

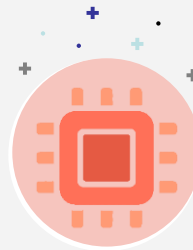


In The Name of God

Faculty of Electrical Engineering
Microprocessor Laboratory



V1 (@2025)



Microprocessor LAB

Lecture 1:

Introduction to ARM

By: M.Razeghizadeh

Start now!

تاریخچه ARM

1. آغاز (۱۹۸۳)

شرکت **Acorn** تصمیم به ساخت میکروکامپیوترهای ۱۶ بیتی گرفت. این تصمیم، نقطه شروع طراحی پردازنده‌های ARM بود.

2. نام اولیه

واژه ARM مخفف **Acorn RISC Machine** بود.

3. گسترش همکاری‌ها (۱۹۹۰)

شرکت‌های بزرگی مانند **Apple** به پروژه ARM پیوستند.

4. تغییر نام و تأسیس

ARM به **Advanced RISC Machines** تغییر نام داد.

شرکت **ARM Holdings** در شهر کمبریج انگلستان تأسیس شد.



تاریخچه ARM

- یکی از معروفترین پردازنده‌ها بر پایه معماری ARM، **نسل ARM7** بوده است.
- این نسل در طراحی و تولید میکروکنترلرها بسیار پرکاربرد بوده است.
- به طور گسترده‌ای توسط اکثر تولیدکنندگان مورد استفاده قرار گرفته است.
- این معماری برای کاربردهای کارآمد و کم‌مصرف طراحی شده است.
- نسل پردازنده **Cortex-M3**، به عنوان جایگزینی قدرتمند برای نسل ARM7 معرفی شد.



معماری ARM

- ✓ ARM یک معماری است که برای ساخت پردازنده های **۳۲ بیتی** و **۶۴ بیتی** استفاده می شود و توسط کمپانی **ARM Holdings** توسعه داده شده است.
- ✓ میکروکنترلی که در آن از معماری ARM استفاده شود، **میکروکنترلر ARM** نامیده می شود.
- ✓ میکروکنترلر ARM یکی از معروف ترین و پرکاربردترین میکروکنترلر های مورد استفاده در جهان می باشد.
- ✓ ARM معماری ای بر پایه **RISC** است. در این معماری تعداد دستورالعمل ها کم و ساده بوده و همین موضوع باعث افزایش سرعت اجرای برنامه ها می شود. به دلیل استفاده از ترانزیستورهای کمتر، توان مصرفی پردازنده کاهش یافته و میکروکنترلرهای مبتنی بر آن معمولاً قیمت پایین تری نسبت به سایر میکروکنترلرها دارند.





ویژگی‌های پردازنده‌های ARM

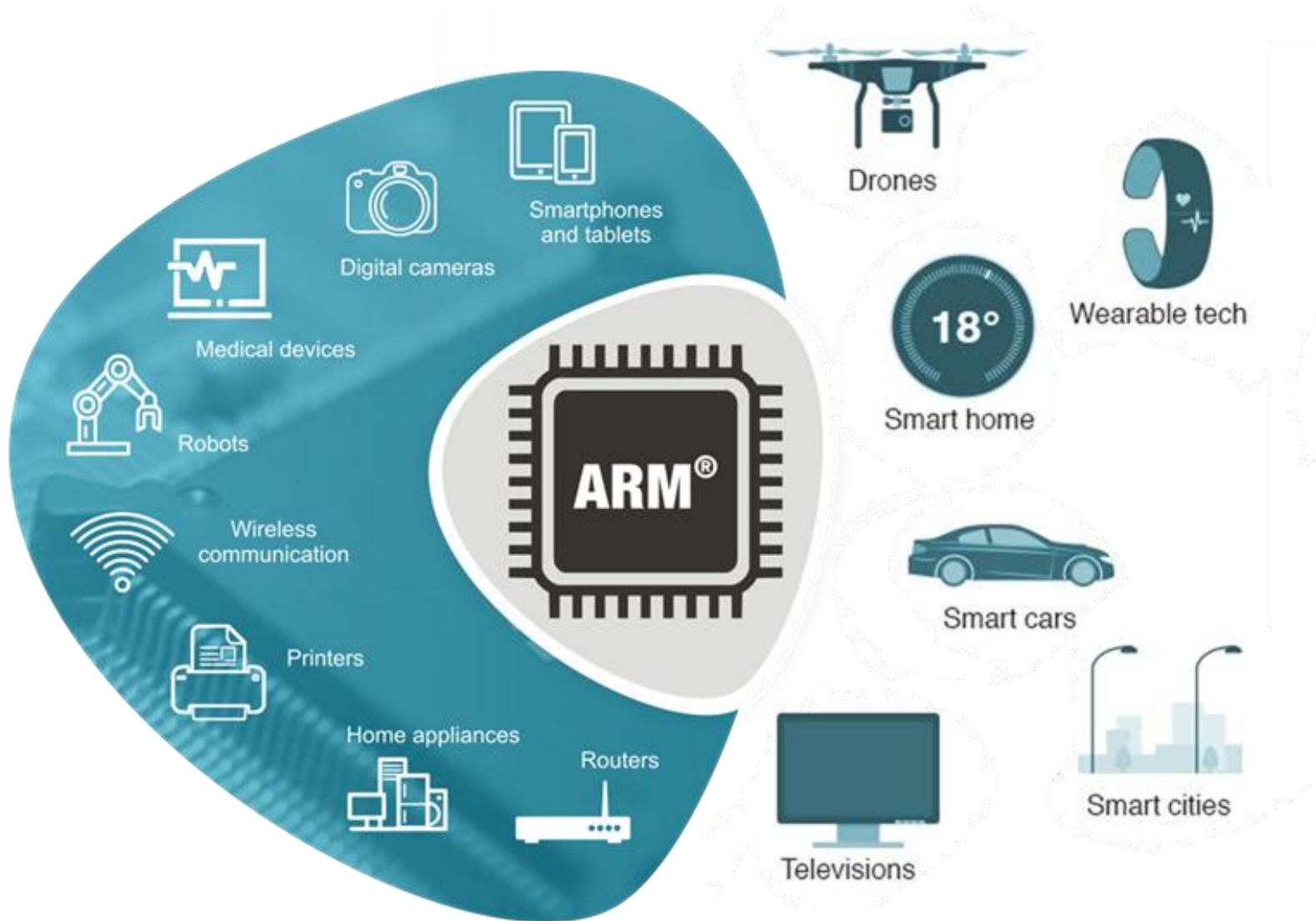
- ✓ پردازنده‌های ARM بر پایه **معماری ساده و کم‌دستور RISC** ساخته شده‌اند.
- ✓ برای کاربرد در سیستم‌های تعبیه‌شده (مثل میکروکنترلرها) تغییراتی در این معماری داده شده است.
- ✓ این پردازنده‌ها از معماری **Load-Store** پیروی می‌کنند.
- ✓ در معماری Load-Store داده‌ها ابتدا وارد رجیسترها می‌شوند و فقط روی رجیسترها پردازش انجام می‌گیرد.
- ✓ یعنی پردازنده مستقیماً روی حافظه کار نمی‌کند، بلکه همه چیز از طریق رجیسترها انجام می‌شود.
- ✓ دستورات مربوط به **پردازش داده‌ها** و دستورات مربوط به **دسترسی به حافظه** از هم جدا هستند.
- ✓ پردازنده ARM از چندین مرحله **خط لوله (Pipeline)** برای افزایش سرعت اجرا پشتیبانی می‌کند.
- ✓ در یک خط لوله سه مرحله‌ای ساده، دستورات عمل‌ها سه مرحله را طی می‌کنند:
واکشی (Fetch) - رمزگشایی (Decode) - اجرا (Execute)



کاربردهای میکروکنترلرهای با هسته‌های ARM

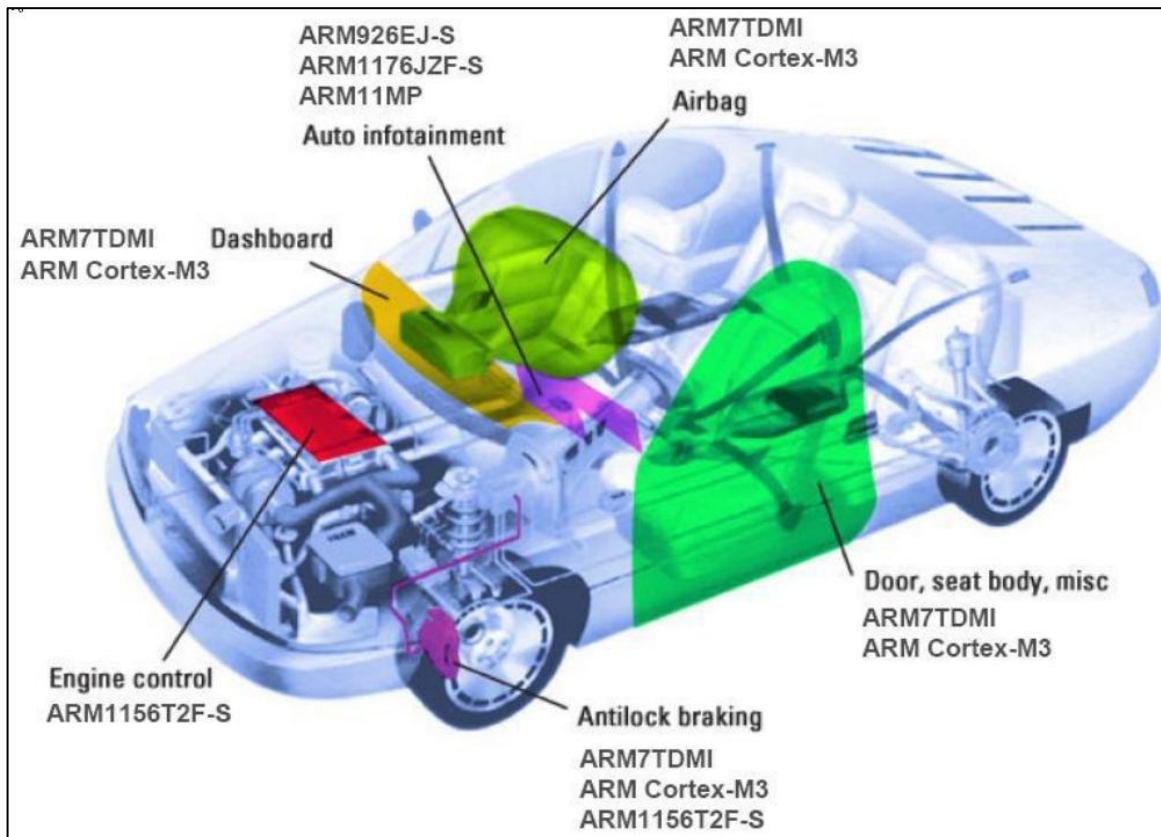
- ✓ **کاربردهای تجاری و خانگی:** یخچال، تلویزیون، لباسشویی، گوشی‌های همراه، تبلت‌ها، سیستم‌های صوتی، دوربین‌های دیجیتال و لوازم خانگی هوشمند
- ✓ **کاربردهای صنعتی و اتوماسیون:** کنترل تجهیزات کارخانه‌ها، ربات‌های صنعتی، تجهیزات خودروها، سیستم‌های کنترل فرآیند، سیستم‌های هوشمند تولید
- ✓ **کاربردهای تفریحی و سرگرمی:** کنسول‌های بازی، کوادکوپترها، پهپادها، اسباب‌بازی‌های هوشمند و ابزارهای سرگرمی مبتنی بر الکترونیک
- ✓ **کاربردهای پزشکی و اندازه‌گیری:** تجهیزات پزشکی، دستگاه‌های سنجش و کنترل فشار و دما، ابزارهای اندازه‌گیری دقیق
- ✓ **کاربردهای اینترنت اشیا (IoT):** سیستم‌های هوشمند خانه، ابزارهای پوشیدنی، سنسورها و شبکه‌های متصل

کاربردهای میکروکنترلرهای با هسته‌های ARM



کاربردهای میکروکنترلرهای با هسته‌های ARM

✓ پردازنده‌های ARM به دلیل طراحی بهینه و کارایی بالا، در دستگاه‌های هوشمند به طور گسترده استفاده می‌شوند. تاکنون بیش از ۱۰۰ میلیارد تراشه ARM در سراسر جهان تولید و استفاده شده است.



✓ در یک وسیله هوشمند معمولاً چند نوع پردازنده ARM به کار می‌رود.

✓ در خودروهای هوشمند، ARM بخش‌هایی مانند سیستم سوخت، ترمزها، GPS و سایر سیستم‌های الکترونیکی را کنترل می‌کند.

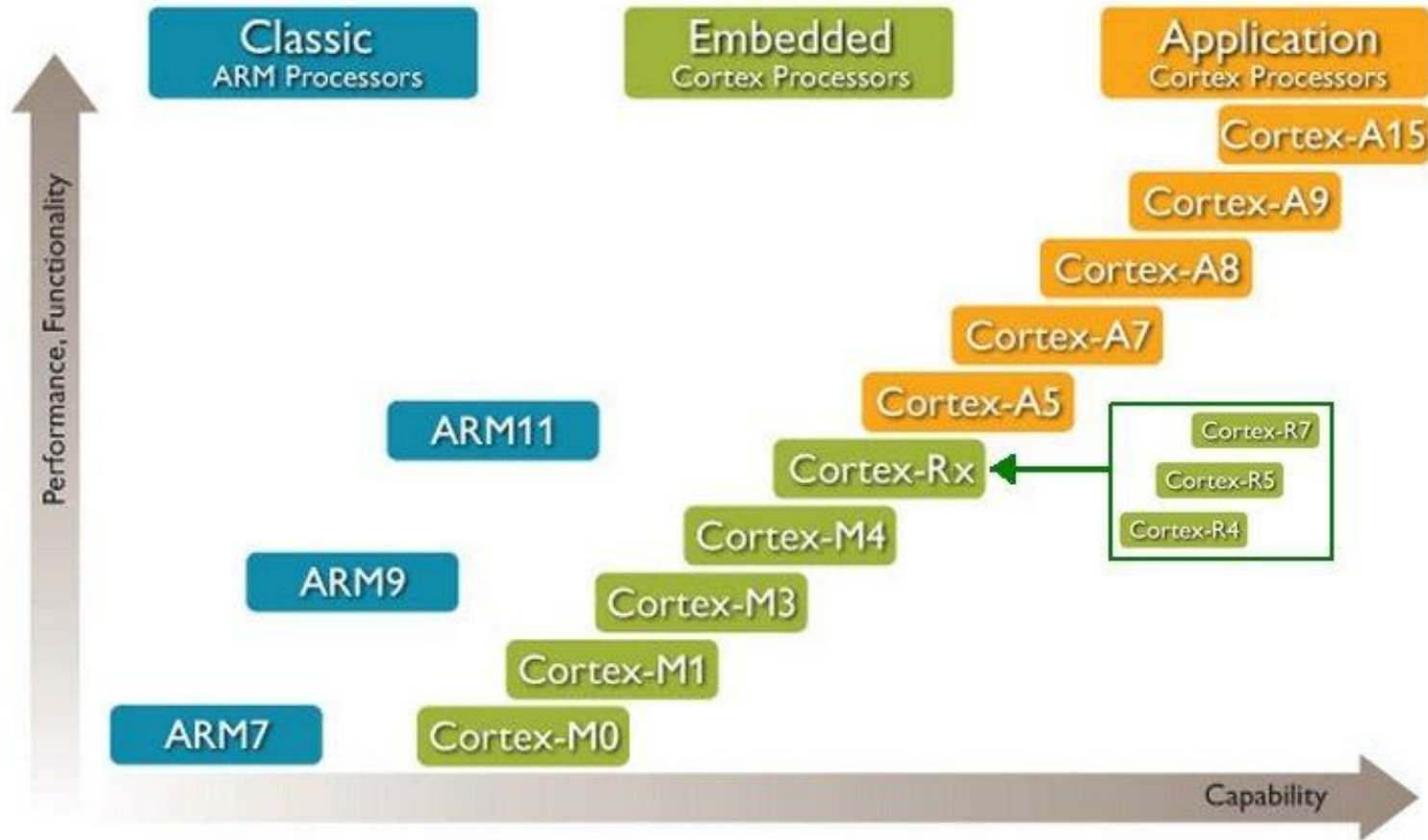


خانواده ARM

پردازنده‌های ARM بسته به کاربرد به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

- ✓ Classic ARM (پردازنده‌های کلاسیک)
- ✓ Embedded ARM (پردازنده‌های توکار)
- ✓ Application Processor (پردازنده‌های کاربردی)
- ✓ Secure Core (پردازنده‌های با هسته امنیتی)

خانواده ARM



خانواده های قدیمی تر از ARM 7 منسوخ شده است و دیگر تولید نمی شود. همچنین به علت کارایی و قابلیت های یکسان یا بالاتر پردازنده های Embedded نسبت به سری Classic، در اکثر پروژه ها از آنها استفاده شده و بر سری کالسیک ترجیح داده می شوند. بنابراین این سری نیز تقریباً در حال منسوخ شدن است.



ARM خانواده

CORE	Application Cortex Processors			Cortex-A15		
	Embedded Cortex Processors			Cortex-A9		
	Classic ARM Processors			Cortex-A8		
			ARM11MP	Cortex-A5	Cortex-M7	
		ARM926	ARM176JZ	Cortex-R7	SC300	SC00
	ASC100	ARM968	ARM1136J	Cortex-R5	Cortex-M4	Cortex-M1
Family	ARM7TDMI	ARM946	ARM1156T2	Cortex-R4	Cortex-M3	Cortex-M0
	ARM7TDMI	ARM9E	ARM11	Cortex-A/R	Cortex-M	Cortex-M
Architecture Version	ARMv4T	ARMv5TJ	ARMv6	ARMv7A/R	ARMv7M/ME	ARMv8M



خانواده ARM < پردازنده‌های کلاسیک

- ✓ خانواده کلاسیک ARM برای پروژه‌ها و محصولات ارزان قیمت و کاربردی مناسب است
- ✓ طراحی ساده و کارایی بالا، امکان استفاده در طیف گسترده‌ای از کاربردها را فراهم می‌کند
- ✓ منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری گسترده برای توسعه این پردازنده‌ها در دسترس است
- ✓ معماری‌های این خانواده شامل ARM7، ARM9 و ARM11 می‌شود
- ✓ به دلیل پشتیبانی قوی و سادگی طراحی، این پردازنده‌ها گزینه‌ای محبوب برای آموزش، پروژه‌های تحقیقاتی و تولید انبوه هستند
- ✓ سالانه میلیاردها تراشه از این خانواده در سراسر جهان تولید و استفاده می‌شود
- ✓ نمونه کاربردها شامل میکروکنترلرهای صنعتی، دستگاه‌های مصرفی ساده و ابزارهای آموزشی است

خانواده ARM < پردازنده‌های توکار (Embedded)

- خانواده Embedded ARM برای سیستم‌های بلادرنگ (Real-Time) طراحی شده است
- تمرکز اصلی بر سیستم‌هایی است که نیازمند رفتارهای Deterministic و پاسخ‌گویی فوری هستند
- قابلیت اجرای سیستم‌عامل‌های بلادرنگ (RTOS) مانند QNX را دارند
- امکان اجرای نرم‌افزارهای توسعه‌یافته توسط کاربر فراهم است
- معماری‌های رایج این خانواده شامل Cortex-M و Cortex-R می‌باشد
- کاربردها: کنترل صنعتی، تجهیزات پزشکی، رباتیک، خودروهای هوشمند و سیستم‌های IoT بلادرنگ





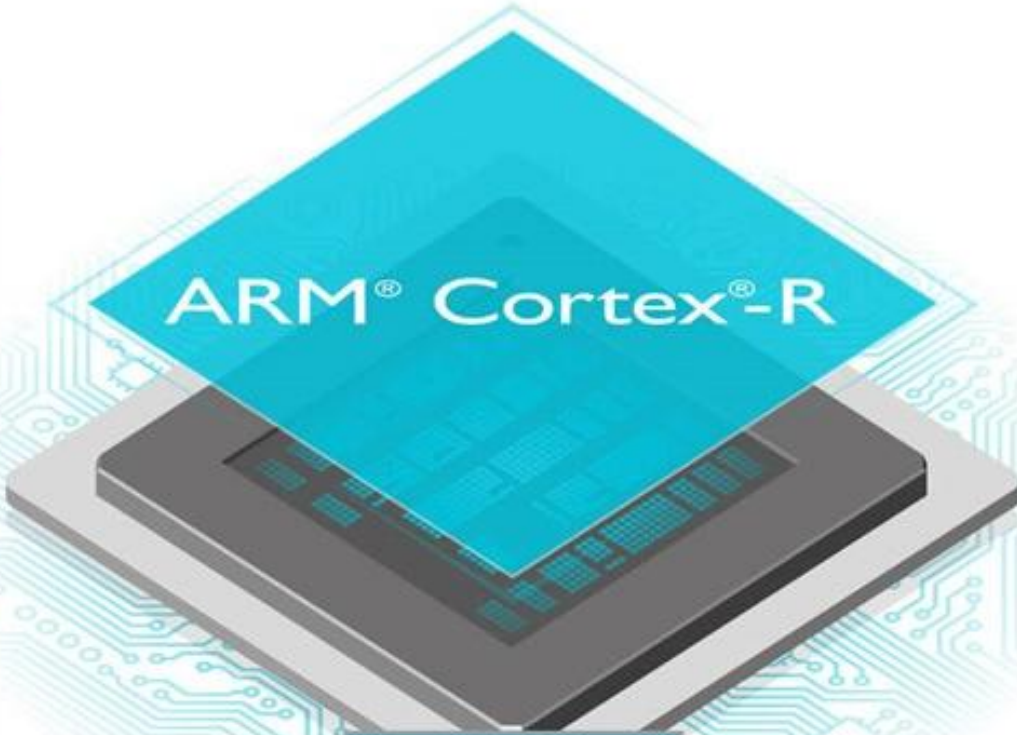
خانواده ARM < پردازنده‌های توکار (Embedded)

High Performance

- High benchmark scores
- High clock frequency
- Low latency interrupt response
- AMBA®3 AXI™ bus interconnect
- Instruction and Data Caches
- Tightly Couple Memories
- Multi-core configurations

Safety and Reliability

- Memory Protection Unit
- Automatic error detection and correction
- Dual core lock-step configuration with redundant core



ARM® Cortex®-R

The diagram shows a 3D perspective of an ARM Cortex-R processor. It consists of a blue diamond-shaped top layer with the text 'ARM® Cortex®-R' in white. Below this is a grey rectangular base representing the silicon die, which has a grid of pins or contacts on its bottom surface. The entire assembly is set against a background of light blue circuit traces.

Real-Time Response

- Bounded low-latency response to real-time events and interrupts
- Using tightly-coupled low-latency memory for selected programs and data

Advanced Architecture

- Advanced deeply-pipelined micro-architectures
- ARMv7-R instruction set including Thumb-2 for higher density
- SIMD and DSP instructions
- Instruction pre-fetch. Branch prediction. Dual issue (super scalar) execution
- Floating Point Unit with single- and double-precision capability
- Data I/O coherency and dedicated peripheral interconnect

Energy Efficiency

- Features to optimize implementation for Performance, Power and Area

خانواده ARM < خانواده CORTEX

- خانواده ARM Cortex نسل جدیدی از پردازنده‌ها است که پاسخگوی طیف وسیعی از نیازهای تکنولوژی امروز می‌باشد
- برخلاف سایر پردازنده‌های کلاسیک ARM، خانواده Cortex یک هسته کامل پردازنده محسوب می‌شود
- هر هسته Cortex شامل یک CPU استاندارد و یک معماری سیستم یکپارچه (System Architecture) است
- این طراحی امکان کارایی بالا، انعطاف‌پذیری و پشتیبانی از نرم‌افزارهای پیچیده را فراهم می‌کند

خانواده ARM < خانواده CORTEX < انواع پروفایل‌های خانواده CORTEX

Cortex - A

Highest performance

Optimised for rich operating systems



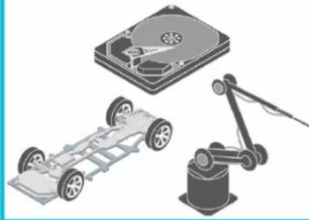
• پروفایل A (Application)

برای مصارف پرکارایی و کاربردهای تجاری
مورد استفاده در موبایل‌ها، تبلت‌ها و دستگاه‌های پیشرفته
تمرکز بر عملکرد بالا و قابلیت‌های پیچیده

Cortex - R

Fast response

Optimised for high performance, hard real-time applications



• پروفایل R (Real-Time)

برای کاربردهای بلادرنگ (Real-Time)
مناسب سیستم‌های با نیازمندی‌های زمانی دقیق
کاربرد در صنایع خودرو، کنترل و ارتباطات

Cortex - M

Smallest/lowest power

Optimised for discrete processing and microcontrollers



• پروفایل M (Microcontroller)

برای مصارف کم‌هزینه و کاربردهای میکروکنترلی
مناسب سیستم‌های تعبیه‌شده ساده
تمرکز بر بهره‌وری انرژی و هزینه پایین

خانواده ARM < خانواده پردازنده های خاص امنیتی (SECURE-CORE)

خانواده Secure Core برای کاربردهای امنیتی و ویژه طراحی شده است. کاربردهای این خانواده عبارتند از:

✓ سیم کارت های موبایل

✓ کارت های هوشمند

✓ سیستم های پیشرفته پرداخت

✓ گذرنامه های الکترونیکی

✓ سیستم های بلیت الکترونیکی و حمل و نقل



مهمترین مزیت‌های پردازنده‌های ARM

- سرعت بالا در کنار توان مصرفی پایین
- قیمت مناسب نسبت به سایر میکروکنترلرها
- تنوع گسترده محصولات
- حجم کوچک هسته پردازنده که امکان استفاده از ادوات جانبی متعدد را در کنار هسته پردازشی در یک تراشه فراهم می‌کند.
- در دسترس بودن ابزارهای توسعه متعدد
- سازگاری پردازنده‌های جدید با تراشه‌های قبلی که امکان اجرای کدهای نوشته شده روی یک پردازنده را بر روی پردازنده‌های جدید مهیا می‌سازد.

انواع کامپایلرها و مفسرها برای میکروکنترلرهای ARM



برخی انواع کامپایلر و مفسرهای مناسب میکروکنترلرهای ARM عبارتند از:

IAR Embedded Workbench •

Keil μVision •

Arduino IDE •

WinARM •

STM32CubeIDE •

شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM



Atmel •

NXP •

ST Micro •

Texas Instruments •





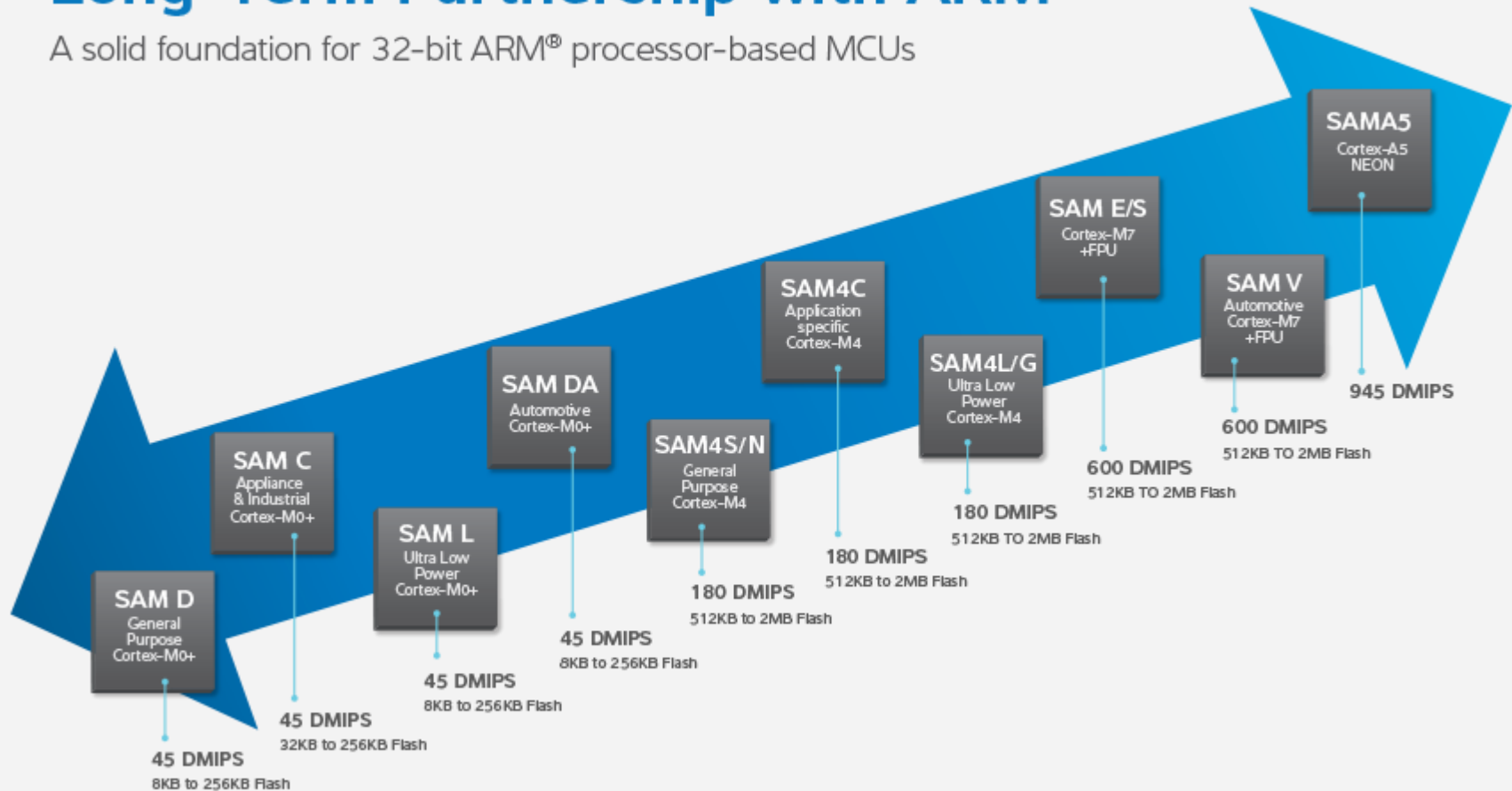
شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت ATMEL

- ✓ این شرکت که همان شرکت معروف سازنده میکروکنترلرهای AVR است، میکروکنترلرهای ARM خود را نیز در خانواده‌های متعددی ارائه کرده است، به‌طوری‌که:
- ✓ میکروکنترلرهای با هسته ARM7TDMI در خانواده AT91SAM7 قرار می‌گیرند.
- ✓ میکروکنترلرهای با هسته‌های قوی‌تر بر پایه ARM9 در خانواده AT91SAM9 معرفی شده‌اند.
- ✓ سری‌های جدیدتر با نام SAMA عرضه می‌شوند.
- ✓ در خانواده‌های مبتنی بر معماری ARM Cortex نیز:
- ✓ میکروکنترلرهای با هسته Cortex-A5 در خانواده SAMA قرار می‌گیرند.
- ✓ علاوه بر آن، میکروکنترلرهای با هسته‌های Cortex-M0/M3/M4 نیز در خانواده‌های مختلف SAM V / SAM E / SAM G / D ارائه می‌شوند که برای کاربردهای کم‌مصرف تا پردازش‌های پیشرفته مناسب هستند.



Long-Term Partnership with ARM

A solid foundation for 32-bit ARM® processor-based MCUs



شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت NXP

شرکت (NXP که در گذشته با نام فیلیپس شناخته می‌شد) از پردازنده‌های ARM7TDMI، ARM9 و همچنین هسته‌های Cortex-M0/M1/M3/M4 در ساخت میکروکنترلرهای خود استفاده کرده است. این میکروکنترلرها در خانواده‌ی معروف **LPC** عرضه می‌شوند.

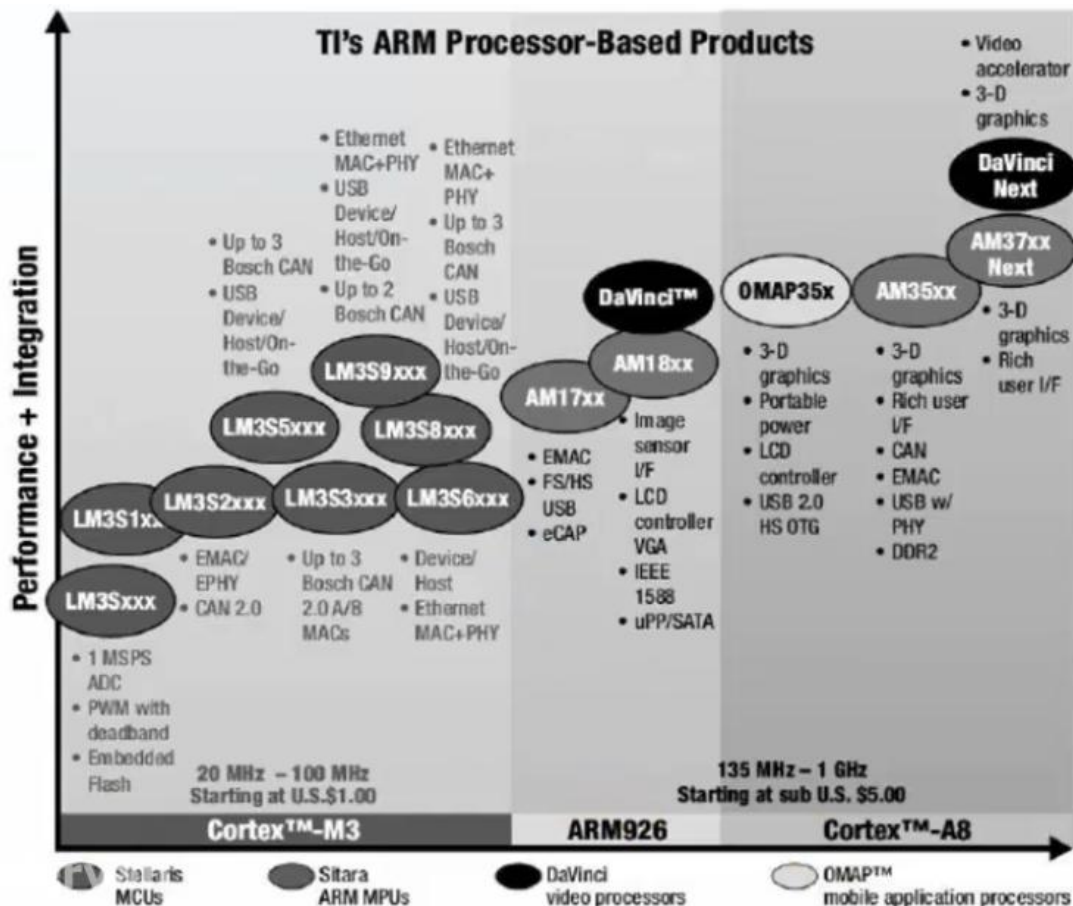
خانواده‌ی LPC به چند سری اصلی تقسیم می‌شود:

- LPC1000** < مبتنی بر هسته‌های Cortex-M، مناسب برای کاربردهای عمومی و کم‌مصرف.
- LPC2000** < مبتنی بر ARM7TDMI، از اولین نسل‌های LPC با کارایی مناسب برای کاربردهای کنترلی.
- LPC3000** < مبتنی بر ARM9، با قدرت پردازش بالاتر و قابلیت اجرای سیستم‌عامل‌های سبک.
- LPC4000** < ترکیب Cortex-M4 (با واحد FPU) و Cortex-M0 برای کاربردهای پردازش سیگنال و سیستم‌های پیچیده.

شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت TEXAS INSTRUMENT

این شرکت از پردازنده‌های Cortex M3، Cortex A8 و ARM9 در ساخت میکروکنترلرهای خانواده Stellaris، Sitara، DaVinci و OMAP استفاده نموده است. شکل زیر انواع میکروکنترلرهای ARM این

شرکت را نشان می‌دهد.

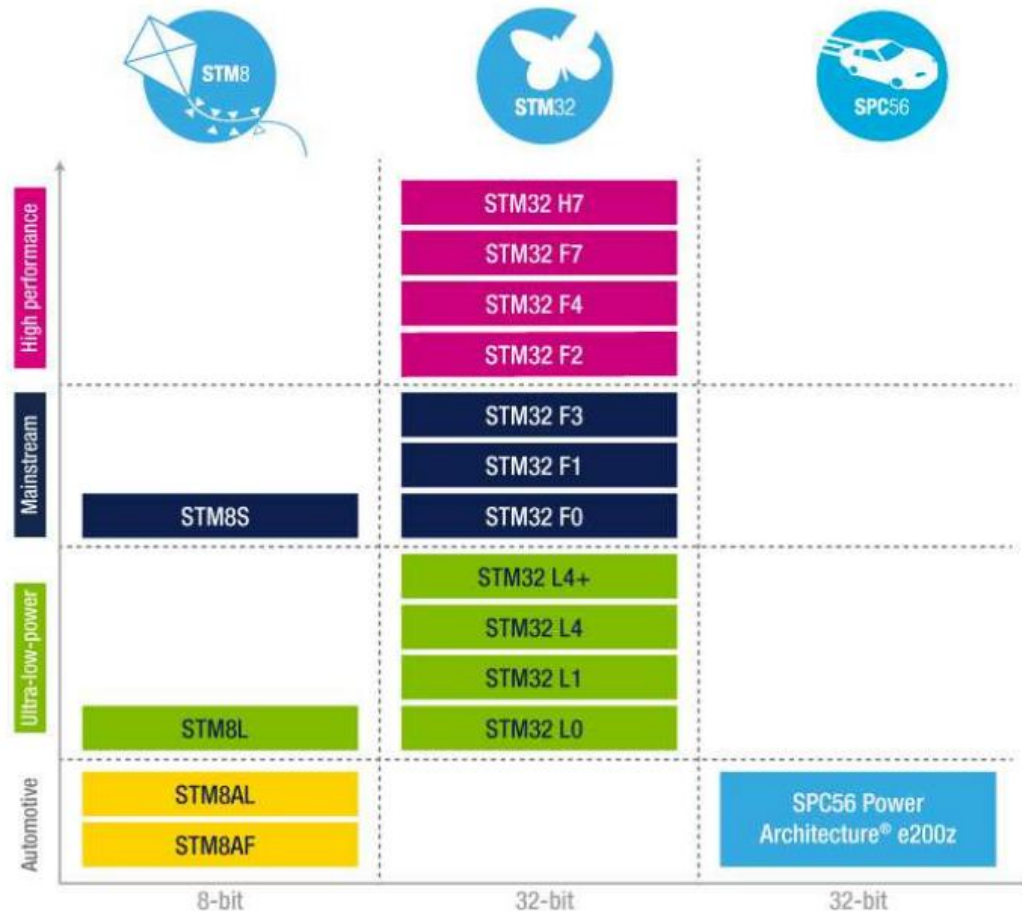


شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت ST MICRO

- شرکت **STMicroelectronics** یک شرکت فرانسوی-ایتالیایی چندملیتی در زمینه تولید تجهیزات الکترونیکی و نیمه‌هادی است که دفتر مرکزی آن در شهر ژنو، سوئیس قرار دارد.
- این شرکت یکی از رقبای جدی و موفق در بازار میکروکنترلرها به شمار می‌آید. محصولات ST به دلایل متعددی از جمله:
 - ✓ تنوع گسترده در مدل‌ها،
 - ✓ کیفیت خوب محصولات،
 - ✓ سرعت و توان پردازشی بالا،
 - ✓ مصرف توان پایین،
 - ✓ وجود کتابخانه‌ها و ابزارهای نرم‌افزاری قدرتمند (مانند STM32Cube)،
 - ✓ فراوانی مستندات و راحتی کار با میکروها،در سطح جهانی مورد توجه طراحان و مهندسان قرار گرفته‌اند.
- ارائه کتابخانه HAL و برنامه STM32CubeMX از جمله مواردی هستند که باعث محبوبیت این شرکت و میکروکنترلرهای آن شده است.

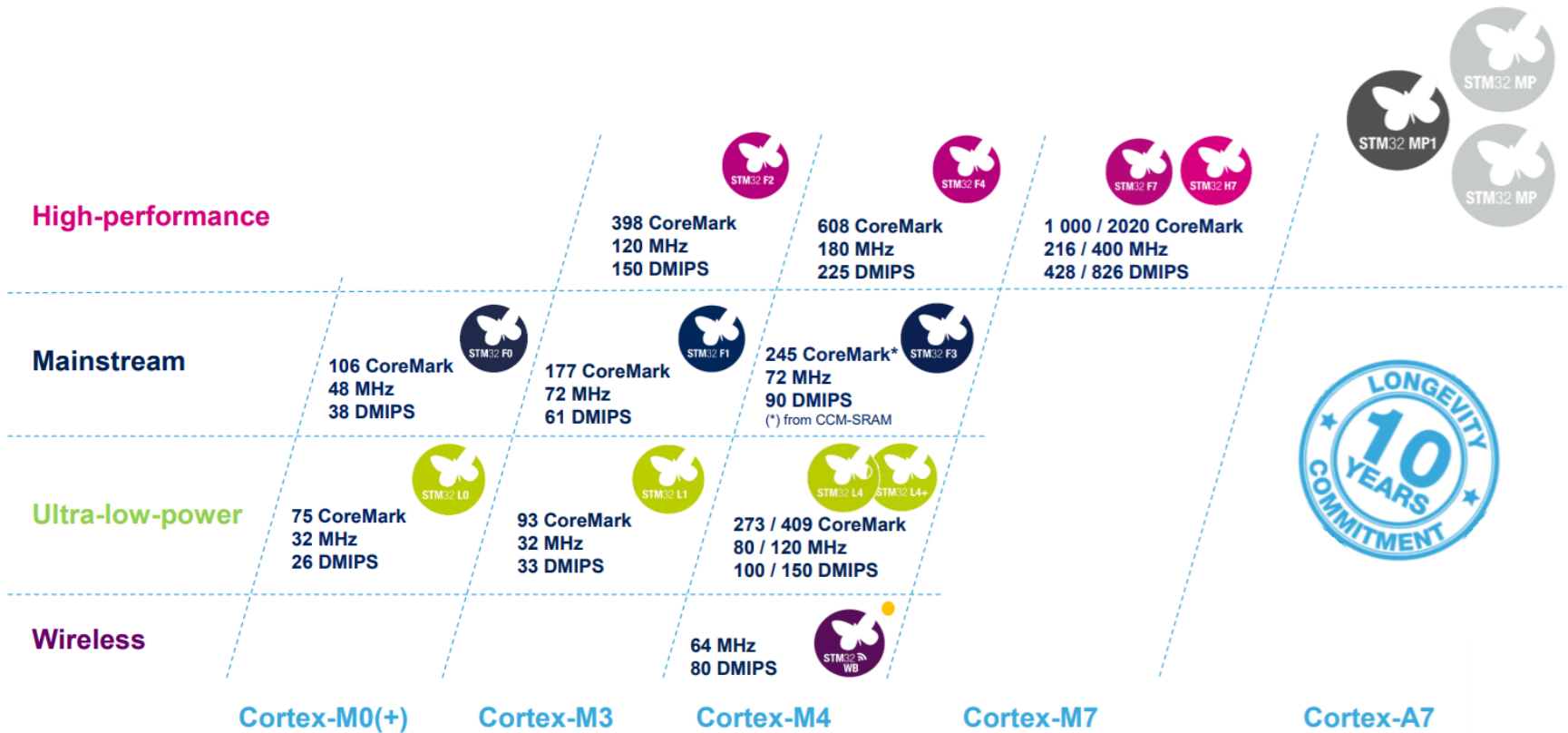
شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت ST MICRO

این شرکت در طراحی میکروکنترلرهای خود از هسته‌های مختلف ARM شامل ARM7، ARM9 و خانواده‌های Cortex-M0 / M3 / M4 / M7 استفاده کرده است. محصولات اصلی ST در خانواده **STM32** عرضه می‌شوند که از پرکاربردترین میکروکنترلرهای ARM در جهان به شمار می‌روند.





شرکت‌های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM < شرکت ST MICRO



میکروکنترلرهای خانواده STM32

STM32 از جمله آی‌سی‌های مبتنی بر معماری ۳۲ بیتی RISC ARM با هسته‌های مختلف Cortex-M0، Cortex-M0+، Cortex-M3، Cortex-M4F، M7 است. خانواده‌ی STM32 در واقع میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی شرکت STMicroelectronics هستند.

این محصولات با ترکیب ویژگی‌هایی مانند:

- ✓ عملکرد پردازشی بالا،
 - ✓ ولتاژ کاری پایین و مصرف کم،
 - ✓ امکانات پردازش سیگنال دیجیتال (DSP)،
 - ✓ و سهولت در توسعه نرم‌افزار (به کمک ابزارهایی نظیر STM32CubeIDE)،
- توانسته‌اند محبوبیت گسترده‌ای در سطح جهانی پیدا کنند.

میکروکنترلرهای خانواده STM32

میکروکنترلرهای STM32:

- بر پایه یک هسته صنعتی استاندارد طراحی شده‌اند.

- از دامنه‌ی وسیعی از پروتکل‌های ارتباطی مانند UART، I²C، SPI، USB، CAN، Ethernet و ... پشتیبانی می‌کنند.

- شامل زیرمجموعه‌ها و خانواده‌های متنوعی هستند که هرکدام برای کاربرد خاصی بهینه شده‌اند. به عنوان مثال:

- ✓ STM32F برای کاربردهای عمومی،

- ✓ STM32L برای کم‌مصرف،

- ✓ STM32H برای پردازش سنگین و ...

میکروکنترلرهای خانواده STM32

Ultra-Low-Power

STM32L4 series – Ultra-Low-Power (STM32L4x6)

80 MHz Cortex-M4 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 128-Kbyte SRAM	USB 2.0 OTG FS	2x 16-bit advanced MC timer	LCD up to 8x40	Op-amps comparator	FSMC SDIO CAN DFSDM	AES 256-bit T-RNG 2 x SAI	
----------------------------	---------------------------	----------------------------	-------------------	-----------------------------------	----------------------	-----------------------	------------------------------	---------------------------------	---

STM32L1 series – Ultra-Low-Power (STM32L100/151-152/162)

32 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 512-Kbyte Flash	Up to 80-Kbyte SRAM	Up to 16-Kbyte EEPROM	USB 2.0 FS Device	LCD up to 8x40	Op-amps comparator	FSMC SDIO	AES 128-bit	
----------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------	----------------------	-----------------------	--------------	----------------	---

STM32L0 series – Ultra-Low-Power (STM32L0x1/0x2/0x3)

32 MHz Cortex-M0+ CPU	Up to 192-Kbyte SRAM	Up to 20-Kbyte SRAM	Up to 6-Kbyte EEPROM	USB 2.0 FS device Crystal less	LCD 8x40 4x52	T-RNG comparator	LP Timer LP UART LP 12-bit ADC	AES 128-bit	
-----------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	---	---------------------	---------------------	---	----------------	--



میکروکنترلرهای خانواده STM32

Mainstream

STM32F3 series – Mixed-signal with DSP (STM32F301/302/303/334/373/3x8)

72 MHz Cortex-M4 with DSP/FPU	Up to 512-Kbyte Flash	Up to 80-Kbyte SRAM CCM-RAM	USB 2.0 FS	3x 16-bit advanced MC timer	CAN CEC FSMC	7x comparator 4x PGA	HR-Timer	3x 16-bit $\Sigma\Delta$ ADC
--	-----------------------------	--------------------------------------	---------------	-----------------------------------	--------------------	----------------------------	----------	---------------------------------



STM32F1 series – Mainstream (STM32F100/101/102/103 and 105-107)

Up to 72 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 96-Kbyte SRAM	USB 2.0 OTG FS	2x 16-bit advanced MC timer	2x CAN CEC FSMC	SDIO 2x I ² S audio	Ethernet IEEE 1588
-------------------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------	-----------------------------------	-----------------------	--------------------------------------	-----------------------



STM32F0 series – Entry-level (STM32F0x0/0x1/0x2 and 0x8)

48 MHz Cortex-M0 CPU	Up to 256-Kbyte Flash	Up to 32-Kbyte SRAM 20-byte backup data	USB 2.0 FS device Crystal less	CAN CEC	DAC Comparator
----------------------------	-----------------------------	--	--------------------------------------	------------	-------------------



میکروکنترلرهای خانواده STM32

High-performance

STM32F7 series – Very high performance with DSP and FPU (STM32F7x6)

200 MHz Cortex-M7 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 336-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	3x 16-bit advanced MC timer	2x CAN CEC FMC	SDIO 2x I ² S audio Camera IF	Crypto Ethernet IEEE 1588 2x SAI	LCD-TFT SDRAM I/F Quad SPI SPDIF input	
-----------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	----------------------	---	---	---	---

STM32F4 series – High performance with DSP and FPU (STM32F401/411/405-415/407-417/427-437/429-439 and STM32F446)

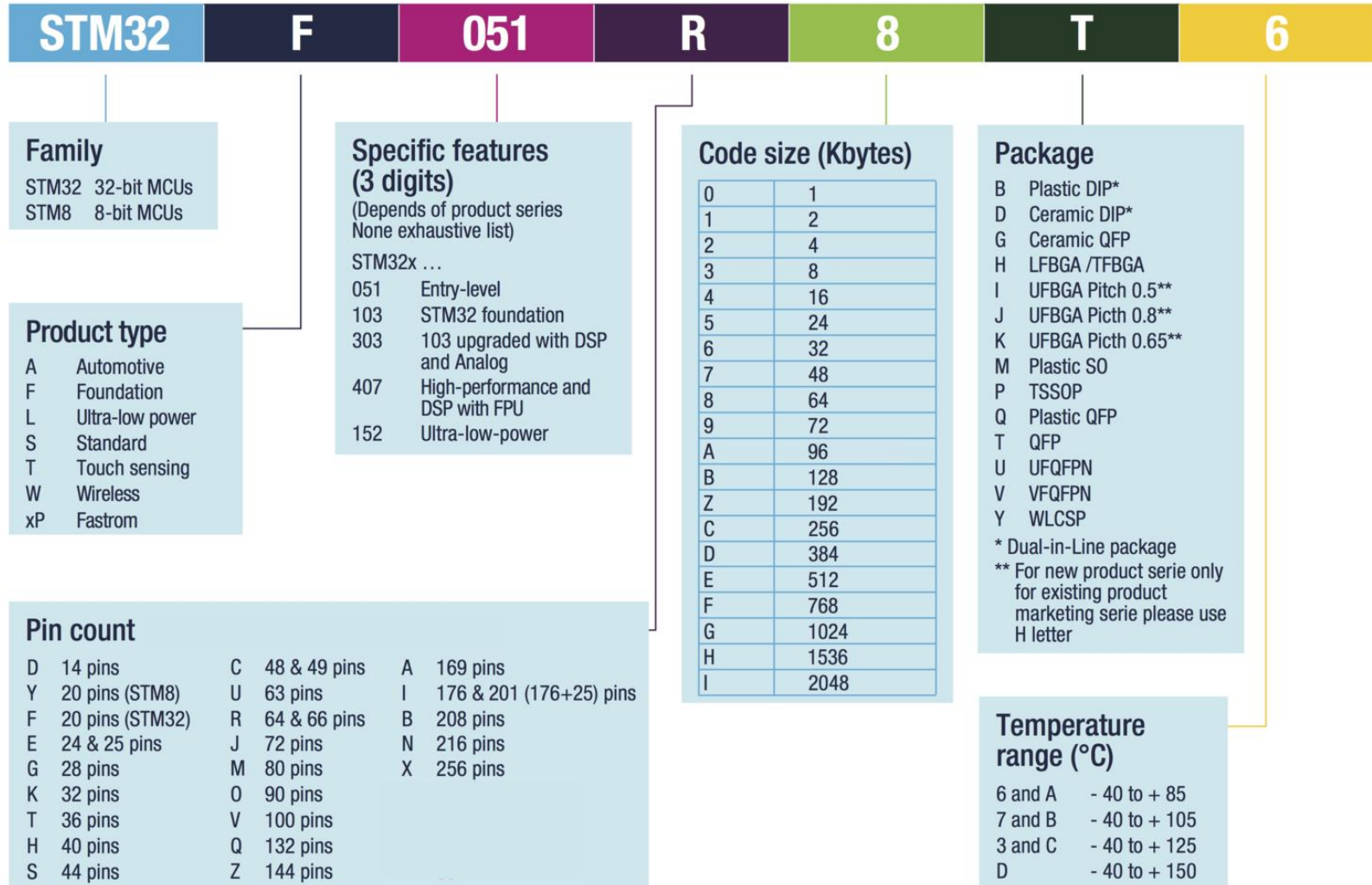
Up to 180 MHz Cortex-M4 DSP/FPU	Up to 2-Mbyte Flash	Up to 256-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	3x 16-bit advanced MC timer	2x CAN CEC F(S)MC	SDIO 3x I ² S audio Camera IF	Crypto Ethernet IEEE 1588 2x SAI	LCD-TFT SDRAM I/F Quad SPI SDIF input	
--	---------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	-------------------------	---	---	--	---

STM32F2 series – High performance (STM32F2x5 and 2x7)

120 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 128-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	3x 16-bit advanced MC timer	2x CAN 2.0B FSMC	SDIO 2x I ² S audio Camera IF	Crypto Ethernet IEEE 1588	
-----------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	------------------------	---	---------------------------------	--



نام گذاری میکروکنترلرهای شرکت STM32



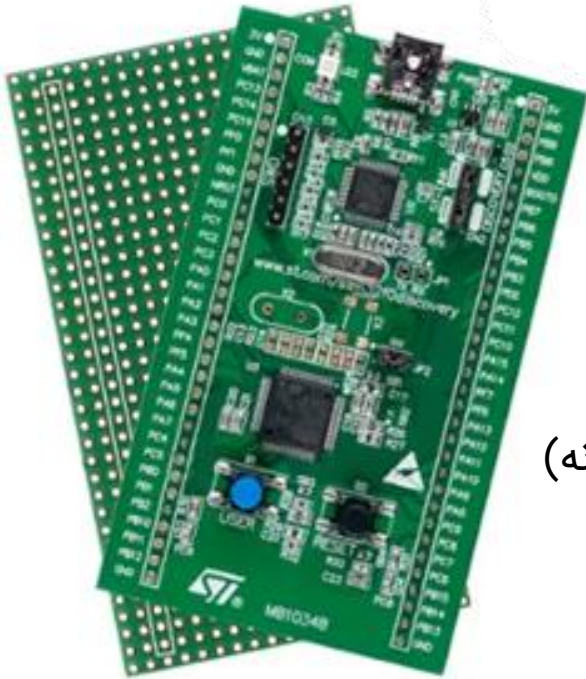


بردهای توسعه دهنده STM32

- ✓ STM32 Discovery Boards < برای آشنایی کامل و ارزان
- ✓ STM32 Nucleo Boards < برای توسعه و نمونه سازی گسترده
- ✓ مینی بردهای **ARM** - بردهای راه انداز - مینی هدر برد

بردهای توسعه دهنده STM32 < بردهای دیسکاویری (STM32 DISCOVERY)

برد دیسکاویری STM32 برای شروع کار با میکروکنترلرهای شرکت STMicroelectronics مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بردها که با نام برد توسعه STM32 نیز شناخته می‌شوند، در پروژه‌های تحقیق و توسعه برای افزایش سرعت کار و دستیابی سریع به نتایج عملی به کار می‌روند.

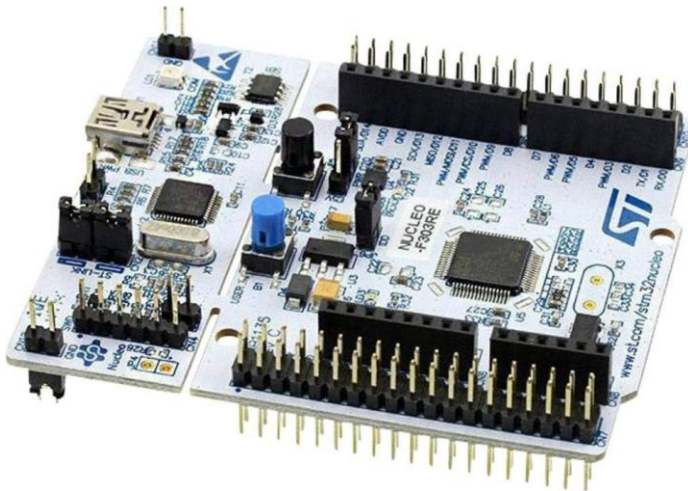


ویژگی‌ها:

- ✓ معرفی رسمی توسط STMicroelectronics
- ✓ طراحی شده برای آشنایی سریع با امکانات میکروکنترلرها
- ✓ دارای دیباگر ST-LINK روی برد (بدون نیاز به پروگرامر جداگانه)
- ✓ قیمت پایین و دسترسی آسان
- ✓ نمونه‌ها: STM32F4 Discovery, STM32L0 Discovery

بردهای توسعه دهنده STM32 < بردهای STM32 NUCLEO

بردهای Nucleo توسط شرکت STMicroelectronics طراحی، توسعه و پشتیبانی می‌شوند. برخلاف بردهای Discovery که امکانات جانبی مثل LCD یا سنسورهای مختلف دارند، در Nucleo تمرکز بر انعطاف‌پذیری و نمونه‌سازی است.



این بردها دارای:

- ✓ پروگرامر ST-LINK/V2-1 به همراه دیباگر SWD
- ✓ پورت COM مجازی برای ارتباط سریال
- ✓ حافظه مناسب و قابلیت‌های توسعه سخت‌افزاری

- 📌 مزیت اصلی Nucleo نسبت به Discovery در پشتیبانی از شیلدها و ماژول‌های خارجی است؛ زیرا:
- ✓ از Arduino Uno headers و ST morpho connectors پشتیبانی می‌کند.
- ✓ برای آزمایش، نمونه‌سازی سریع و توسعه صنعتی مناسب است.
- ✓ در نسخه‌های متنوع عرضه می‌شود: Nucleo-32, Nucleo-64, Nucleo-144

مینی بردهای ARM - بردهای راه انداز - مینی هدر برد

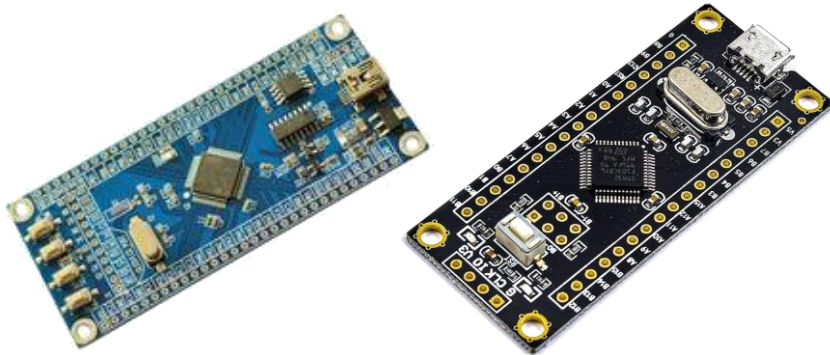
مینی بردهای ARM یا همان بردهای راه انداز، نسخه های ساده تر و کوچک تر از بردهای توسعه STM32 هستند.

این بردها معمولاً امکانات اضافی ندارند و فقط شامل:

✓ میکروکنترلر STM32

✓ کریستال نوسان ساز

✓ پین هدرها برای دسترسی به پایه ها



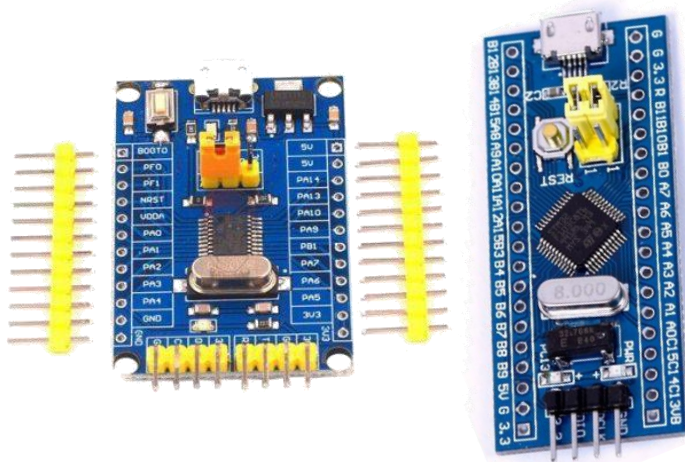
هدر بردها نیز طراحی شده اند تا تمام پایه های میکروکنترلر روی کانکتورهای استاندارد در دسترس باشند. ویژگی ها:

✓ مناسب برای شروع یادگیری و تمرین های اولیه

✓ قیمت پایین تر نسبت به Nucleo و Discovery

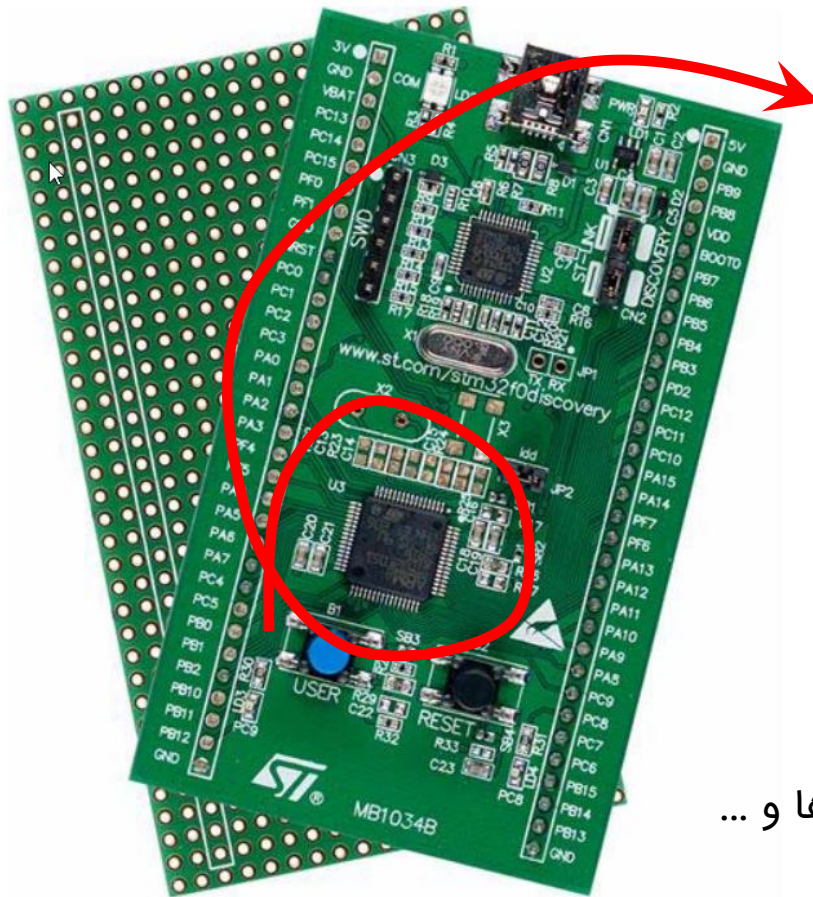
✓ طراحی ساده و قابل اتصال به بردبورد یا مدارات سفارشی

✓ استفاده در پروژه های کوچک و آموزشی



آشنایی با برد STM32F0Discovery

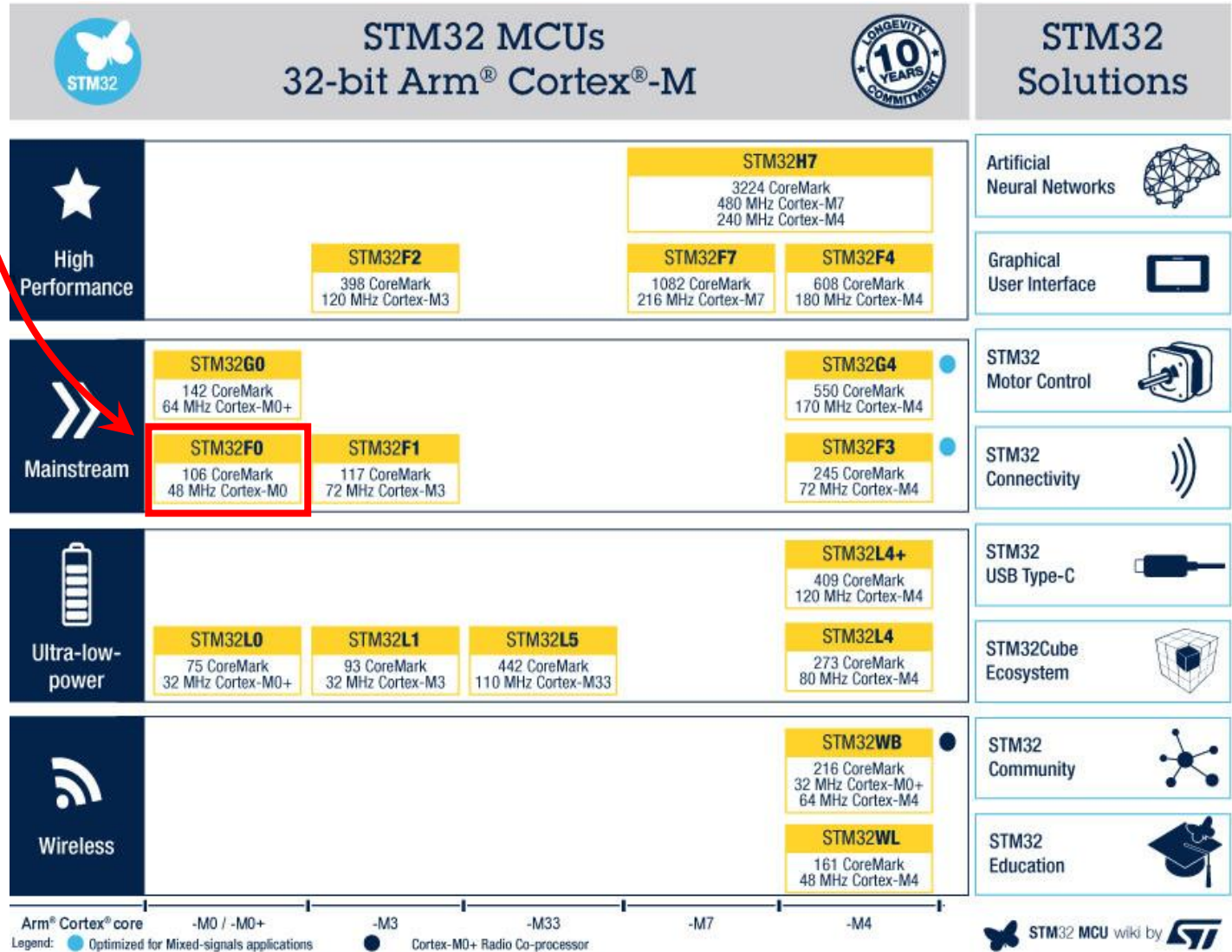
برد STM32F0Discovery یکی از کیت‌های آموزشی شرکت ST برای خانواده STM32F0 هست.



این برد شامل میکروکنترلر **STM32F051R8T6** می‌شود.

مشخصات اصلی این میکرو:

- ✓ هسته: ARM Cortex-M0 (۳۲ بیتی)
- ✓ فرکانس کاری: تا ۴۸ مگاهرتز
- ✓ حافظه فلش: ۶۴ کیلوبایت
- ✓ حافظه RAM: ۸ کیلوبایت
- ✓ تعداد پایه‌ها: ۶۴ پین (بسته LQFP64)
- ✓ ولتاژ کاری: ۲/۰ تا ۳/۶ ولت
- ✓ رابط‌ها: UART, SPI, I2C, ADC، تایمرها و ...





STM32F051R8T6 مشخصات

Specification	Value	Specification	Value
Core Specifications			
Core Architecture	ARM	Data Bus Width	32 b
Frequency	48 MHz	Max Frequency	48 MHz
Memory			
Flash Memory Size	64 kB	Memory Size	64 kB
Memory Type	FLASH	RAM Size	8 kB
Power			
Max Operating Temperature	85 °C	Min Operating Temperature	-40 °C
Max Supply Voltage	3.6 V	Min Supply Voltage	2 V
Max Power Dissipation	444 mW	Nominal Supply Current	1.7 µA
Interfaces			
Interface	HDMI, I2C, I2S, IrDA, LIN, SPI, UART, USART	Number of I2C Channels	2
Number of SPI Channels	2	Number of USART Channels	2
Number of I/Os	55	Number of Programmable I/O	55

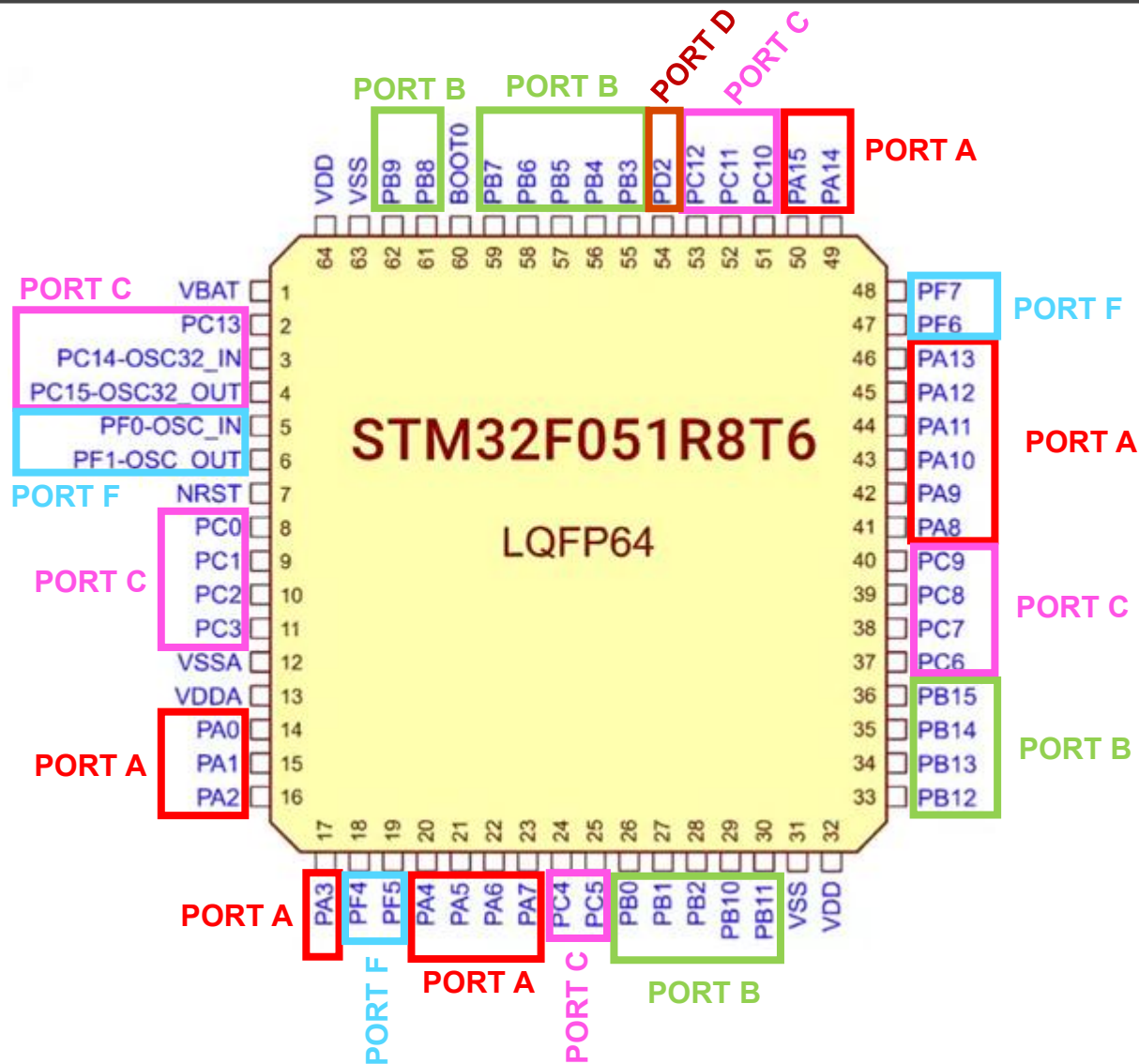


STM32F051R8T6 مشخصات

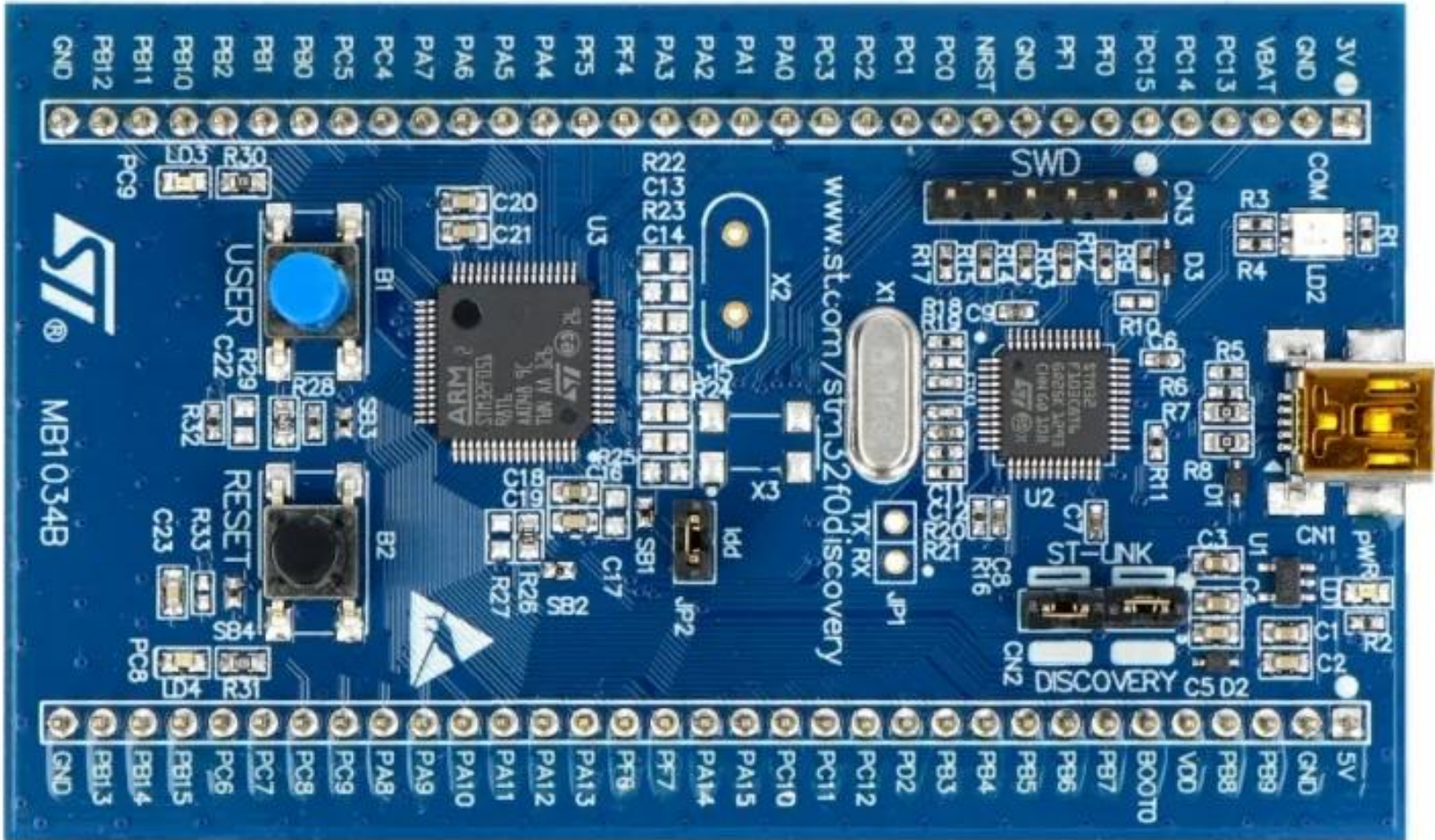
Analog Features			
Number of A/D Converters	1	Number of ADC Channels	19
Number of Channels	16	Number of D/A Converters	1
Number of PWM Channels	1	Number of Timers/Counters	1
Peripherals			
Peripherals	DMA, I2C, POR, PWM, WDT	Oscillator Type	Internal
Watchdog Timer	Yes		
Physical			
Case/Package	LQFP	Contact Plating	Gold, Tin
Number of Pins	64	Height	1.45 mm
Length	10.2 mm	Width	10.2 mm
Compliance			
Lead Free	Lead Free	Radiation Hardening	No
REACH SVHC	No	RoHS	Compliant
Others			
Schedule B	8542310000	Lifecycle Status	Production (Last Updated: 4 years ago)

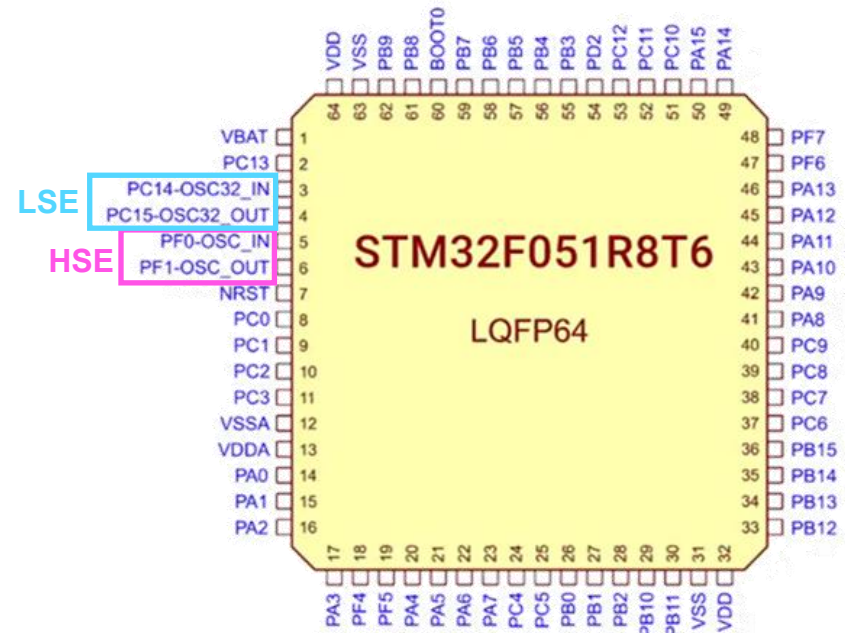
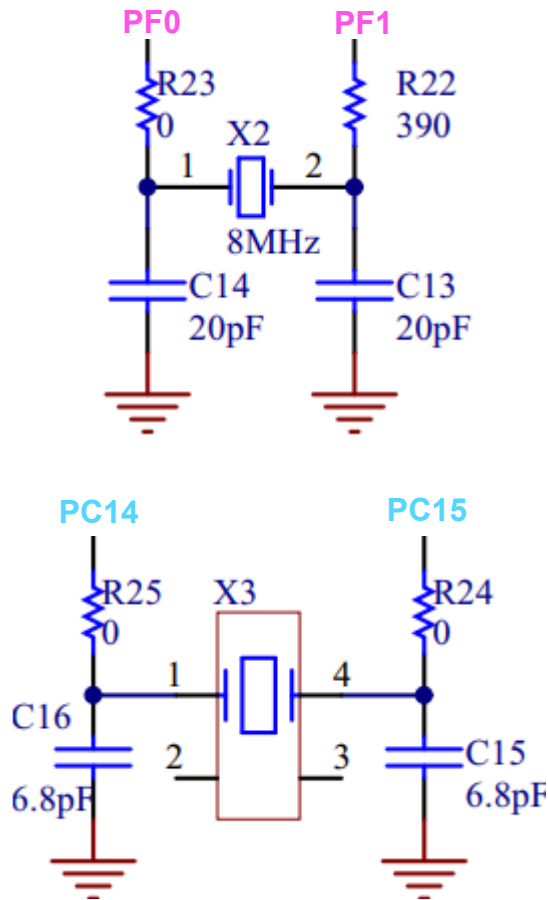


پایه‌های میکروکنترلر STM32F051R8T6



پایه‌های برد STM32F0DISCOVERY





HSE : High Speed External 8 MHz

LSE : Low Speed External 32.768 KHz

برای تأمین کلاک سیستم مورد استفاده قرار می گیرد



razeghizade@gmail.com

Razeghizade.pudica.ir

CREADITS: This presentation was created by M.Razeghizadeh
Please keep this slide for attribution