

متحكمات STM32

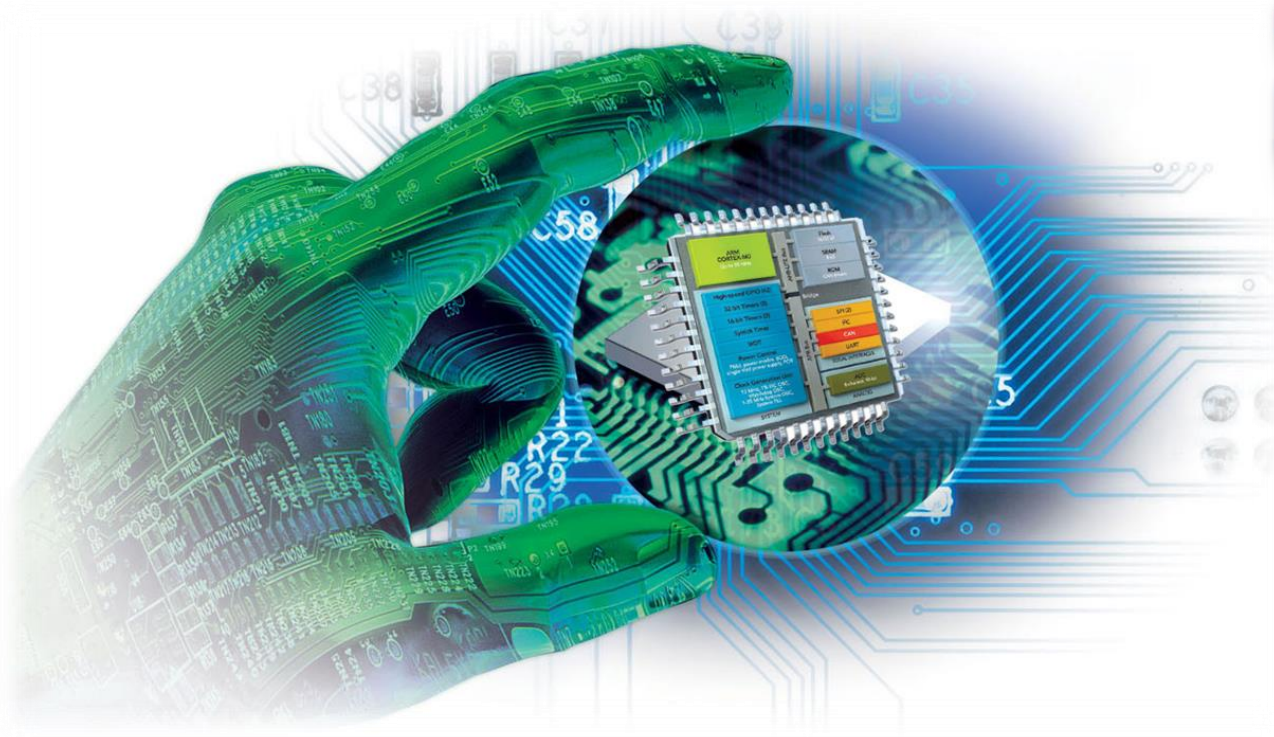
سننتظر في هذا الكورس إلى المواضيع التالية:

- ☐ مقدمة عن المتحكمات المصغرة ثم متحكمات STM32، بالإضافة إلى تغذيتها ومصادر الساعة لها
- ☐ مداخل ومخارج متحكمات stm32 وطرق برمجتها
- ☐ المقاطعات في متحكمات stm32
- ☐ المؤقتات في متحكمات stm32
- ☐ المنفذ التسلسلي USART/UART
- ☐ المبدلات التشابهية الرقمية ADC
- ☐ المبدلات الرقمية التشابهية DAC والوصول المباشر للذاكرة DMA
- ☐ بروتوكول الاتصال I2C
- ☐ بروتوكول الاتصال SPI
- ☐ مؤقتات متقدمة
- ☐ أنماط الطاقة في متحكمات stm32

متحكمات

STM32

1



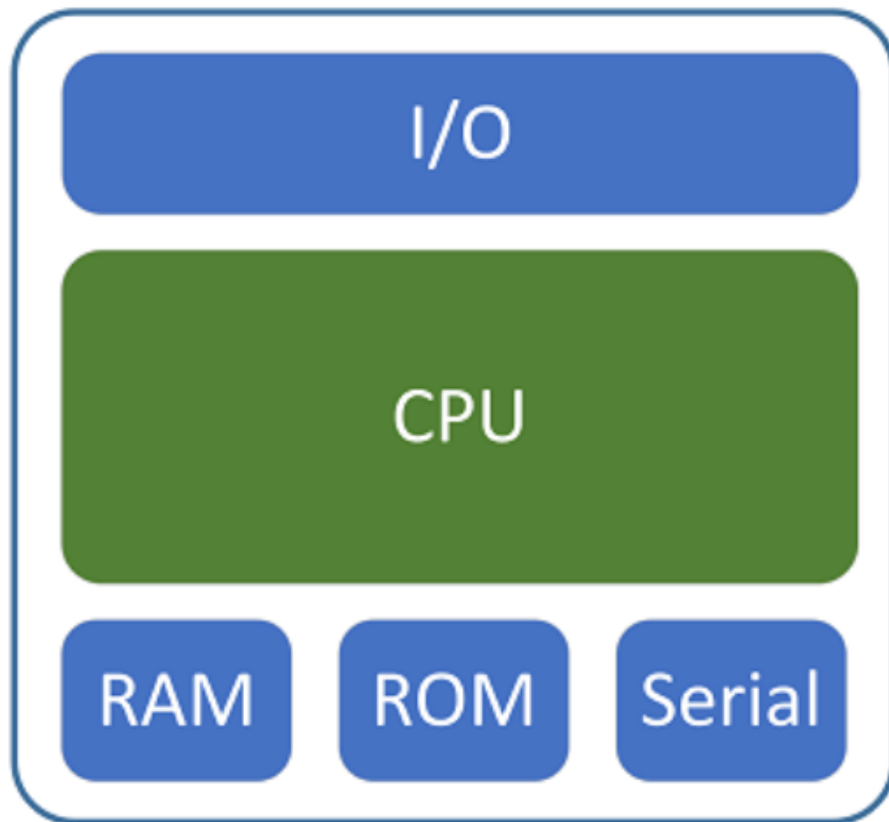
- ☐ العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة.
- ☐ ماهو المتحكم المصغر.
- ☐ معيارية تصميم بنية المعالجات.
- ☐ بنى مسجلات التعليمات في المعالجات.
- ☐ مقارنة بين المتحكم المصغر والمعالج المصغر
- ☐ المعالجات المبنية بواسطة ARM:
- ☐ الهيكلية CORTEX- ARM
- ☐ مزايا المتحكم STM32G0
- ☐ أنواع اللوحات التطويرية المتوفرة Boards type
- ☐ تغذية متحكمات STM32
- ☐ مصادر الساعة في متحكمات STM32

العوامل المؤثرة في تصميم الأنظمة المدمجة:

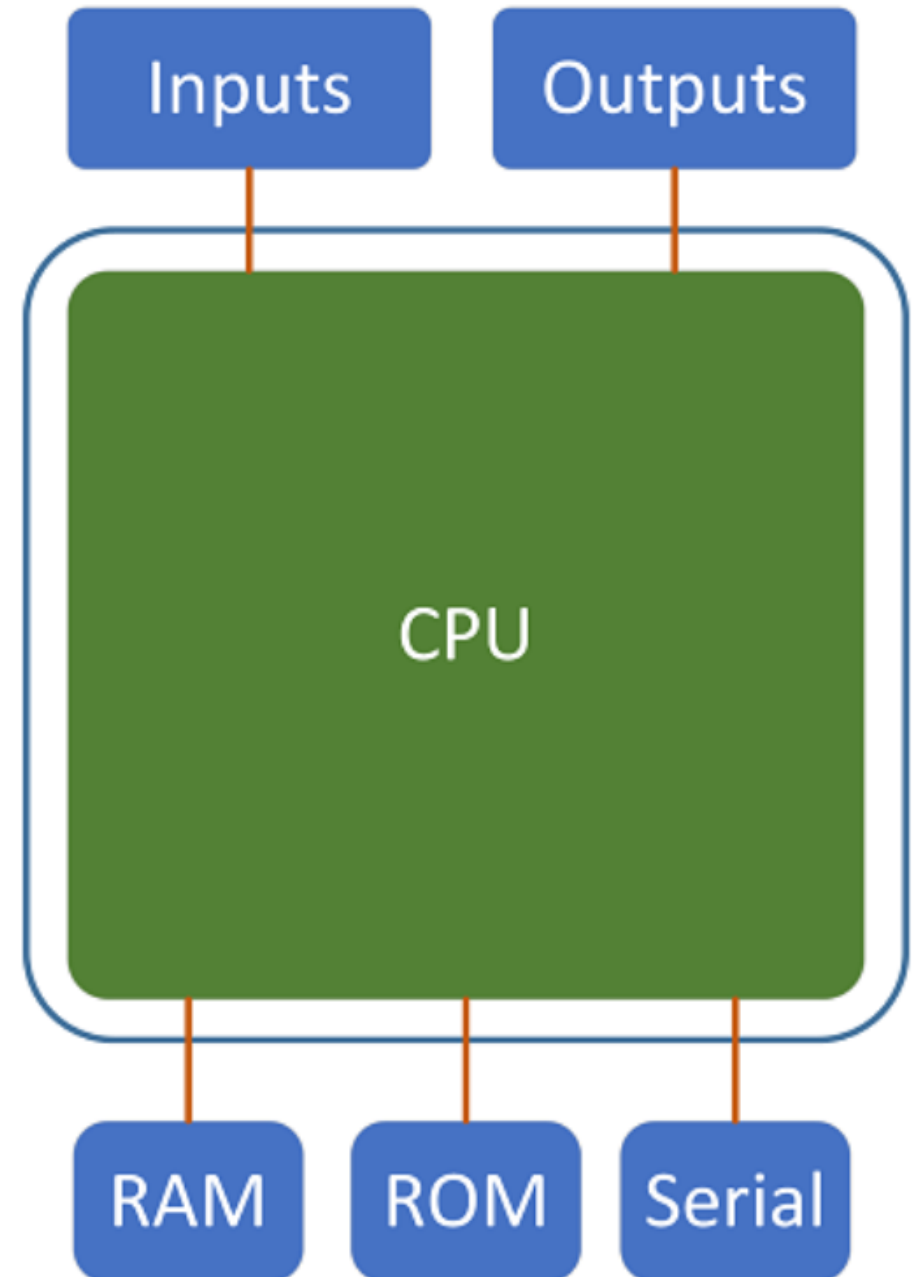
- ❖ سعة المعالجة MIPS – (Processing Power)
- ❖ عرض الناقل الداخلي (Data-Bus) 4bit, 8bit, 16bit, 32bit
- ❖ حجم الذاكرة (Memory Space) Flash, RAM, EEPROM
- ❖ استهلاك الطاقة (Power Consumption) mW/MIPS
- ❖ كلفة التطوير (Development Cost) HW+SW
- ❖ حياة المنتج (Lifetime) – يؤثر في جميع قرارات التصميم
- ❖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

:Microcontroller VS microprocessor

MCU

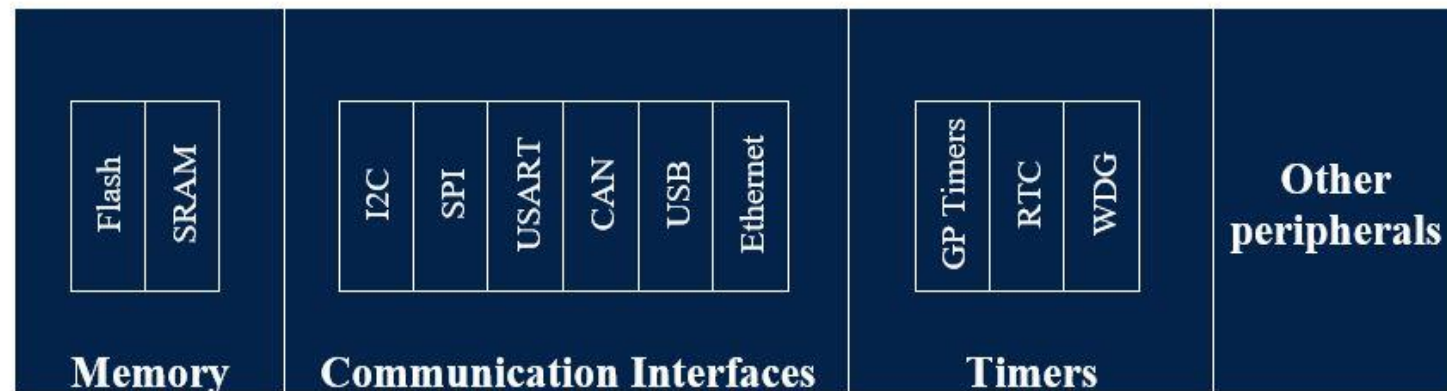
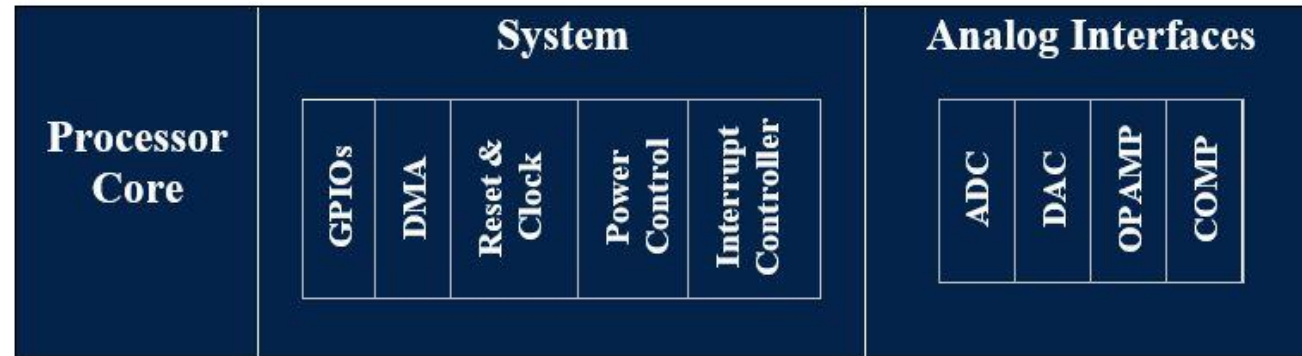


MPU



What is Microcontroller ?

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 الـCPU.

(5) ذاكرة EEPROM memory:

هي ذاكرة دائمة تستخدم لتخزين معطيات المستخدم.

(6) منافذ رقمية Ports:

تستخدم لتبادل المعطيات الرقمية مع العالم الخارجي.

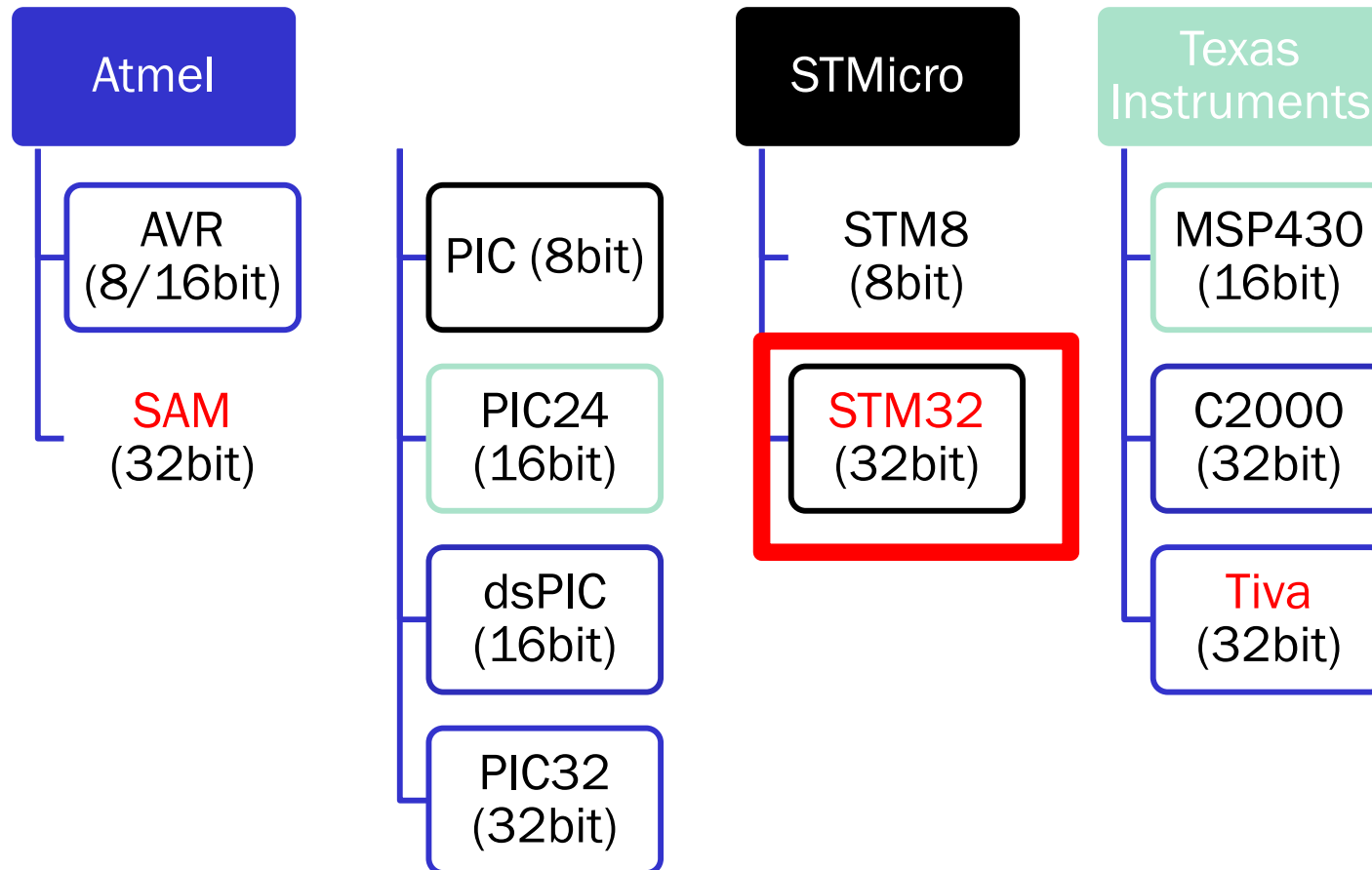
(7) مؤقتات وعدادات Timer & Counter.

وقد تحتوي أيضاً:

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

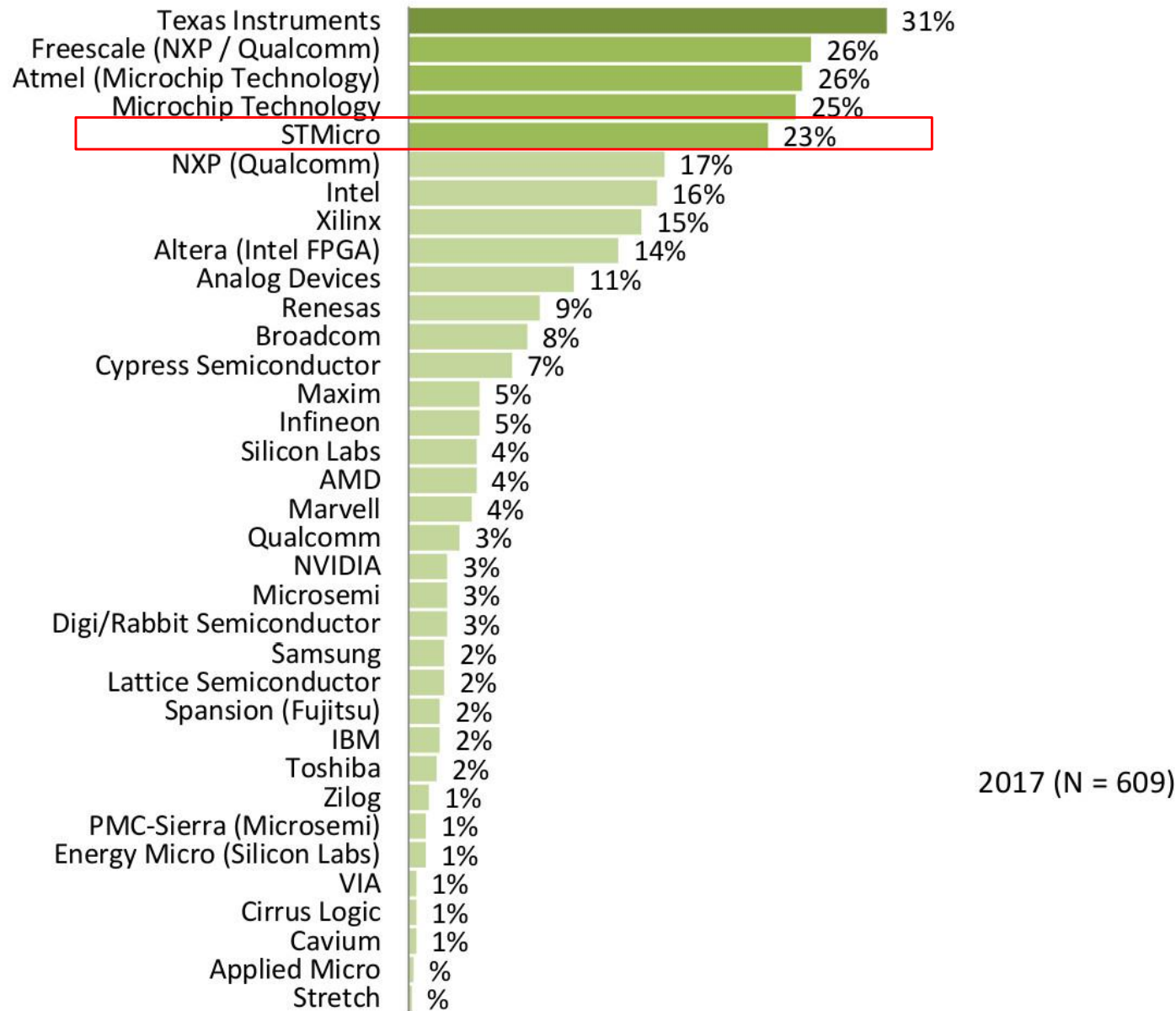
مقارنة بين ذواكر المتحكم المصغر

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



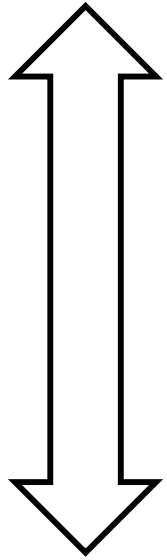
ARM Cortex-M based

أشهر عوائل المتحكمات المصغرة



أشهر لغات البرمجة الشائعة لبرمجة المتحكمات المصغرة :

Low level



High level

Assembly •

C •

C++ •

Basic •

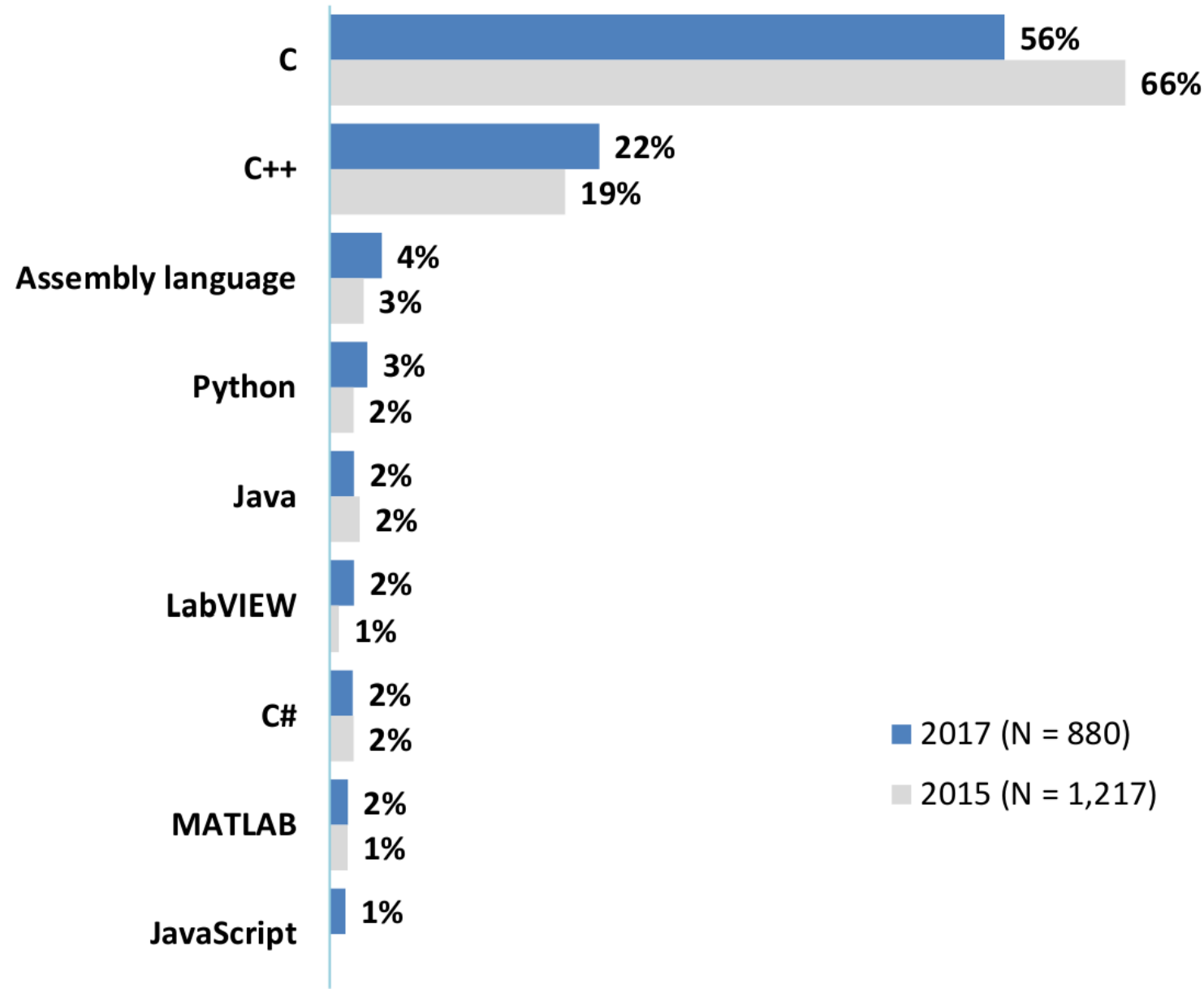
Java •

Python •

Matlab •

Visual programming (Labview, Simulink, etc.) •

أشهر لغات البرمجة الشائعة لبرمجة المتحكمات المصغرة :

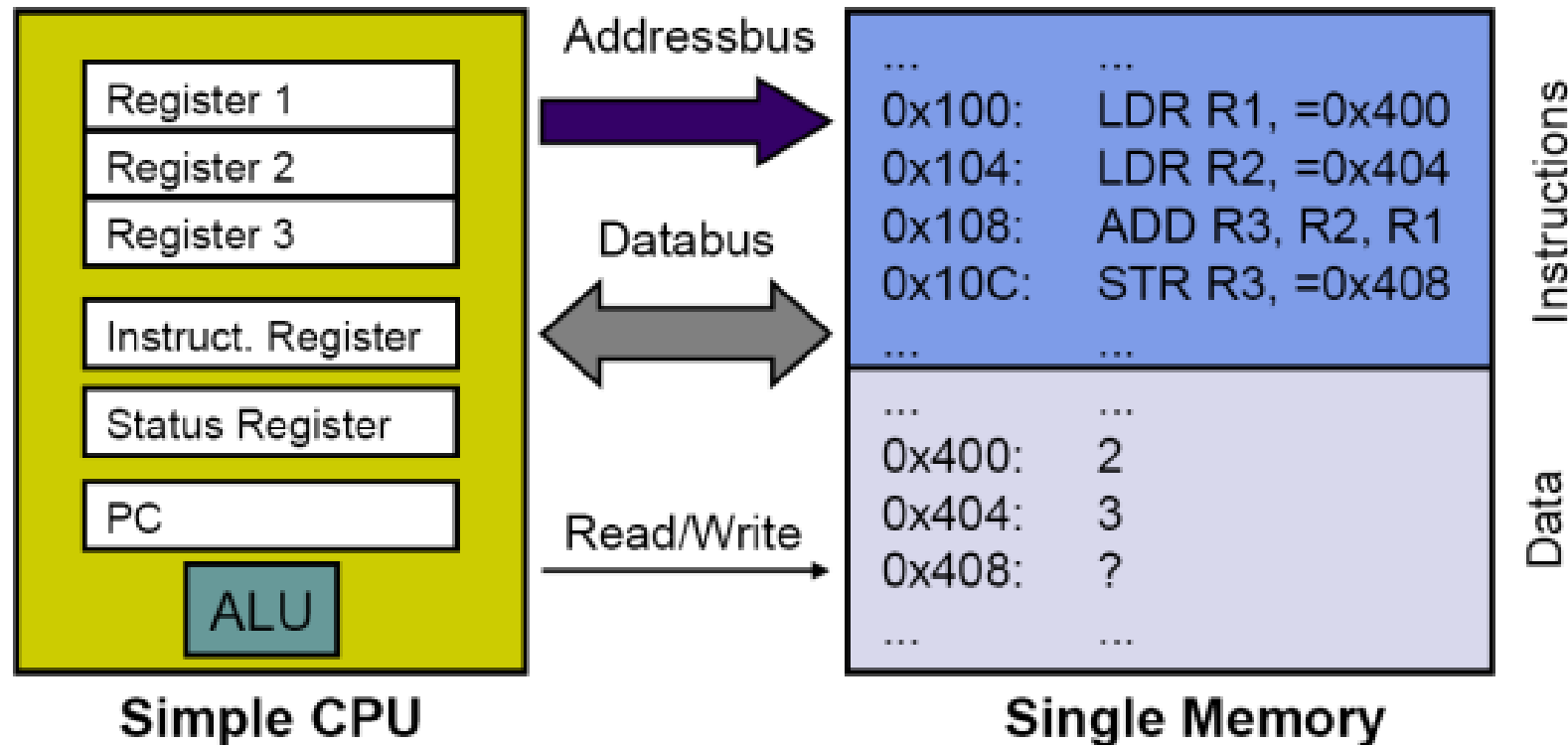


Source: <https://www.cnx-software.com/2017/08/15/aspencore-2017-embedded-markets-study-programming-languages-operating-systems-mcu-vendors-and-more/>

معمارية تصميم بنية المعالجات :

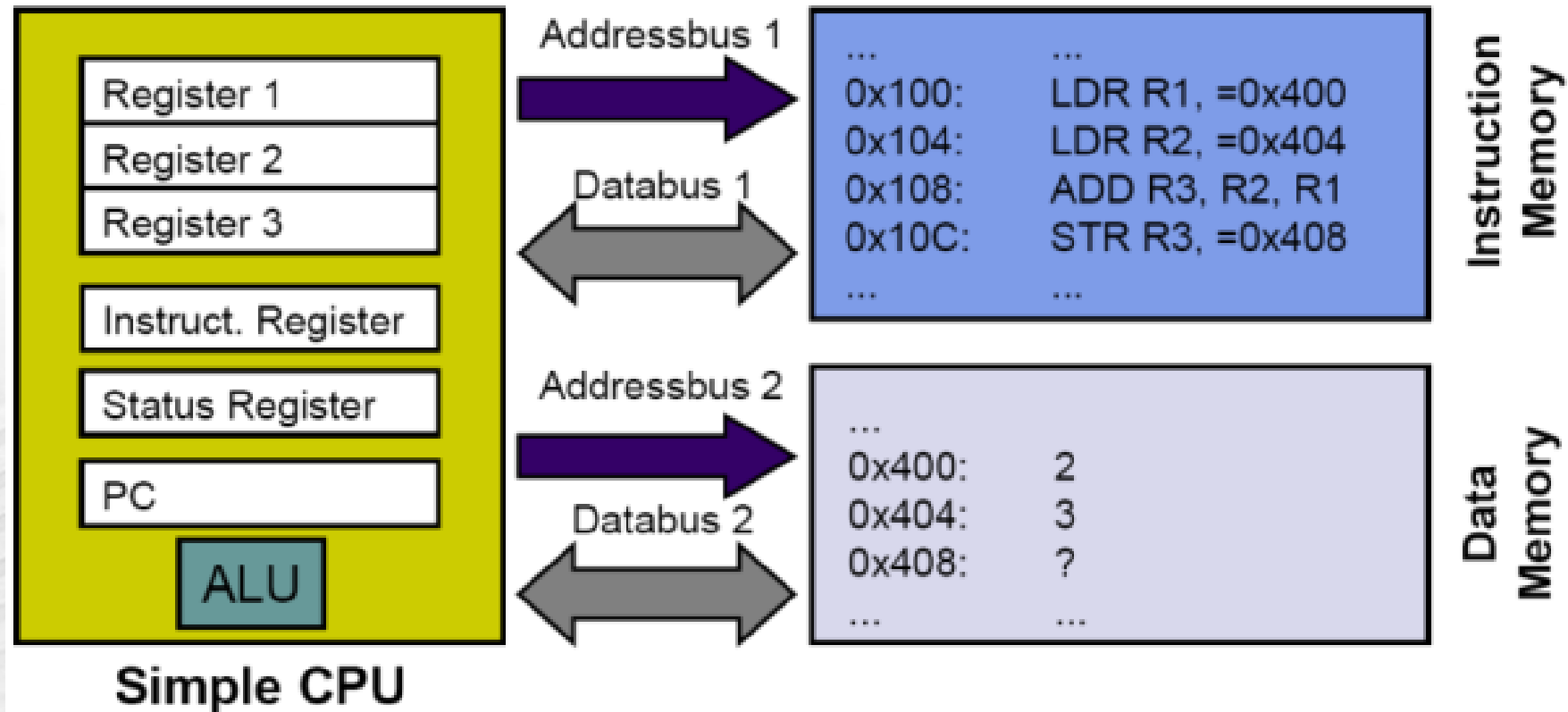
معمارية Von-Neumann: تعتمد على ناقل وحيد لنقل التعليمات والبيانات بين الذاكرة (الوحيدة) ووحدة المعالجة المركزية بحيث:

- (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.



معمارية تصميم بنية المعالجات :

معمارية Harvard: ناقلين منفصلين أحدهما لنقل التعليمات والآخر لنقل البيانات وتختلف ذاكرة البيانات عن ذاكرة التعليمات حيث أن لكل ذاكرة خطوط عنوانه وتحكم وممر معطيات مختلفة، وبالتالي تتم 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

(SOC) و (SOM) system on module .

❖ تمتاز معالجات ARM بكلفتها المنخفضة واستهلاكها المنخفض للطاقة وأيضاً توليد

حرارة أقل مقارنةً مع نظيراتها من المعالجات، لذا تعتبر المعالجات المثالية لاستخدامها

في الأجهزة المحمولة التي تعتمد على البطاريات في تغذيتها كالهواتف الذكية

والكمبيوترات اللوحية computer tap وأيضاً أجهزة الكمبيوترات المحمولة laptop

وغيرها العديد من الأنظمة المدمجة.

الهيكليّة ARM- CORTEX

الهيكليّة 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 وتتميز 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

المتحكم STM32G0

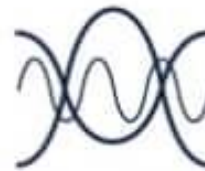


STM32 Mainstream MCUs 32-bit Arm® Cortex®-M



STM32G4

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



Instrumentation
& Measurement



Digital Power



Motor Control

Mixed-signal MCUs

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

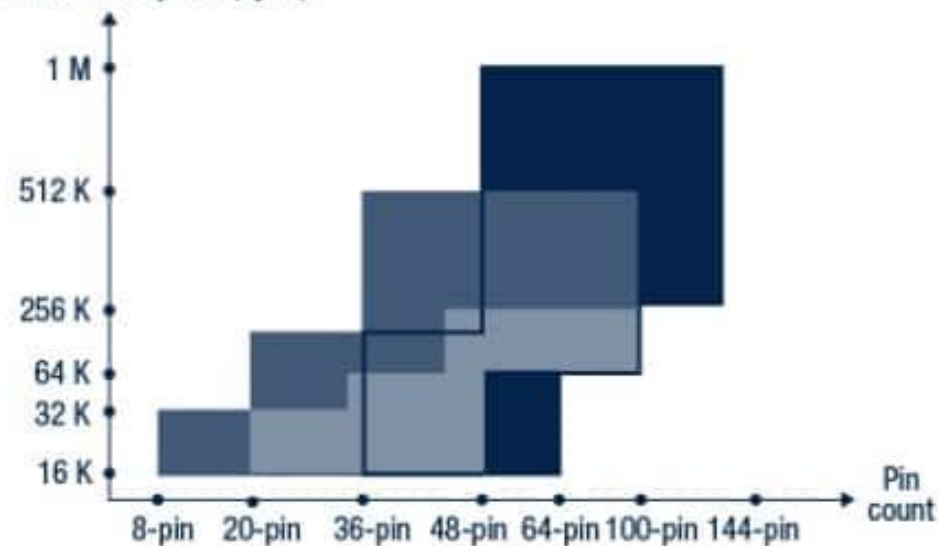
STM32G0

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

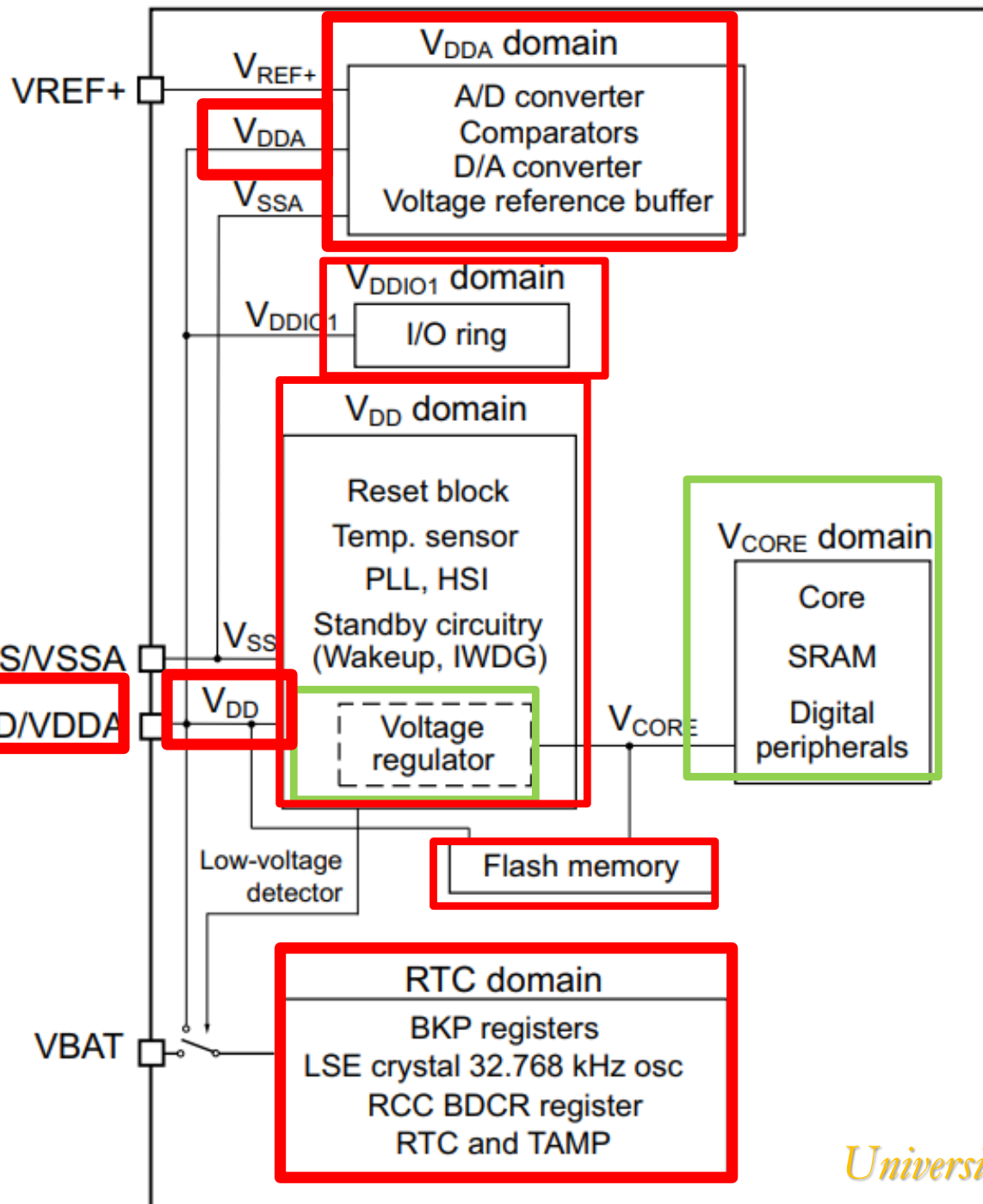
STM32F0

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

Flash memory size (bytes)



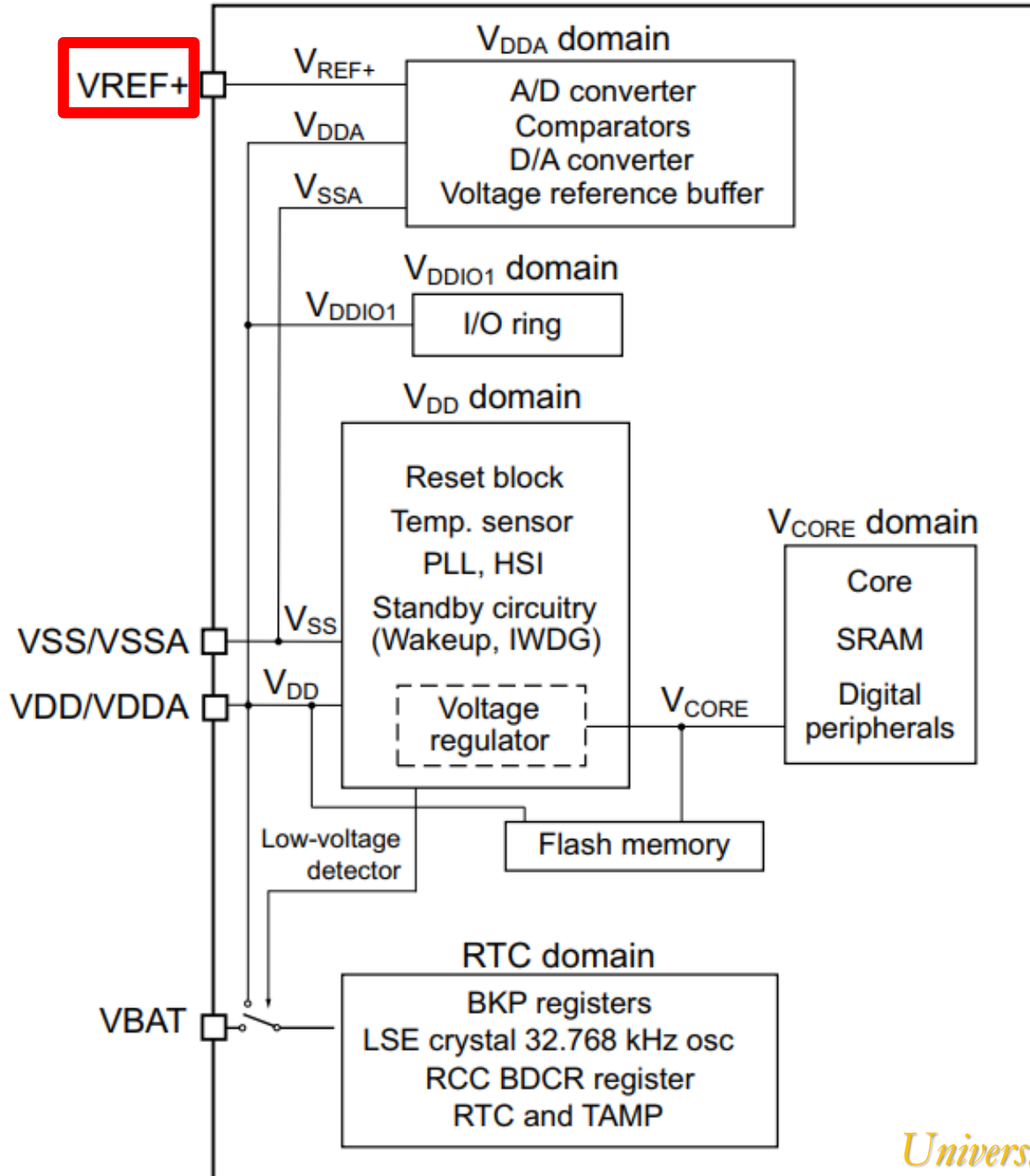
تغذية متحكمات STM32



VDD/VDDA ☐

- ويقوم بتغذية كلاً من :
- منظم الجهد الداخلي المسؤول عن تغذية المعالج
- المبدلات التشابيهية والمقارنات
- Flash memory
- RTC
- المداخل والمخارج I/O

تغذية متحكمات STM32



□ VREF+:

- وهو عبارة عن جهد الدخل المرجعي الخاص بالتشابهية

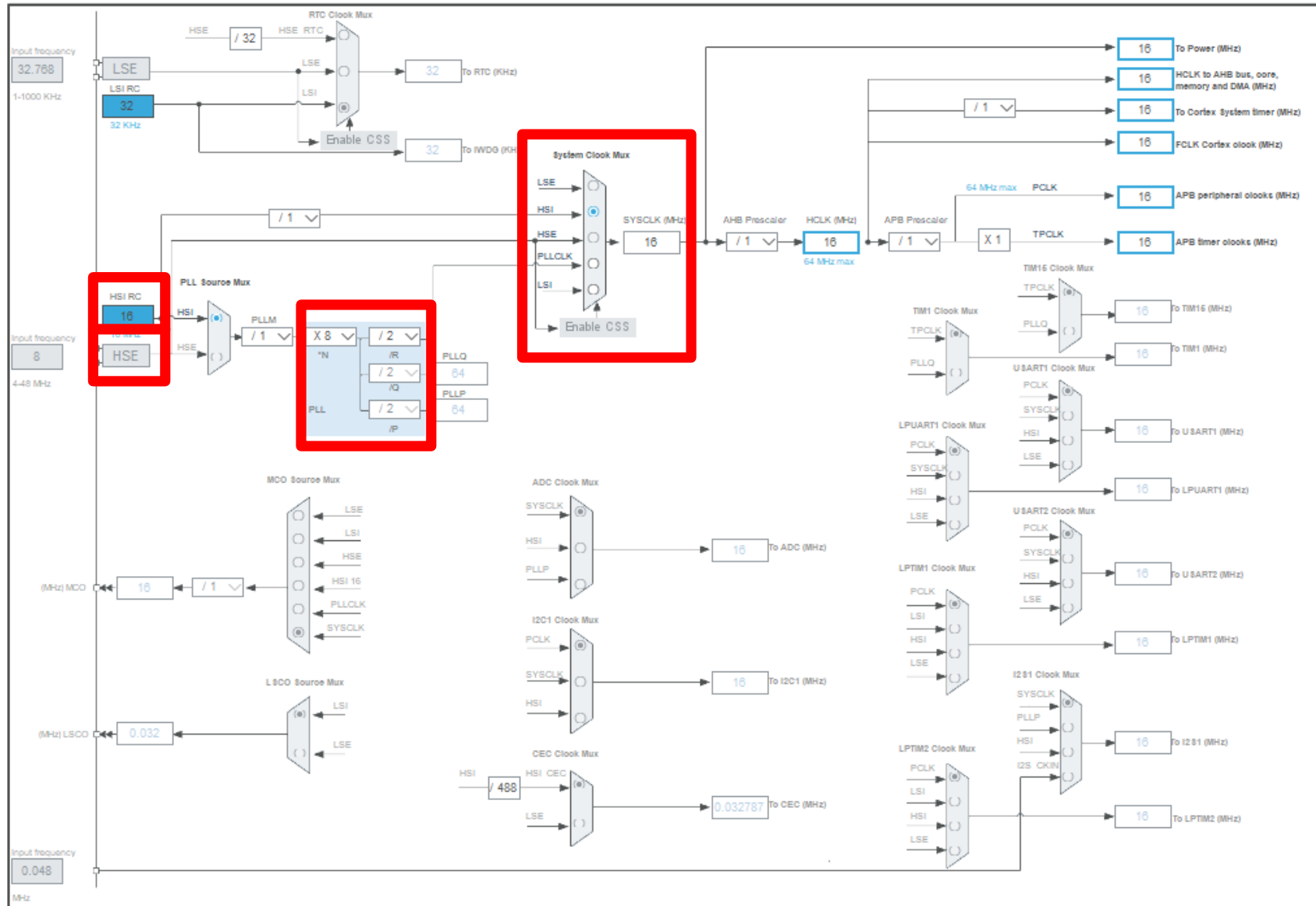
- يتراوح بين 2V والـ VDD عندما يكون الـ $VDD > 2V$

- ويكون مساوٍ للـ VDD عندما يكون الـ $VDD < 2V$

مصادر الساعة في متحكمات STM32

لمتحكمات STM32 ثلاث مصادر مختلفة للساعة هي: □

HSE •
HSI •
PLL •



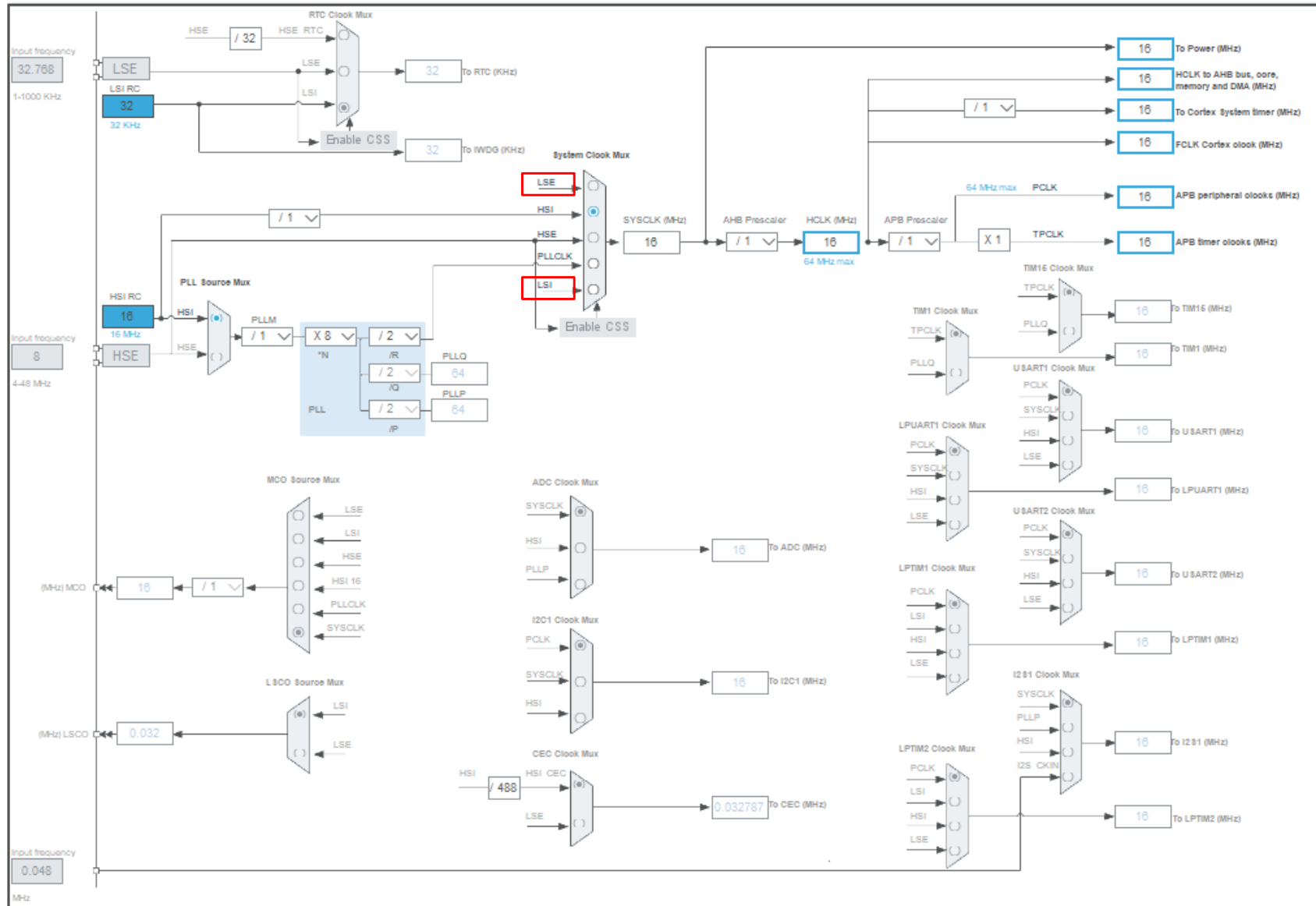
مصادر الساعة في متحكمات STM32

□ لمتحكمات STM32 ثلاث 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 •