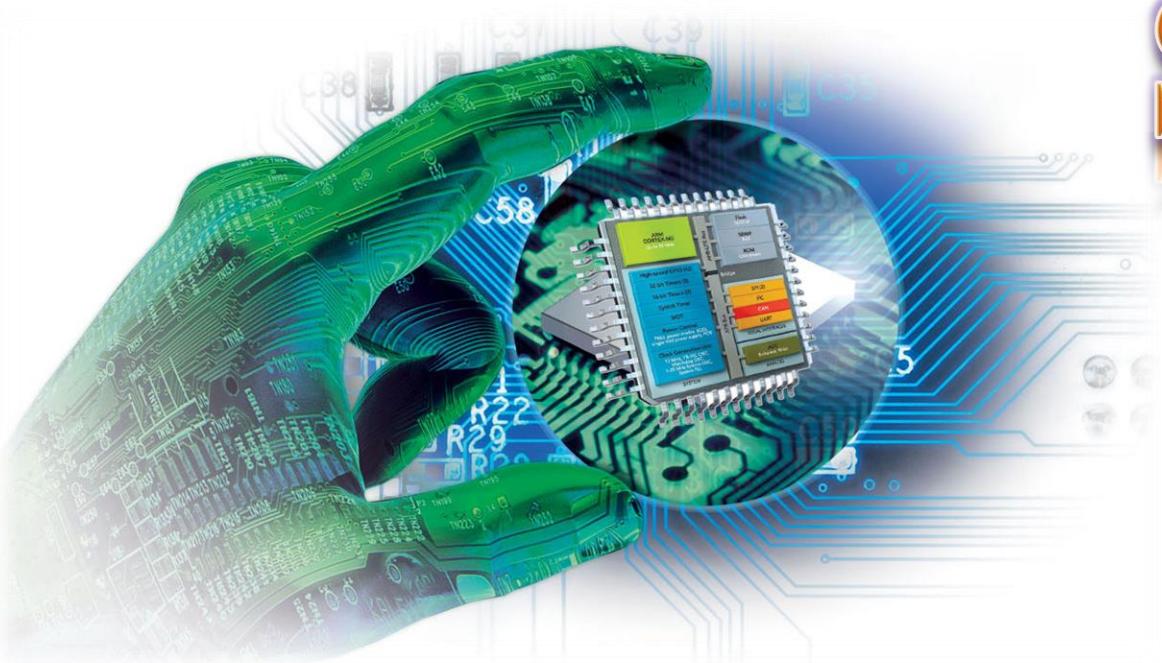


# مُتَحَكِّمَات

# STM32

1

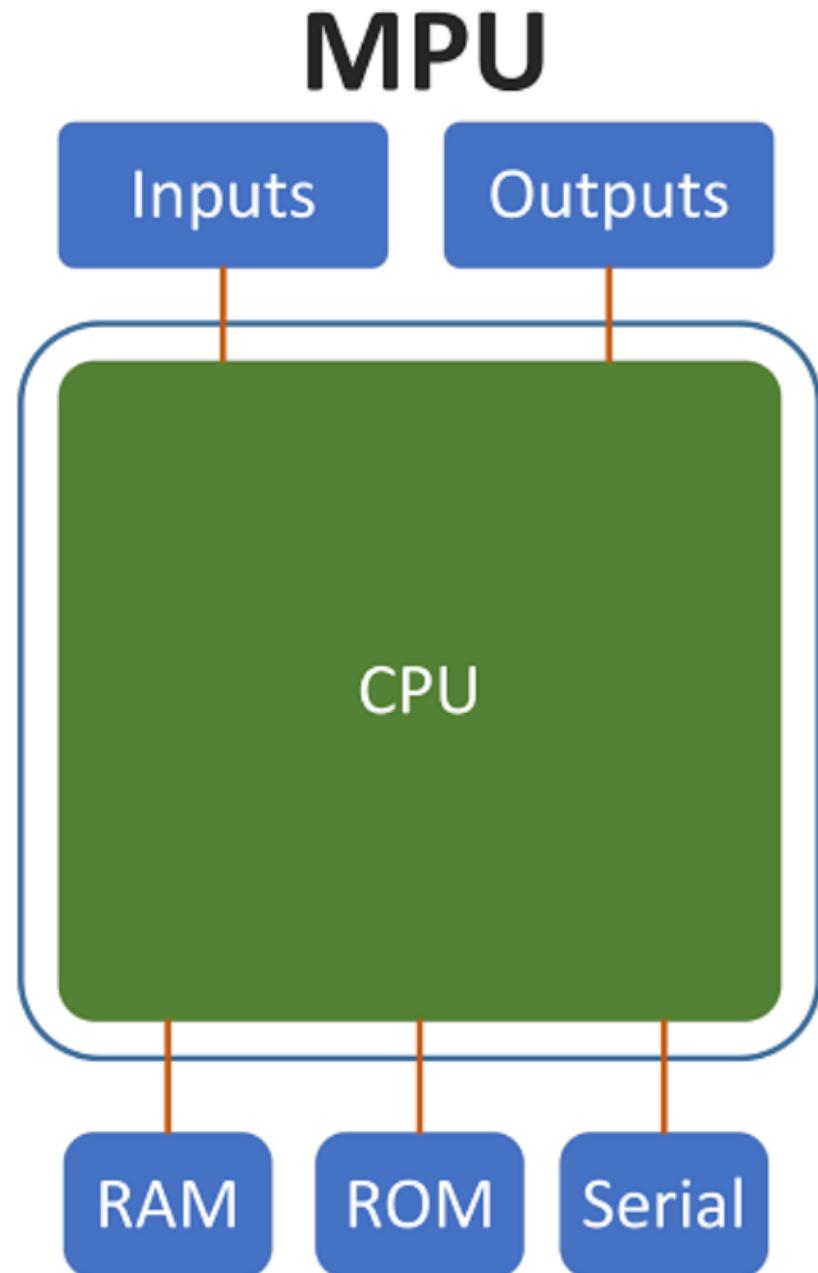
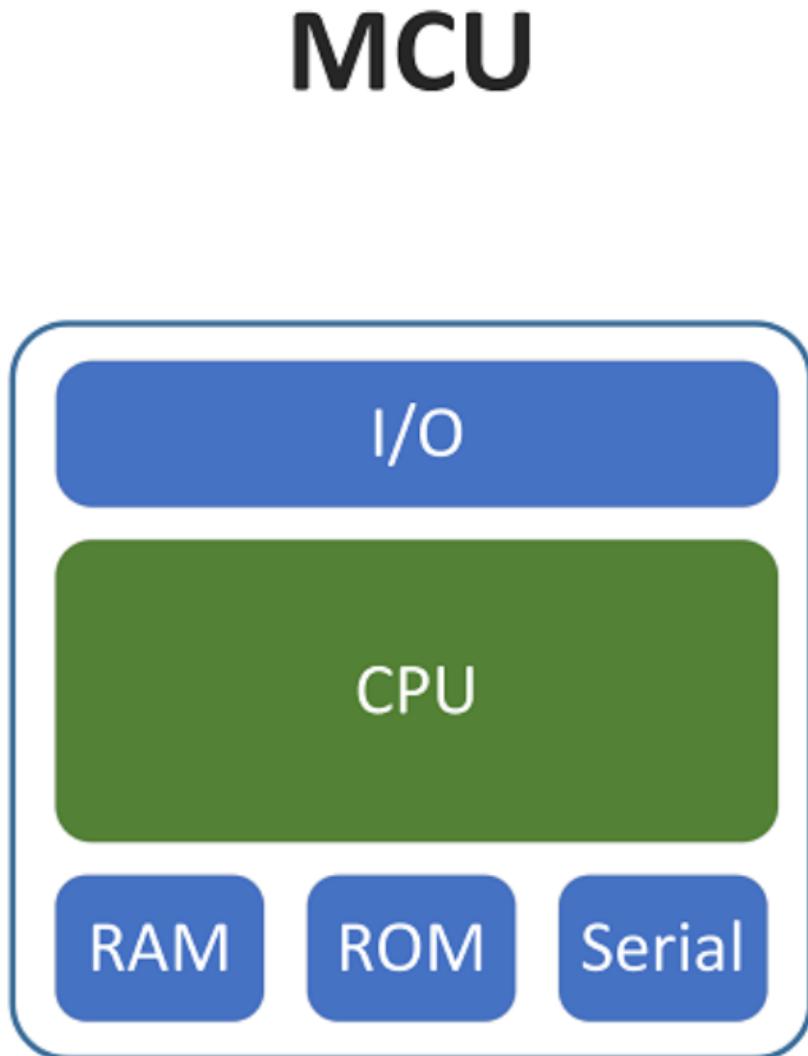


- العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة.
- ما هو المتحكم المصغر.
- معاييرة تصميم بنية المعالجات.
- بني مسجلات التعليمات في المعالجات.
- مقارنة بين المتحكم المصغر والمعالج المصغر
- المعالجات المبنية بواسطة ARM:
- الهيكلية CORTEX-ARM
- مزایا المتحكم STM32G0
- أنواع اللوحات التطويرية المتوفرة Boards type
- تغذية متحكمات STM32
- مصادر الساعة في متحكمات STM32

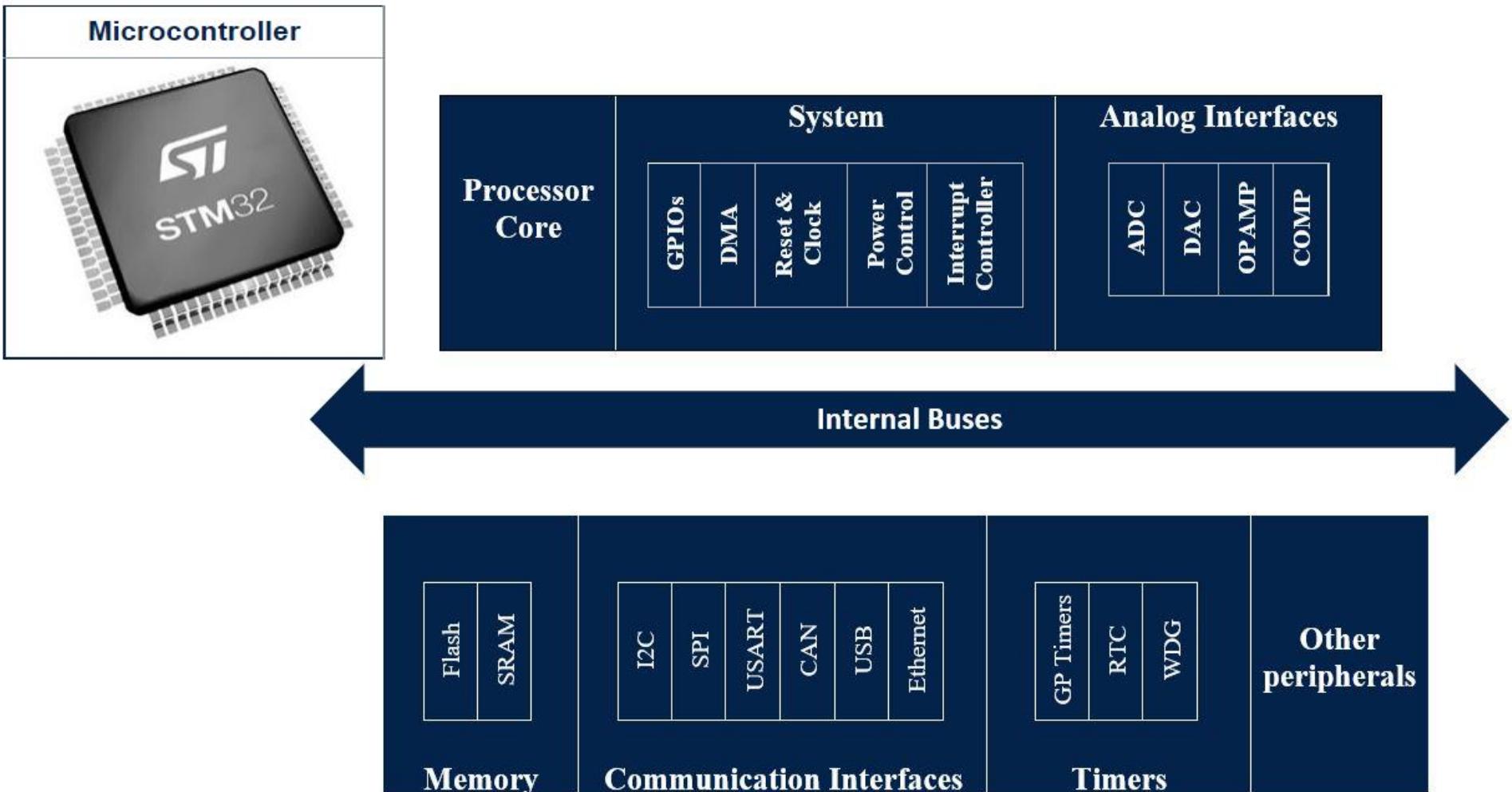
# العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة:

- ❖ سعة المعالجة (MIPS – Processing Power)
- ❖ 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



# What is Microcontroller ?



## 1) المعالج CPU:

يقوم بالعمليات الحسابية والمنطقية والنقل والتحكم.

## 2) مسجلات Registers:

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.

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

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

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

## 6) منافذ رقمية Ports:

تستخدم لتبادل المعطيات الرقمية مع العالم الخارجي.

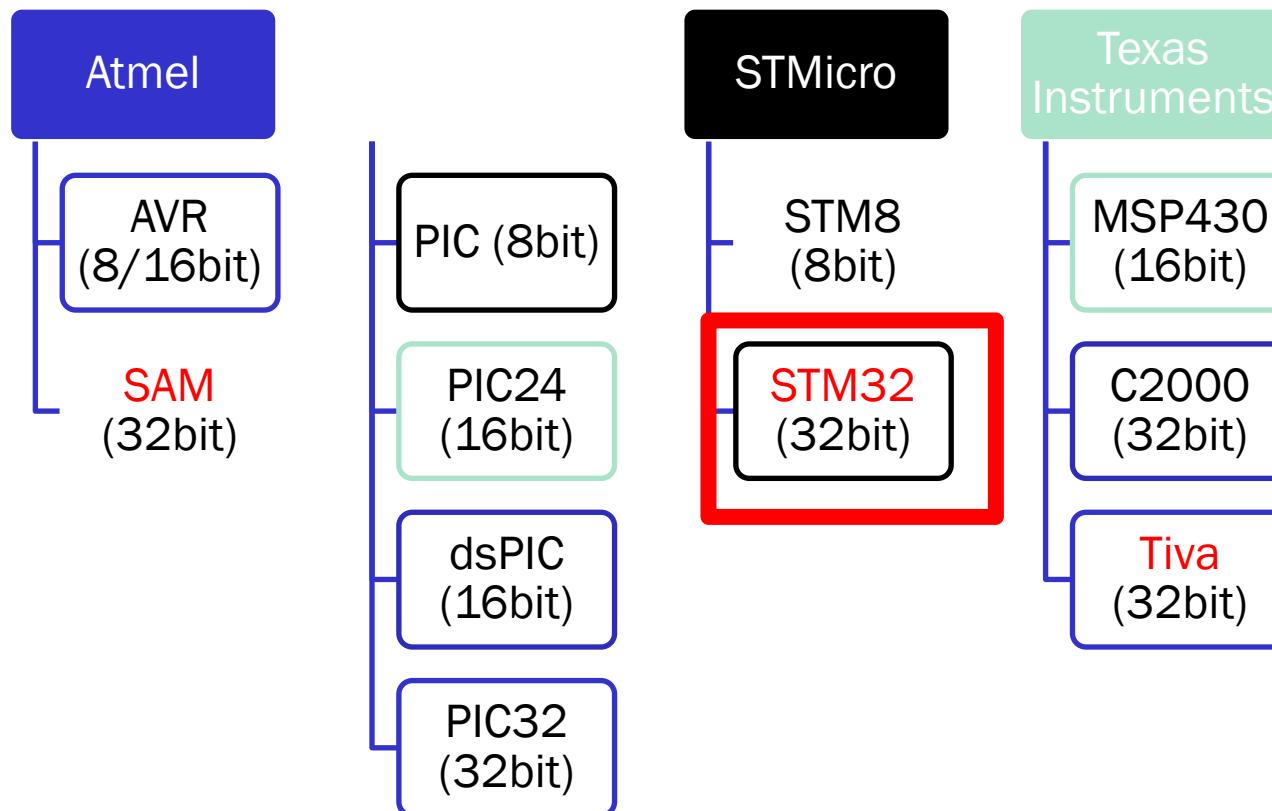
## 7) مؤقتات وعدادات Timer & Counter

وقد تحتوي أيضاً:

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

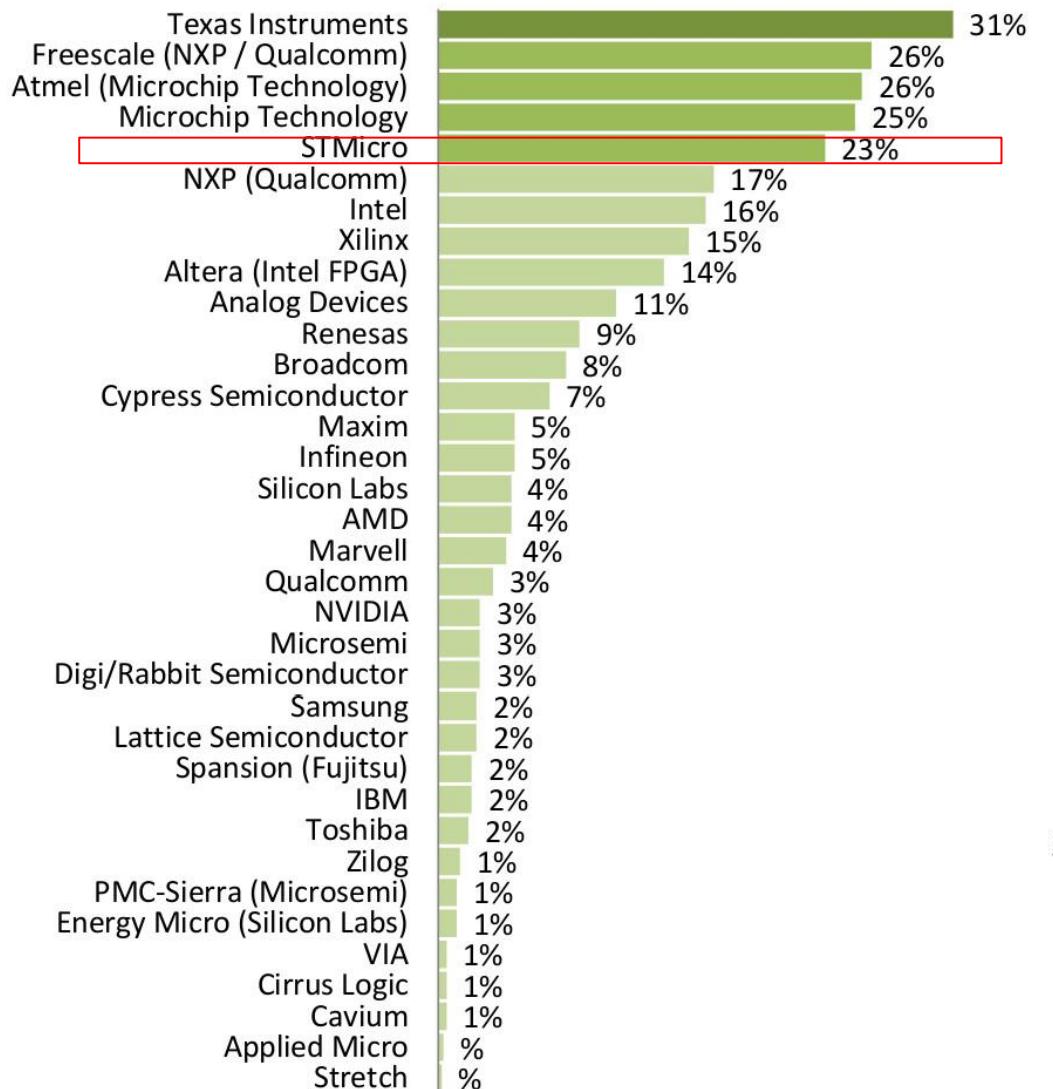
# مقارنة بين ذواكر المتحكم المصغر

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



ARM Cortex-M based

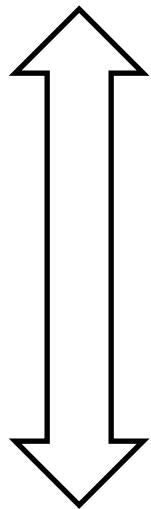
# أشهر عوائل الممكّمات المصفرة



2017 (N = 609)

# أشهر لغات البرمجة الشائعة لبرمجة الميكانيات المصغرة :

Low level

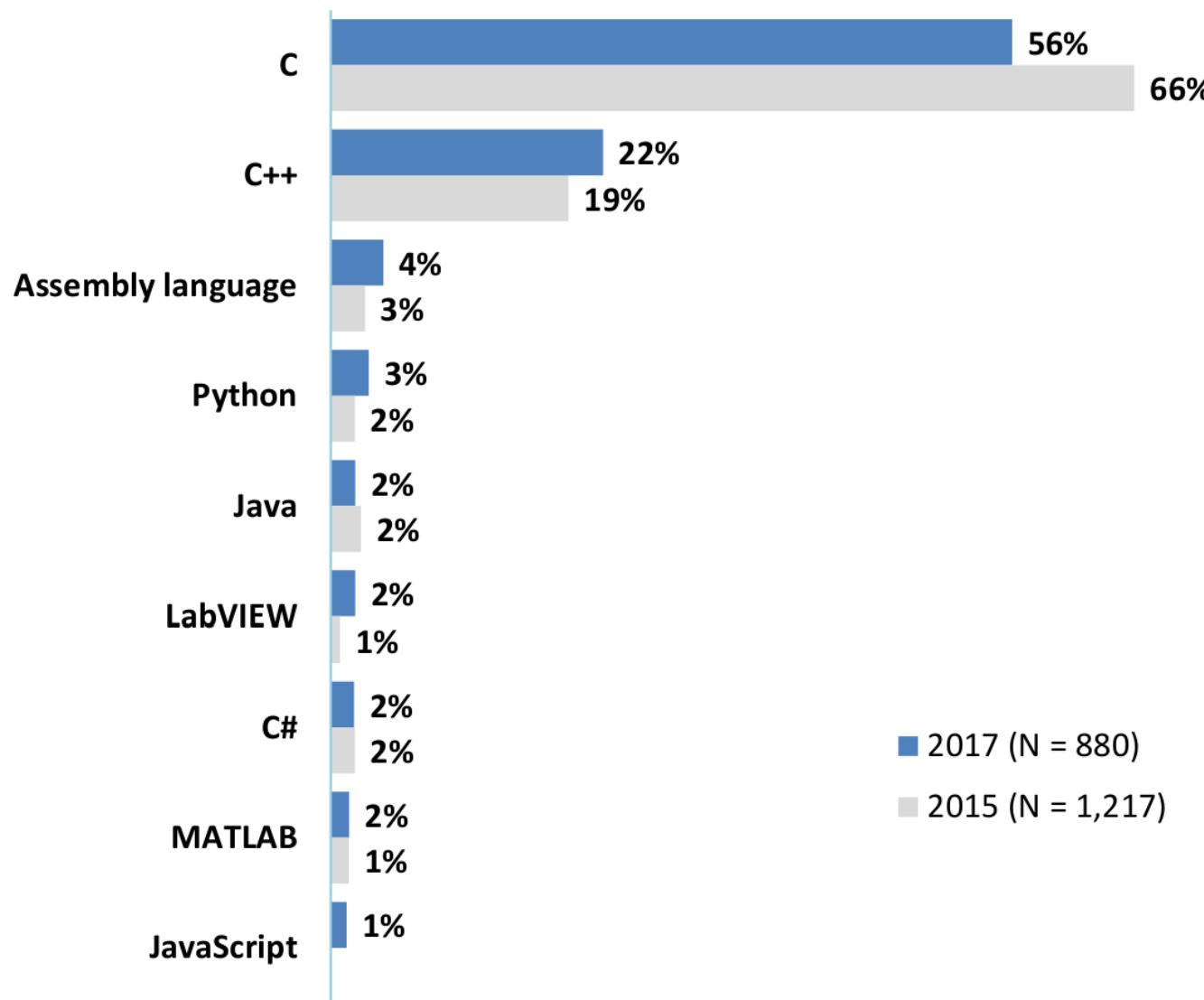


High level

Visual programming (Labview, Simulink, etc.)

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

# أشهر لغات البرمجة الشائعة لبرمجية الميكانيات المصغرة :

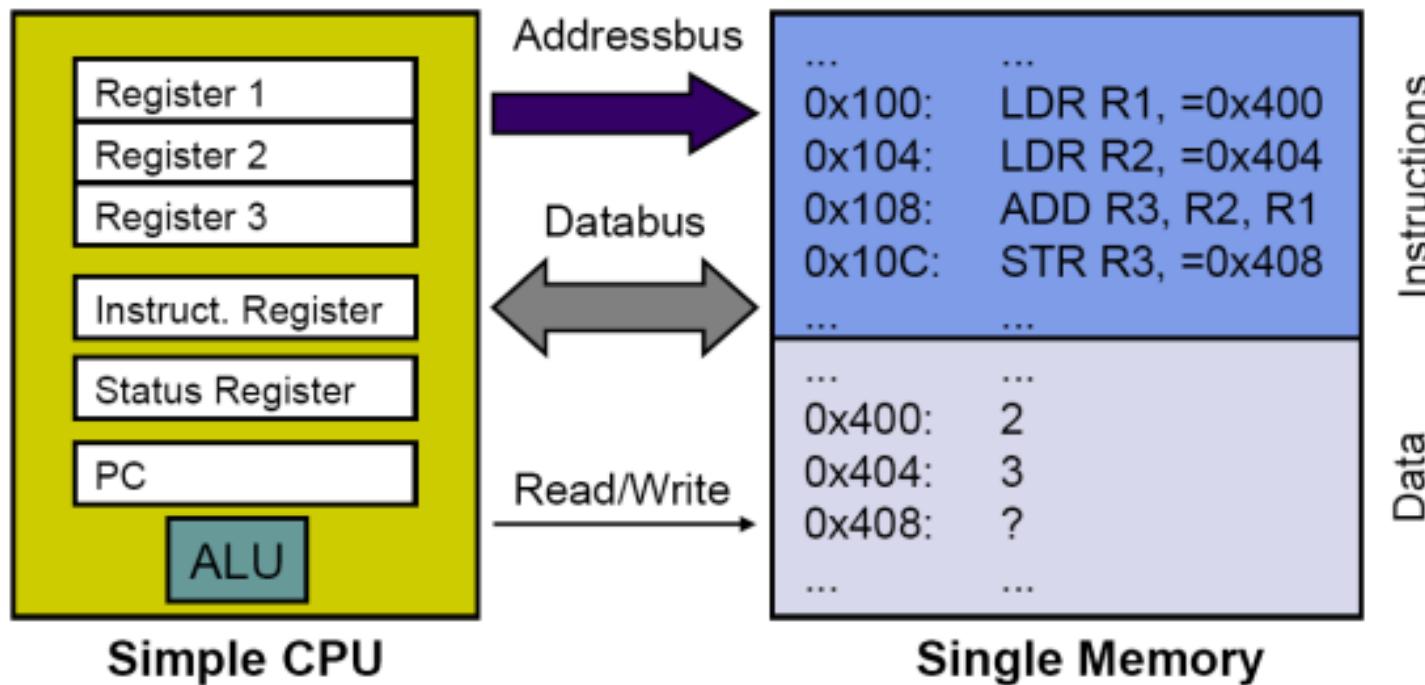


Source: <https://www.cnx-software.com/2017/08/15/aspencore-2017-embedded-markets-study-programming-languages-operating-systems-mcu-vendors-and-more/>

# معاييرية تصميم بنية المعالجات :

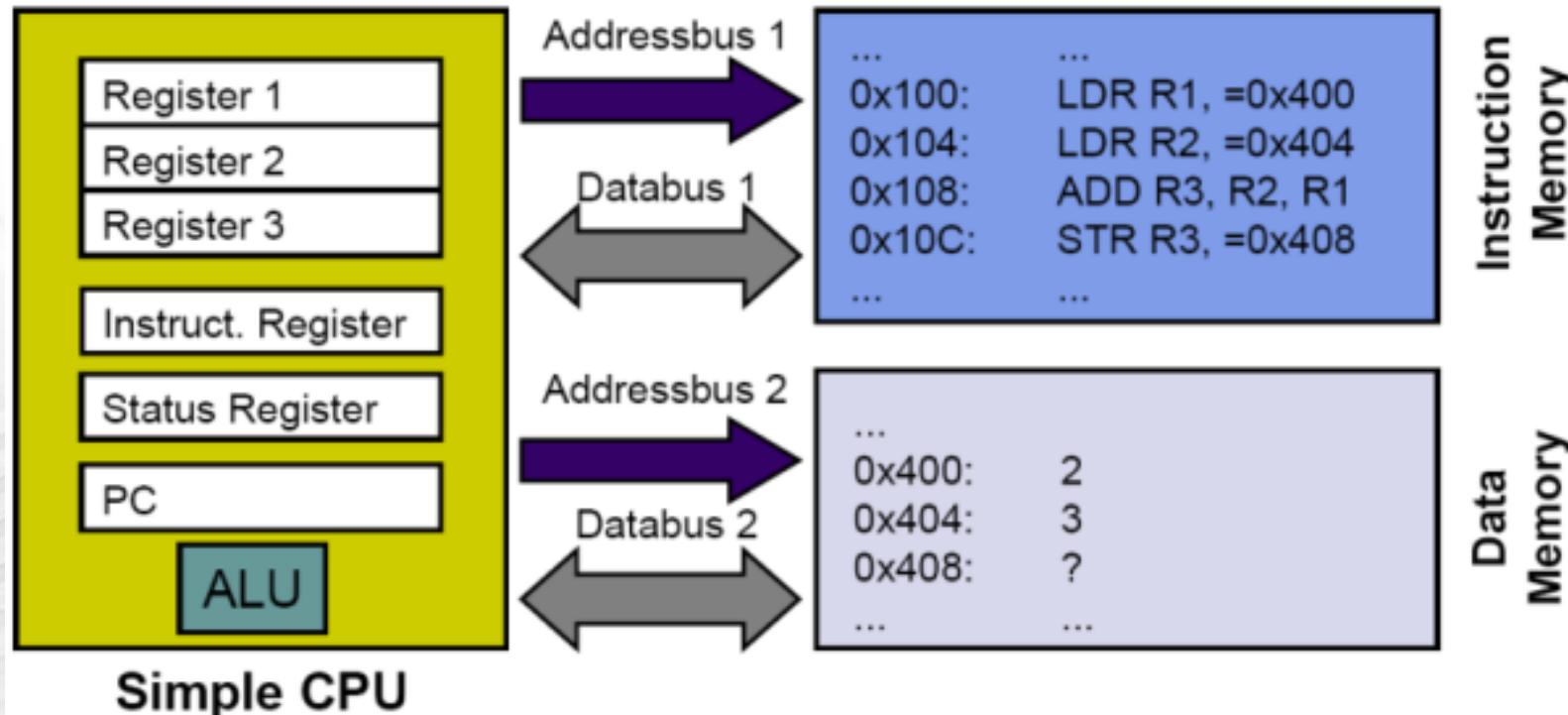
**معاييرة Von-Neumann**: تعتمد على ناقل وحيد لنقل التعليمات والبيانات بين الذاكرة (الوحيدة) ووحدة المعالجة المركزية بحيث:

- (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.



# معاييرية تصميم بنية المعالجات :

**معاييرة 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**

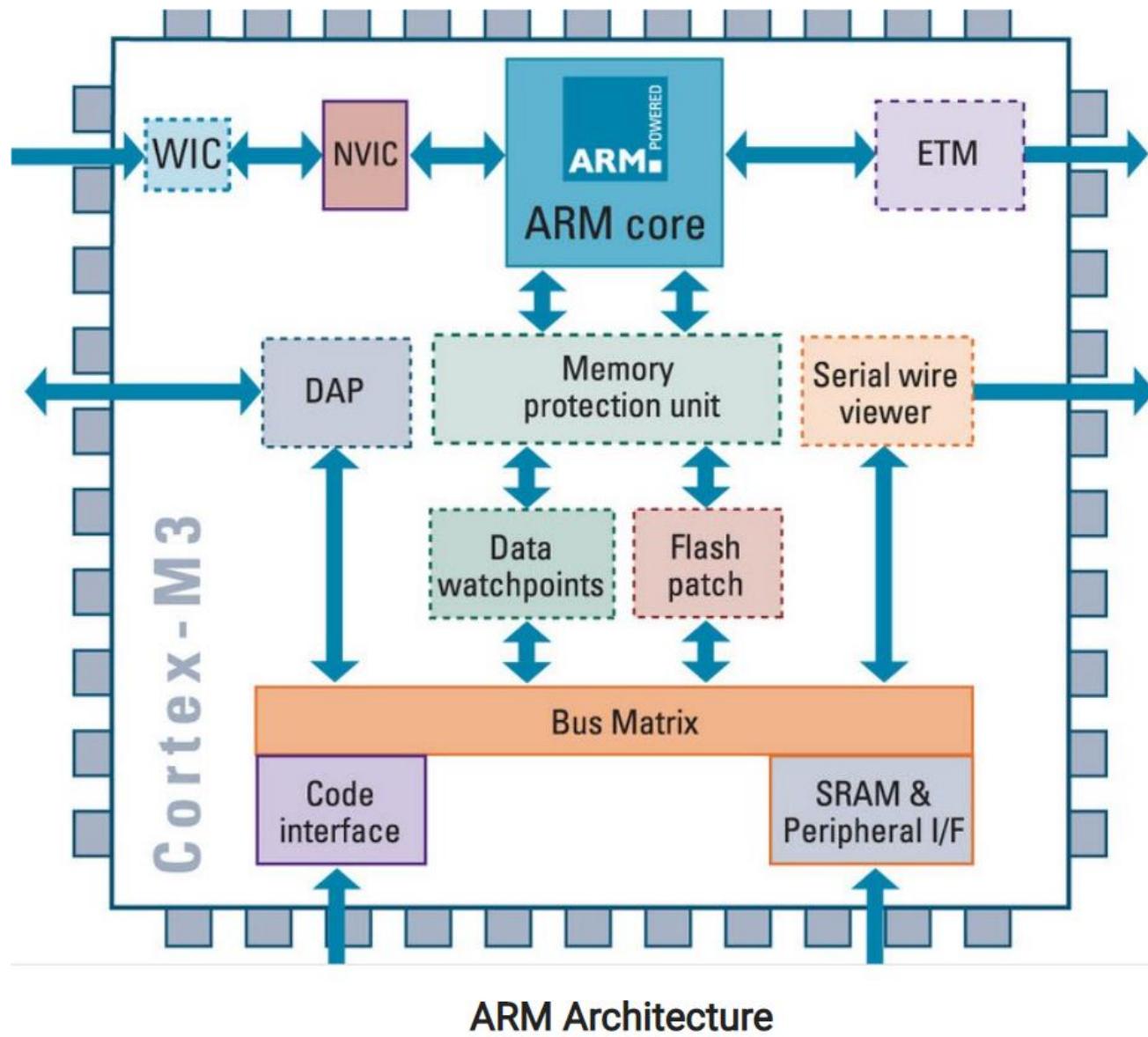
# المعالجات المبنية بواسطة ARM

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



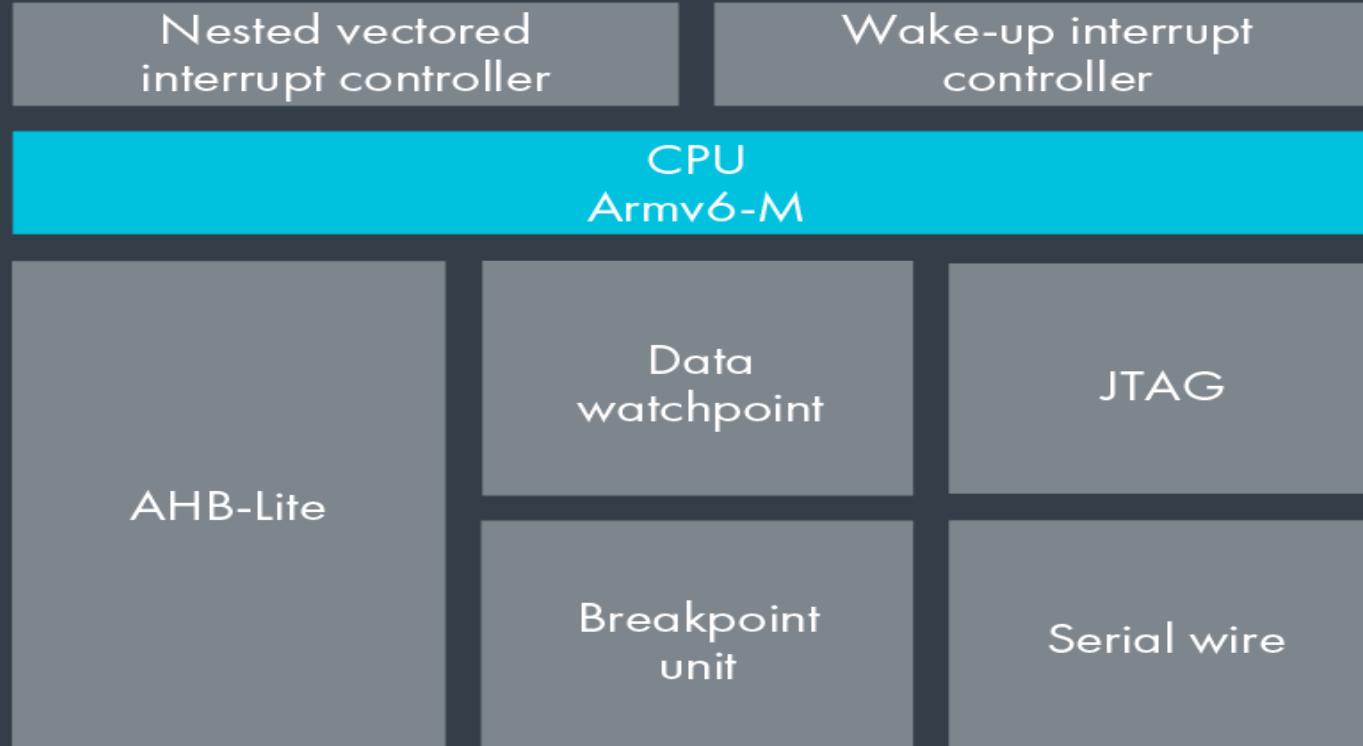
الهيكلية ARM - CORTEX هي عبارة عن مجموعة كبيرة من المعماريات والأنوية 32/64bit المنتشرة في عالم الأنظمة المدمجة، حيث تقسم المعالجات المبنية على معمارية CORTEX إلى ثلاثة عائلات فرعية وهي:

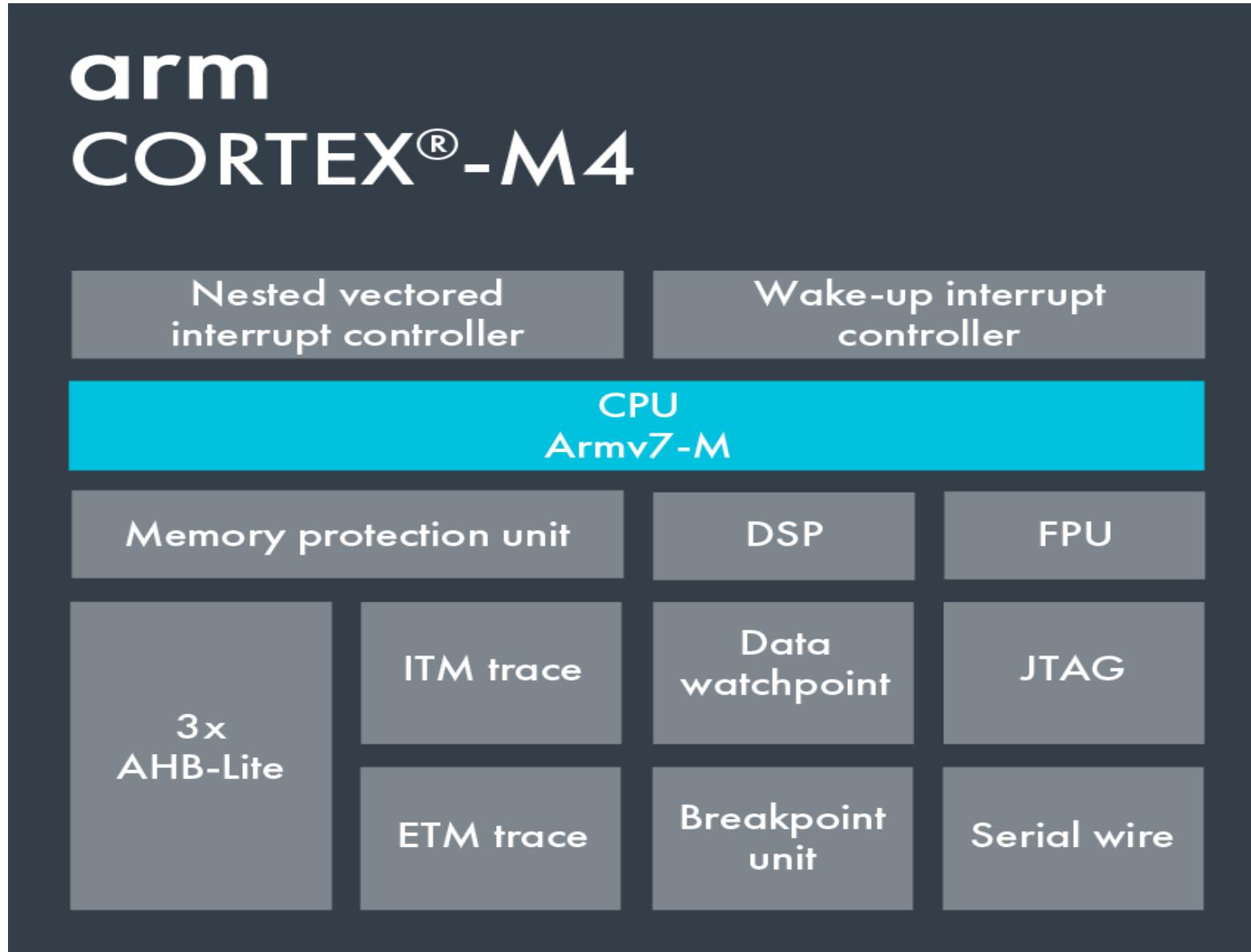
□ **CORTEX-A** : ويرمز الحرف A إلى التطبيقات Applications ، وهي عبارة عن سلسلة من المعالجات توفر مجموعة من الحلول التي للأجهزة التي تتطلب إنجاز مهام حوسبة معقدة مثل استضافة نظام تشغيل كامل ك Linux أو Android وغيرها والتي تدعم العديد من التطبيقات، وتستخدم هذه المعمارية في أغلب الهواتف الذكية

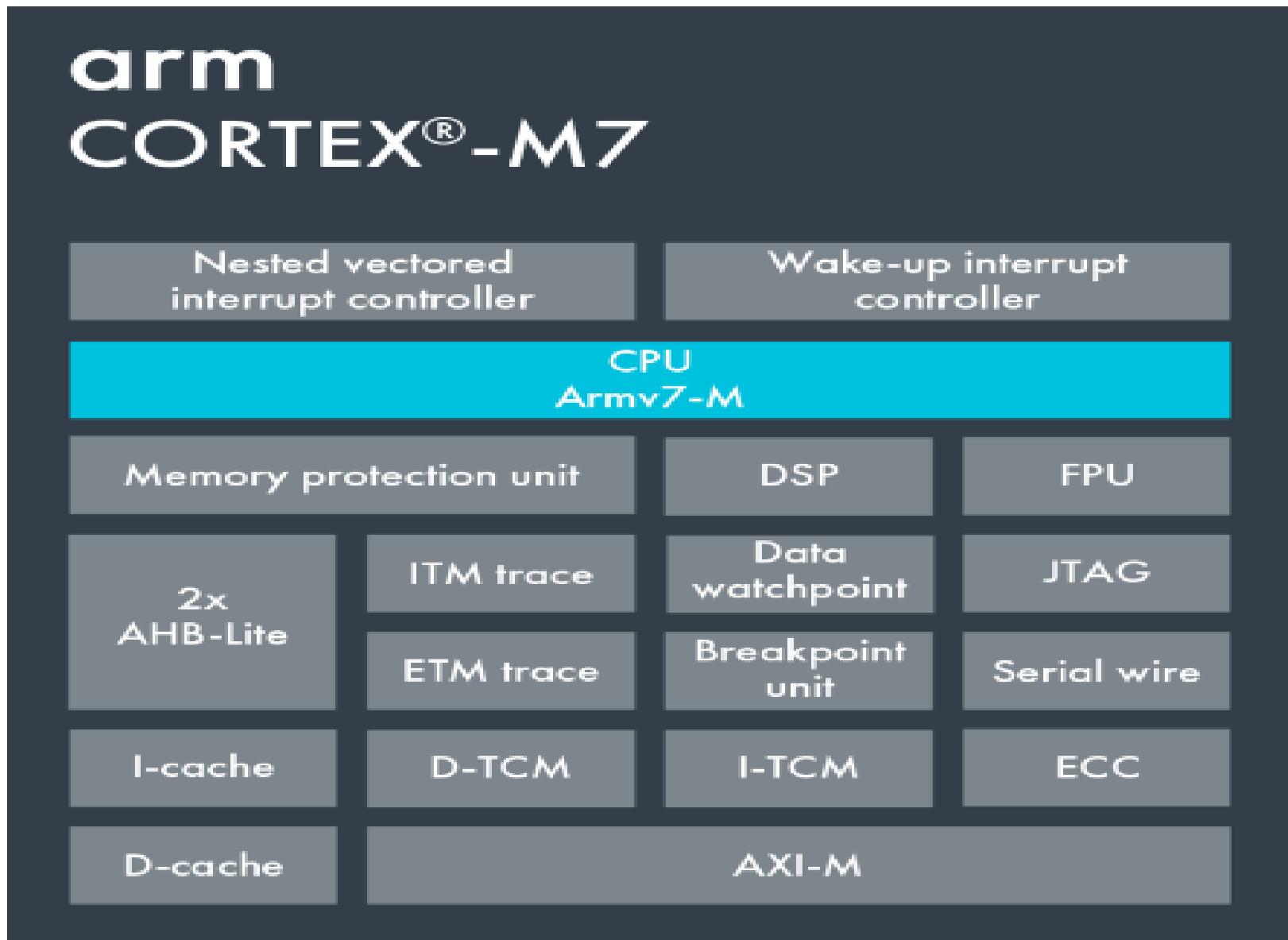
□ **Cortex-M** : والتي ترمز إلى Embedded وتنميز هذه المعمارية بالعديد من الخصائص منها الكفاءة في استخدام الطاقة أيضاً التكلفة المنخفضة للمعالجات التي تستخدم هذه المعمارية وهي مصممة من أجل المتحكمات المستخدمة في تطبيقات إنترنت الأشياء IOT، التحكم في المحركات

□ **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







# المتحكم STM32G0



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

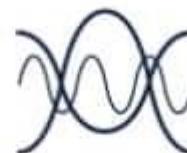


STM32G4

- 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



Instrumentation  
& Measurement



Digital Power



Motor Control

Mixed-signal MCUs

STM32F1

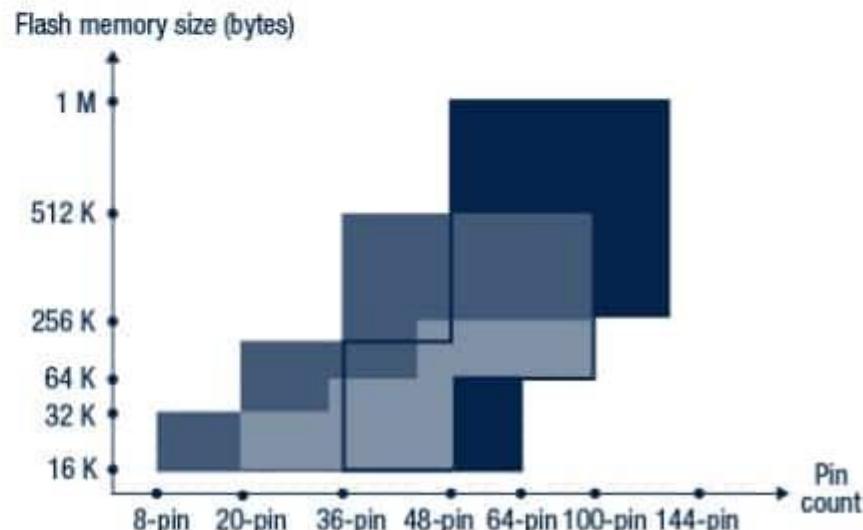
- Arm Cortex-M3 at 72 MHz – 61 DMIPS
- STM32 Foundation line
- Wide range of performance and peripherals, easy-to-tune tools

STM32G0

- Arm Cortex-M0+ at 64 MHz – 59 DMIPS
- Maximum I/O 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

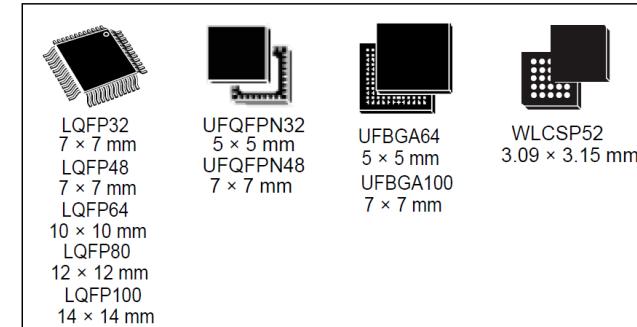
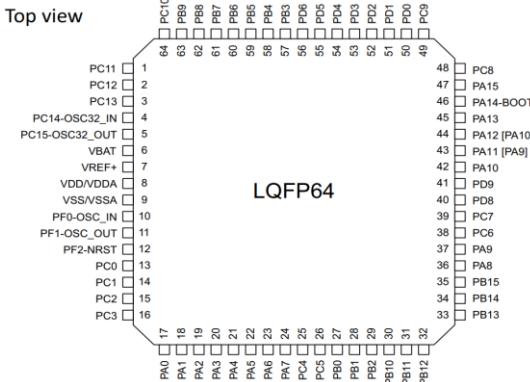


# STM32G0B1CE المتحكم

<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 <sup>2</sup> S)	
6x USART (3x with LIN, smartcard, IrDA, modem control)	
2x LPUART	
3x I <sup>2</sup> 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



# 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



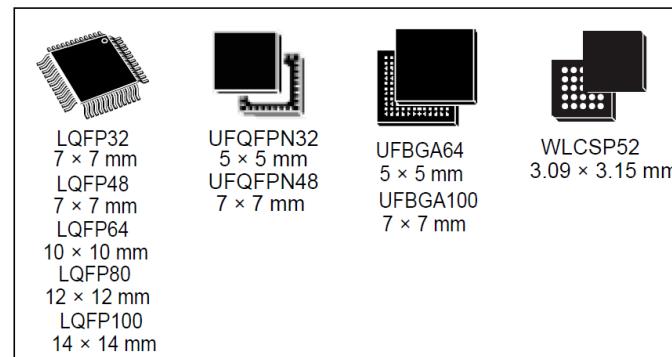
## STM32G0B1xB/xC/xE

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>

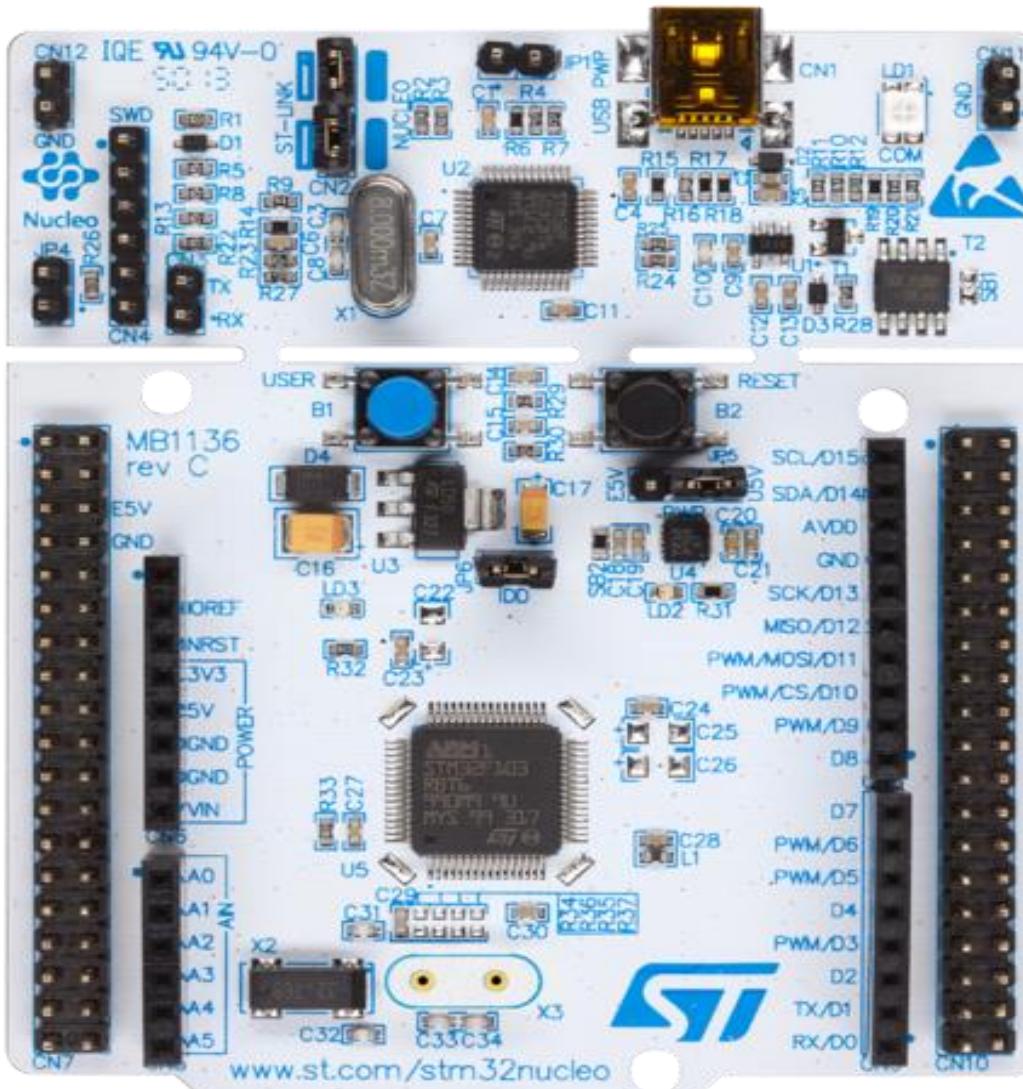
# STM32 متحكمات استخدام استخدة كيفية

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



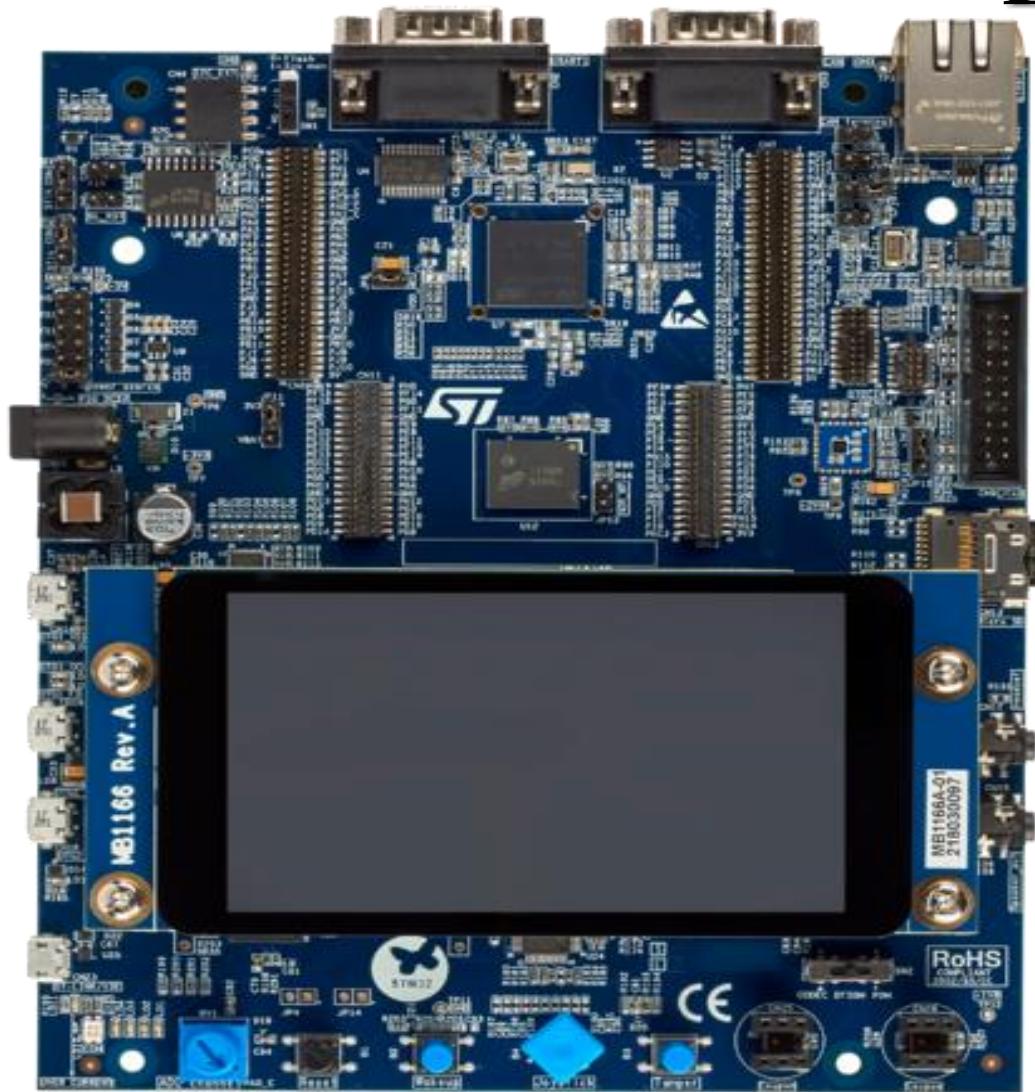
# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

## Discovery kit



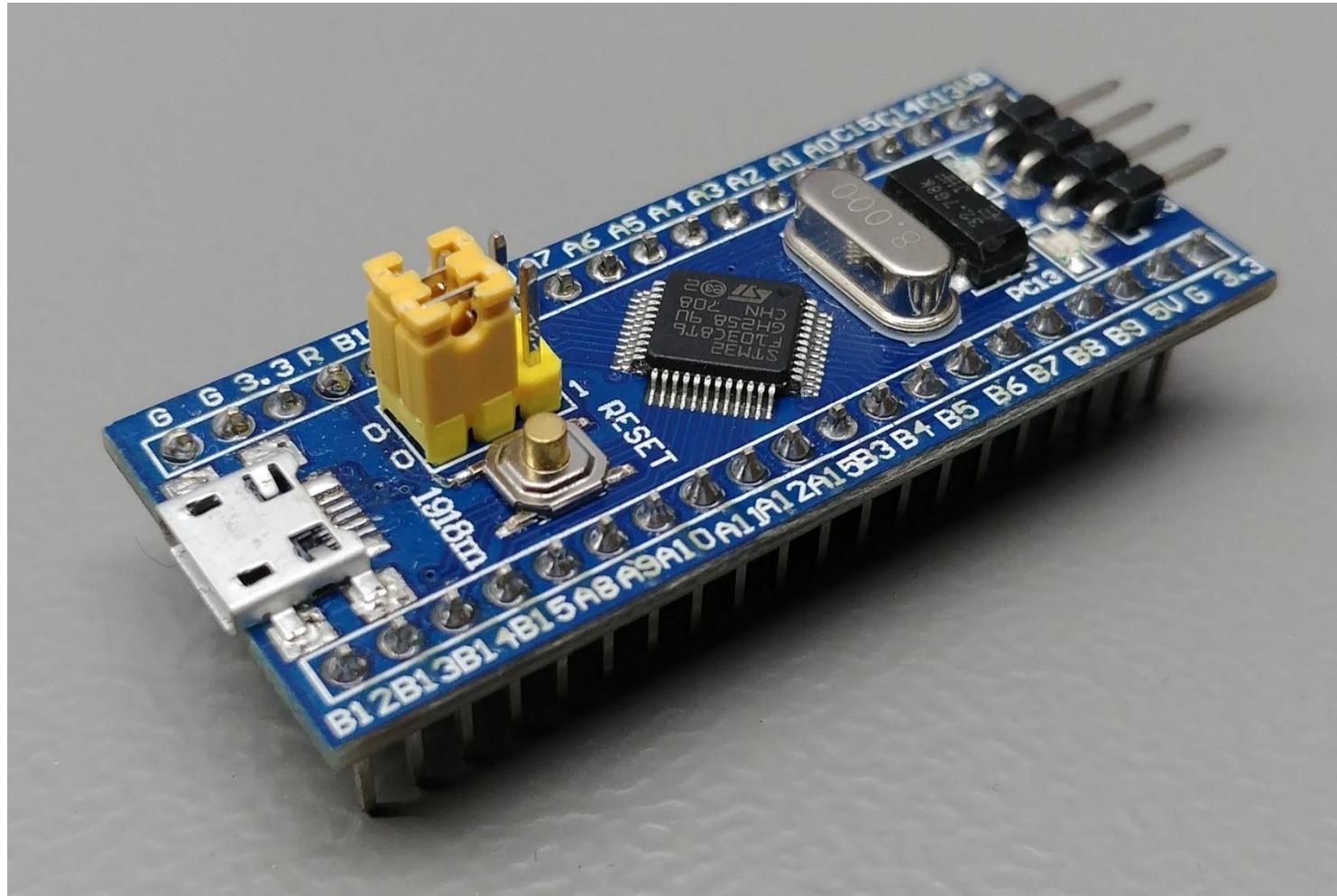
# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Eval board

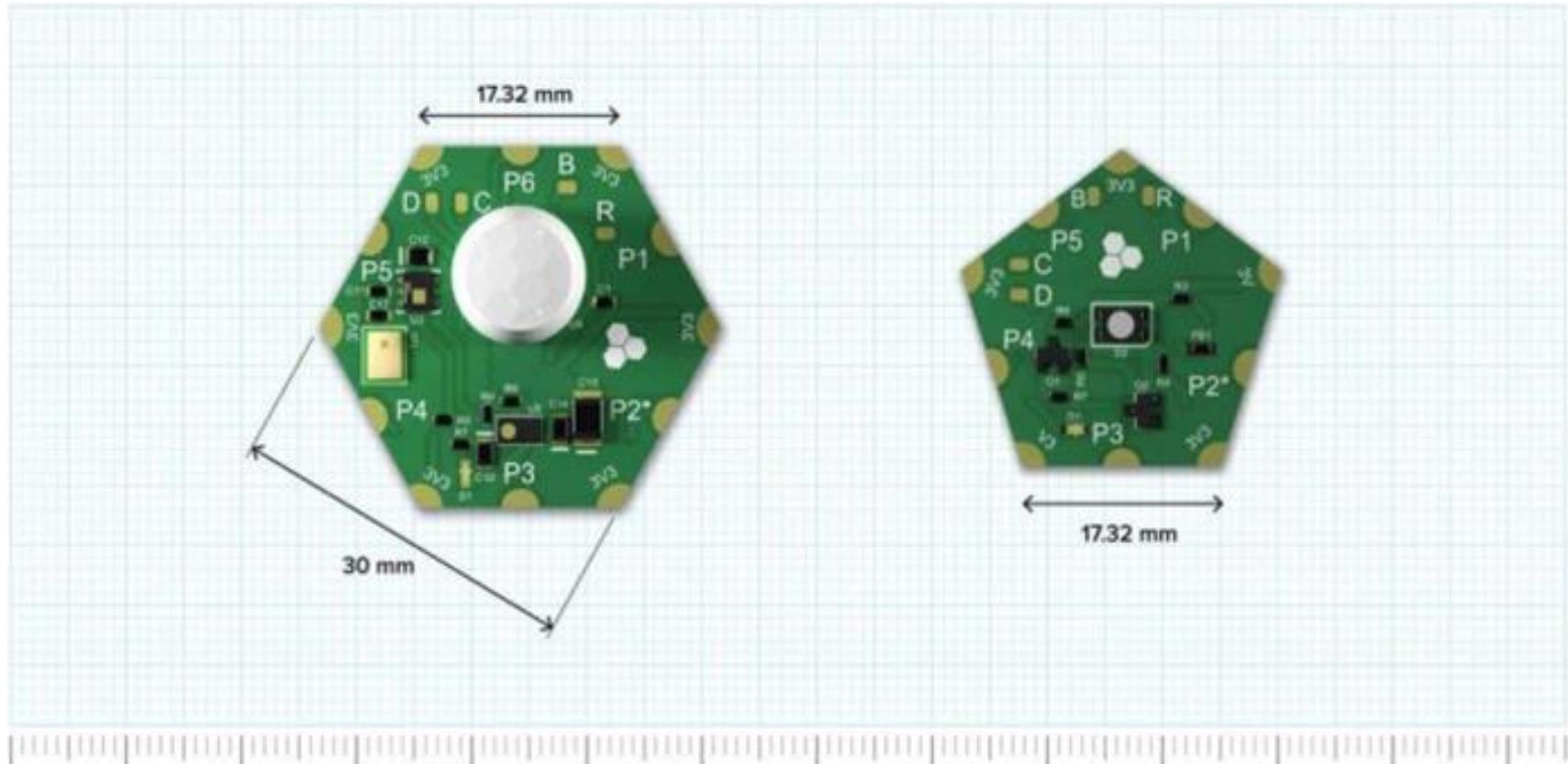


# أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Blue Pill 



## مودولات Hexabitz



# STM32 تغذية متحكمات

أقطاب التغذية في متحكمات STM32 هي :

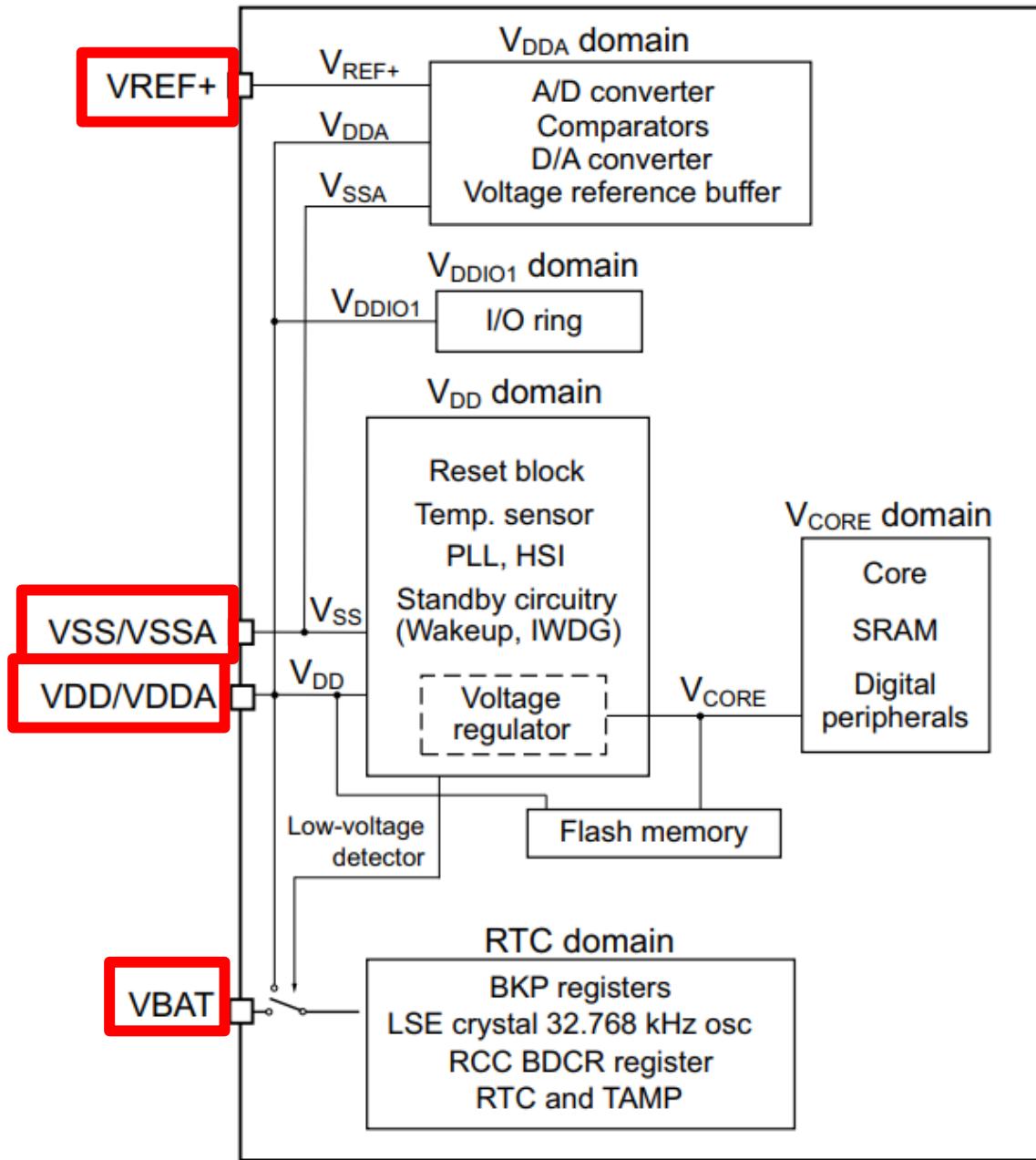
VDD/VDDA

VSS/VSSA

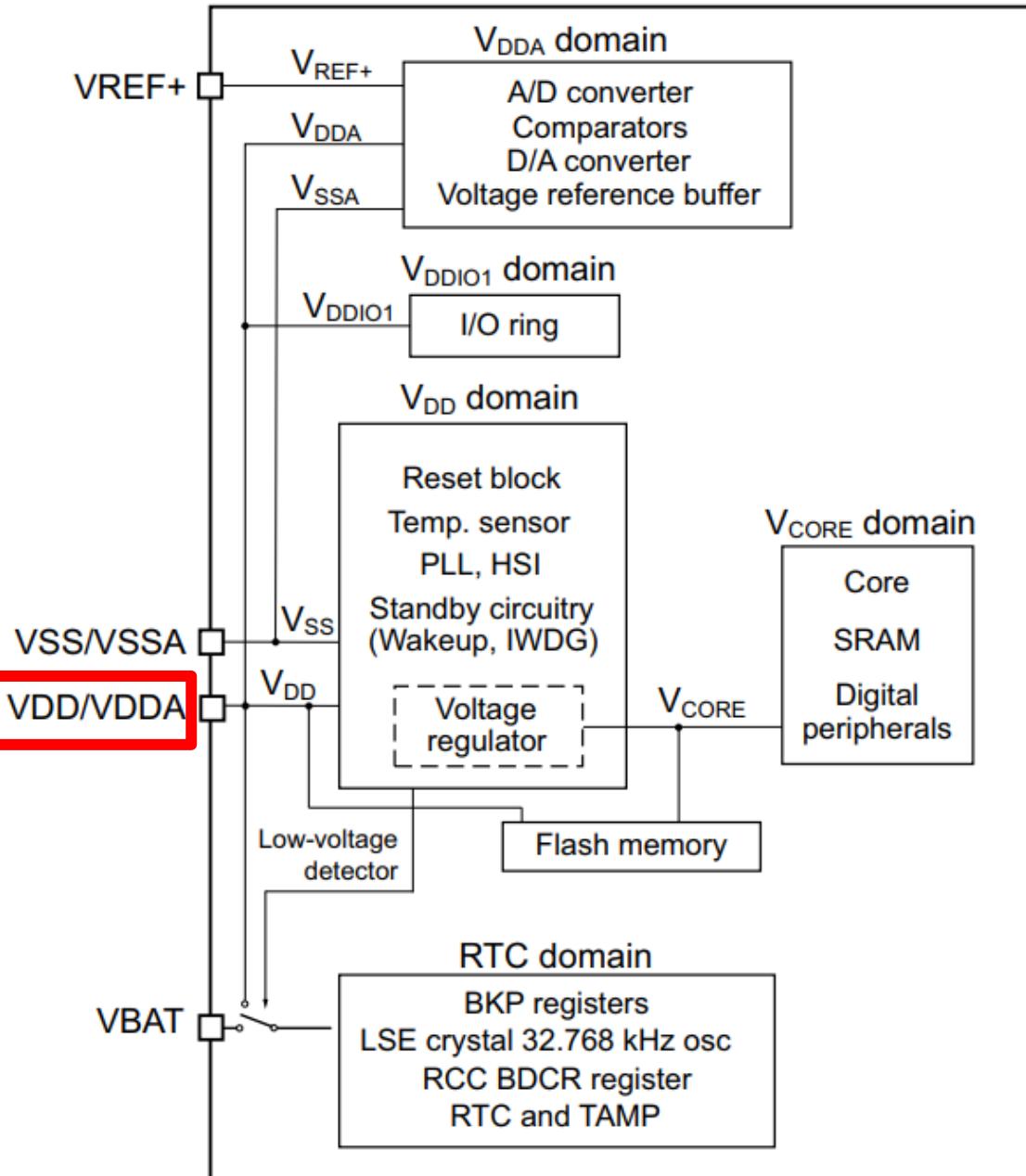
VREF+

VBAT

# تغذية متحكمات STM32

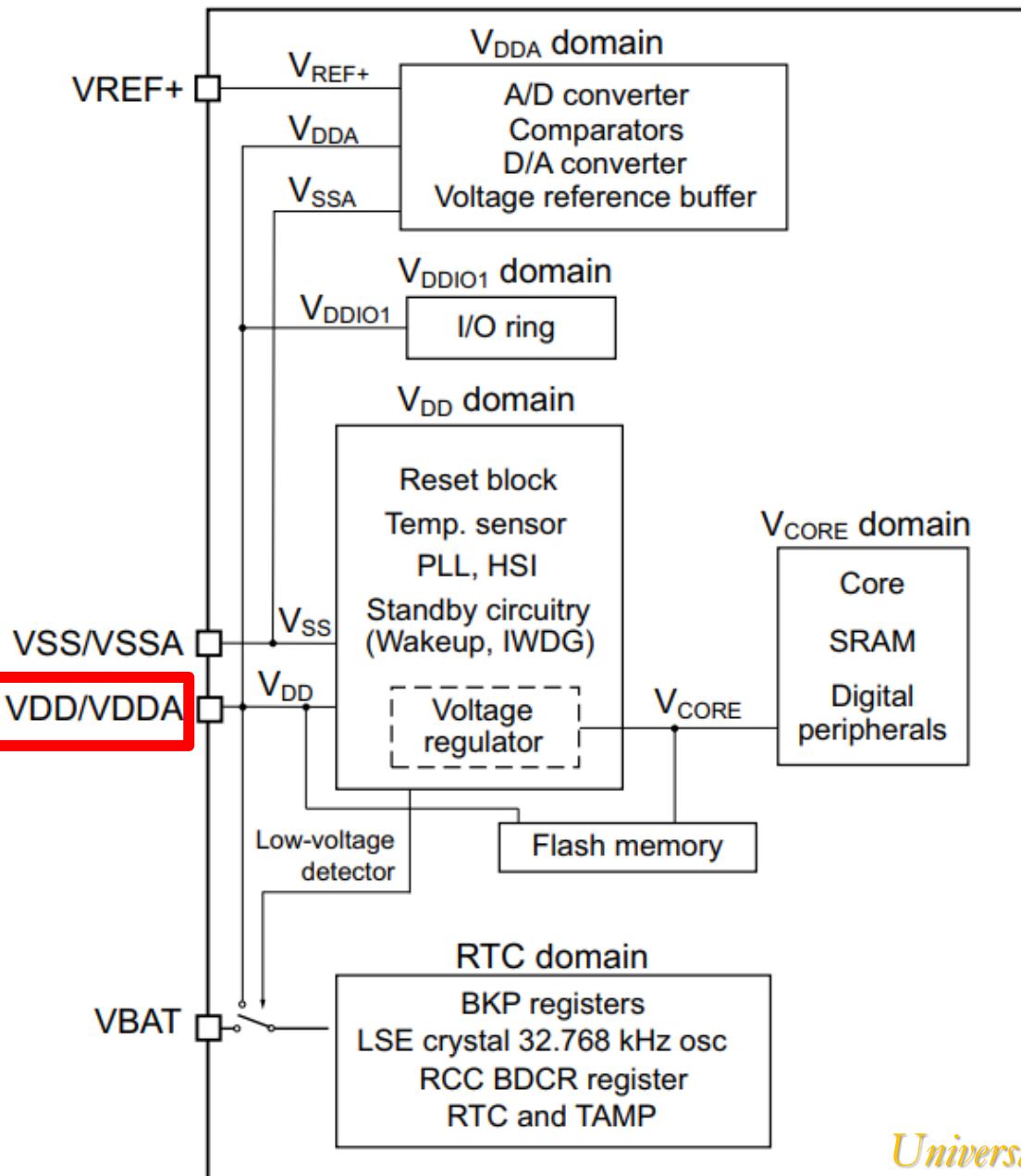


# تغذية متحكمات STM32



- **:VDD/VDDA**   
يتراوح الجهد اللازم لتزويده لتشغيل متحكم stm32 بين 1.7V to 3.6V
- أقل جهد يمكن تغذيته للمتحكم به هو 1.7V وهو العتبة الدنيا المسموحة (VPDR(min))
- أكبر جهد يمكن تغذيته للمتحكم به هو 3.6V وهو العتبة العليا المسموحة (VPoR(max))

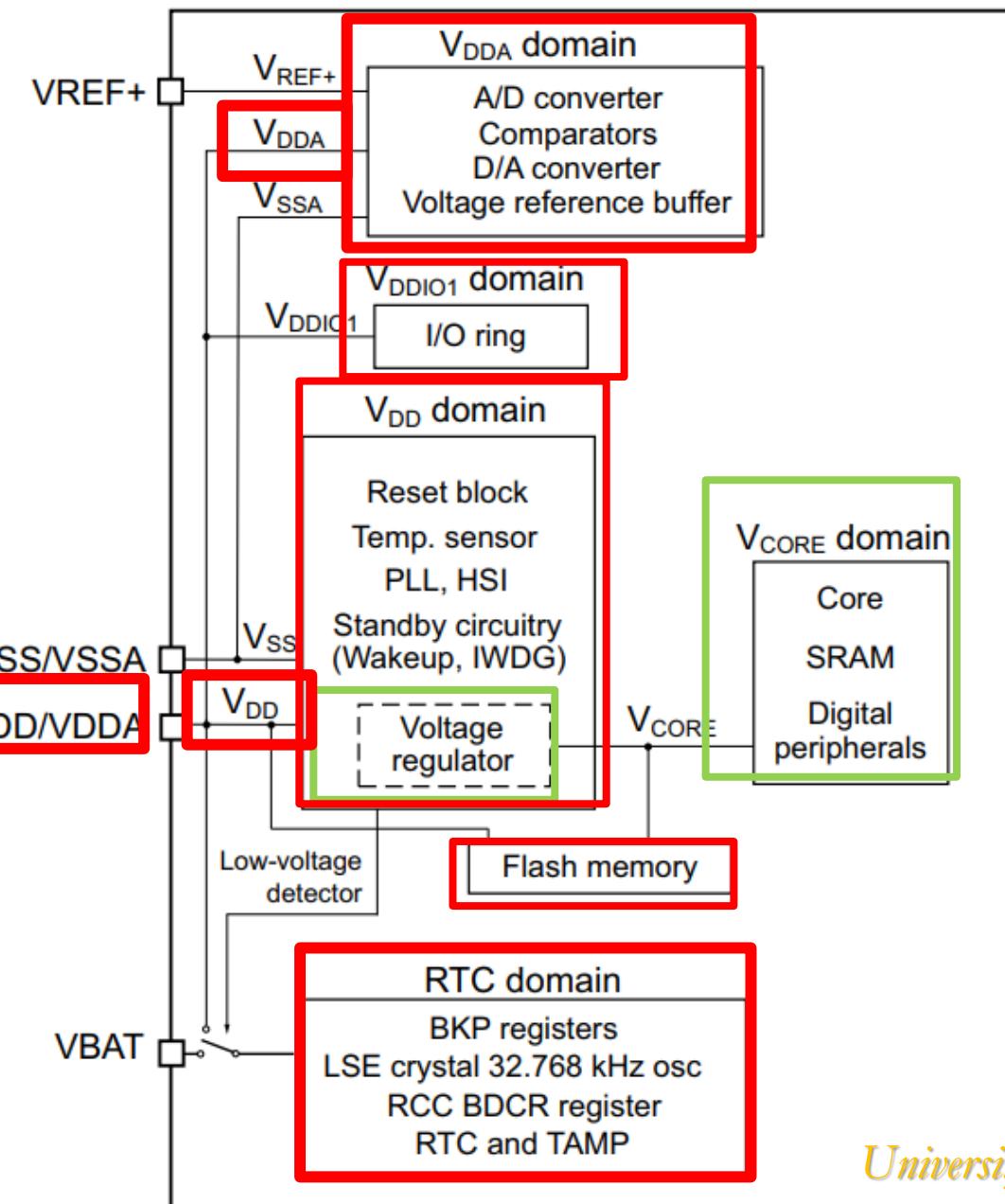
# تغذية متحكمات STM32



:VDD/VDDA

•  
عندما ينخفض جهد تغذية المتحكم عن الدنيا العتبة أو VPDR(min)  
عندما يرتفع عن العتبة العليا VPoR(max)  
reset يتم عمل للمتحكم

# تغذية متحكمات STM32



:VDD/VDDA

ويقوم بتغذية كلاً من :

منظم الجهد الداخلي

المسؤول عن تغذية المعالج

المبدلات التشابهية

والمقارنات

Flash memory

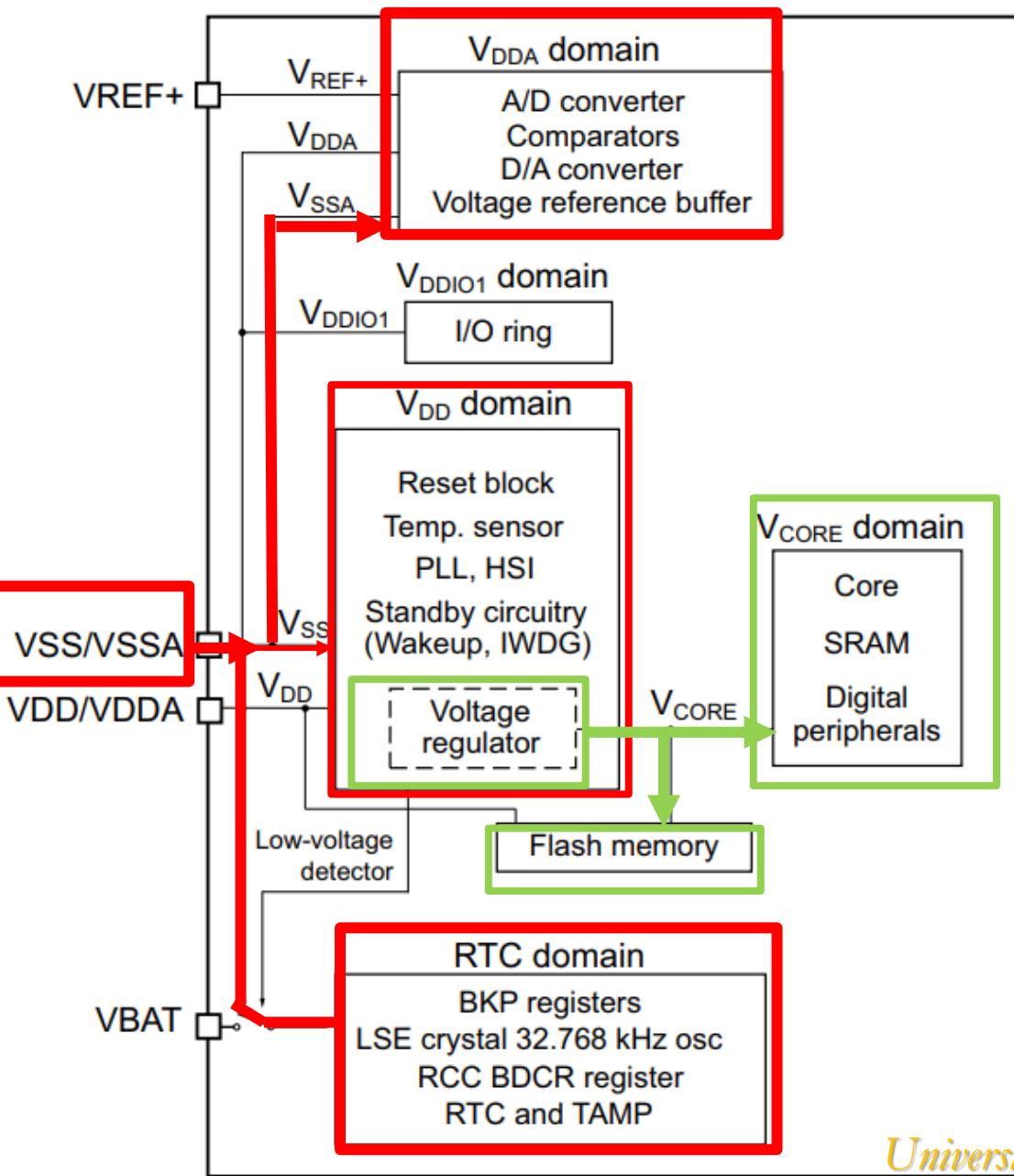
RTC

المدخل والمخرج

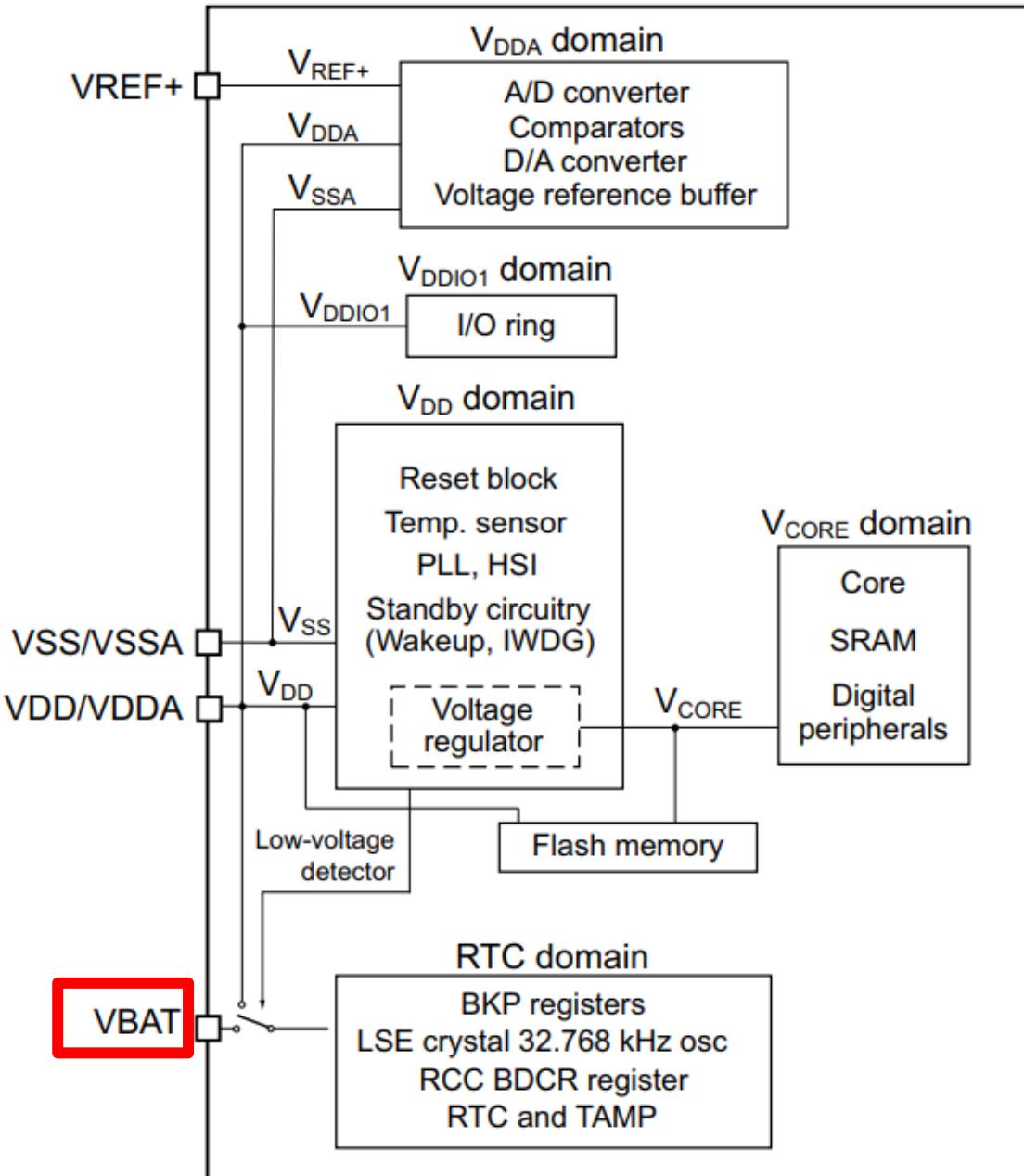
I/O

# تغذية متحكمات STM32

:VSS/VSSA

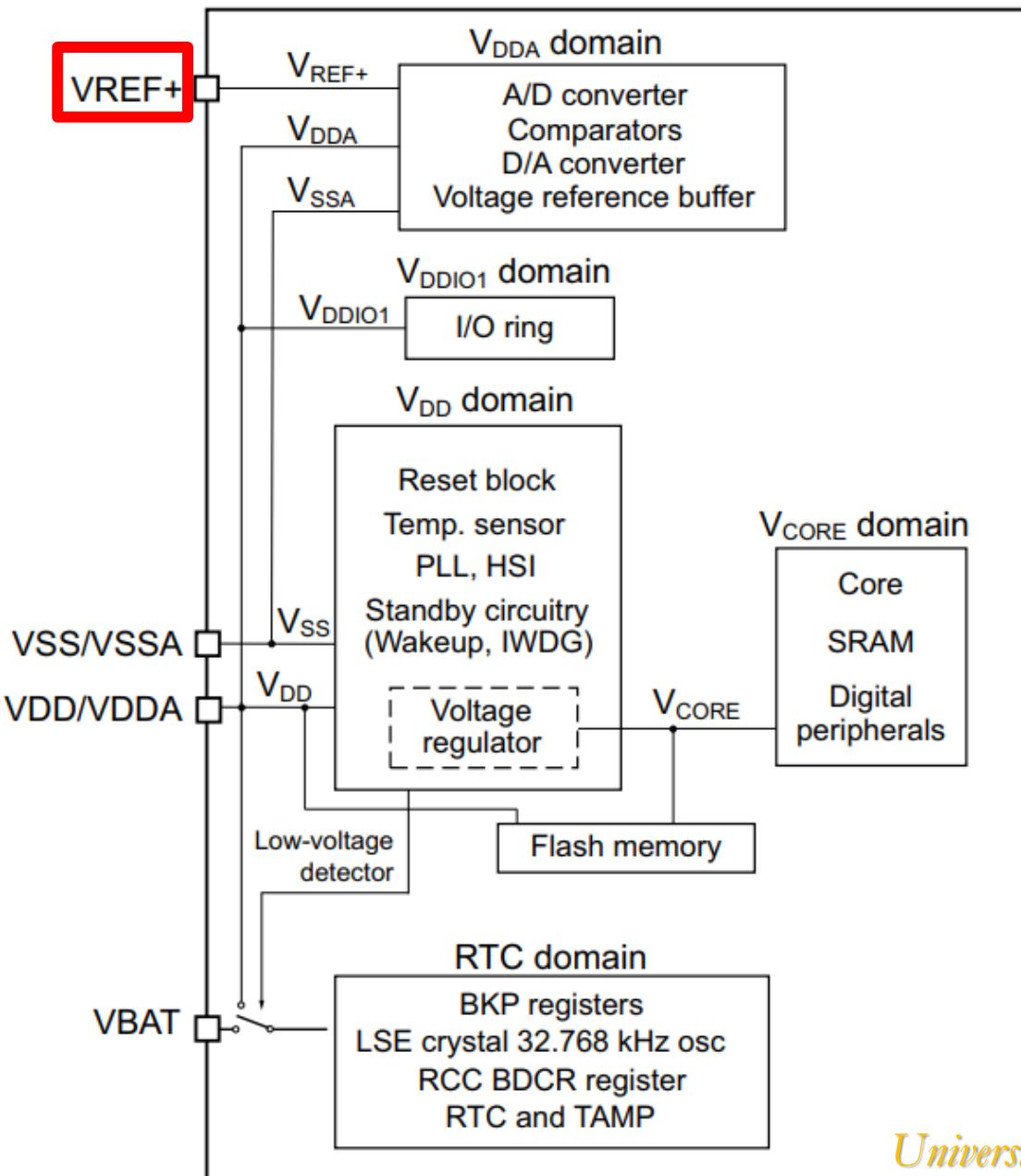


# تغذية متحكمات STM32



- :VBAT 
  - يترواح بين 1.55V to 3.6V
  - وهو عبارة عن جهد التغذية الخاص بالـ RTC
  - low-speed external 32.768 kHz oscillator
  - backup registers
  - وذلك عند عدم وجود VDD

# تغذية متحكمات STM32



:V<sub>REF+</sub>

وهو عبارة عن جهد المدخل بالمدلات التشابهية

يتراوح بين 2V والـ VDD

VDD>2V

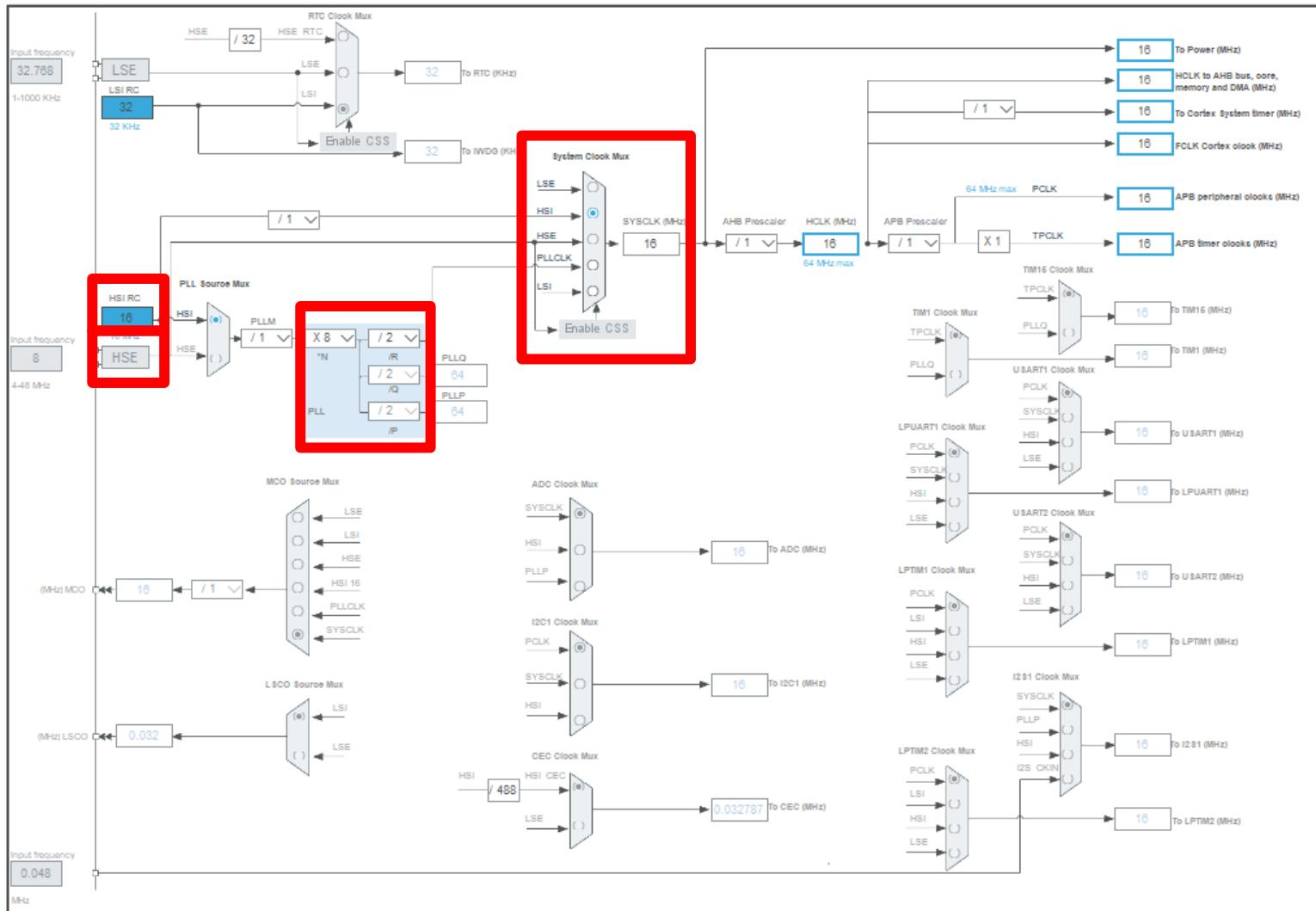
ويكون مساوٍ لـ VDD عندما يكون الـ

VDD<2V

# مصادر الساعة في متحكمات STM32

## لمتحكمات STM32 ثلاثة مصادر مختلفة للساعة هي:

- HSE
- HSI
- PLL



لمتحكمات STM32 ثلاثة مصادر مختلفة للساعة هي: □

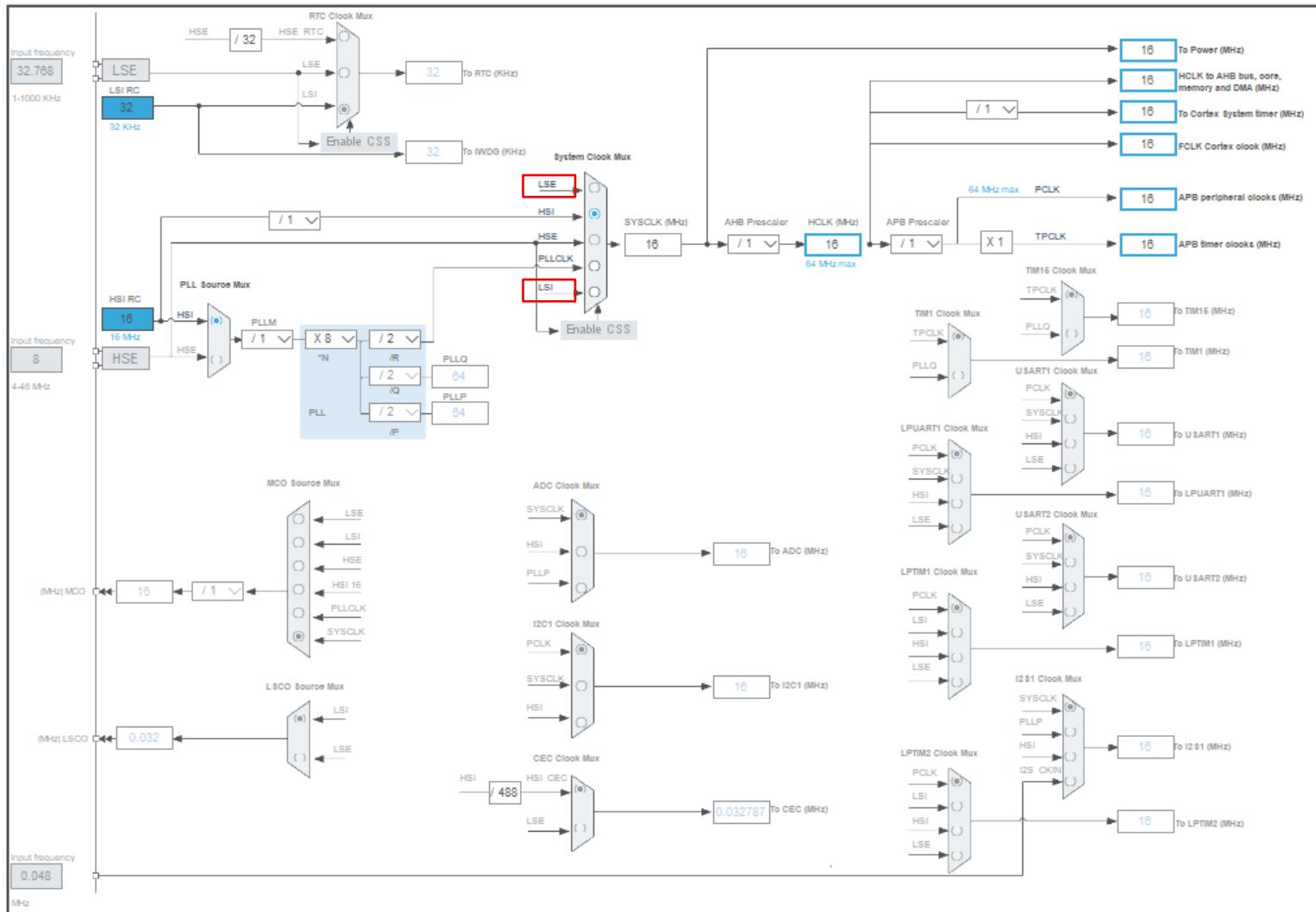
- **HSE:** 4-48 MHz high-speed oscillator with external crystal or ceramic resonator , It can supply clock to system PLL
- **HSI:** 16 MHz high-speed internal RC oscillator (HSI16), trimmable by software. It can supply clock to system PLL
- **PLL:** System PLL with maximum output frequency of 64 MHz. It can be fed with HSE or HSI16 clocks

# مصادر الساعة في متحكمات STM32

لمتحكمات STM32 مصدري ساعة مساعدين من أجل الـ RTC هما:



LSE  
LSI



لتحكمات STM32 مصدري ساعة مساعدين من أجل الـ RTC  هما:

- LSE: – 32.768 kHz low-speed oscillator with external crystal
- LSI: 32 kHz low-speed internal RC oscillator (LSI) with  $\pm 5\%$  accuracy, also used to clock an independent watchdog

# مصادر التصفير Reset في متحكمات STM32

لمتحكمات STM32 ثلاثة مصادر للتصفير هي :

System Reset

Power Reset

RTC Domain Reset

# 1- System Reset

□ This first type of reset, resets:

- all the registers
- except certain registers for the Reset and Clock Controller.
- It also does not reset the RTC domain.

# 1- System Reset

## □ The System reset sources are:

- The external reset (generated by a low level on the NRST pin)
- A window watchdog event
- An independent watchdog event
- A software reset request
- A low-power-mode security reset (which is generated when Stop, Standby or Shutdown mode is entered)
- An option byte loader reset
- Brown-out or Power-on reset. The reset source flag can be found in the RCC Control and Status register.

# 1- System Reset

□ NRST\_MODE selects the operation mode of the NRST pin

- : input / output reset
- input only reset or GPIO
- IRHEN stands for Internal Reset Holder Enable. When this mode is enabled, the NRST pin is driven low until its voltage level goes under the voltage input low threshold.

Mode	Configuration		Behavior
	NRST_MODE	IRHEN	
Input/Output (Legacy)	11	0	20 µs output pulse generated on NRST pin in case of Internal Reset
		1	Output pulse maintained until NRST voltage reaches $V_{IL}$ threshold (~0.3 VDD)
Input only	01	x	Internal resets are not propagated outside of the part (PU always ON)
GPIO	10	x	PF2 only, No Reset Pin

## 2- Power Reset

- ❑ The Brownout reset (BOR) resets all registers except those in the RTC domain powered by VBAT.
- ❑ When exiting Standby mode
- ❑ When exiting Shutdown mode

### 3- the RTC domain reset

- ❑ which resets the RTC registers, the Backup registers, and the RTC Domain Control Register and occurs when:
  - when the BDRST bit is set in the RTC Domain control register
  - VDD and VBAT are powered on if both supplies have previously been powered off.

Thank you for listening