

Mikroprocesorski sistemi

Sadržaj predmeta

- ARM Cortex Mikrokontroleri
- Stm32 familija mikroprocesora
- Programiranje korišćenjem HAL drajvera
- Simulacija rada mikrokontrolera
- Organizacija i realizacija samostalnog projekta

Literatura:

**Predavanja, Aleksandar Peulic
Vezbe, Ljubica Mijailovic**

- Nucleo Boards Programming with the STM32CubeIDE, Dogan Ibrahim, 2021
- ARM System-on-Chip Architecture, Steve Furber, Addison-Wesley, 2000.
- The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, Third Edition, Joseph Yiu, Elsevier, 2013.
- <https://www.st.com/en/>

ORGANIZACIJA PREDMETA

- PREDAVANJA
 - VEZBE
 - PROJEKAT – INDIVIDUALNO
- } KOLOKVIJUM

PROF.DR ALEKSANDAR PEULIC

12

Kolokvijum: 2x35
Ispit/Projekat: 30

Literatura – ARM dokumentacija

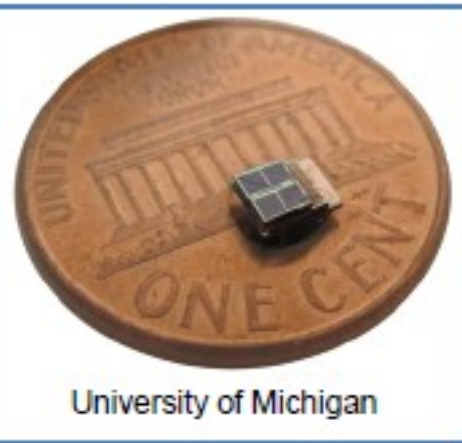
- ARMv7-M Architecture Reference Manual (ARM DDI 0403)
- • ARM Cortex-M3 Integration and Implementation Manual (ARM DII 0240)
- • ARM AMBA® 3 AHB-Lite Protocol (v1.0) (ARM IHI 0033)
- • ARM AMBA™ 3 APB Protocol Specification (ARM IHI 0024)
- • AMBA® 3 ATB Protocol Specification (ARM IHI 0032)
- • ARM CoreSight™ Components Technical Reference Manual (ARM DDI 0314)
- • ARM Debug Interface v5 Architecture Specification (ARM IHI 0031)
- • ARM Embedded Trace Macrocell Architecture Specification (ARM IHI 0014).
- • IEEE Standard *Test Access Port and Boundary-Scan Architecture* 1149.1-2001 (JTAG)

ARM

- Holding osnovan 1990 godine, kao zajedničko preduzeće kompanija Accorn, Apple i VLSI Technology.
- ARM ne proizvodi čipove već se bavi dizajnom arhitekture i procesora.
- Skoro svi vodeći proizvođači elektronskih komponenti otkupljuju licence od ARM-a i na osnovu njih proizvode svoje varijante mikrokontrolera i mikroprocesora.
- Osnovna ideja je da procesorsko jezgro bude standardizovano (ARM), a da svaki proizvođač dodaje svoje specifične periferije.

ARM partneri





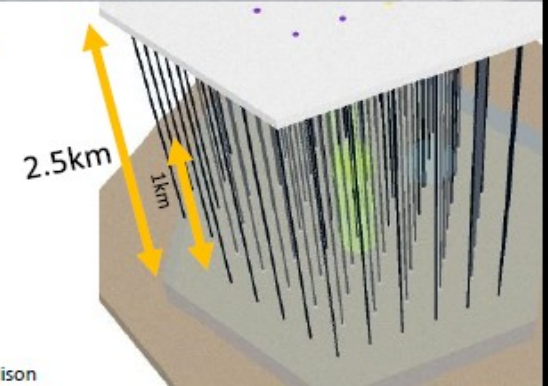
4200 ARM powered
Neutrino Detectors



70 bore holes 2.5km deep

60 detectors per string
starting 1.5km down

1km³ of active telescope



Work supported by the National Science Foundation and University of Wisconsin-Madison

Aleksandar Peulic

Markets for ARM in 2017

	Devices Shipped (Million of Units)	2017 Devices	Device CAGR	Chips/ Device	2017 Chips	Chip CAGR	Key Growth Areas for ARM
Mobile	Smart Phone	1,700	20%	3-5	6,800	20%	←
	Feature Phone	-	-	-	-	-	
	Low End Voice	710	-1%	1-2	1,400	15%	←
	Portable Media Players	90	-10%	1-3	180	-5%	
	Mobile Computing* (apps only)	850	20%	1	850	20%	
Home	Digital Camera	130	-5%	1-2	200	-5%	←
	Digital TV & Set-top-box	600	10%	1-4	2,000	25%	
Enterprise	Desktop PCs & Servers (apps)	200	Flat	1	200	Flat	←
	Networking	1,500	5%	1-2	1,700	5%	
	Printers	130	2%	1-3	130	2%	
	Hard Disk & Solid State Drives	1,100	10%	1	1,100	10%	
Embedded	Automotive	3,800	10%	1	3,800	10%	←
	Smart Card	8,500	10%	1	8,500	10%	
	Microcontrollers	11,400	5%	1	11,400	5%	
	Others **	3,000	10%	1-2	3,000	10%	
Total		34,000	5%		41,000	10%	

Source:
Gartner, IDC, SIA, and
ARM estimates

* Including tablets, netbooks and laptops

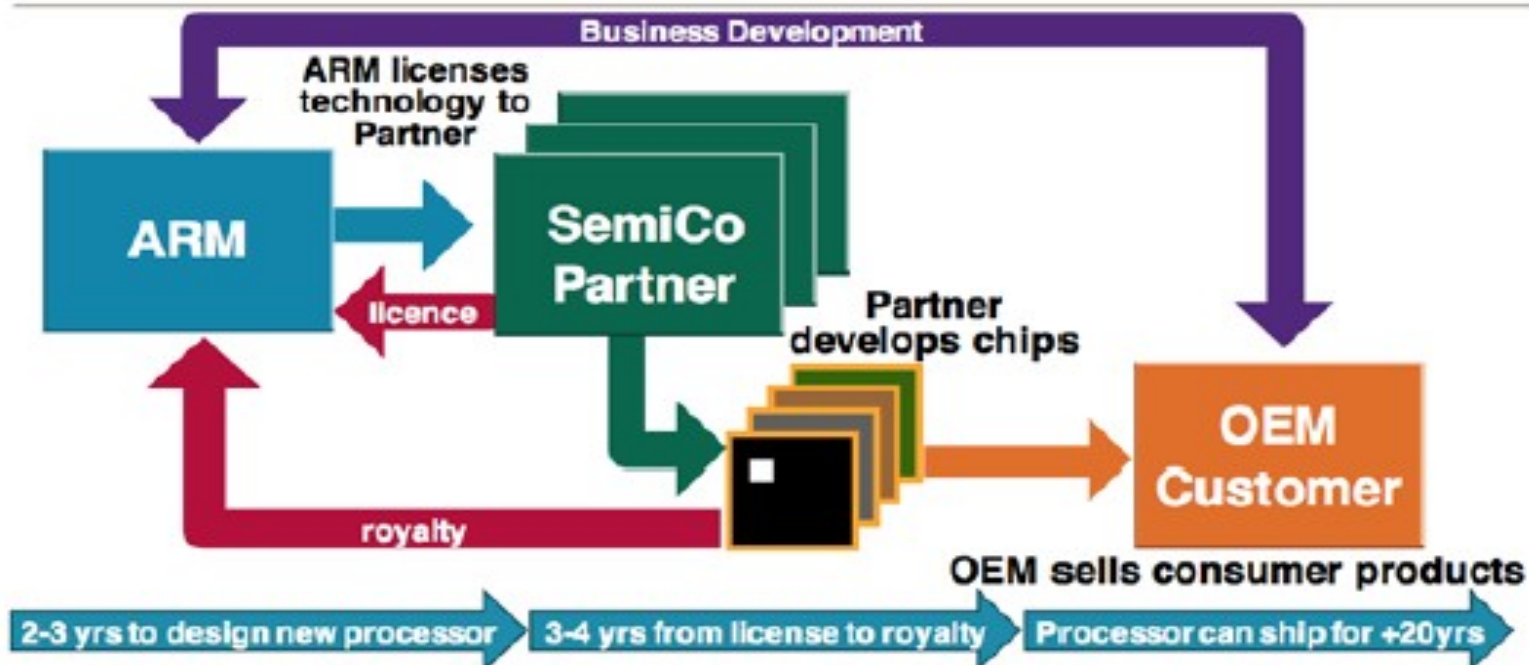
** Includes other applications not listed such as headsets, DVD, game consoles, etc

NOT TO BE REPUBLISHED WITHOUT
PERMISSION FROM ARM

The Architecture for the Digital World®

ARM

ARM Business Model



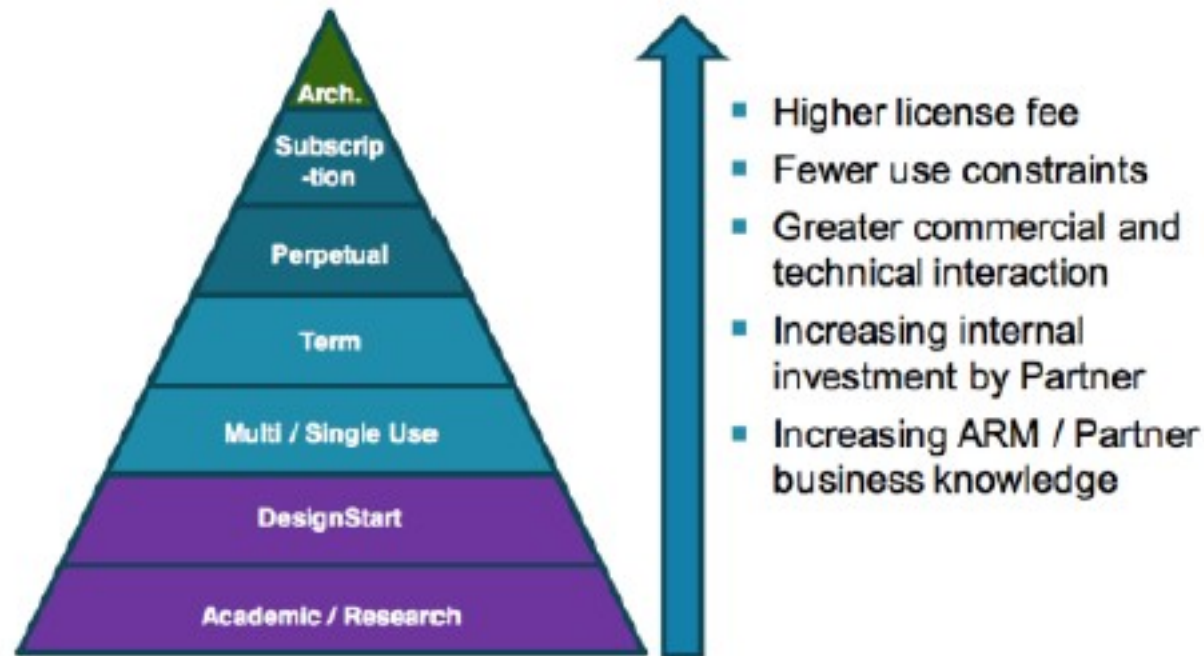
- **Innovative business model yields high margins**

- Upfront license fee – flexible licensing models
- Ongoing royalties – typically based on percentage of chip price
- Technology suitable for multiple applications – can ship for decades

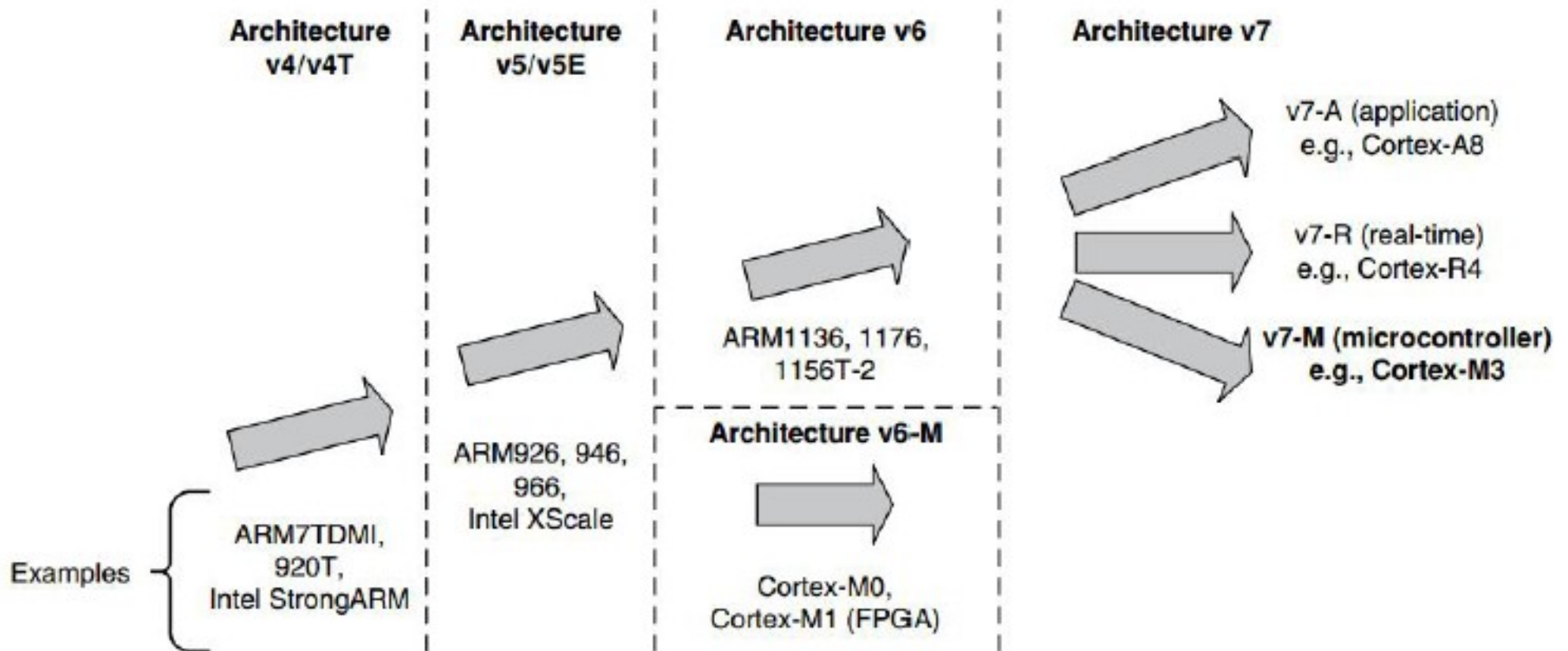
Original Equipment Manufacturer or OEM

Broad Range of Licensing Options

- Innovation in the business model as well as technology
 - New partnerships for new types of companies



ARM – evolucija arhitektura



Cortex familije

ARM Cortex-**A** family (v7-A):

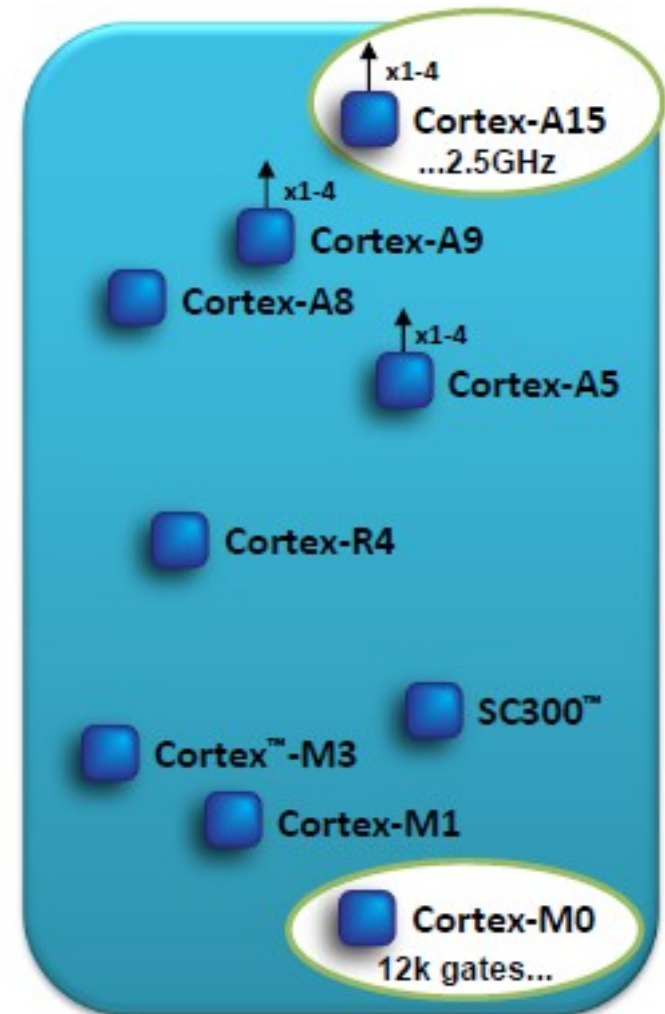
Applications processors for full OS
and 3rd party applications

ARM Cortex-**R** family (v7-R):

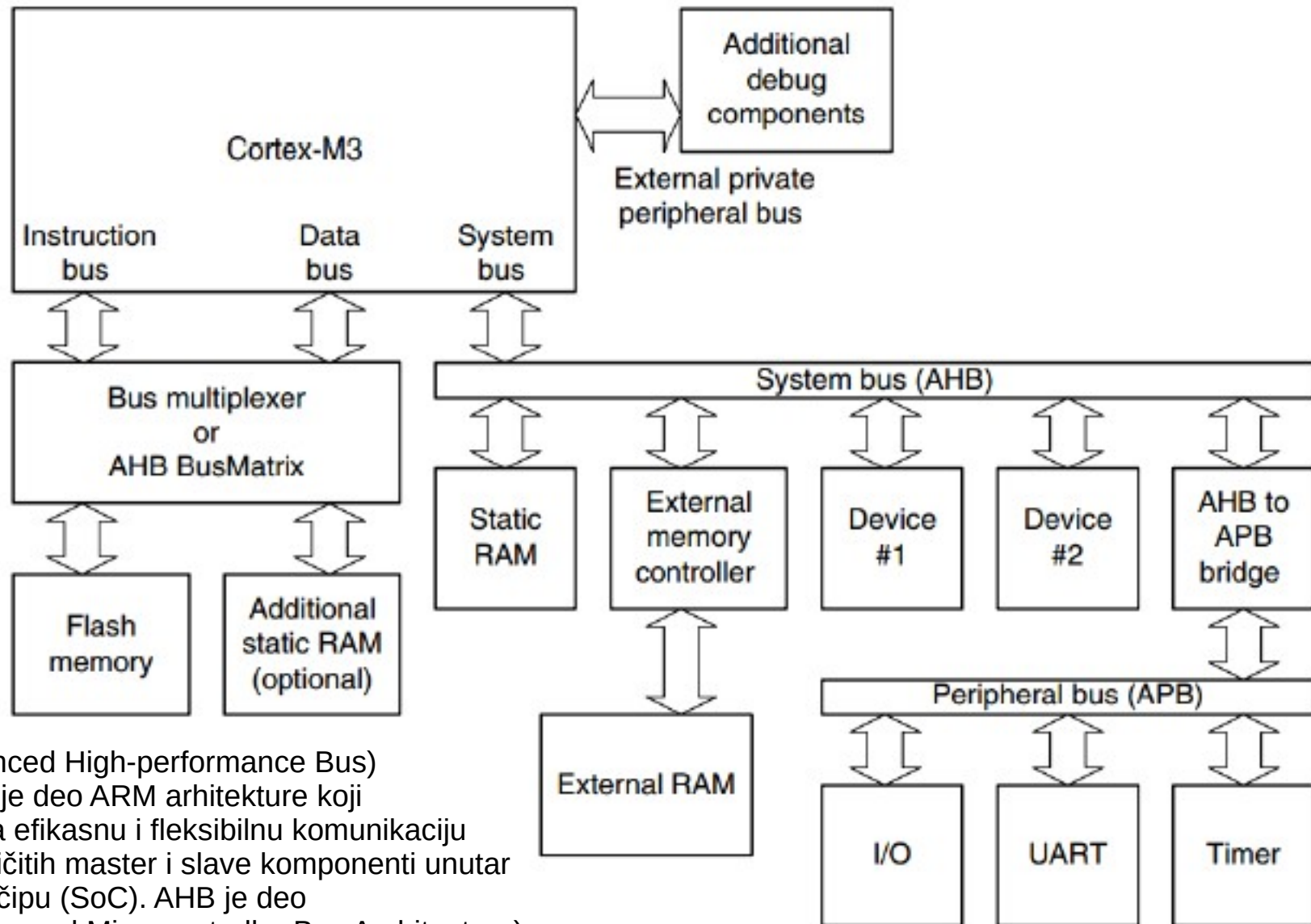
Embedded processors for real-time
signal processing, control applications

ARM Cortex-**M** family (v7-M):

Microcontroller-oriented processors
for MCU and SoC applications

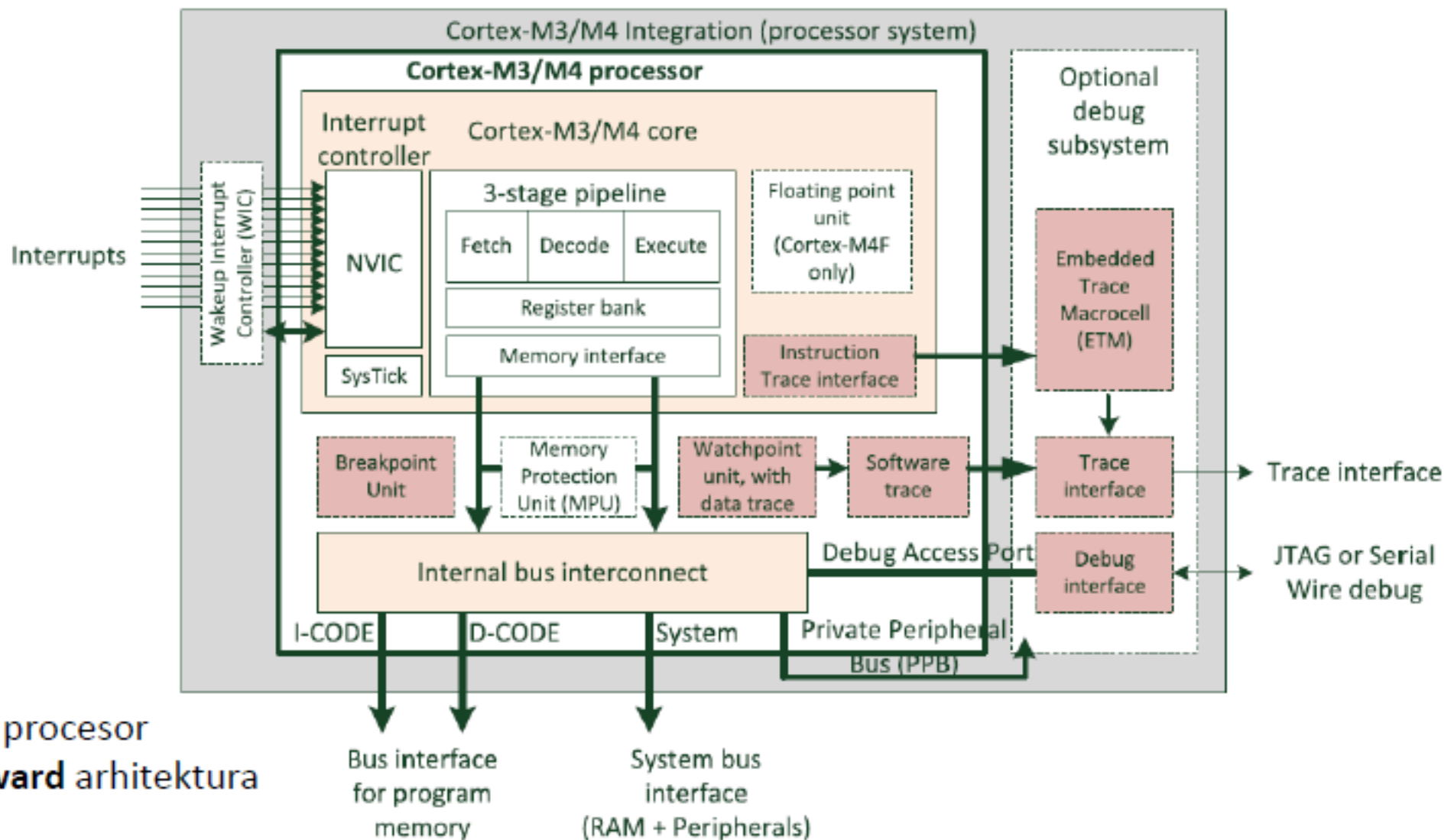


Arhitektura Cortex-Mx mikrokontrolera



AHB (Advanced High-performance Bus) Bus Matrix je deo ARM arhitekture koji omogućava efikasnu i fleksibilnu komunikaciju između različitih master i slave komponenti unutar sistema na čipu (SoC). AHB je deo AMBA (Advanced Microcontroller Bus Architecture) specifikacije koju je razvio ARM.

Cortex-M3/M4 – procesori bazirani na ARMv7-M arhitekturi



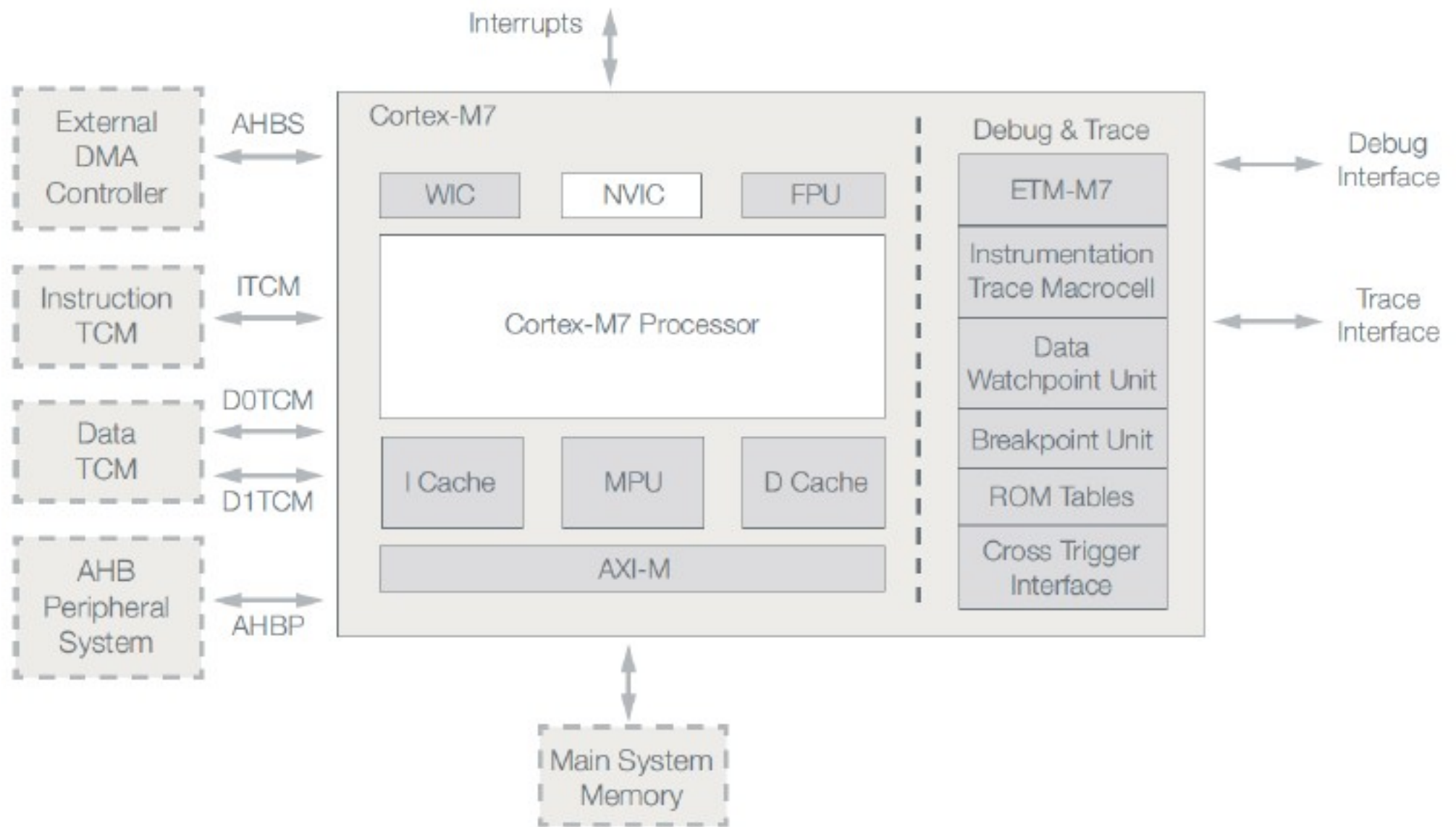
ARM Cortex-M3/M4 tehnologije

- Svaka od [Cortex-M](#) serije procesora je specifična, ali poseduje i sledeće zajedničke karakteristike:

RISC procesorsko jezgro	Thumb-2® instukcijski set
•32-bit CPU •Predvidiv rad •3-stepena protočna obrada	•Kompromis između 16/32-bitnih instrukcija •3x manja veličina koda nego kod 8-bitnih platformi •Bez negativnog uticaja na performanse
Modovi rada sa smanjenom potrošnjom	Nested Vectored Interrupt Controller (NVIC)
•Integrirani modovi rada •Više modova potrošnje •Softverska kontrola	•Malo kašnjenje servisiranja prekida •Bez potrebe za programiranjem u assembleru •Servisne rutine u C kodu
Alati i RTOS	Podrška za debugovanje
•Široka lepeza alata •Cortex Microcontroller Software Interface Standard •Software reuse podrška	• JTAG ili 2-pin Serial Wire Debug •Podrška za višeprocorski rad •Debugovanje u realnom vremenu

Cortex-M3/M4 osnovne karakteristike

Arhitektura	ARMv7-M (Harvard)
Instrukcijski set	Thumb® / Thumb-2
Protočna obrada	3-stepena + spekulacija skoka
<i>Dhrystone</i> test	1.25 DMIPS/MHz
MPU	Optional 8 region
Prekidi	NMI + 1 to 240 physical interrupts
Kašnjenje prekida	12 taktnih ciklusa
Kašnjenje gnježdenja prekida	6 taktnih ciklusa
Nivoi prioriteta prekida	8 do 256 nivoa prioriteta
Prekidni kontroler	Do 240 prekida
Redukcija potrošnje	Sleep/deep sleep modovi rada
Bit-operacije	Integrisane instrukcije (atomske)
Posebne instrukcije	HW deljenje (2-12 ciklusa) & množenje (32x32) 1 ciklus.
Podrška za debugovanje	Opciono JTAG & Serial-Wire Debug portovi.



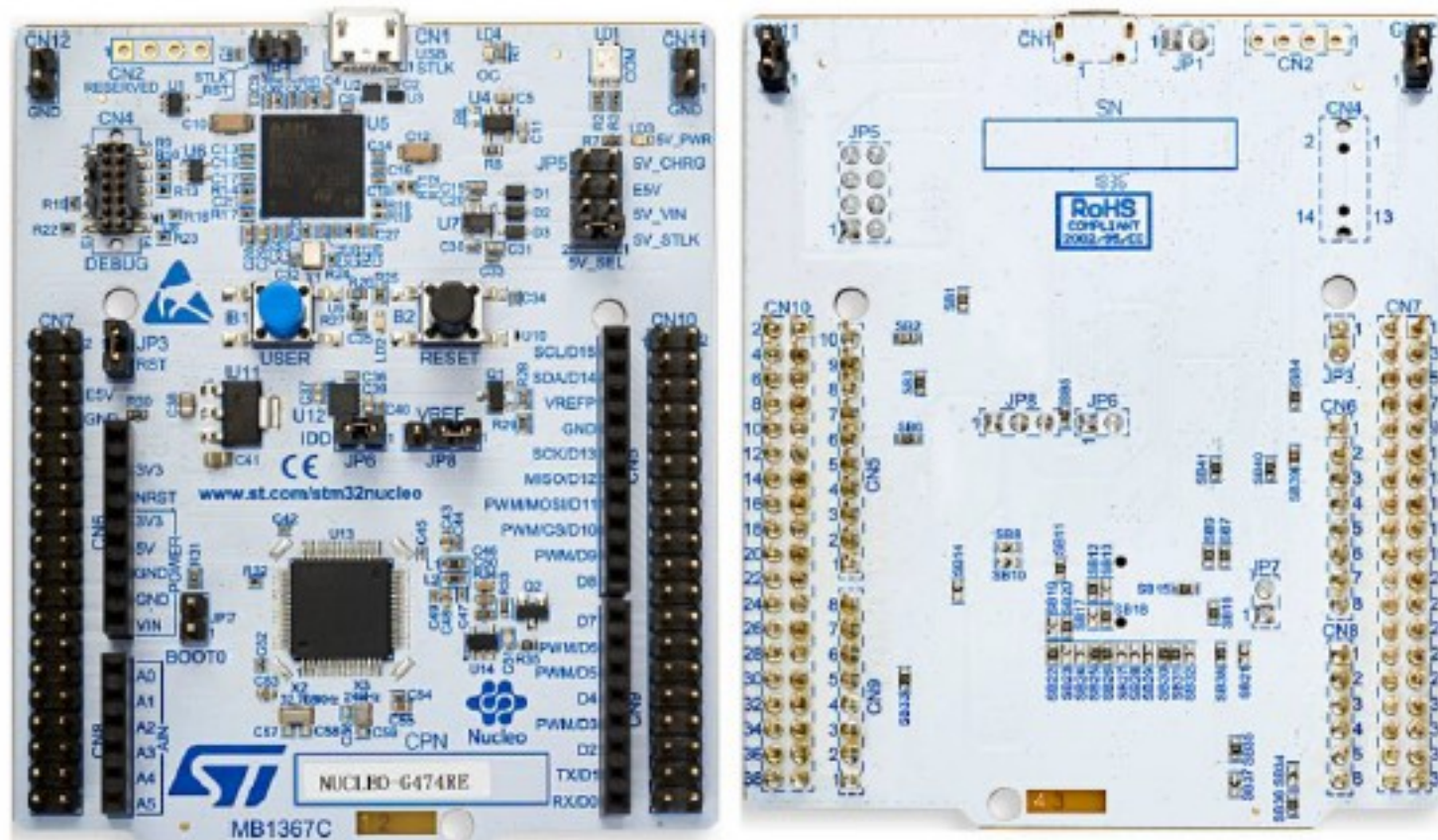


- Moguća alternativa
- Otvorena RISC platforma
- University of California, Berkeley.
- <http://riscv.org/>

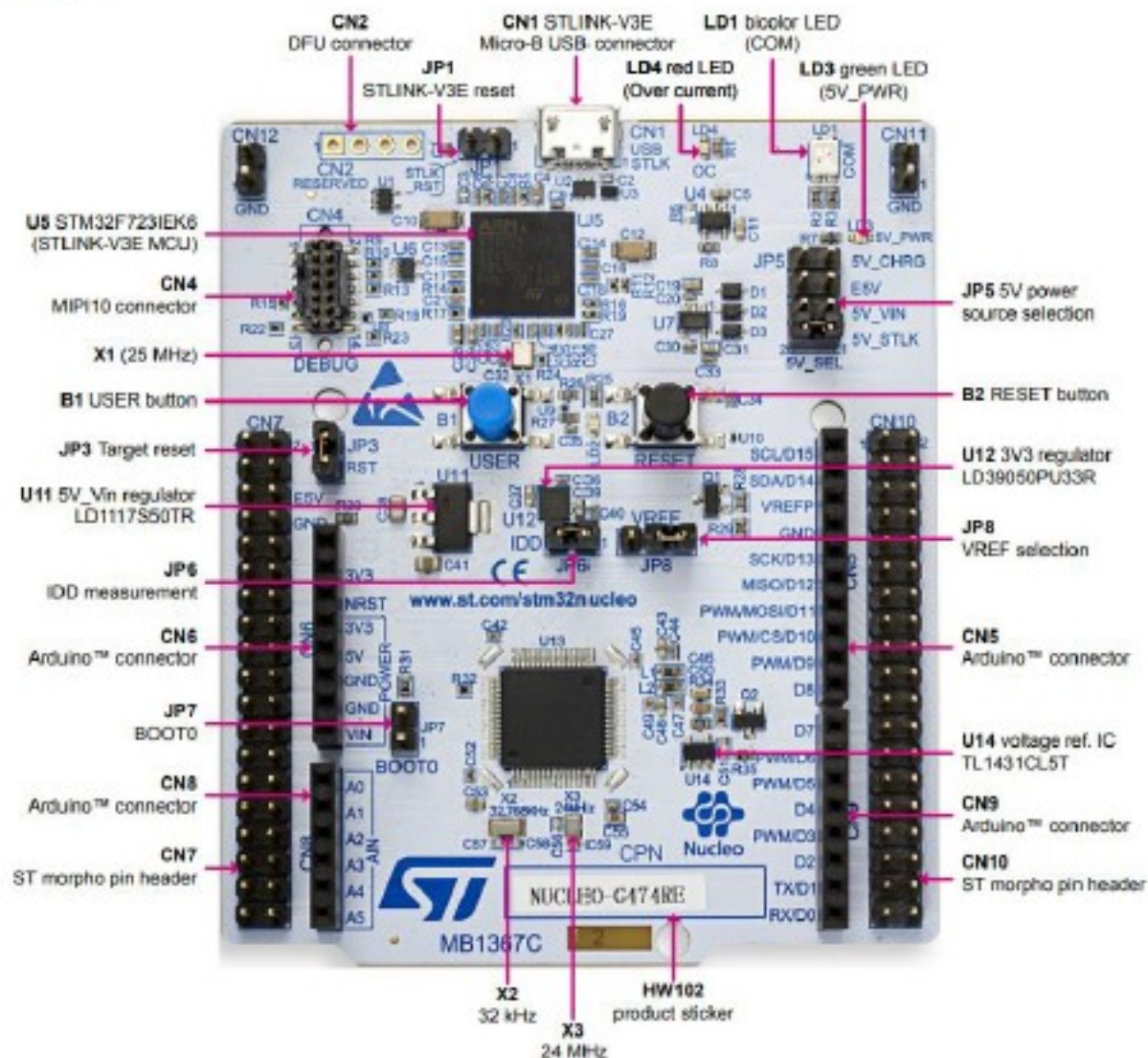
	ARM Cortex-A5	RISC-V Rocket	Ratio
Width (bits)	32	64	2x
Frequency	>1GHz	>1GHz	1x
Dhrystone Performance (Dmips/MHz)	1.57	1.72	1.1x
Area (no caches)	0.27mm ²	0.14mm ²	0.5x
Area (16 KB caches)	0.53mm ²	0.39mm ²	0.7x
Area Efficiency (Dmips/MHz/mm ²)	3.0	4.4	1.5x
Dynamic Power (mW/MHz)	<0.080	0.034	≥0.4x

Карактеристике Nucleo плоче STM32G474RE

- STM32G4 микроконтролер (Arm® Cortex®-M4 са 170 MHz) у LQFP64 пакету који садржи:
 - 128 KBytes флеш меморије и 32 Kbytes SRAM меморије за STM32G431RBT6,
 - 512 KBytes флеш меморије и 96 Kbytes SRAM меморије за STM32G491RET6,
 - 512 KBytes флеш меморије и 128 Kbytes SRAM меморије за STM32G474RET6.
- Потпуно компатабилан са STM32G473RET6 (512 Kbytes флеш меморије и 128 Kbytes SRAM меморије),
- 1 корисничка LED диода,
- 1 корисничко дугме и 1 дугме за рестартовање,
- 32.768 kHz LSE кристални осцилатор,
- 24 MHz HSE уграђени осцилатор,
- Конектори на плочи:
 - USB са Micro-AB,
 - MIPI® конектор за дебаговање,
 - ARDUINO® Uno V3 проширени конектор и
 - ST morpho проширени пин хедери за пун приступ улазима/излазима свих STM32G4 микроконтролера.
- Флексибилне опције напајања: ST-LINK, USB VBUS, или спољашњи извори,
- Уграђени дебагер/програмер STLINK-V3E са USB способношћу поновног набрајања: масовна меморија, виртуелни COM порт и дебаг порт,
- Свеобухватне библиотеке бесплатног софтвера и примери доступни за STM32CubeG4 MCU пакет,
- Подршка широком избору интегрисаних развојних окружења укључујући: IAR Embedded Workbench®, MDK-ARM, и STM32CubeIDE.

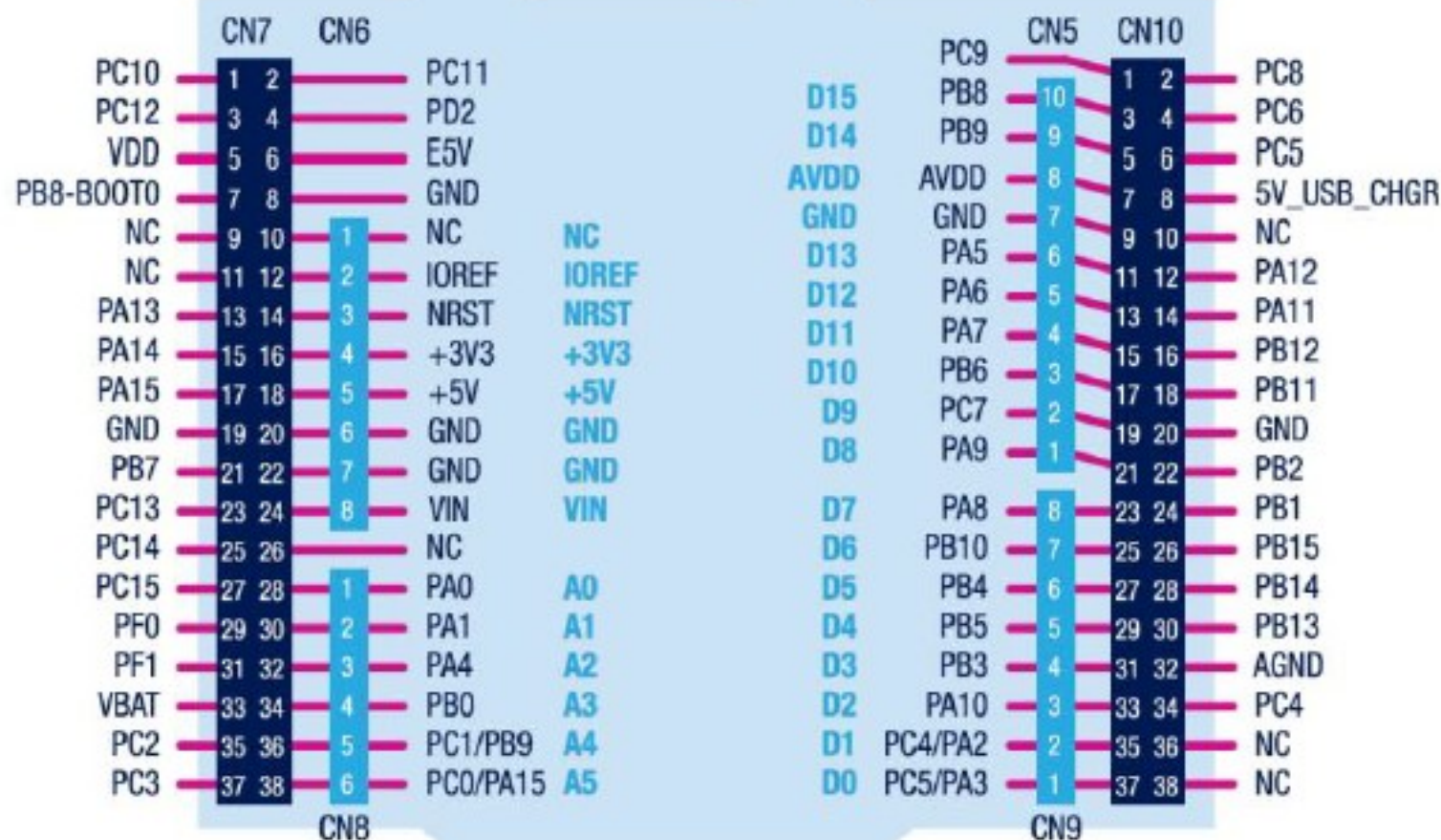


Преко конектора CN1 врши се напајање плоче са рачунаром. Изглед плоче са периферијама је приказан на слици 2.



NUCLEO-G431RB

NUCLEO-G474RE



Arduino Uno ST morpho



Слика 4. STM32CubeMX



IAR Embedded Workbench

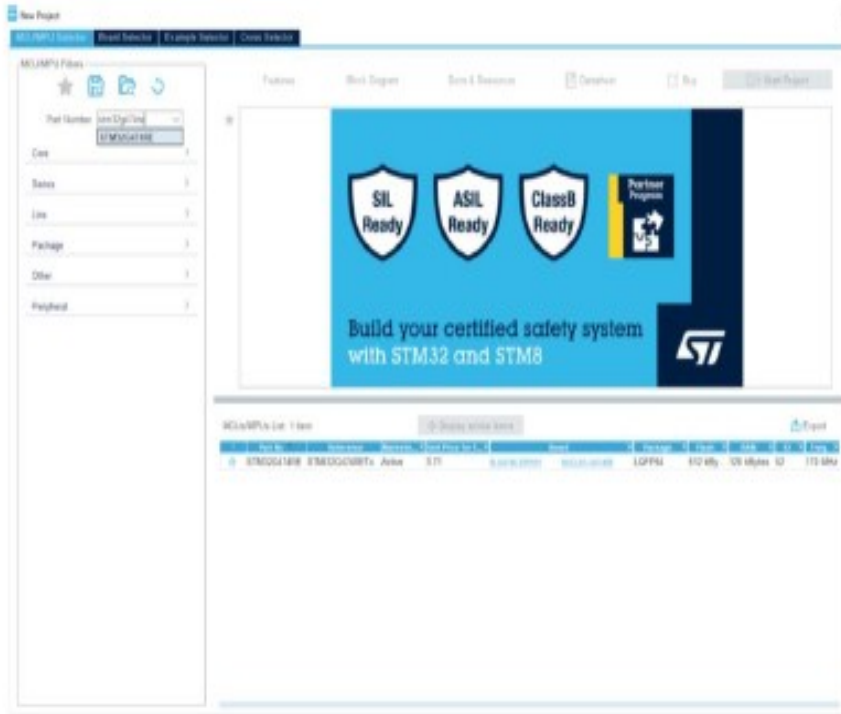
Слика 5. IAR Embedded Workbench IDE

- EWARM – IAR,
- MDK-ARM – Keil,
- SW4STM32 – Eclipse,
- STM32CubeIDE – интегрисано развојно окружење за STM32,
- Makefile – Visual Studio Code,
- Other Toolchains (GPDSC) – остали алати.

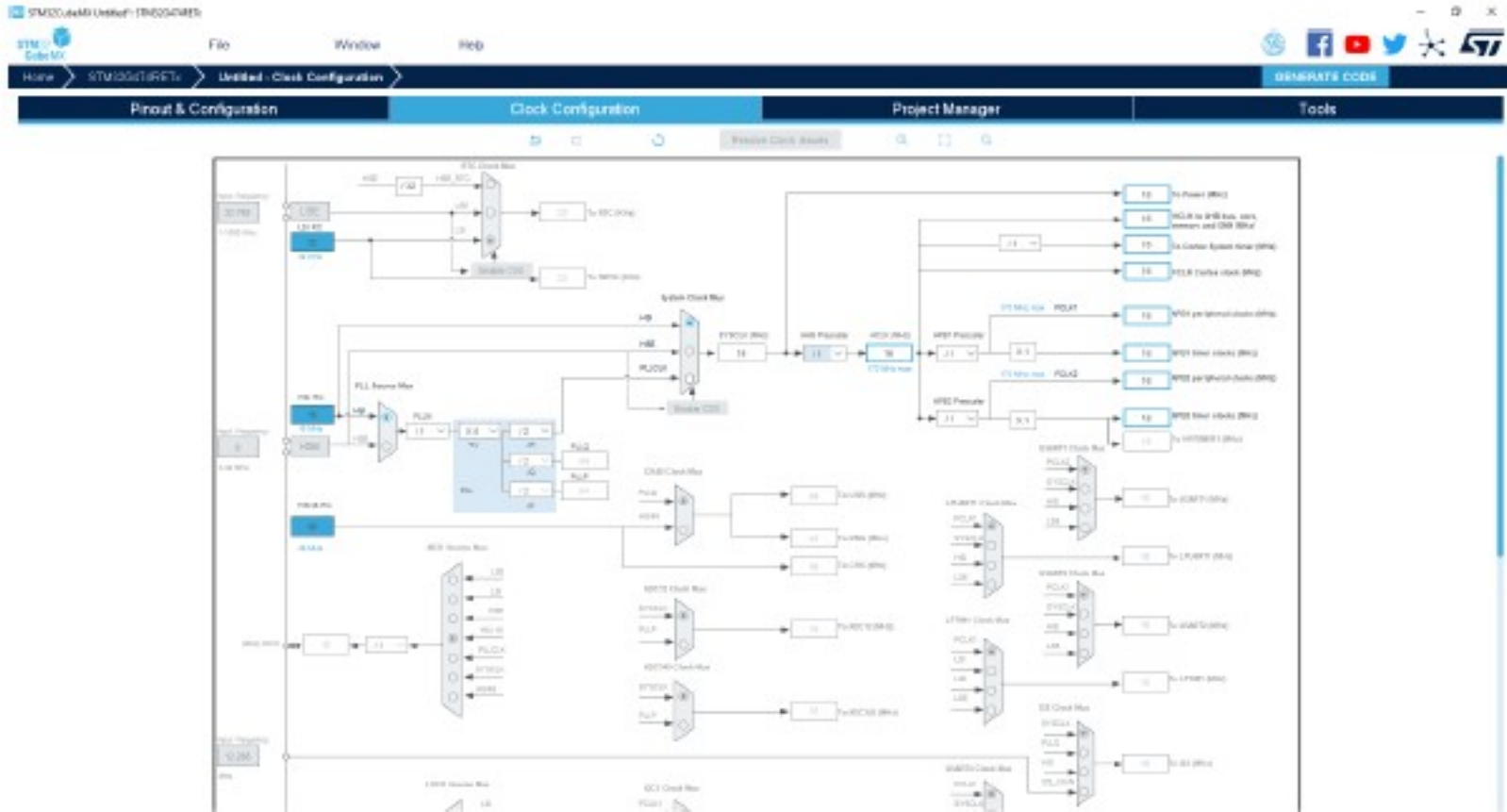
ST-LINK V2 programator



Programiranje: Konfiguracija, odabir mikrokontrolera

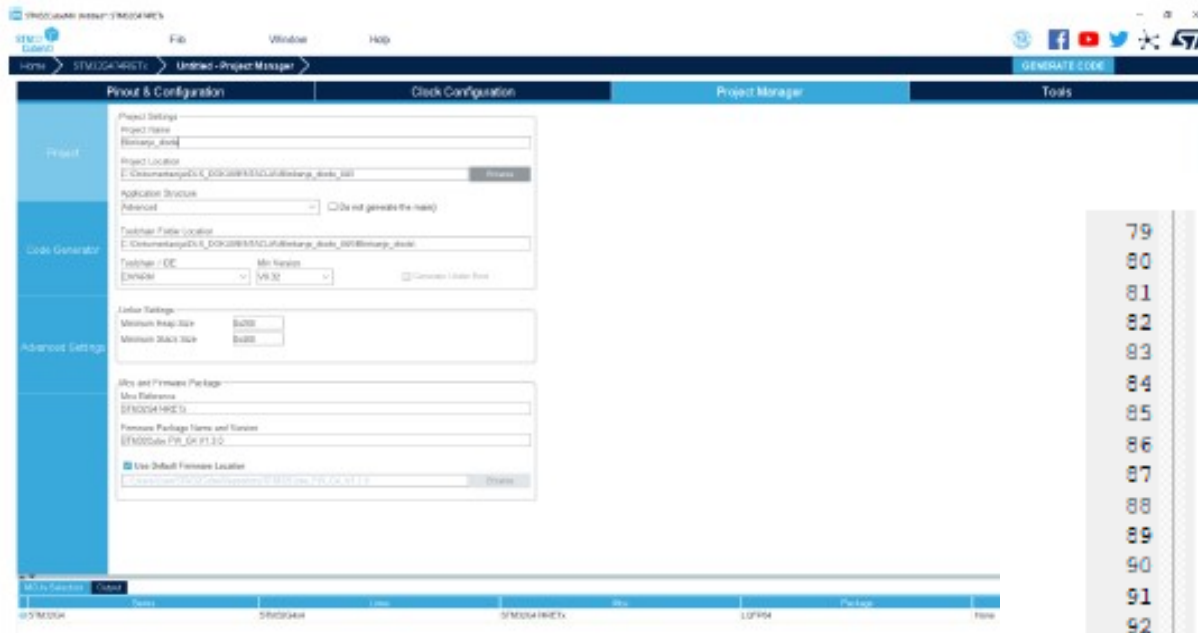


Konfiguracija takta



Aleksandar Peulić

Izbor radnog okruženja, generisanje koda



```
79  /* Configure the system clock */
80  SystemClock_Config();
81
82  /* USER CODE BEGIN SysInit */
83
84  /* USER CODE END SysInit */
85
86  /* Initialize all configured peripherals */
87  MX_GPIO_Init();
88  /* USER CODE BEGIN 2 */
89
90  /* USER CODE END 2 */
91
92  /* Infinite loop */
93  /* USER CODE BEGIN WHILE */
94  while (1)
95  {
96      /* USER CODE END WHILE */
97      HAL_GPIO_TogglePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin);
98      HAL_Delay(1000);
99      /* USER CODE BEGIN 3 */
100 }
101 /* USER CODE END 3 */
102 }
103
```

Proteus 8 simulacija

UNTITLED - Proteus 8 Professional - Home Page

File System Help

Home Page X

PROTEUS DESIGN SUITE 8.6

Getting Started

- Schematic Capture
- PCB Layout
- Simulation
- Migration Guide

Help

- Help Home
- Schematic Capture
- PCB Layout
- Simulation

About

© Labcenter Electronics 1989-2017
Release 8.6 SP2 (Build 23525) with Advanced Simulation
www.labcenter.com

Registered To:
Grassington North Yorkshire
Labcenter Electronics Ltd
Customer Number: 01-75675-344
Network Licence Subscription Expires: 01/01/2031

Free Memory: 1,574 MB
Windows 7 SP1 (x64) v6.01, Build 7601

Start

[Open Project](#) [New Project](#) [New Flowchart](#) [Open Sample](#)

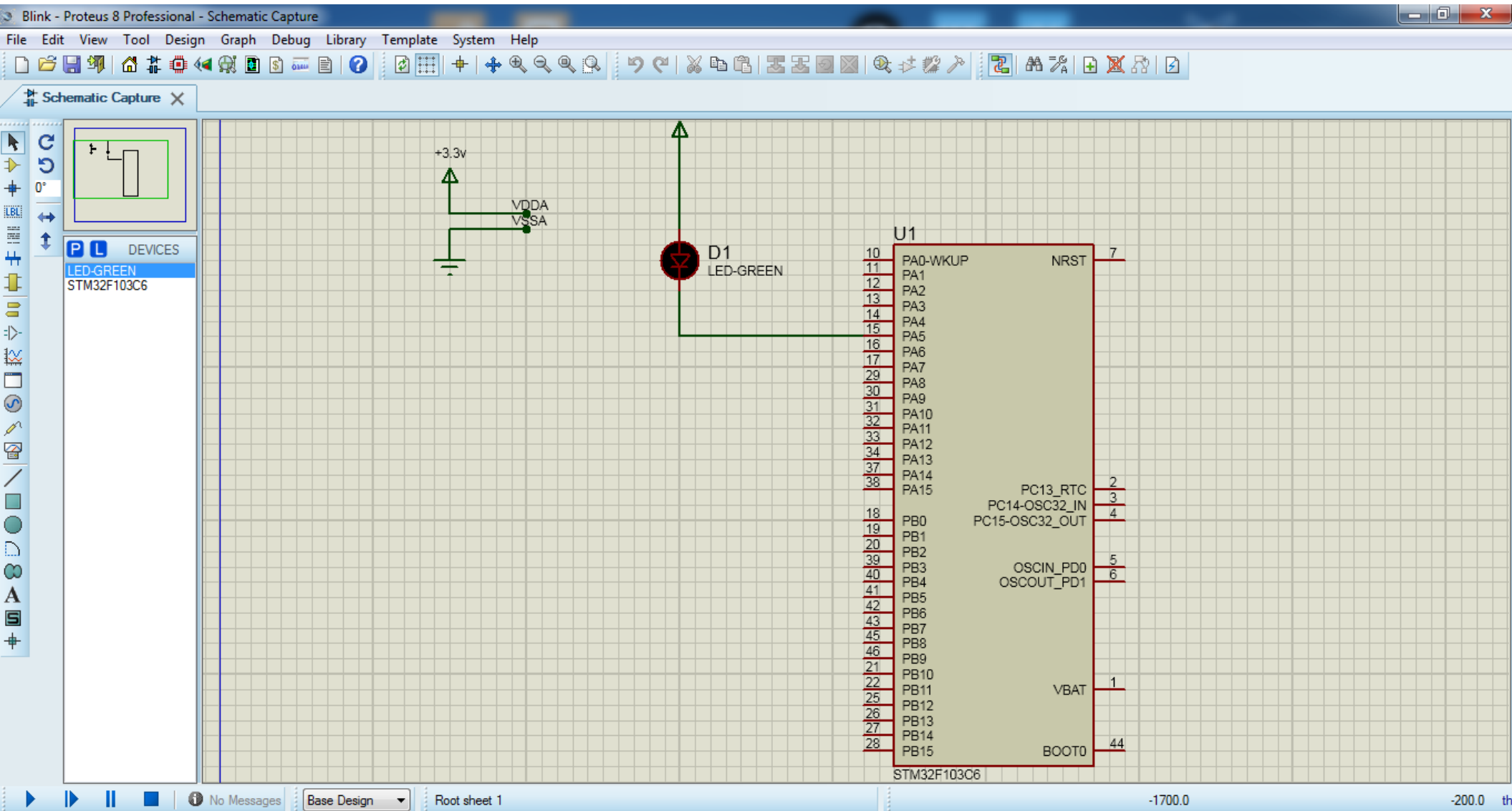
Recent Projects

News

Proteus Design Suite Professional

New Version Available

Description	Release Date	USC Valid	
Proteus Professional 8.13 [8.13.31525]	03/09/2021	Yes	Download
Proteus Professional 8.12 SP2 [8.12.31155]	17/06/2021	Yes	Download
Proteus Professional 8.11 SP1 [8.11.30228]	03/11/2020	Yes	Download
Proteus Professional 8.10 SP3 [8.10.29560]	18/05/2020	Yes	Download
Update check completed 8.9.28501	05/09/2019	Yes	Download



Aleksandar Peulić