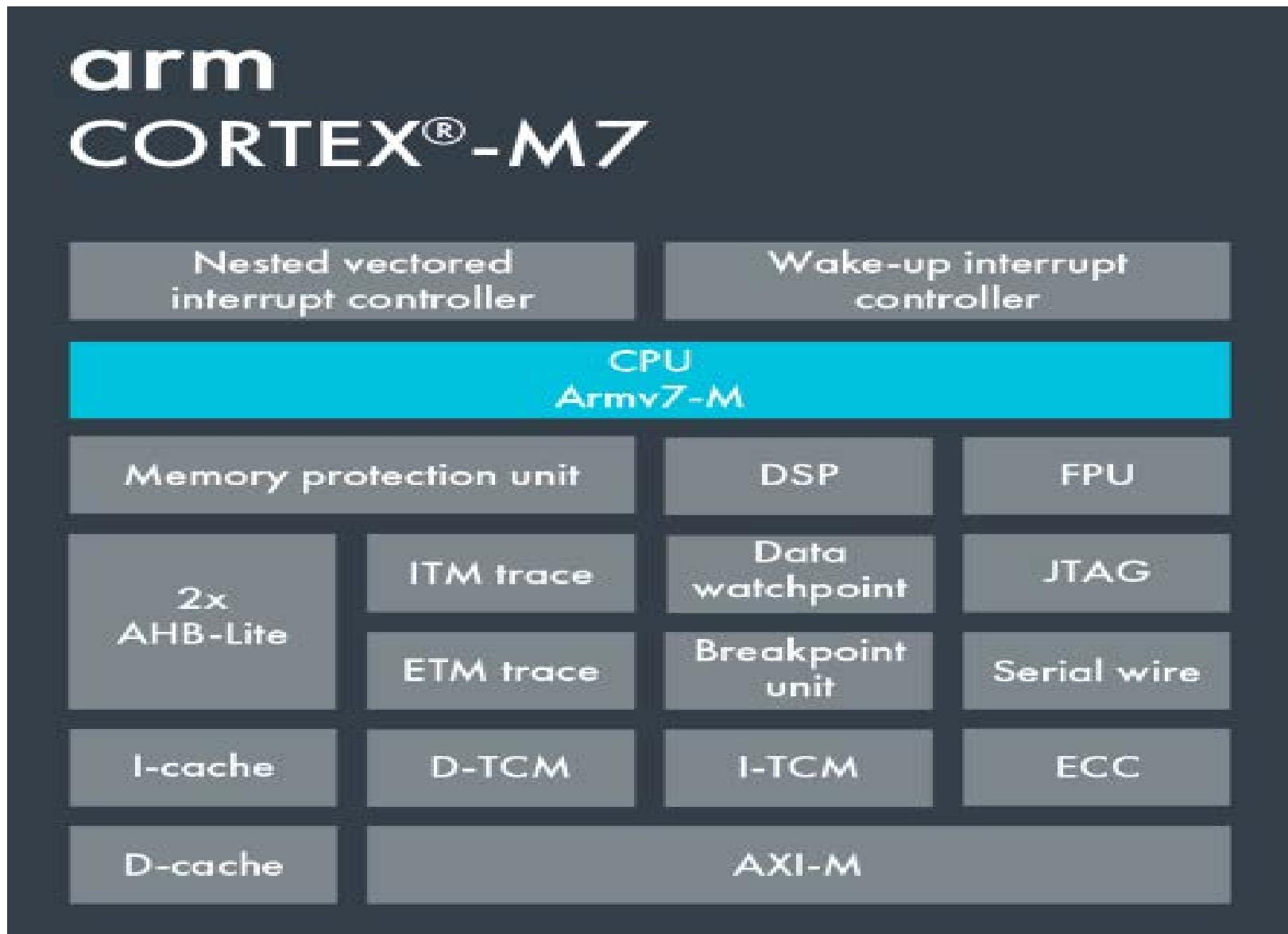
JTAG

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

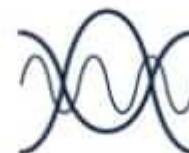
- Arm Cortex-M3 at 72 MHz – 61 DMIPS
- STM32 Foundation line
- Wide range of performance and peripherals, easy-to-use tools

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



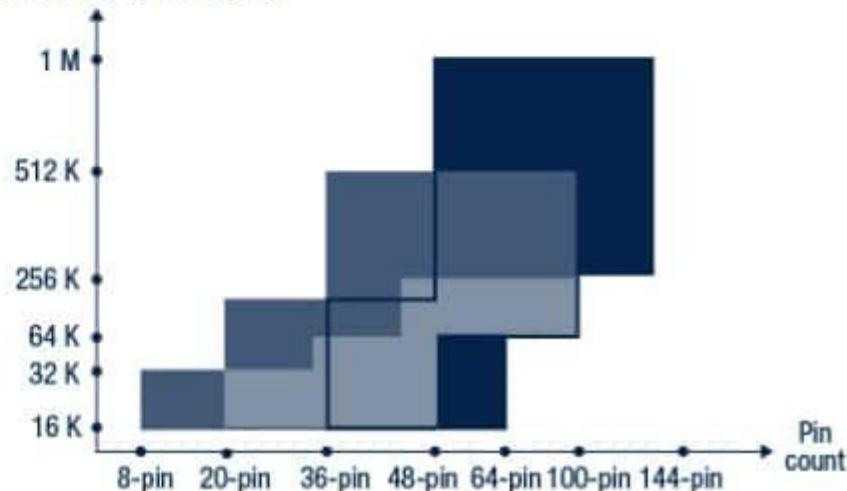
Digital Power



Motor Control

Mixed-signal MCUs

Flash memory size (bytes)

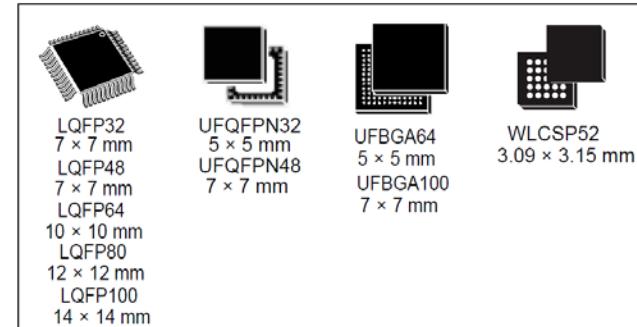
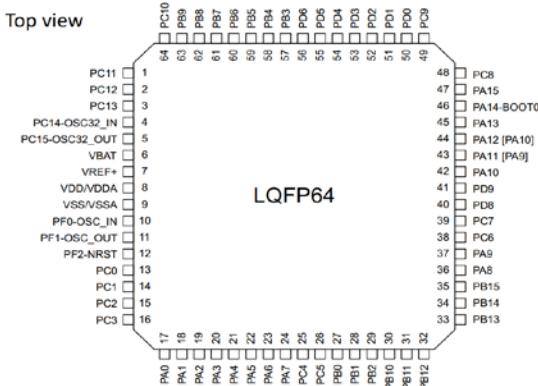


STM32G0B1CE المتحكم

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

Top view



- ❖ 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



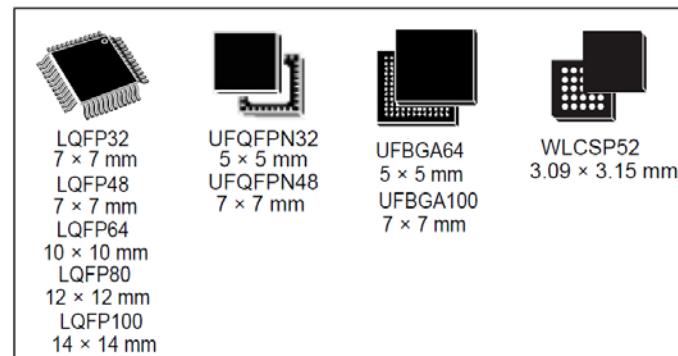
STM32G0B1xB/xC/xE

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 I²C-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[®]-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[®] Cortex[®]-M0+ core, refer to the Cortex[®]-M0+ technical reference manual.

Related documents

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

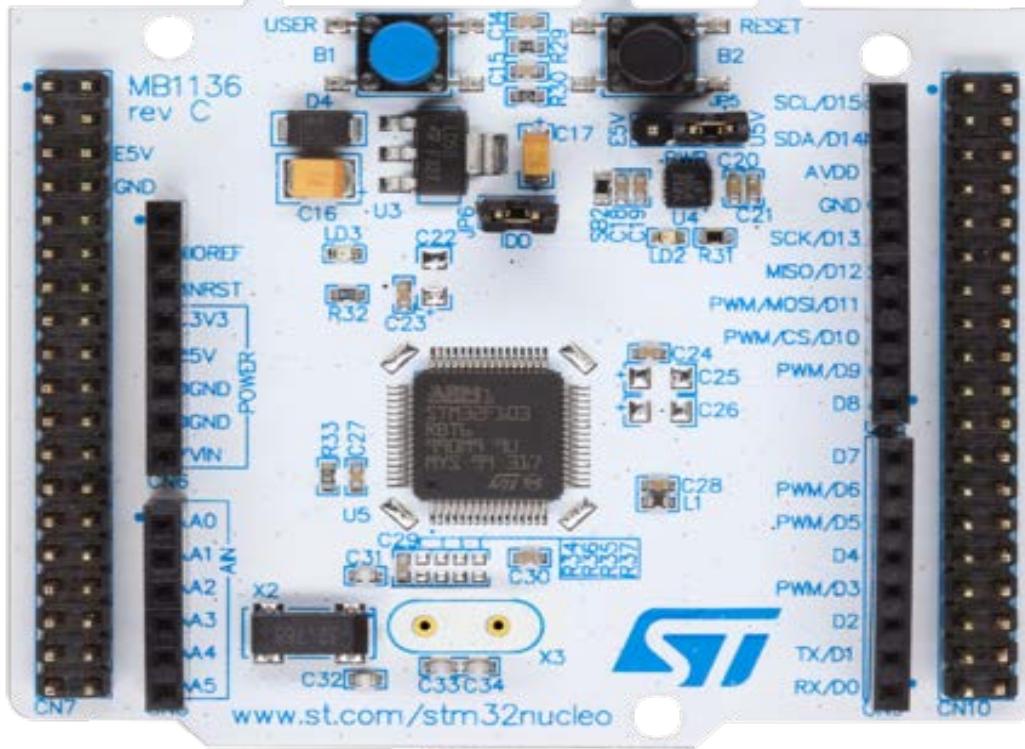
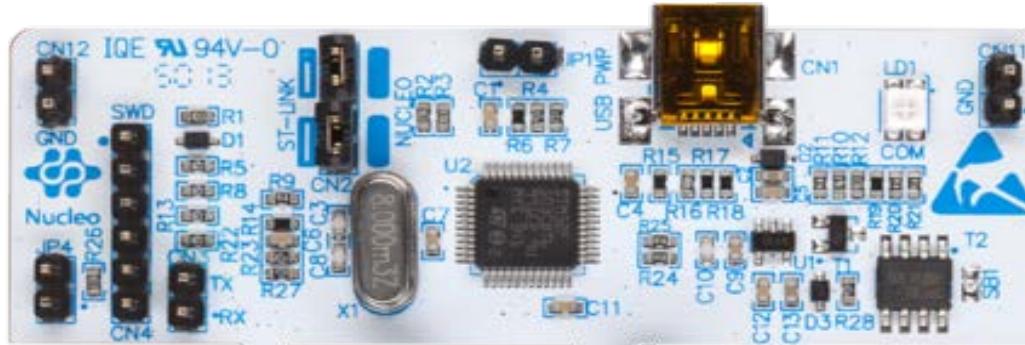
كيفية استخدام متحكمات STM32

هناك طريقتين أساسيتين لاستخدام متحكمات STM32:

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

أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Nucleo board





أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Discovery kit



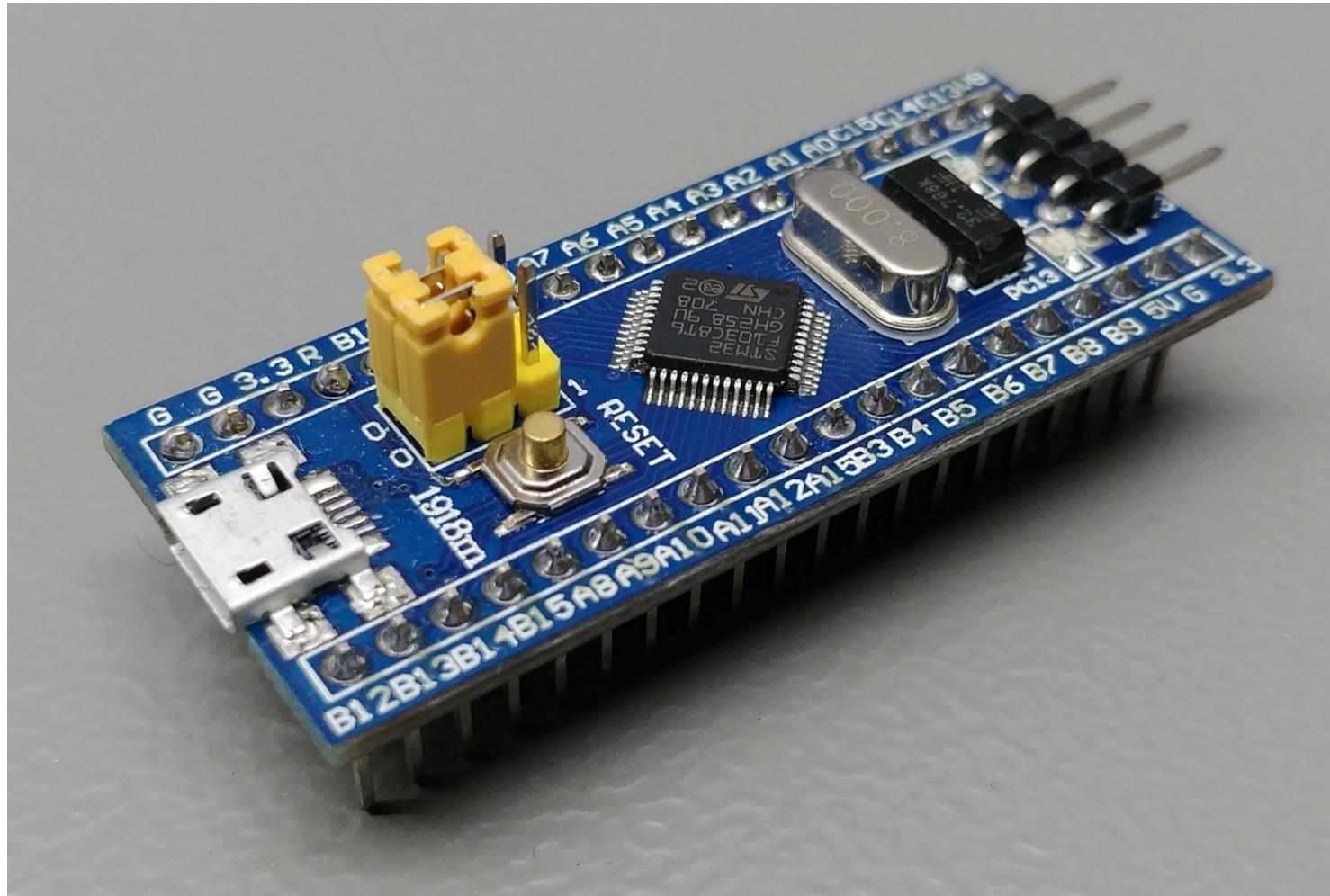
أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Eval board



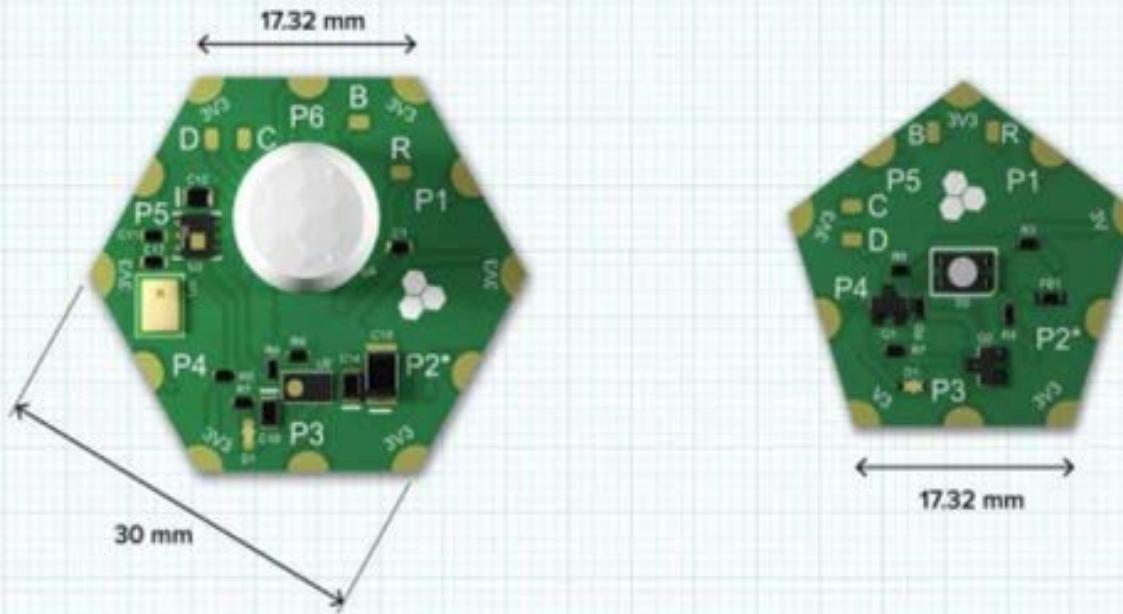
أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Blue Pill 



أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

مودولات Hexabitz



Thank you for listening