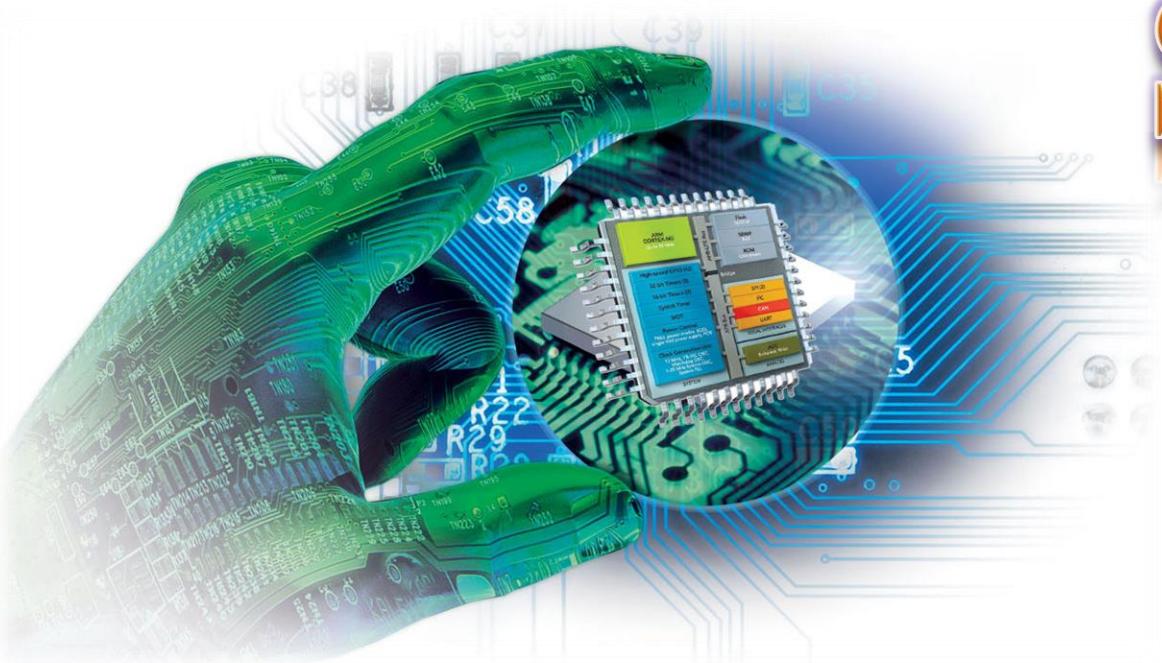


مُتَحَكِّمَات

STM32

1



موضوعات المعاشرة:

- أصناف الدارات المتكاملة - الأنظمة المدمجة.
- 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
- تغذية متحكمات STM32
- مصادر الساعة في متحكمات STM32

أصناف الدارات المتكاملة

الدارات المتكاملة ذات الأغراض العامة

SW Programmable

MCU

MPU

HW Programmable

PLD

FPGA

الدارات المتكاملة القياسية

Glue Logic ICs

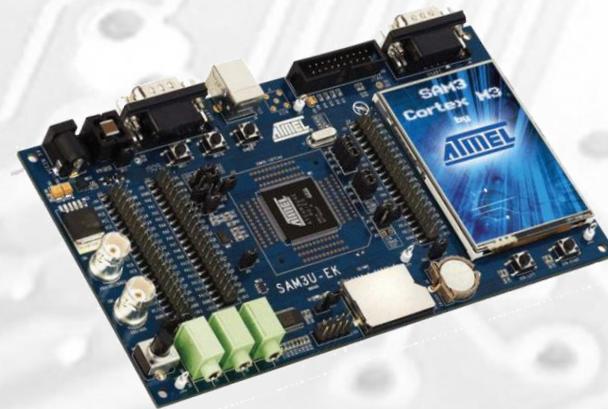
الدارات المتكاملة ذات الأغراض الخاصة

DSP

SoC

ASSP

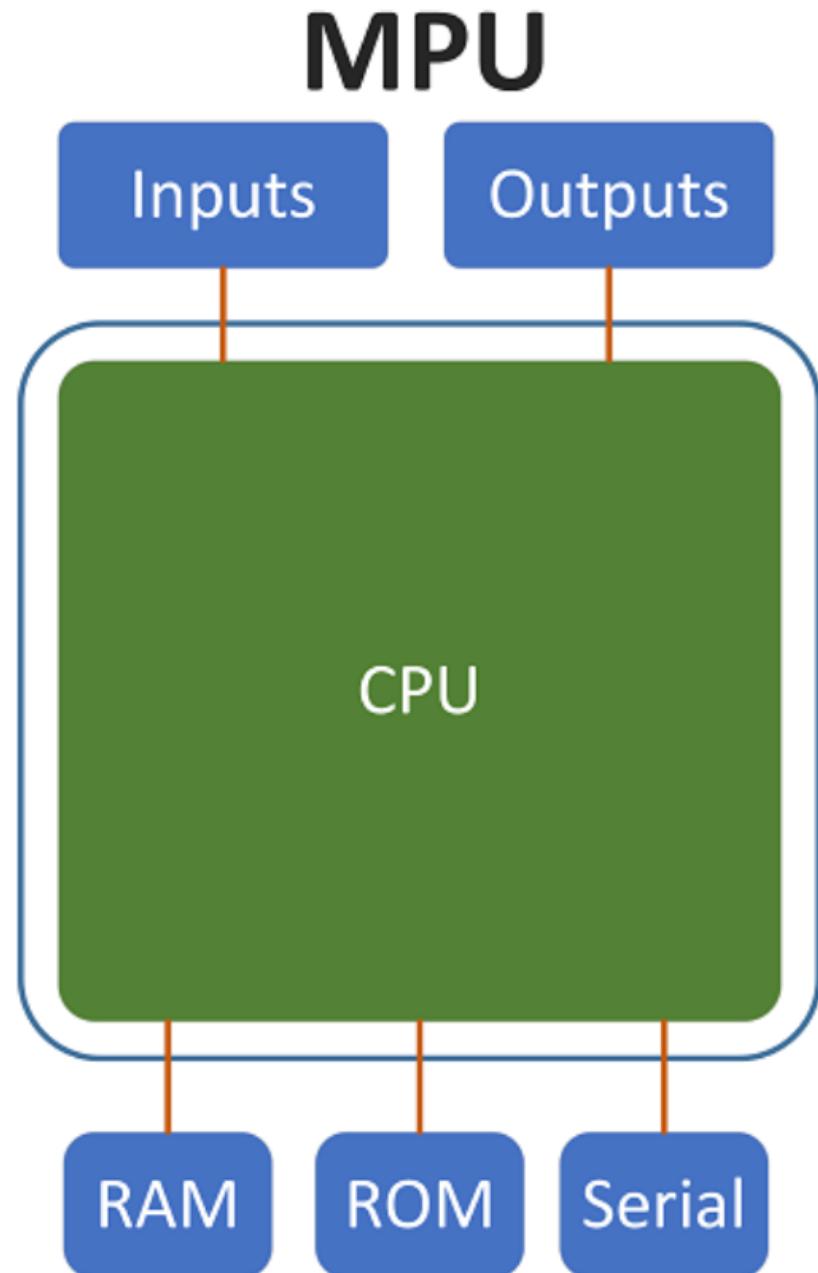
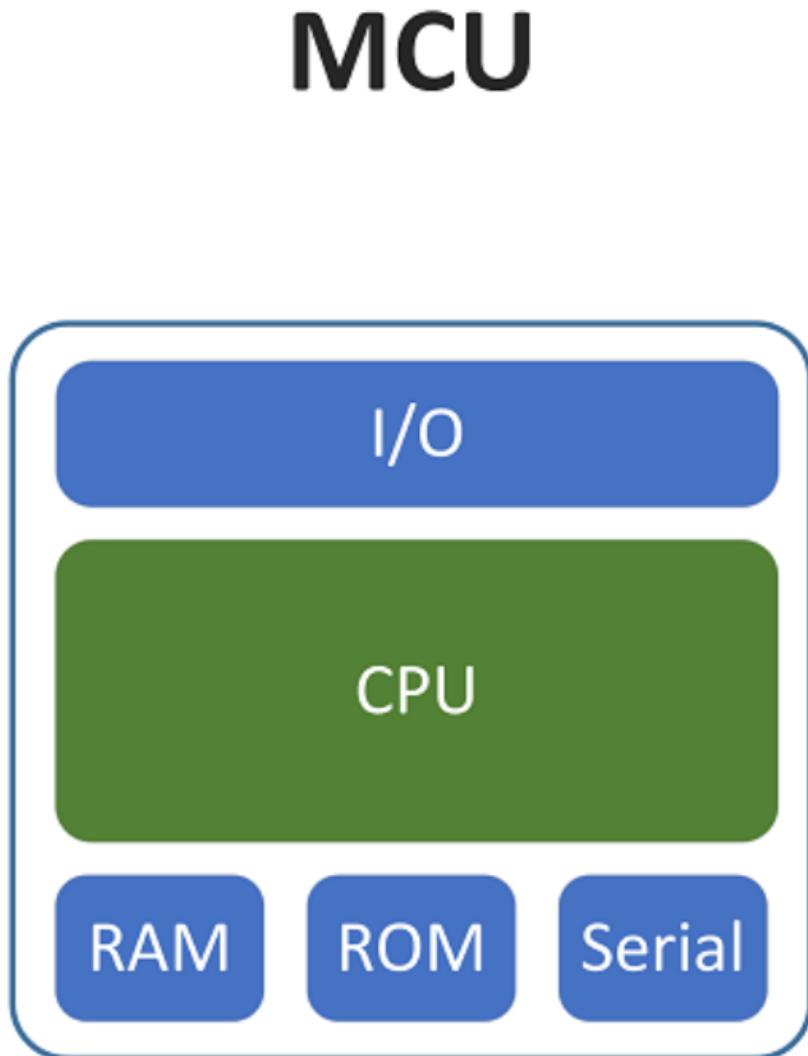
ASIC



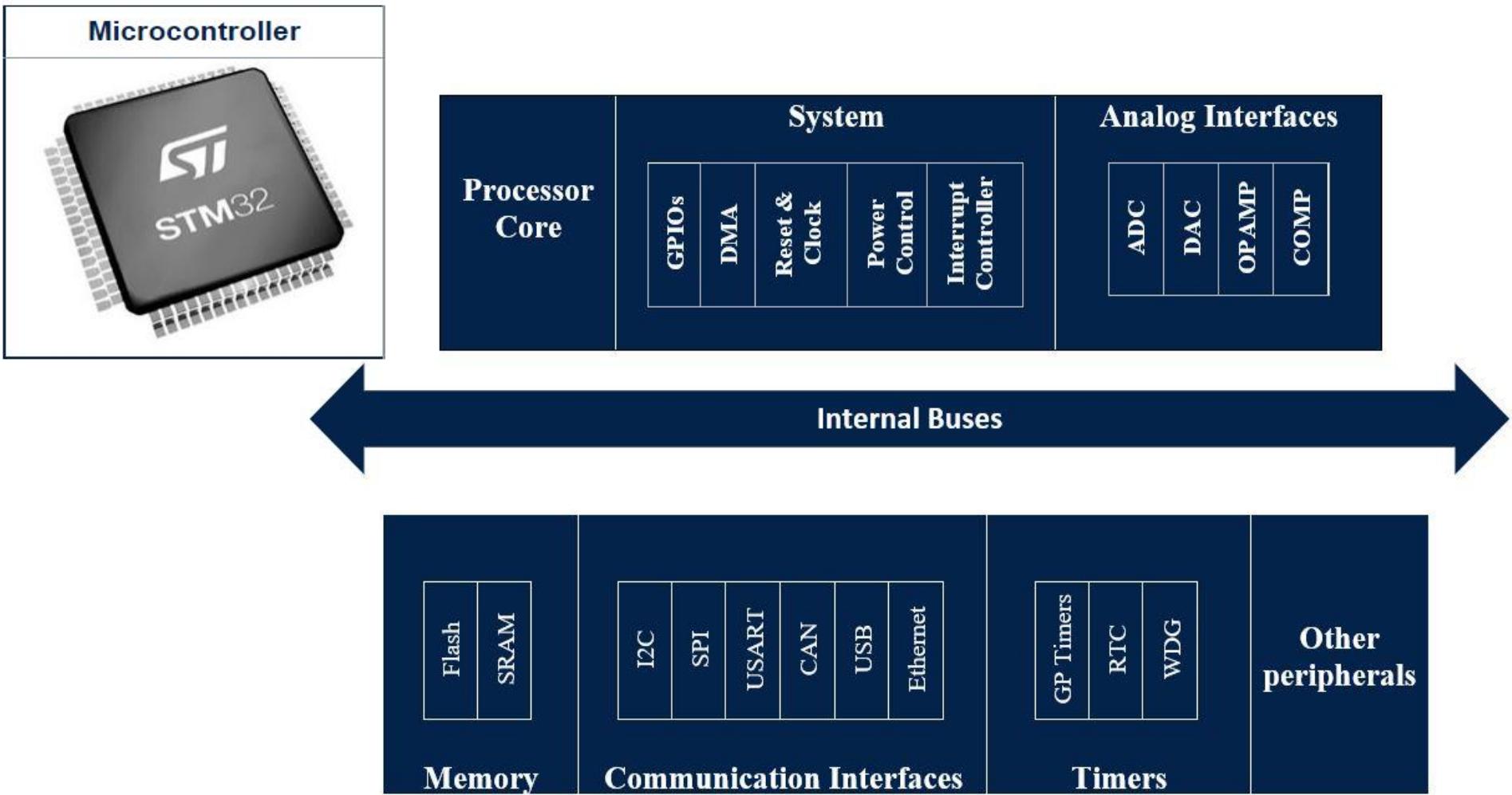
العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة:

- ❖ 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

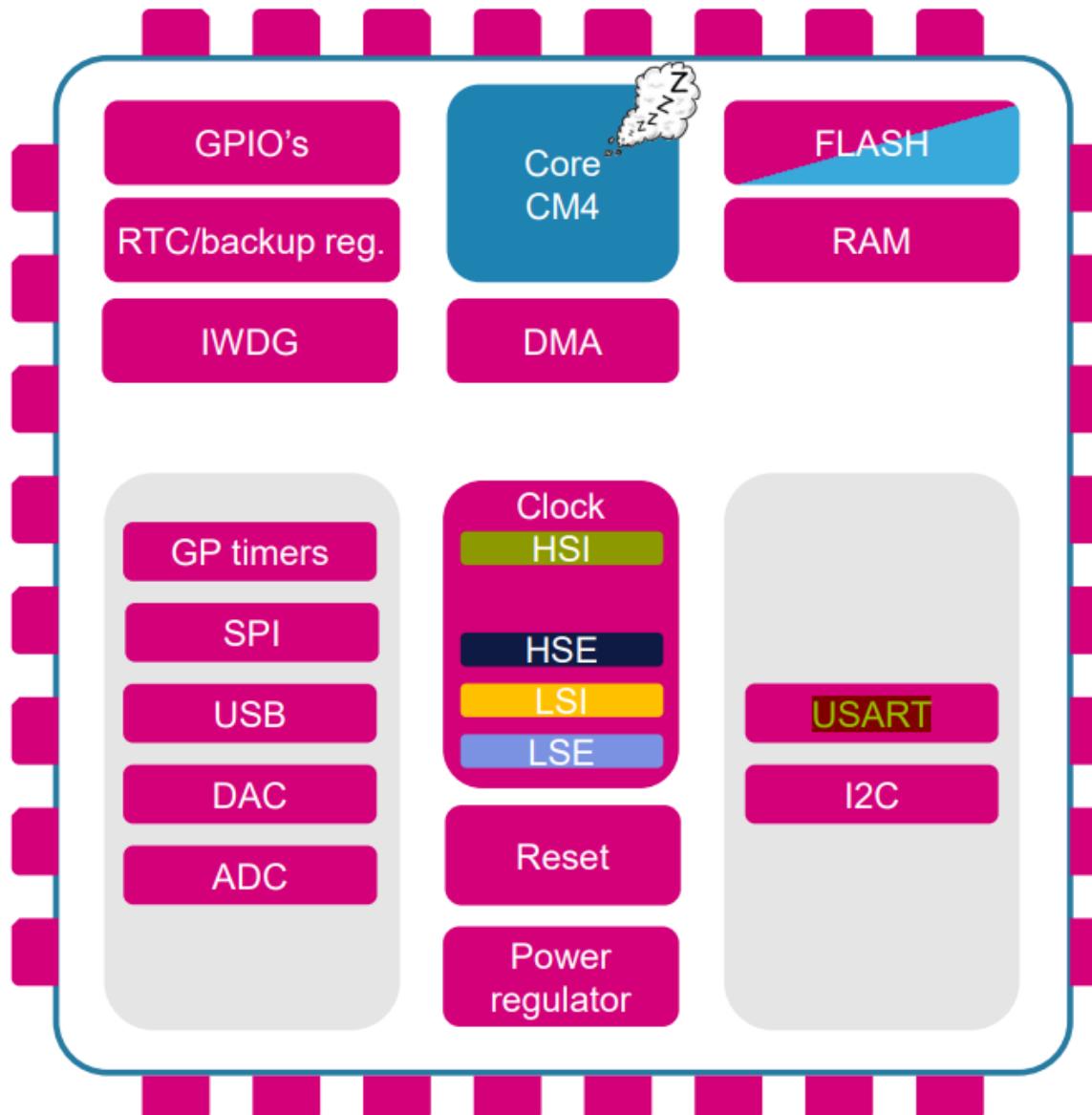
:Microcontroller VS microprocessor



What is Microcontroller ?



المكونات الأساسية للمتحكم المصغر ذو الأغراض العامة



مكونات الأساسية لمتحكم المصغر ذو الأغراض العامة

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.

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

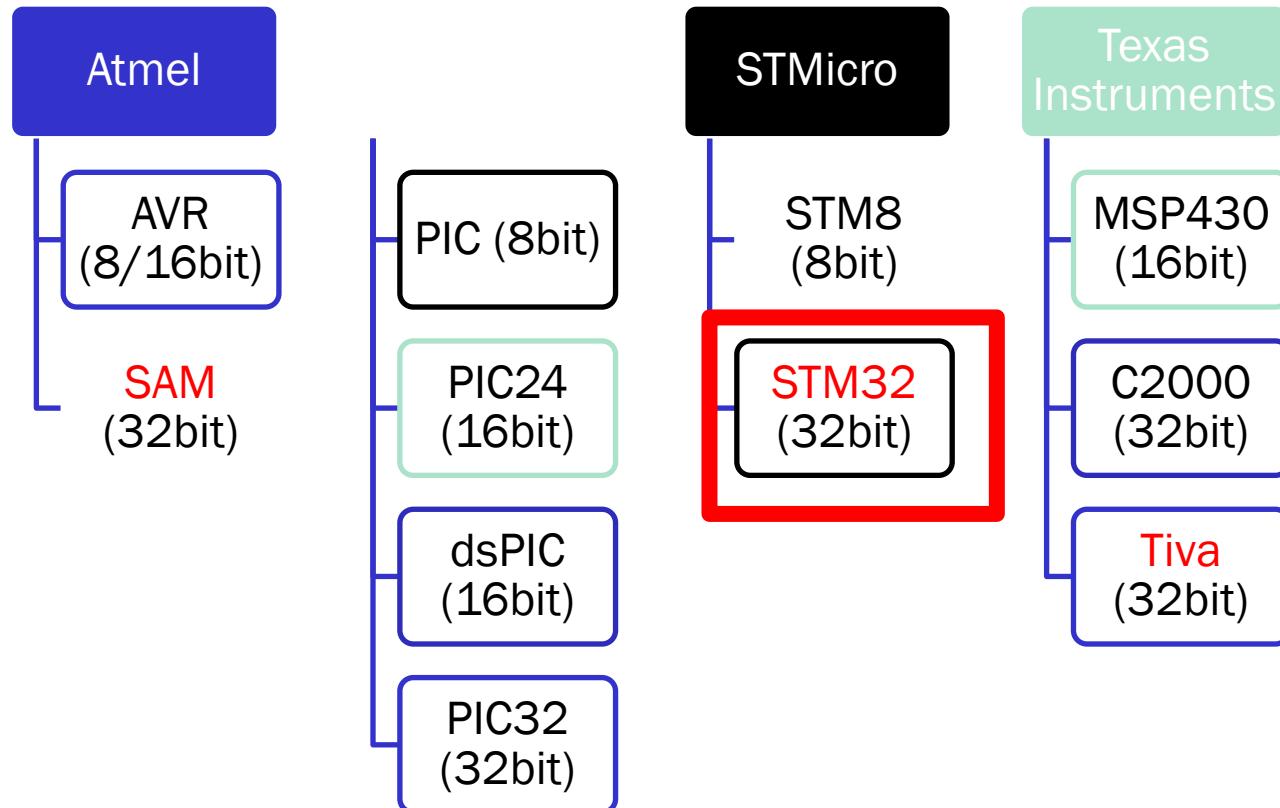
وقد تحتوي أيضاً:

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

المقارنة بين ذواكر المتحكم المصغر

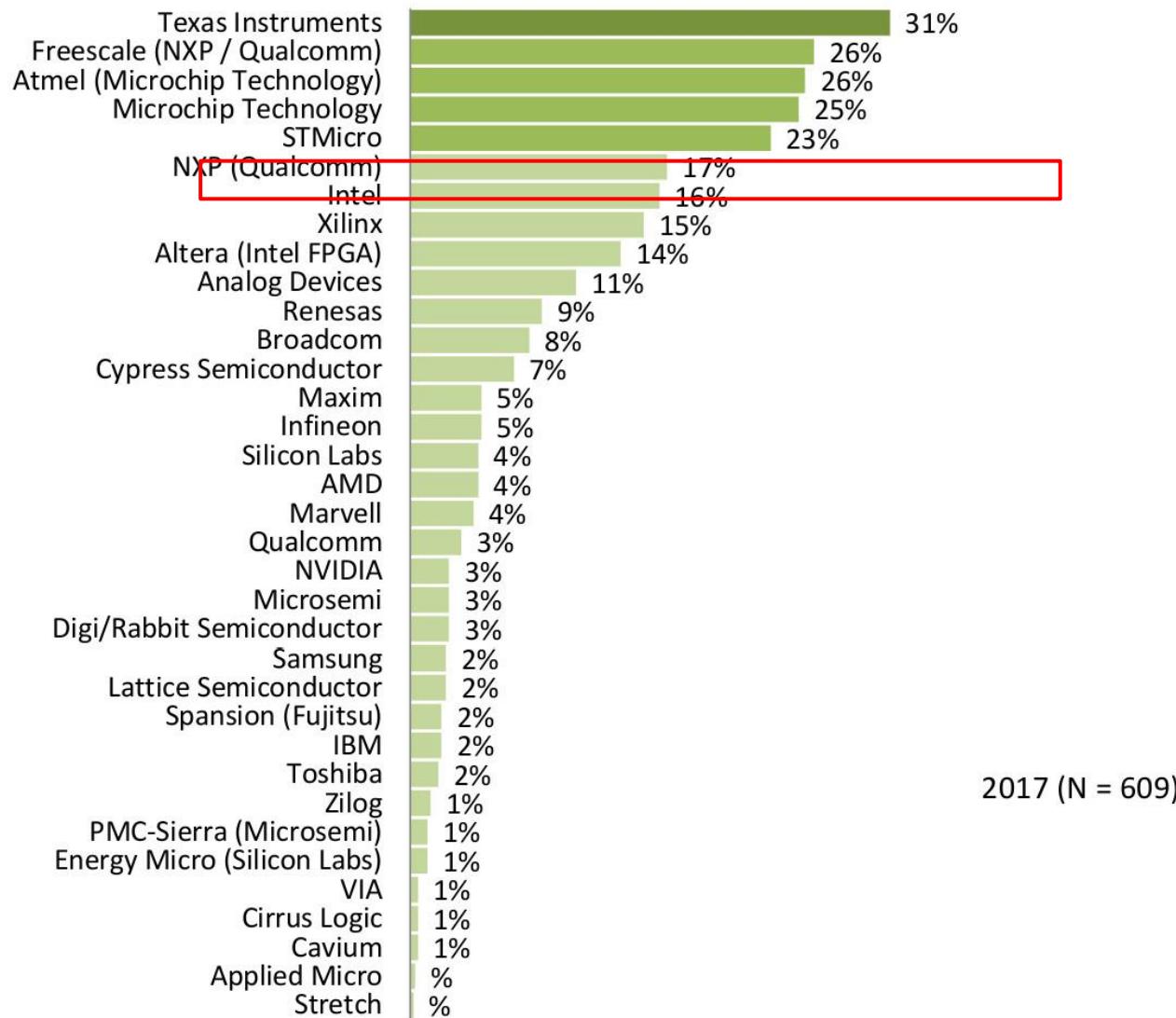
النوع الذاكرة	الاستخدام	سرعة الكتابة	عدد مرات الكتابة والمسح	ديمومة المعطيات
RAM	مكان معالجة المعطيات	سرعة جداً من مرتبة ns	غير محدود	نفقد المعطيات بانقطاع التغذية
FLASH	مكان تخزين البرنامج	بطيئة من مرتبة ms	قد يتجاوز 100000 مرة	لا نفقد المعطيات بانقطاع التغذية
EEPROM	مكان تخزين معطيات المستخدم	بطيئة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

أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



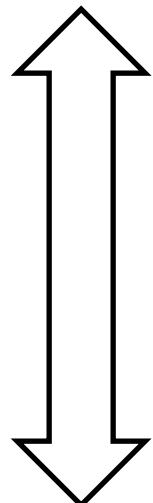
ARM Cortex-M based

أشهر عوائل المتقنات المصغرة



أشهر لغات البرمجة

Low level



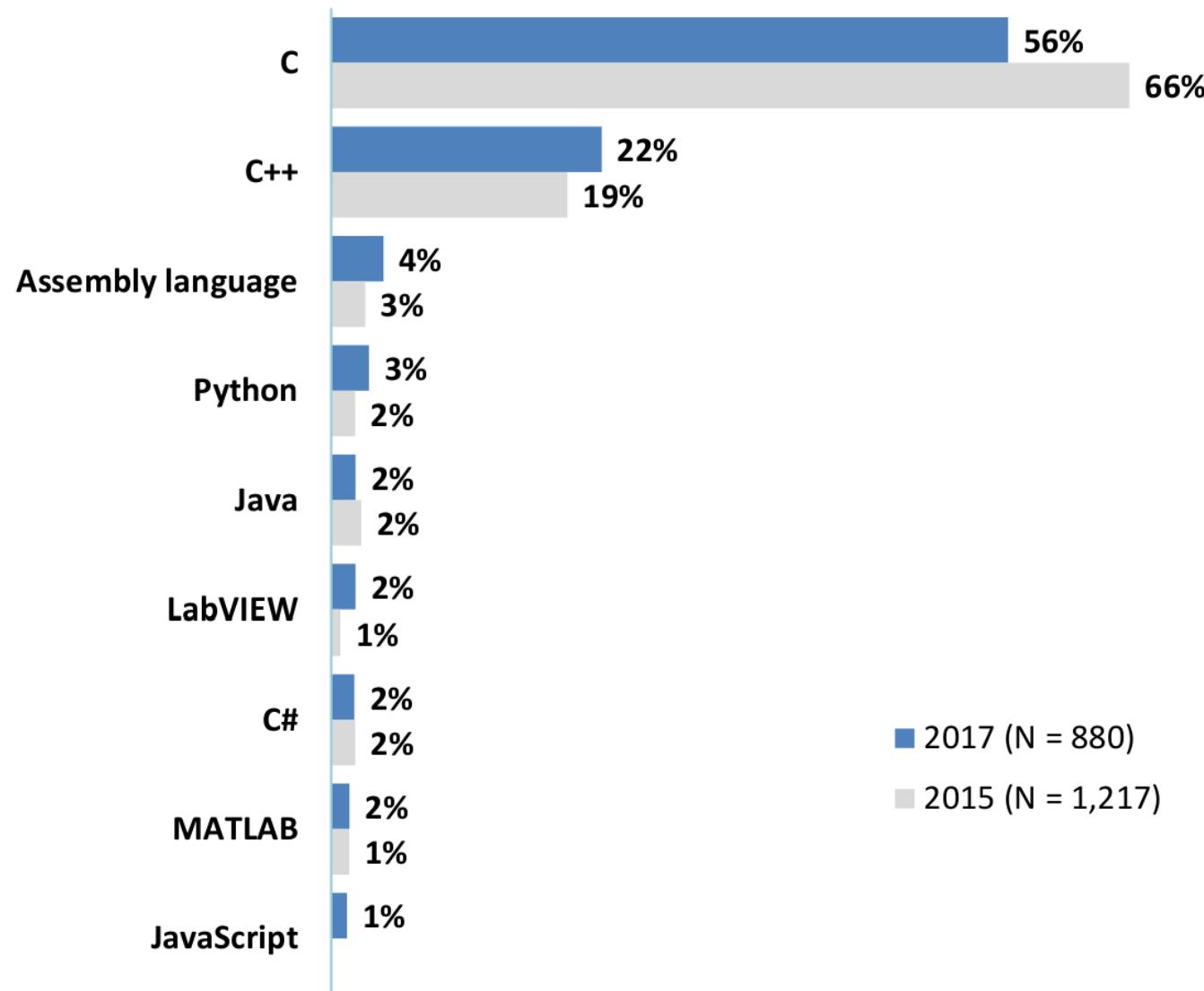
High level

Visual programming (Labview, Simulink, etc.)

لغات برمجة المتحكمات المصغرة الشائعة:

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

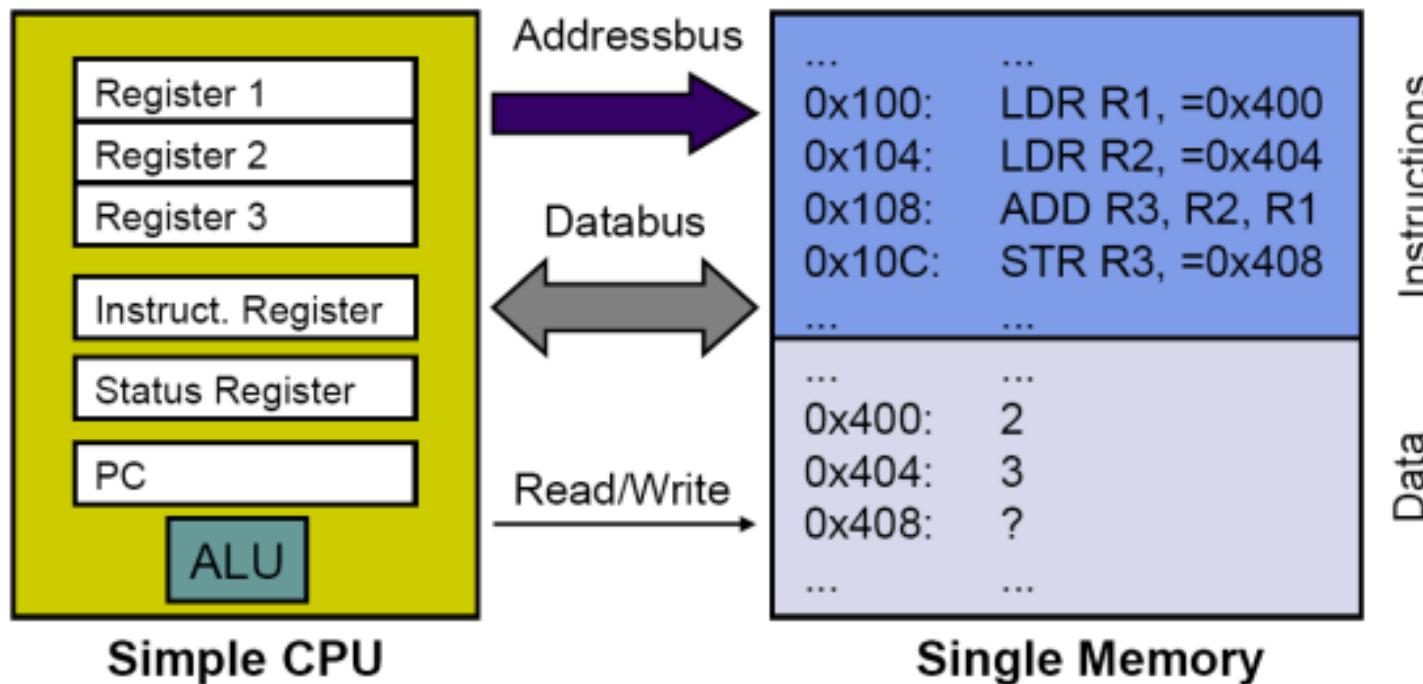
أشهر لغات البرمجة



معاييرية تصميم بنية المعالجات :

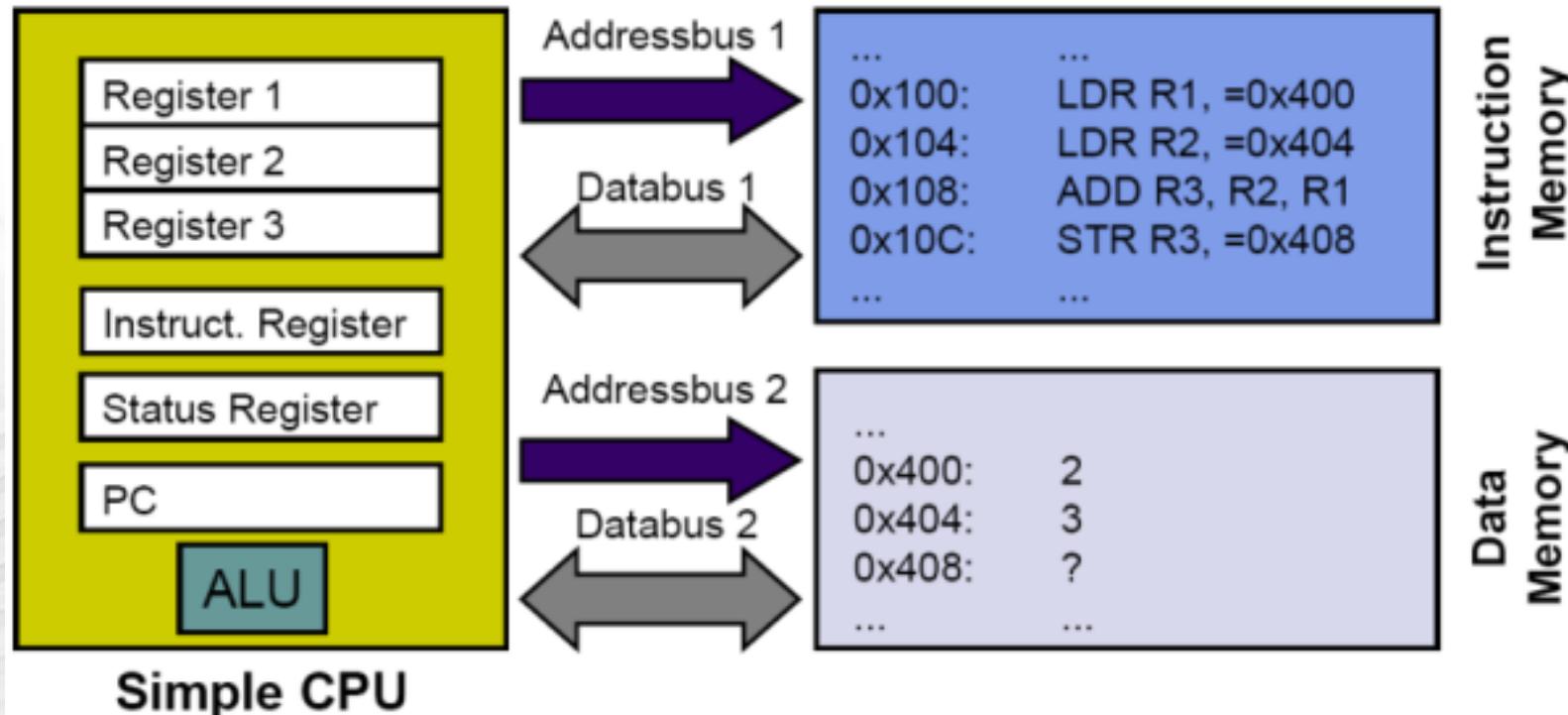
معاييرة Von-Neumann: تعتمد على ناقل وحيد لنقل التعليمات والبيانات بين الذاكرة (الوحيدة) ووحدة المعالجة المركزية بحيث:

- (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

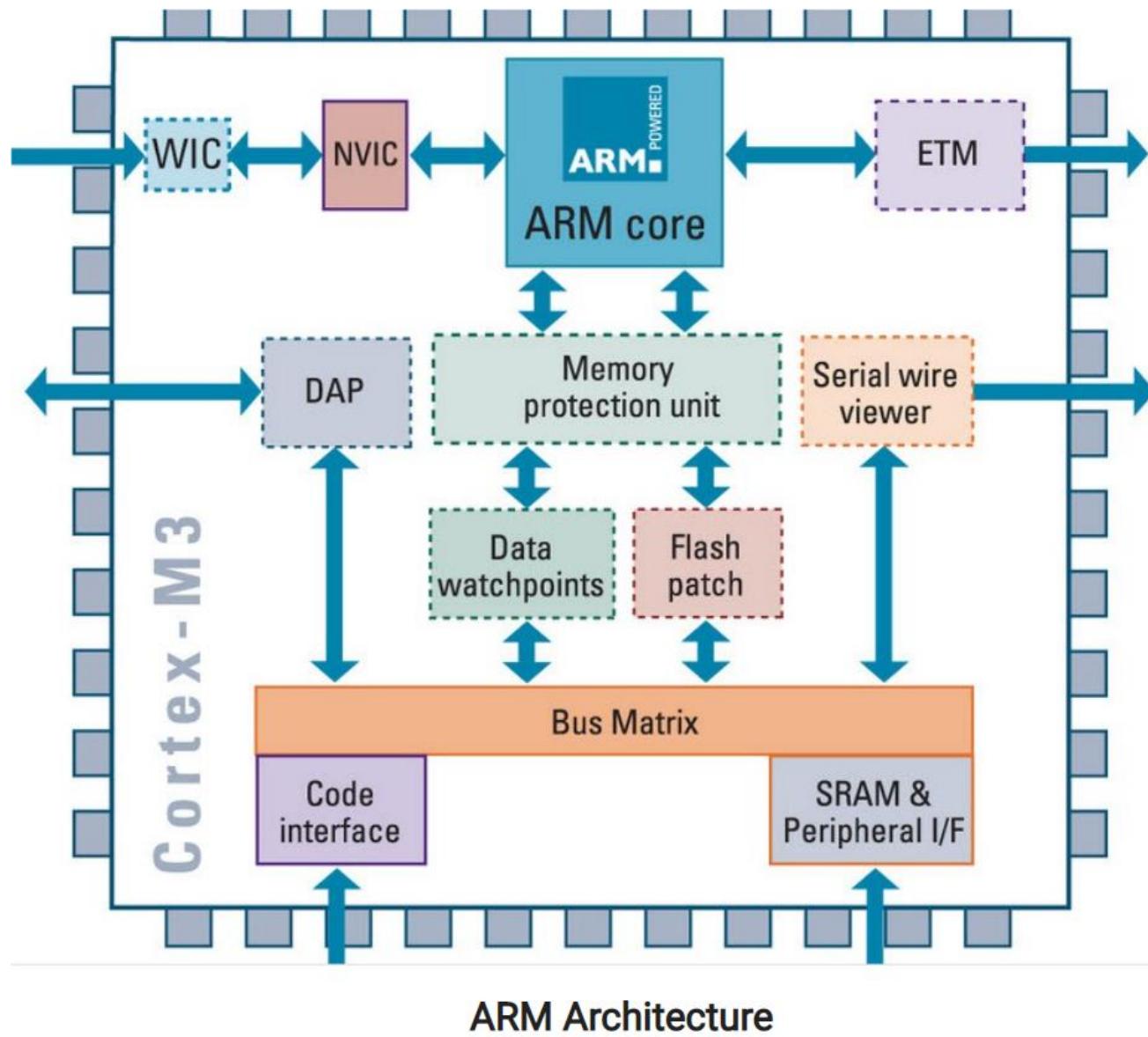
المعالجات المبنية بواسطة ARM

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



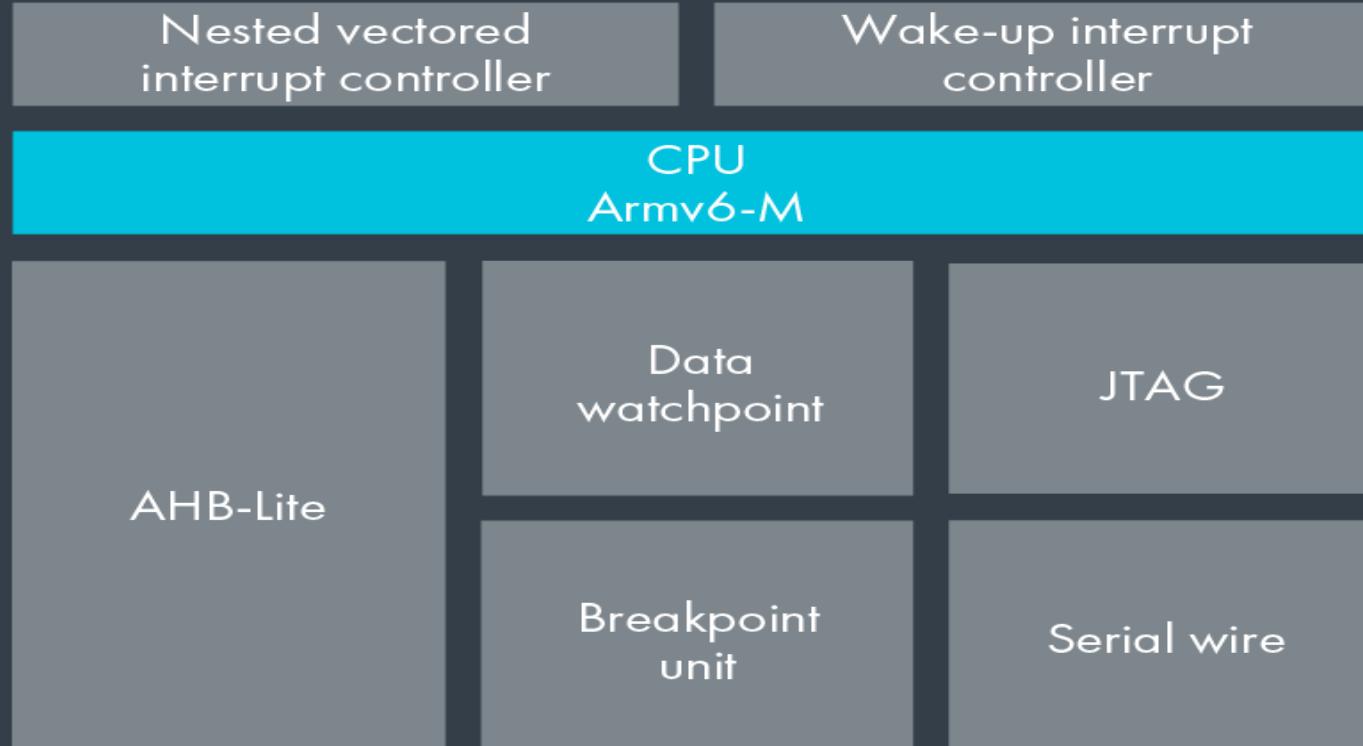
الهيكلية ARM - CORTEX هي عبارة عن مجموعة كبيرة من المعماريات والأنوية 32/64bit المنتشرة في عالم الأنظمة المدمجة، حيث تقسم المعالجات المبنية على معمارية CORTEX إلى ثلاثة عائلات فرعية وهي:

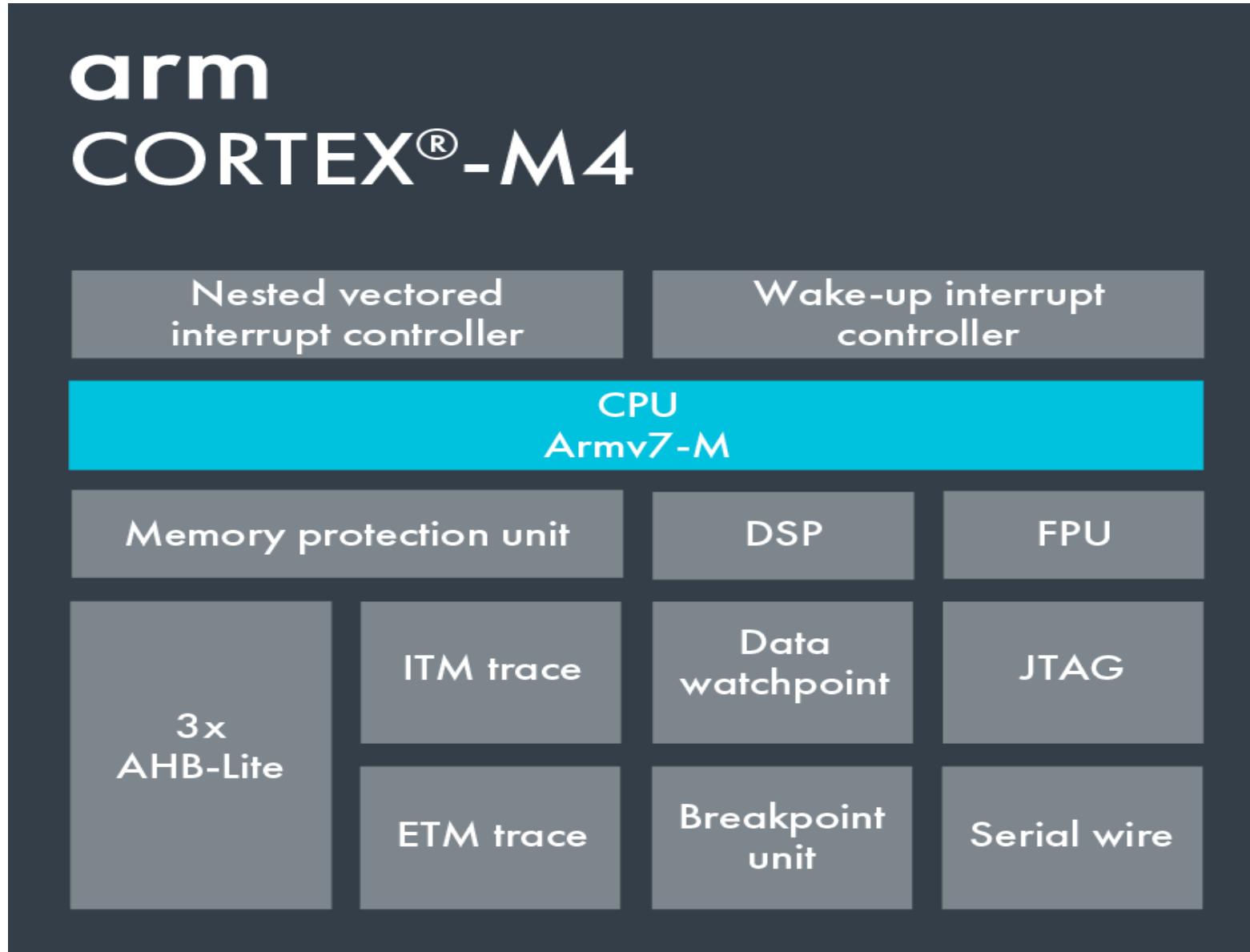
□ **CORTEX-A** : ويرمز الحرف A إلى التطبيقات Applications ، وهي عبارة عن سلسلة من المعالجات توفر مجموعة من الحلول التي للأجهزة التي تتطلب إنجاز مهام حوسبة معقدة مثل استضافة نظام تشغيل كامل ك Linux أو Android وغيرها والتي تدعم العديد من التطبيقات، وتستخدم هذه المعمارية في أغلب الهواتف الذكية

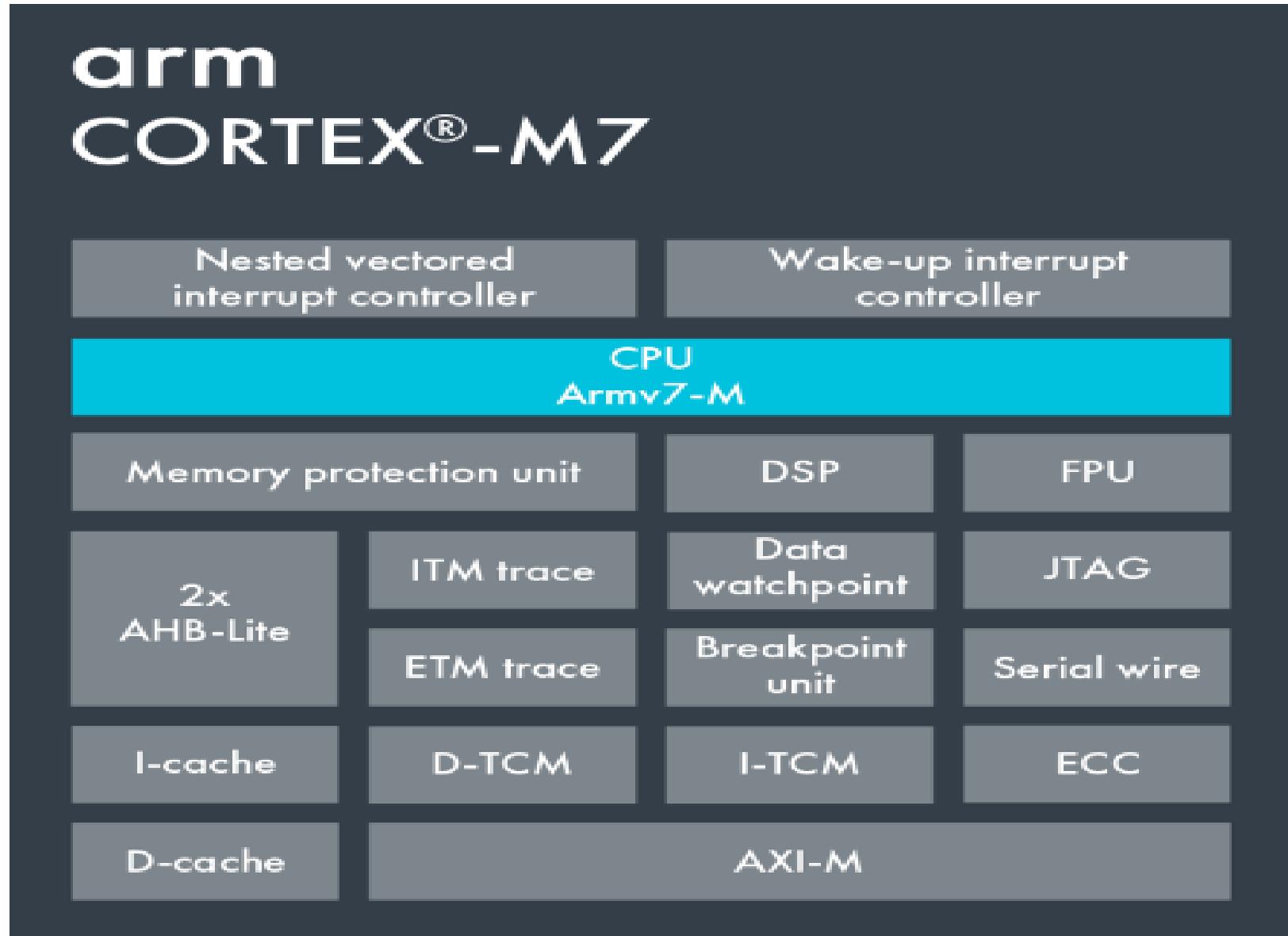
□ **Cortex-M** : والتي ترمز إلى Embedded وتميز هذه المعمارية بالعديد من الخصائص منها الكفاءة في استخدام الطاقة أيضاً التكلفة المنخفضة للمعالجات التي تستخدم هذه المعمارية وهي مصممة من أجل المتحكمات المستخدمة في تطبيقات إنترنت الأشياء IOT، التحكم في المحركات

□ **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

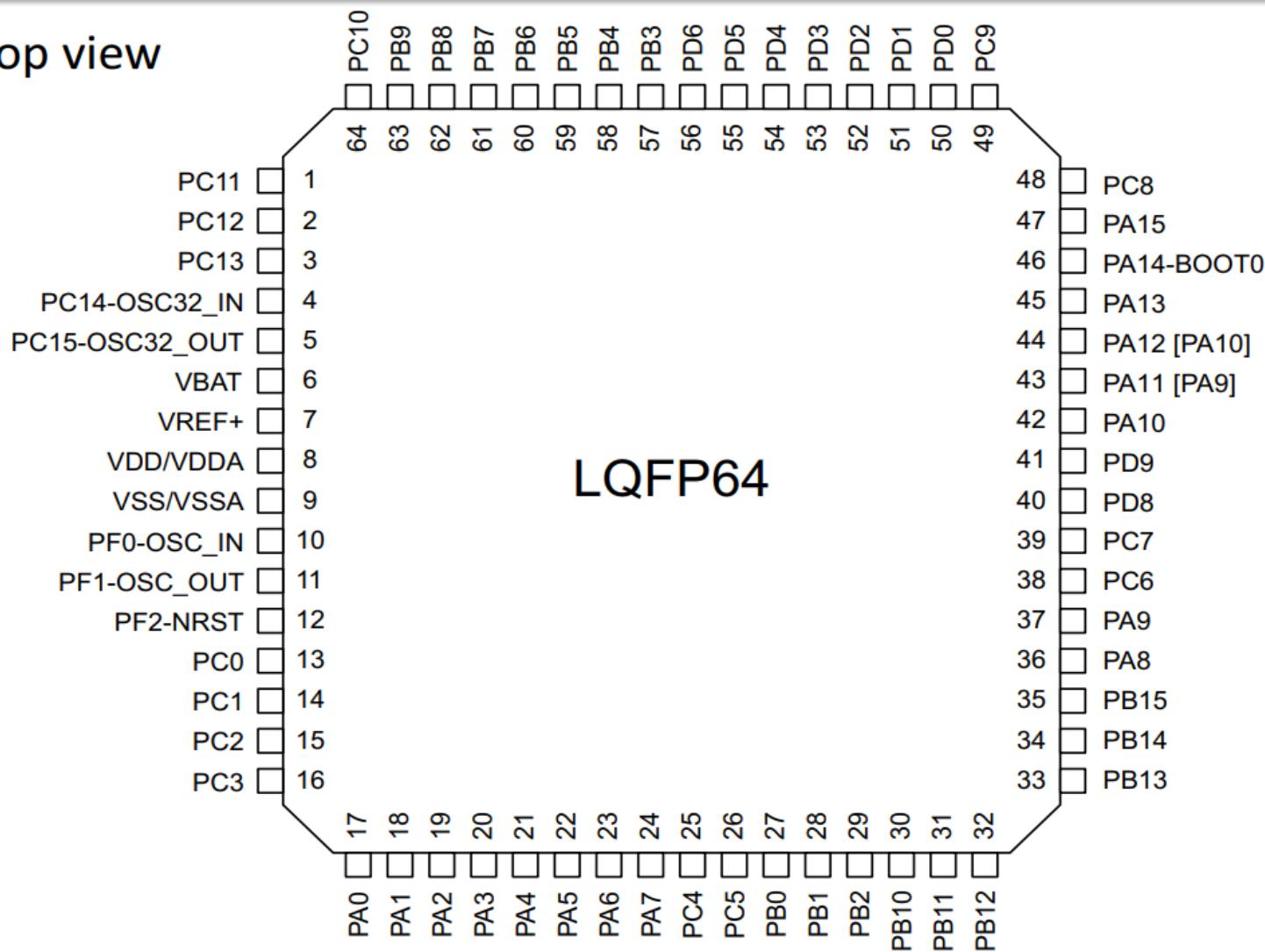






STM32G0 المتحكم

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

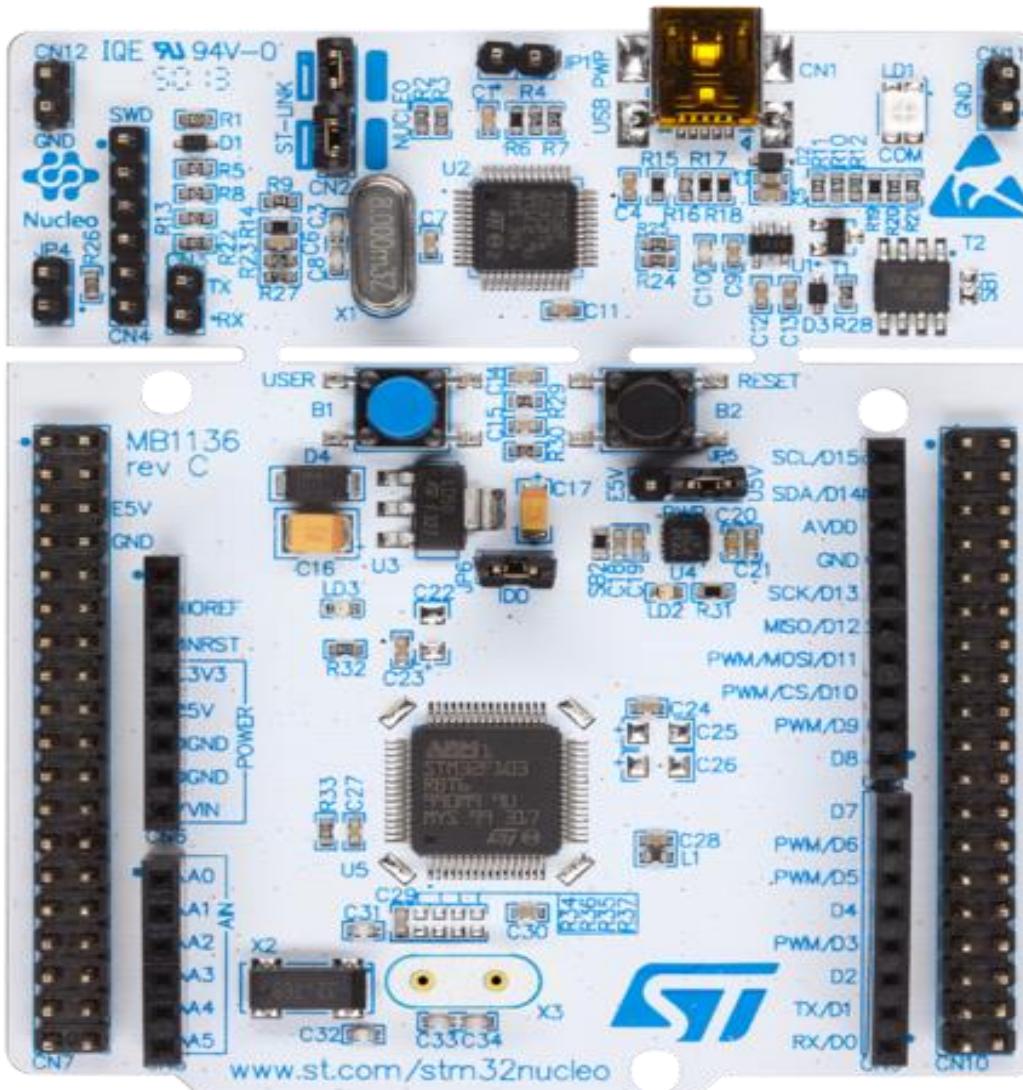
STM32 متحكمات استخدام استخدة كيفية

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



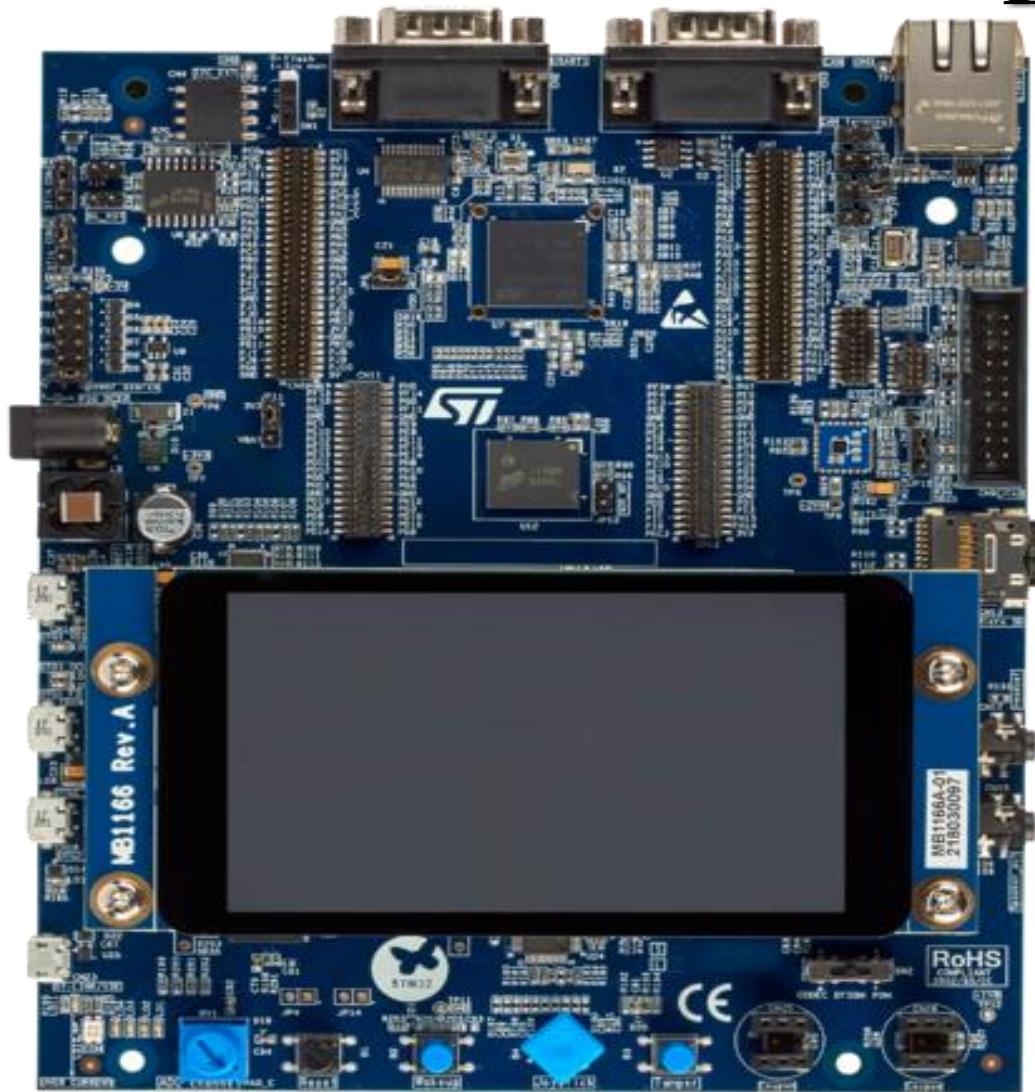
أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Discovery kit



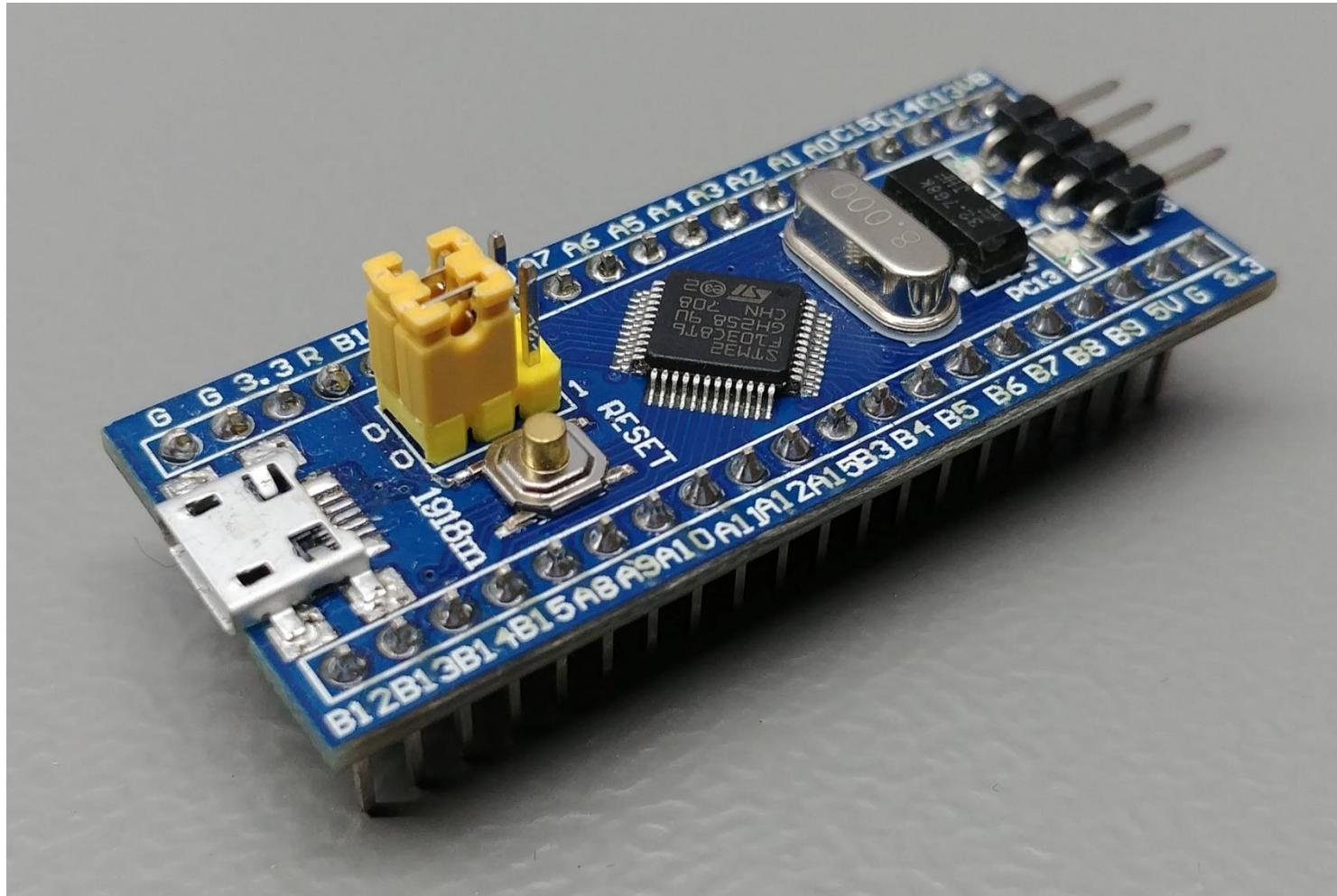
أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Eval board

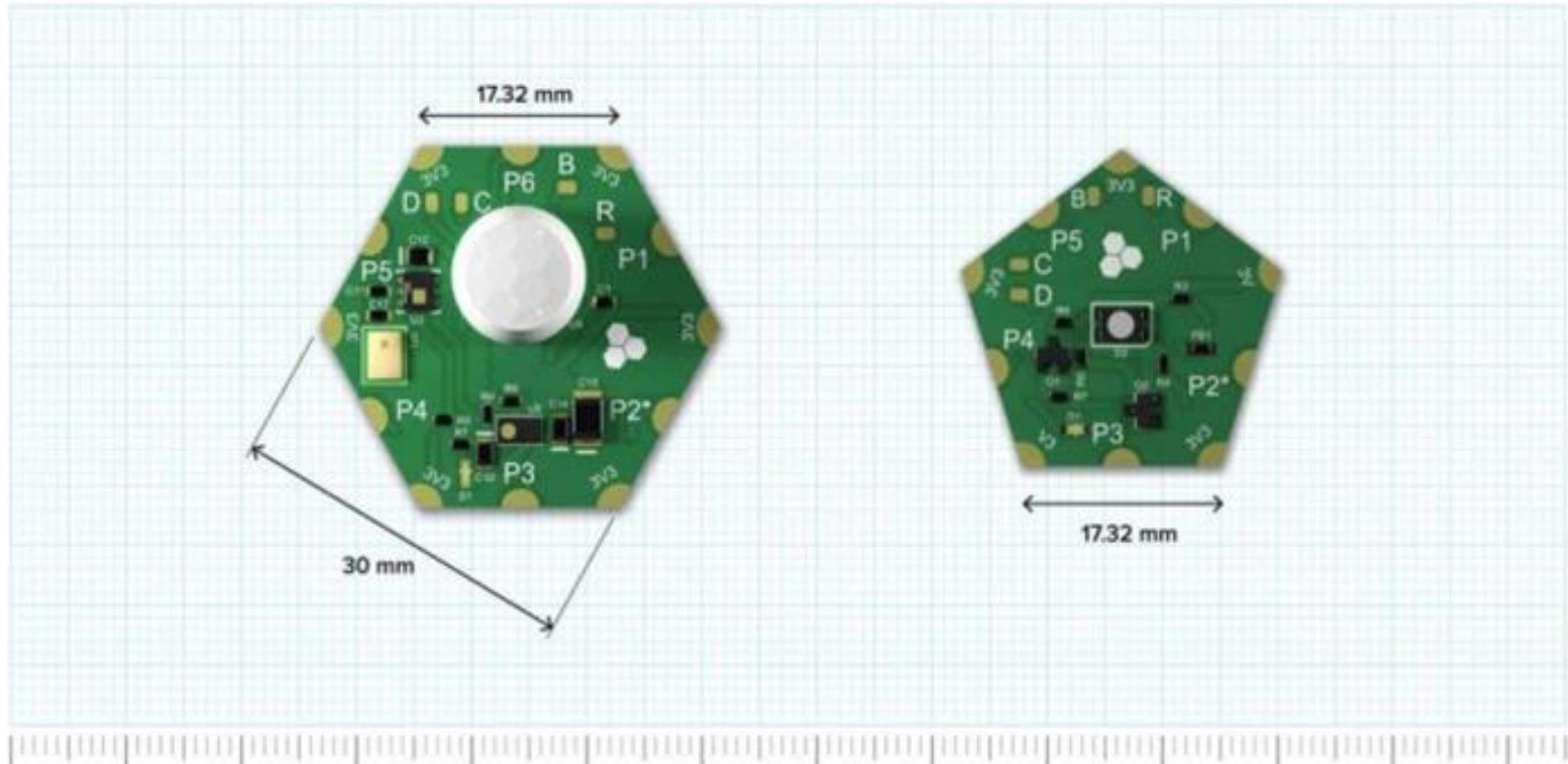


أنواع اللوحة التطويرية المتوفرة Boards type

Blue Pill 



مودولات Hexabitz



STM32 تغذية متحكمات

أقطاب التغذية في متحكمات STM32 هي :

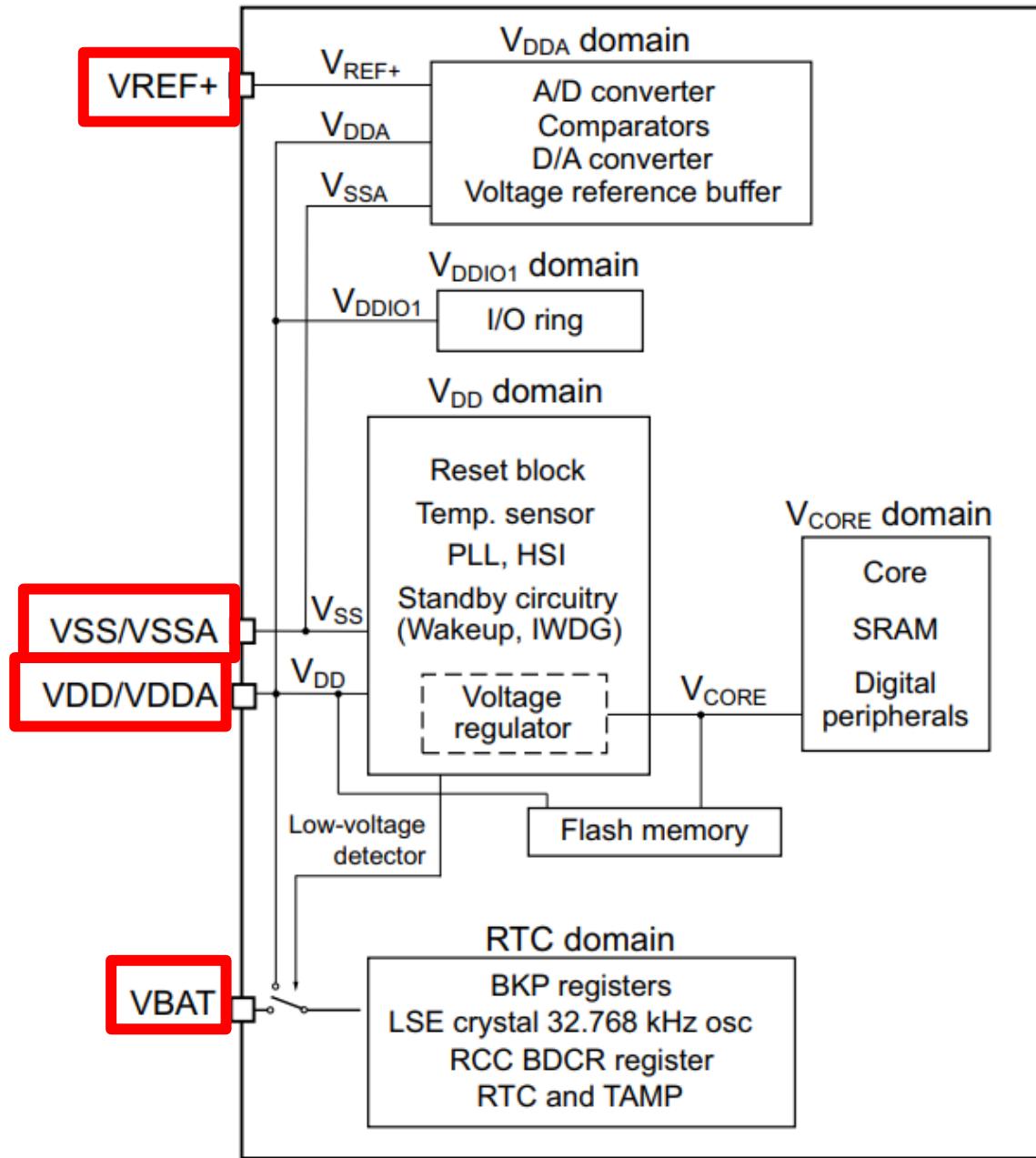
VDD/VDDA

VSS/VSSA

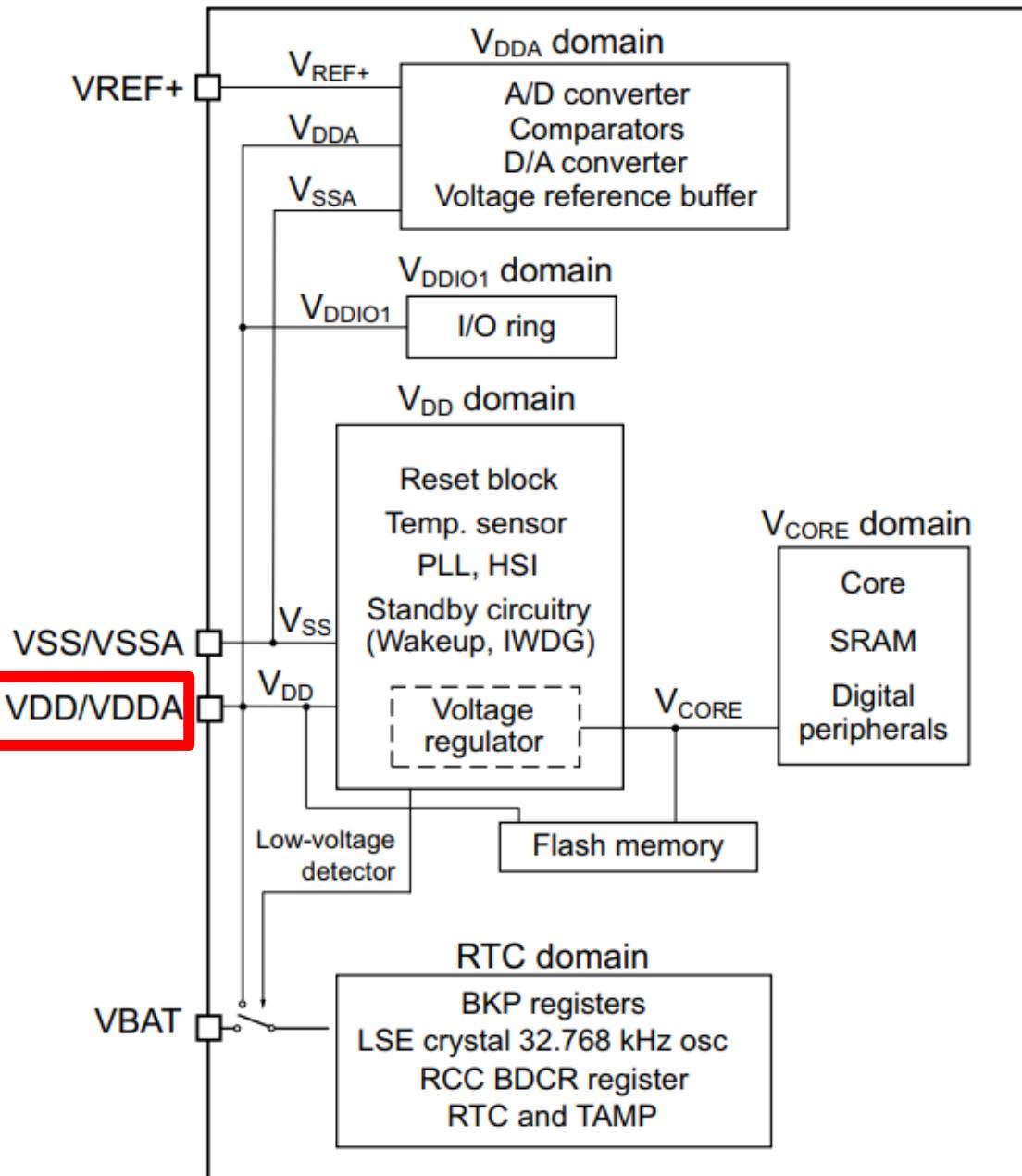
VREF+

VBAT

تغذية متحكمات STM32

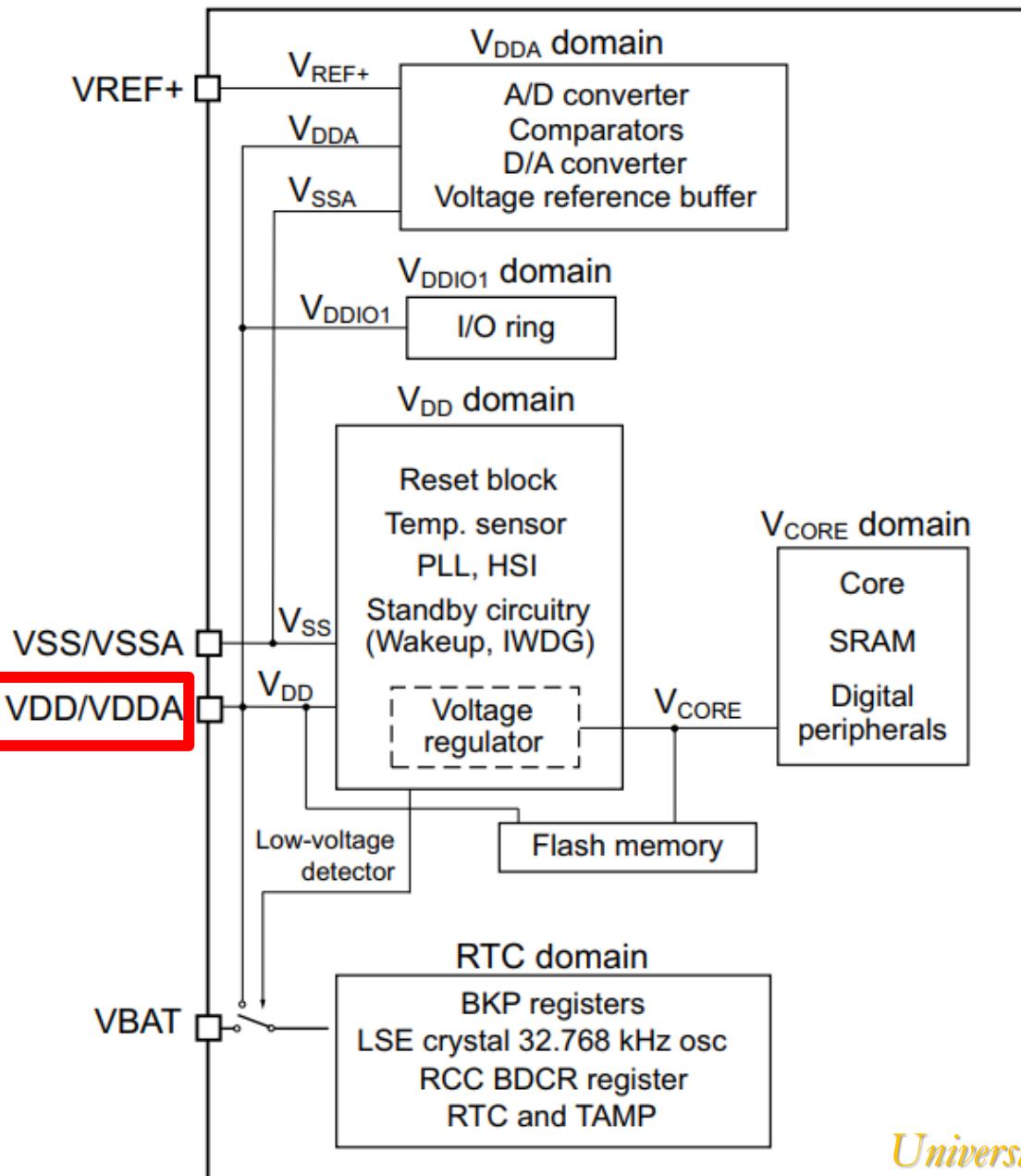


تغذية متحكمات STM32



- **:VDD/VDDA** □
يتراوح الجهد اللازم لتزويده لتشغيل متحكم بين stm32 1.7V to 3.6V
- أقصى 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))

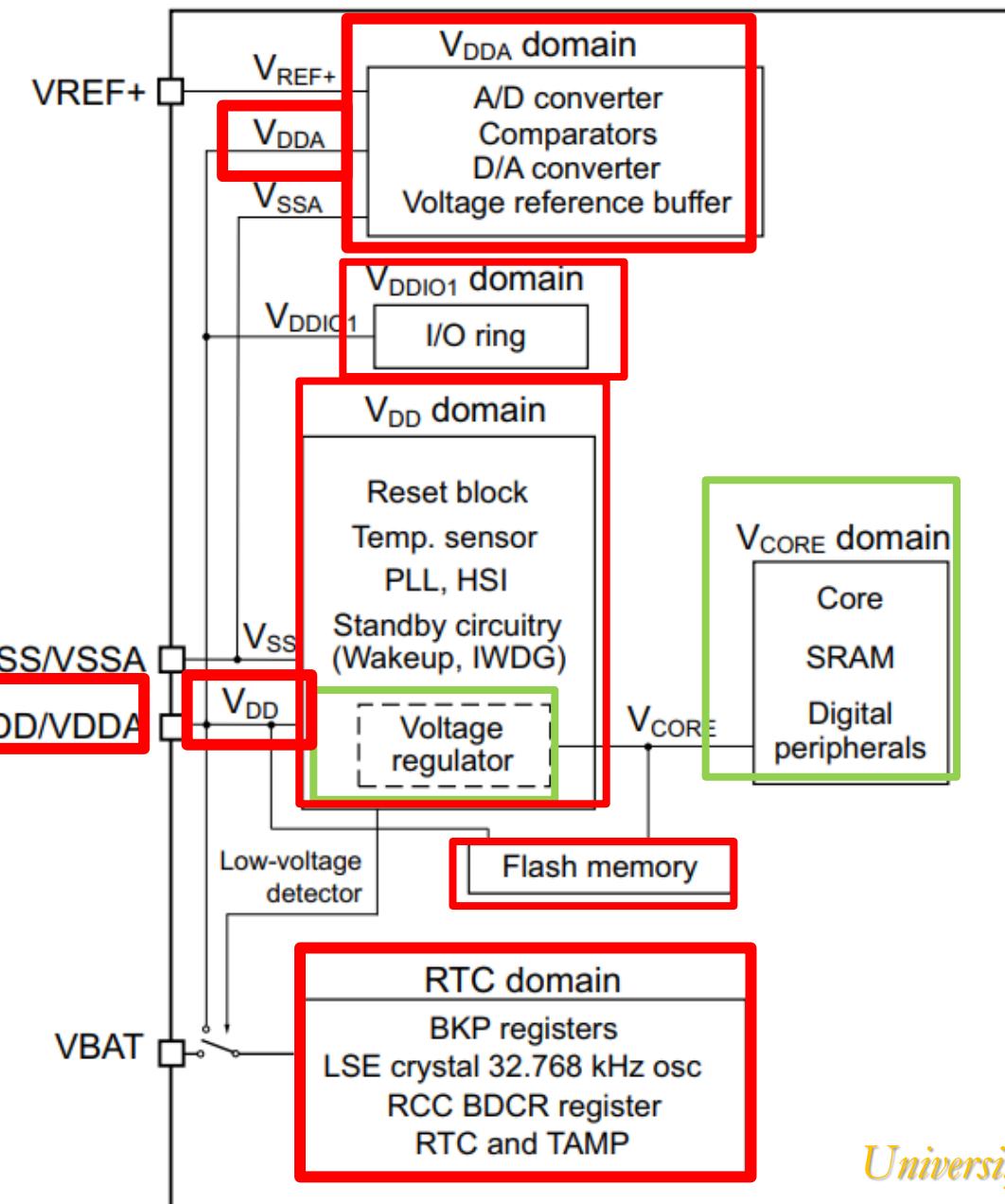
تغذية متحكمات STM32



: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

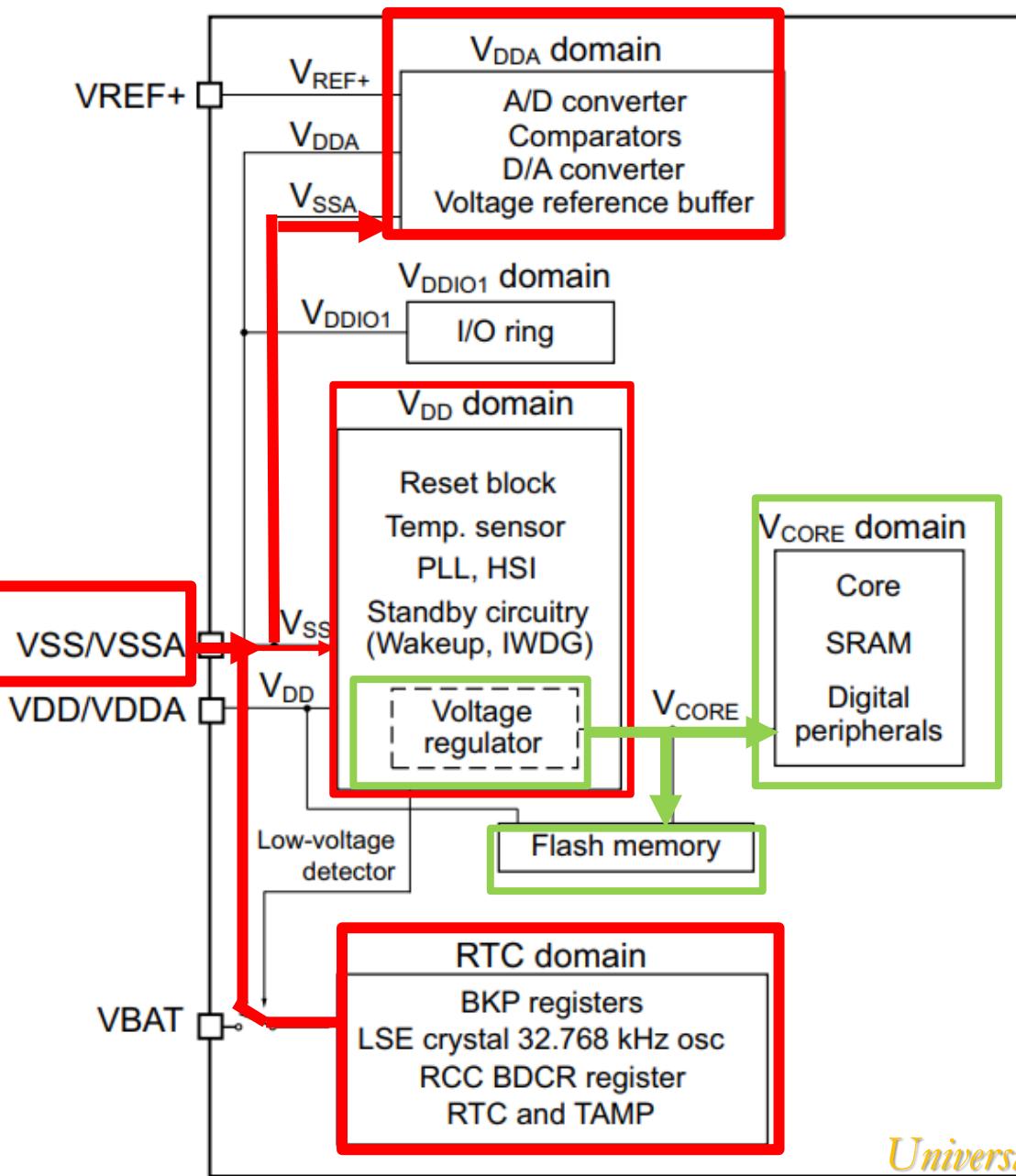
RTC

المدخل والمخرج

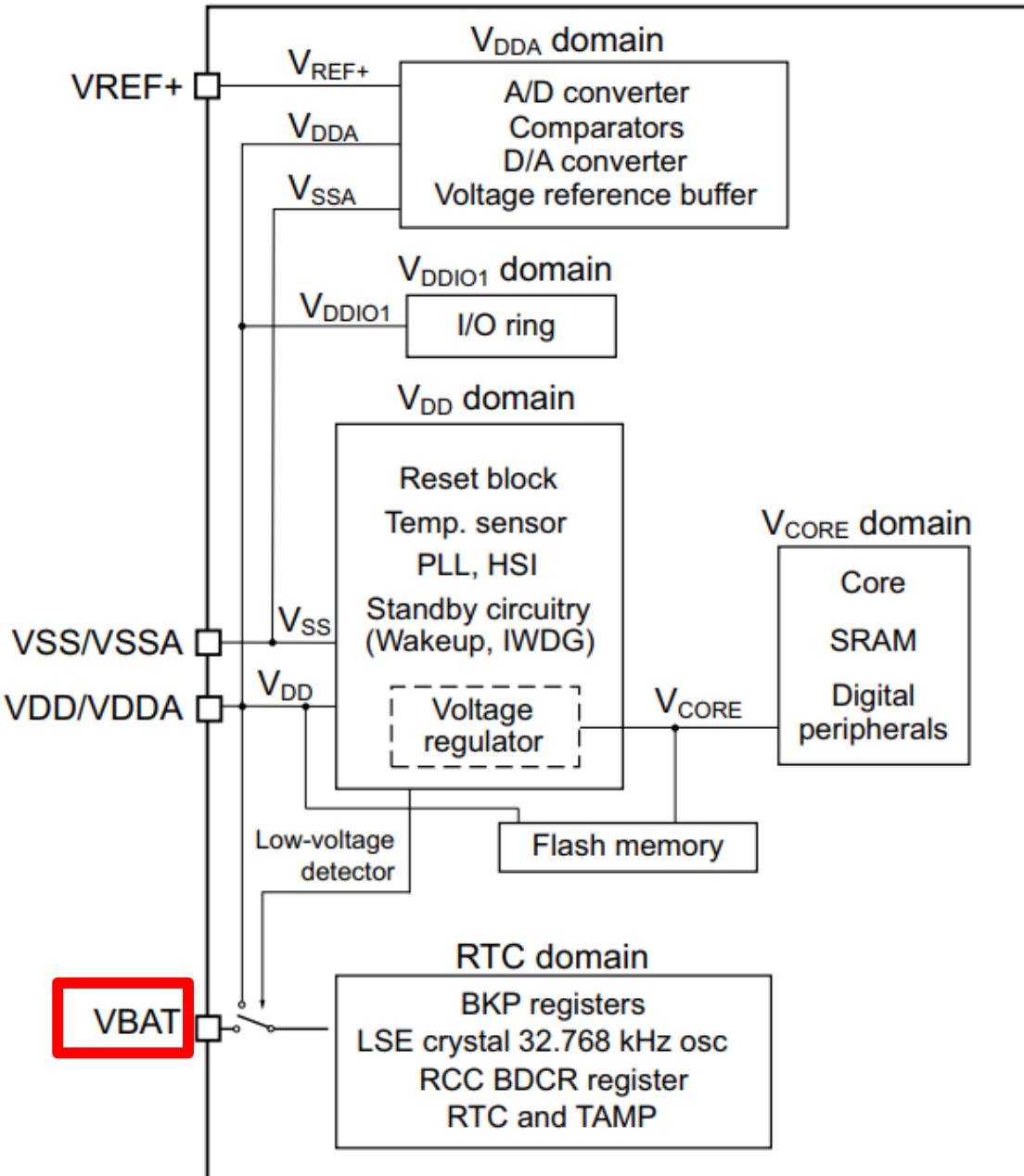
I/O

تغذية متحكمات STM32

:VSS/VSSA

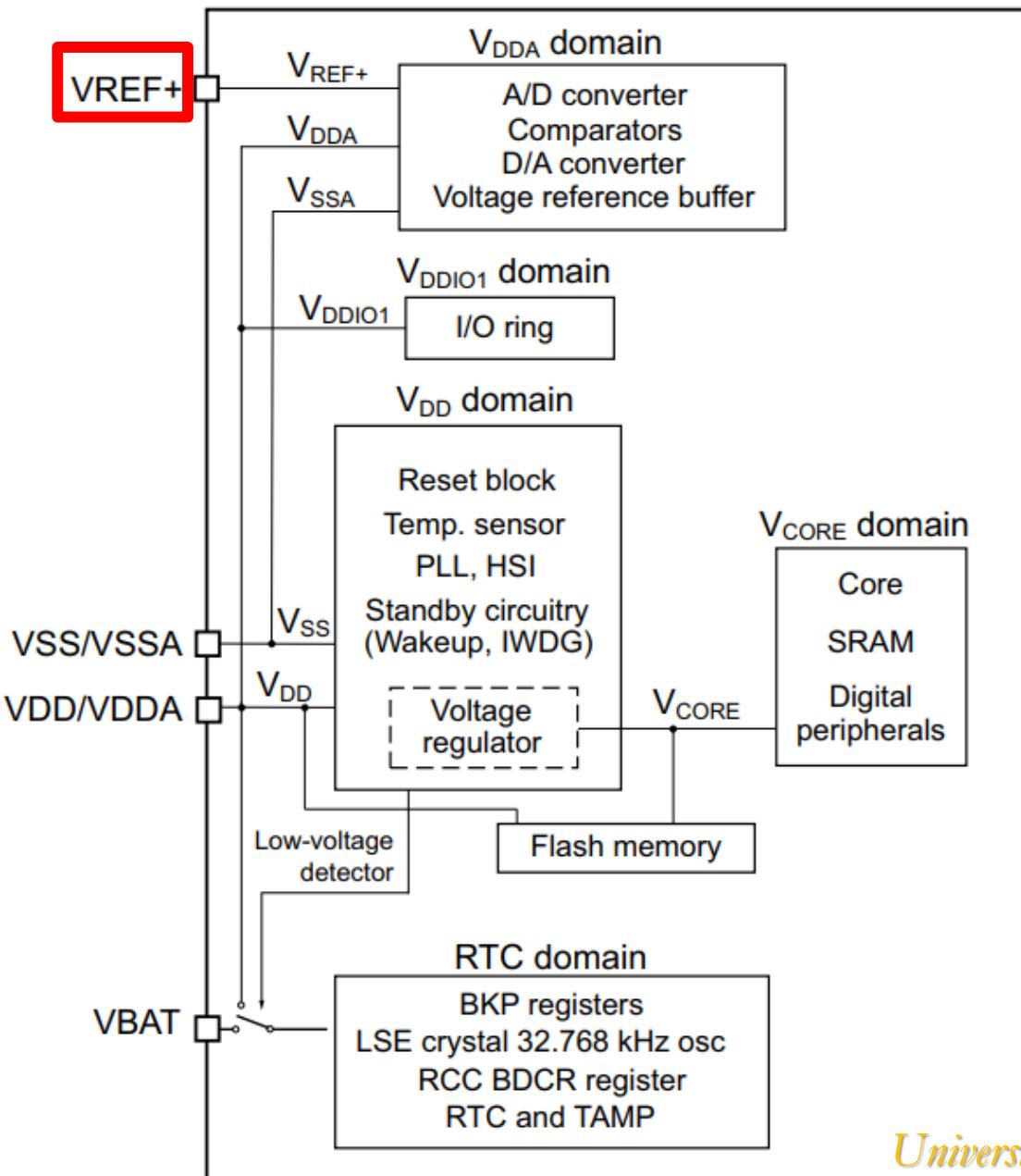


تغذية متحكمات STM32



- :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_{REF+}

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:



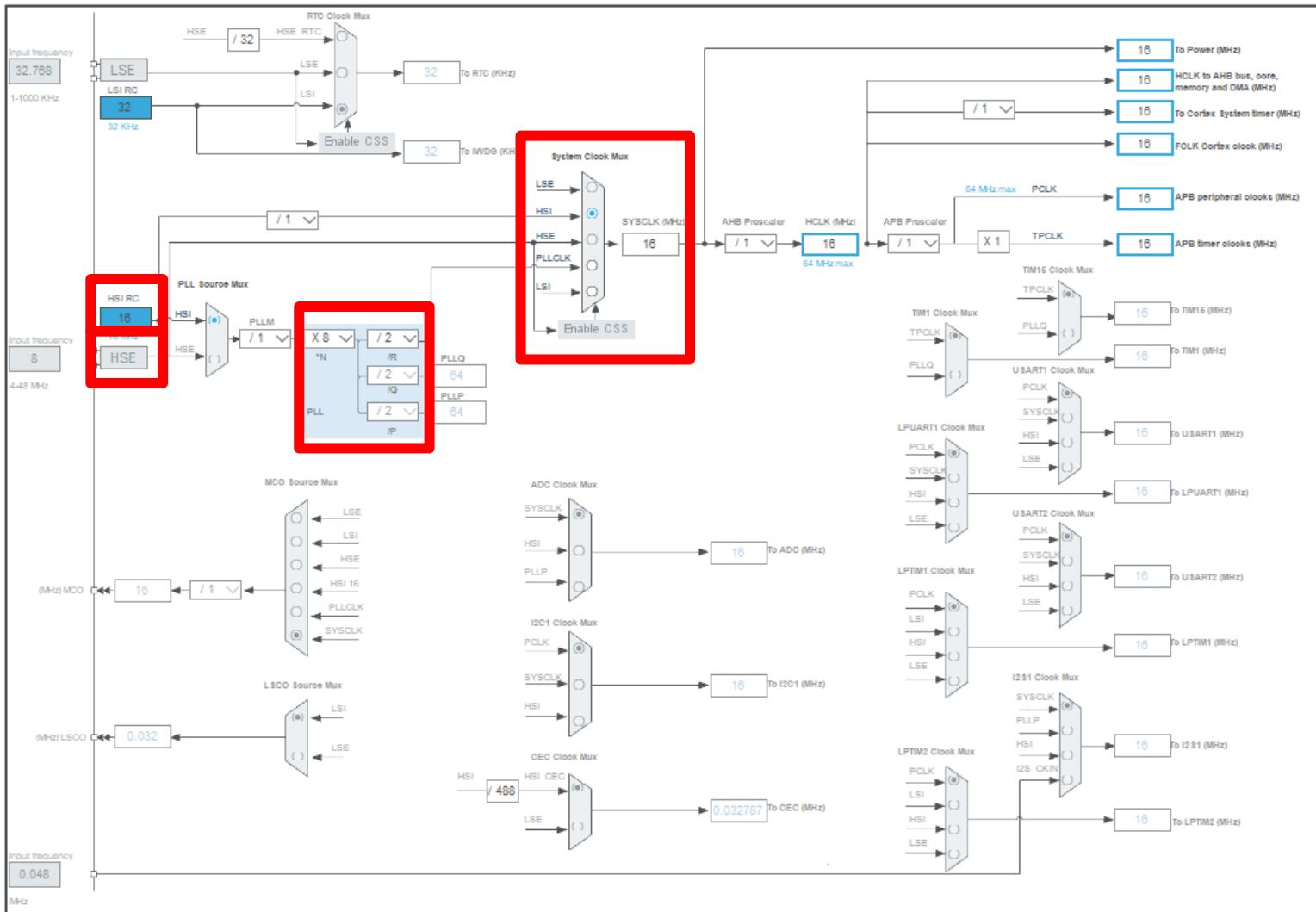
HSE



HSI



PLL

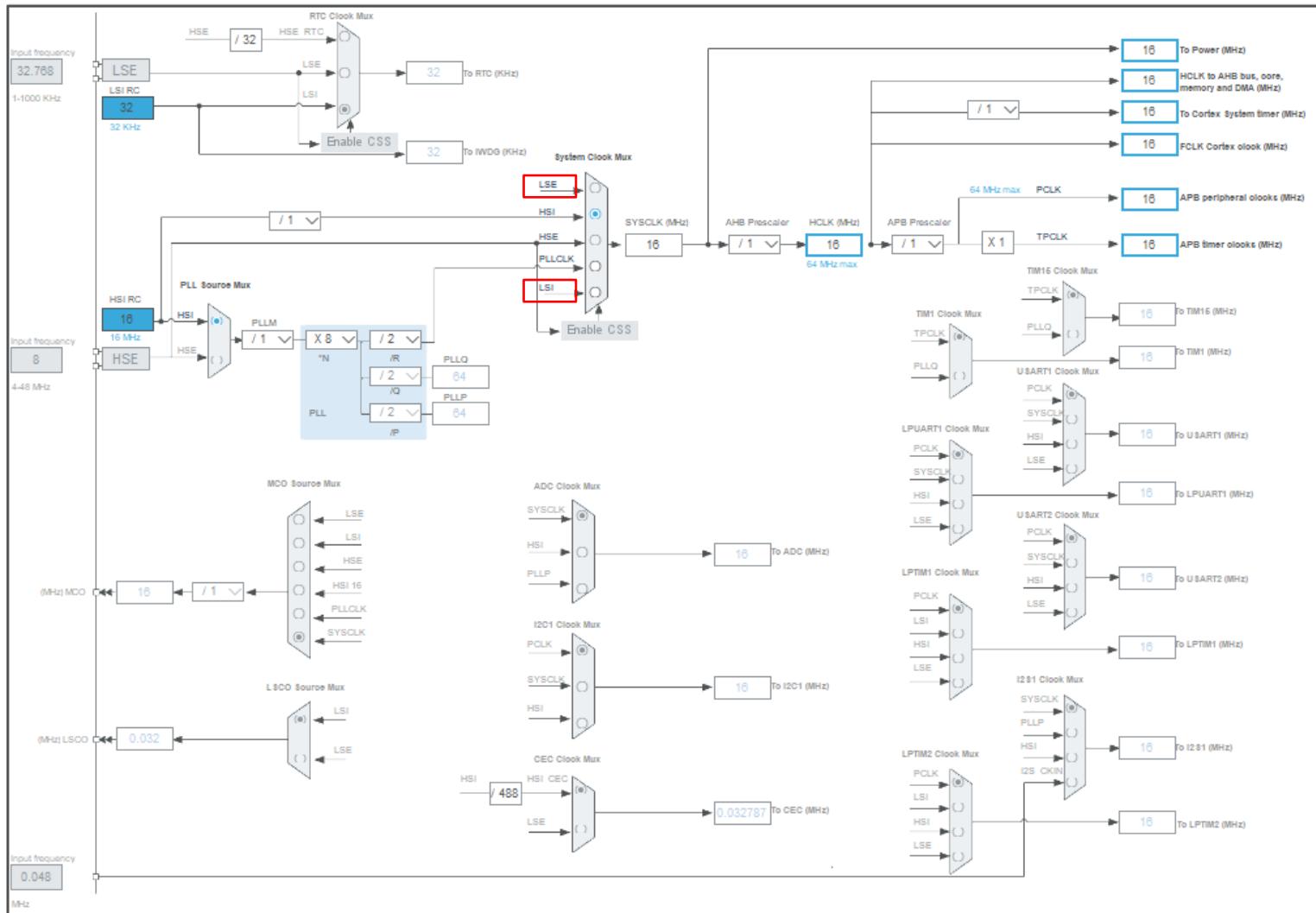


لمتحكمات STM32 ثلاثة مصادر مختلفة للساعة هي: □

- **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

لتحكمات STM32 مصدرٌ يُساعِدُك 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