

Google Summer of Code

Z pohledu našich asi 11 běhů v RTOS RTEMS a NuttX

Pavel Píša <pisa@fel.cvut.cz>

Michal Lenc <michallenc7@gmail.com>

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Disclaimer: nehovoříme ani za ČVUT ani za Google,
jedná se o náš osobní pohled a zkušenosti

Google Summer of Code – důvody vzniku

- Většina technologií firmy Google je založena na otevřeném základu
 - servery vyhledávače a úložiště – GNU/Linux
 - Android – jádro: Linux, Bionic C library: OpenBSD
 - i vlastní technologie vyvíjí s příspěvkem a kontrolou komunity
- Google potřebuje
 - aby se projekty rozvíjely, byly udržitelné
 - projekty získávaly nové vývojáře, znalé OSS
 - Google měl reklamu a mohl nabízet práci těm dobrým
 - měli k dispozici i hodnocení případných zájemců

Google Summer of Code – jak funguje

- Finance (nyní již ne jen) pro studenty za první a případně druhé zapojení se do práce na některém z přihlášených open-source projektů přes léto
- Projekty dokázaly komunity založit a organizovat, dokážou přispět i k organizaci GSoC (mailing-list GSoC Mentors)
- Finance pro zájemce o zapojení se do projektů, nikoliv projekty, motivace projektů, příspěvky nových přispěvatelů a potenciálně jejich dlouhodobé zapojení do projektů
- Investice ze strany projektů – organizace, vedení nových přispěvatelů a ohodnocení

Průběh na příkladu roku 2026

- 19. leden až 3. únor: přihlášky organizací
- 19. únor: ohlášení přijatých organizací, diskuze s zájemci
- 16. březen až 31. březen: zájemci podají přihlášky
- 1. duben až 21. duben: organizace ohodnotí přihlášky
- 30. duben: vyhlášení podpořených přihlášek
- 1. květen až 24. květen: podpoření zájemci se seznamují s organizací a mentory
- 25. květen: oficiální začátek práce na projektech

Hodnocení práce

- 6. červenec až 10. červenec: první vzájemné hodnocení noví vývojáři, mentoři → mentory potvrzené výsledky jsou odměněné polovinou částky, ostatní končí
- 17. srpen až 24. srpen: vývojáři (pro projekty se standardní délkou) dokončí/zaverzují práci, připraví její shrnutí a ohodnotí mentory
- 24. srpen až 31. srpen: závěrečné hodnocení práce mentory
- 2. listopad: odevzdání výsledků pro prodloužené projekty
- 9. listopad: hodnocení prodloužených projektů mentory

GSoC 2026: statistika

- 1141 přispěvatelů pracujících pro 184 open-source organizací, 23371 návrhů projektů od 15245 zájemců ze 131 zemí
- 2000 mentorů a administrátorů
konečné hodnocení běhu 2026 ještě není k dispozici
- V roce 2024 1213 přispěvatelů ze 75 zemí, 2233 mentorů ze 79 zemí, 195 organizací, 92,91 úspěšně zakončených projektů
- Přibližně 25% podpořených přispěvatelů se později stává mentory

Celkové statistiky za 21 let GSoC projektů

- 22K+ nových přispěvatelů ze 123 zemí
- 48M+ řádek vytvořeného zdrojového kódu
- 1000+ open-source organizací
- 21K+ mentorů
- Původně jen pro studenty, změna v roce 2022, o podpoření svých (často nutně s organizacemi předjednaných) projektů mohou požadovat i zájemci, kteří nově do světa open-source přichází, podmínka 18+ mimo USA zakázané země
- Odměna za práci podle parity kupní síly v dané zemi

Hodnocení GSoC (ne zcela aktuální)

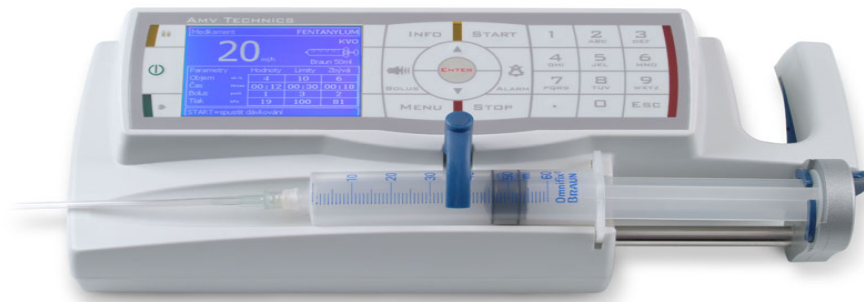
- 96% studentů myslí, že GSoC pomohlo zlepšit jejich programátorské zkušenosti
- 99% studentů by doporučilo své mentory
- 94% studentů bude pokračovat v práci s vybraným projektem
- 99% studentů plánuje pracovat na otevřeném software
- 36% studentů sdělilo, že jim GSoC již pomohlo získat pracovní místo nebo stáž
- 72% studentů uvažuje o tom být mentory
- 88% studentů by mělo chuť se znova přihlásit

RTEMS Real Time Operating System

- Real-Time Executive for Multiprocessor Systems (<https://www.rtems.org/>)
- 1980, OARcorp (<http://www.oarcorp.com/>) pro americkou armádu
- Moje seznámení, v době studia na ČVUT FEL v 90 letech jsem koupil poškozený kit s procesorem Motorola 68332 za 12 tisíc Kč
- Zapojení se do BDM projektu <https://sourceforge.net/projects/bdm/>
- Stažení RTEMS z FTP, kompilace a zkoušení

RTEMS – další aktivity

- Vlastní robotický kontrolér MARS8 s M68376 navržený pro roboty na Katedře kybernetiky
http://pikron.com/pages/products/motion_control.html
- Návrh elektroniky pro infúzní pumpy, z důvodu bezpečnosti jeden CPU bez OS, druhý (i.MX1) RTEMS
https://devel.rtems.org/wiki/TBR/UserApp/AMV_Technic_I



- Porting of Resource Reservation Framework to RTEMS Executive

Petr Beneš, 2011, v návaznosti na mé zkušenosti, kontakty a diplomovou práci The EDF scheduler implementation in RTEMS Operating System Martina Molnára, 2006. Mentoři Gedare Bloom a Joel Sherrill

- Projekt začleněný do mainline
 - EDF commit <https://git.rtems.org/rtems/commit/cpukit?id=5472ad414f5eec7aba13f3d03ee8e35dfdfa406a>
 - CBS doc https://docs.rtems.org/doxygen/branches/master/group__ScoreSchedulerCBS.html
 - EDF doc https://docs.rtems.org/doxygen/branches/master/group__ScoreSchedulerEDF.html

2012 – RTEMS, Alexandru-Sever Horin

- Porting NXLib and updating libraries in RTEMS Graphics Toolkit

Alexandru-Sever Horin, Rumunsko, 2012
mentori Pavel Píša a Joel Sherrill

- Do mainline začleněný driver pro **FB driver for Cirrus GD5446 graphic hardware**

<https://git.rtems.org/rtems/commit/?id=f97e450a6603ec65840d8ec7e053ebf972fd10e6>

- Později pracoval pro Google/Alphabet

2013 – RTEMS, Jin Yang, China

- Mentor Pavel Píša, původní návrh zadání **Porting CAN driver , LinCAN, to RTEMS**
- RTEMS komunita chce společný HW k testování
- Dohodnutá změna zadání
CAN bus emulation for QEMU
- Dokončeno/obhájeno, ale kvalita kódu nedovolila začlenění, mnoho let údržba mimo
- **Začleněno 2018**, dokumentace <https://github.com/qemu/qemu/blob/master/docs/can.txt>

2014 – RTEMS, Přemysl Houdek z FEL

- **RTEMS port to Cortex – R4**, Přemysl Houdek, 2014, mentor a reviewer Gedare Bloom, nápad, konzultace vedení Pavel Píša
architektura TMS570, znalost z platformy pro Porsche, vyvinuté ve firmě PiKRON pro FEL
- Student na projektu pokračoval v rámci **diplomové práce**
- Velká část přijata do RTEMS hlavního vývojového stromu, příspěvky <https://git.rtems.org/rtems/log/?qt=author&q=Přemysl+Houdek>

2015 – RTEMS, Yang Qiao, Čína

- [Graphic Support for Raspberry Pi](#), Yang Qiao, 2015, mentoři Alan Cudmore z NASA a Pavel Píša
- NASA má zájem, aby se studenti seznámili s RTOS použitým v satelitech, ale letové procesory jsou extrémně drahé, proto má zájem, aby bylo možné RTEMS zkoušet i na nejběžněji dostupném hardware

2016 – RTEMS, student nedokončil

- RTEMS file descriptors and LwIP integration
<https://devel.rtems.org/wiki/Packages/LWIP>
idea nabídnout alternativu RTEMS BSD TCP/IP stacku vhodého pro malé mikroprocesory na bázi naší práce pro TMS570 a firmu Porsche
- Zdokumentoval jsem znalosti v RTEMS Wiki, v současné době projekt znova ožil
- Zájemci z řad studentů vítáni

GSOC Mentor Summit – pozvaný za RTEMS v roce 2016

<https://summerofcode.withgoogle.com/>

Dva mentoři, vedoucí za projekt, zaplacené ubytování a letenky Kalifornie, na weekend propůjčeno Google Technology Center

Foto 1: u Chocolate Table s Joelem Sherrilem – zakladatel RTEMS

Foto 2: Výlet s třemi dalšími účastníky do Yosemitekého údolí a King' Valley



2017 – Eclipse, Jan Holý z ČVUT FEL

- **Improve PCA functionality in ChemClipse**, Jan Holý, 2017
- Projekt na základě mých kontaktů s vývojáři **OpenChrom** a jejich zájem začlenit podporu námi vyvíjených HPLC přístrojů <http://pikron.com/pages/products/hplc.html> do jejich systému. Přístroje byly a jsou podporované jen naším otevřeným SW **CHROMuLAN** a některé komerčním adaptérem do systému **DataApex Clarity**
- GSoC navazoval na **bakalářskou práci** a student ještě další rok za peníze pro firmu pracoval

2020 – RTEMS, Mritunjay Sharma

- [BSP Buildset for EPICS](#), Mritunjay Sharma, 2020, mentoři Chris Johns, Gedare Bloom
- Sám jsem přispěl jen komentáři a předchozími úpravami
- EPICS – Experimental Physics and Industrial Control System
 - Ground Test Accelerator Controls System, Los Alamos National Laboratory, Argonne National Laboratory, Advanced Photon Source

NuttX – další operační systém reálného času

- <https://nuttx.apache.org/>
- Menší RTOS s širším pokrytím mnoha běžných mikrokontrolérů <https://nuttx.apache.org/docs/latest/platforms/index.html>
- Dlouho převážně projekt původního autora Gergory Nutt, v dnešní době používá Xiaomi, Sony, velká škála autopilotů pro drony (PX4), a mnoh od dalších, [Elektroline.cz](https://elektroline.cz) na řízení nekritických systémů a pro management MCU i v mnoha kritických prvcích na tratích
- Sám jsem systém testoval a úpravy navrhoval od roku 2015

2021 – NuttX, Michal Lenc z ČVUT FEL

- NuttX Support for Rapid Control Applications Development with pysimCoder Michal Lenc, 2021
- hlavní mentor prof. Roberto Bucher, autor <https://github.com/robertobucher/pysimCoder>
- mentor/reviewer přihlášky za NuttX Brennan Ashton, nápad propojit NuttX s pysimCoderem a mentor konsultant Pavel Píša
- Souhrn výsledků projektu na stránkách NuttX

<https://cwiki.apache.org/confluence/display/NUTTX/%5B2021%5D+NuttX+Support+for+Rapid+Control+Applications+Development+with+pysimCoder>

- NuttX Support for IEEE 802.3-2022 10BASE-T1x Ethernet using Open Alliance SPI MAC-PHYs
- Mentoři Pavel Píša a Karel Kočí, plánované práce začleněné do hlavního stromu ([The Core OPEN Alliance 10BASE-T1x MAC-PHY](#), OA TC6 driver for Onsemi NCV7410 (NCN26010) and Microchip LAN865x MAC-PHYs chips), otestované s [ES32-C6](#), [SAVM71-X plained Ultra](#) a později STM32H7 kitem. Stejně jako [podpora pro nastavení](#) z příkazové řádky (Physical Layer Collision Avoidance parameters configuration)

- Firmware Upgrades over Silicon-Heaven Protocol for NXboot Demonstrated on pysimCoder
- Mentoři: Pavel Píša, Michal Lenc
- GSoC: Silicon-Heaven protocol implementation for memory constrained small devices ([shv-libs4c](#)), samostaný modul
- Pro NuttX začlenil integraci, příklad a aplikaci pro nahrávání firmware přes [silicon-heaven protokol](#) (na bázi Nxboot)
- [pysimCoder](#) byl rošířený integrovanou podporu nahrávání zkopilovaného kódu blokových modelů řízení do zařízení přes SHV protokol

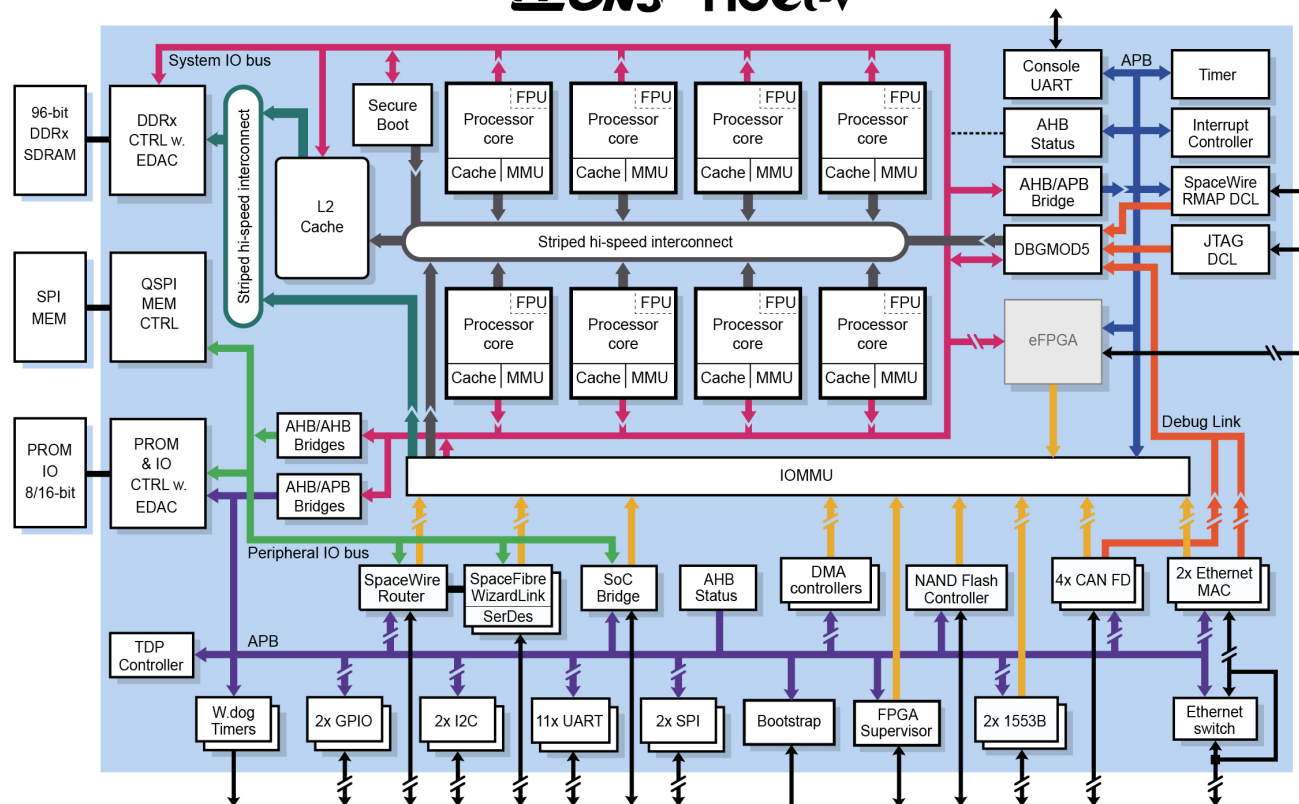
2025 RTEMS – Prithvi Tambewagh, Indie

- Provide SPARC GRETH Network Drivers for LwIP for RTEMS
- Mentoři: Kinsey Moore (OAR Corporation), Matteo Concas (Frontgrade-Gaisler), Pavel Píša (CTU), Vijay Kumar Banerjee
- Po delších úpravách především od Matteo začleněn do RTEMS LwIP

<https://gitlab.rtems.org/rtems/pkg/rtems-lwip>

Frontgrade Gaisler GR765 Octa-Core Processor

LEON5 NOEL-V



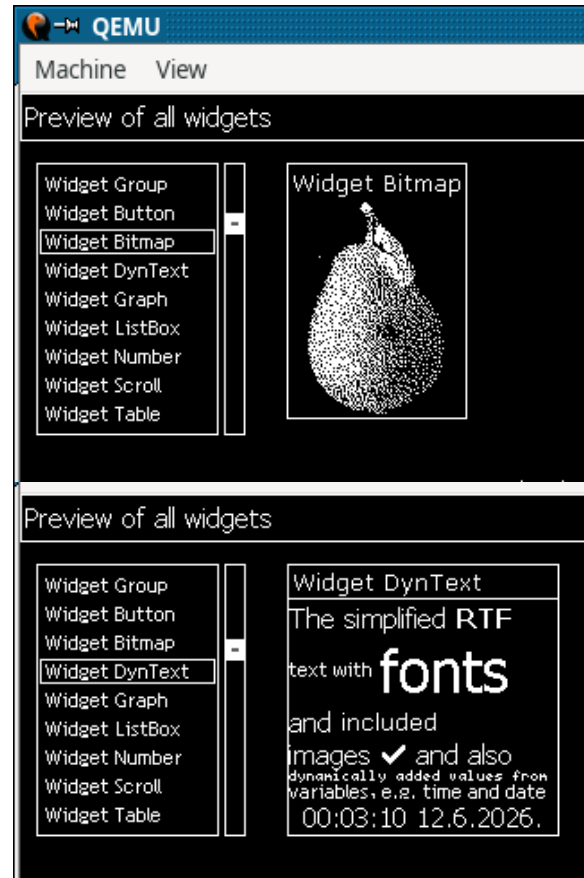
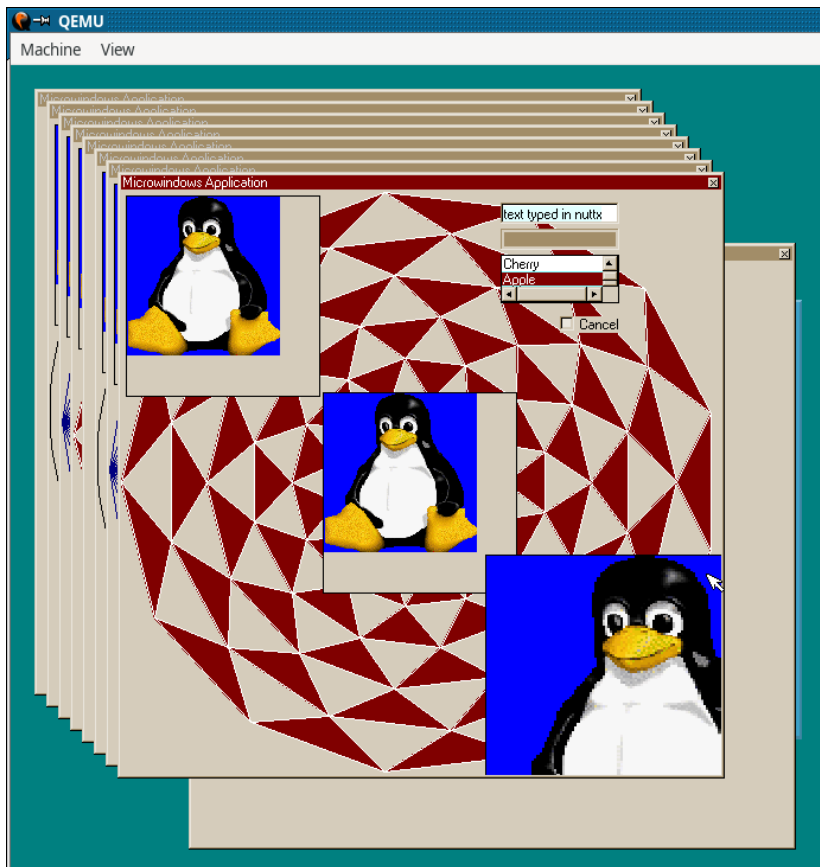
Uveden na ESA
Industry Space
Days 2026

V současné
době na něj je ve
Front-Grade
připravovaný
driver na základě
GSoC 2025

2026 – NuttX, Wu Chenyang, Čína

- Providing X11 Support for Apache nuttx
- Mentoři: Pavel Píša, Michal Lenc
- Potřebné úpravy začleněné do projektu [Microwindows/Nano-X](#)
kde se aktivně zapojil jeho autor, Gregory Haerr
- Integrace začleněná i do hlavního vývojového stromu integrovaných NuttX aplikací, ale začlenění dokumentace a příkladů konfigurace čeká na vyřešení warningu při kompilaci

Microwindows a SuiTk pod NuttXem



2026 – RTEMS, Armaan Chowfin, Indie

- lwIP TCP/IP Network Stack Improvements
- Mentoři: Pavel Pisa, Kinsey Moore, Michal Lenc
- Především pokračování práce na TMS570LS4357
- Původní plán
Controller Area Network (CAN) Stack Improvements: D-CAN
Driver for the TI TMS570xx MCUs
ale upravený kvůli kolizi s dalším studentem

2026 – RTEMS, Ning Zhang, Čína, USA

- Controller Area Network (CAN) Stack Improvement: BeagleBone Black D-CAN Driver Implementation
- Mentoři: Michal Lenc, Pavel Píša
- Projekt navazuje na diplomovou práci Michal Lenc: CAN FD Support for Space Grade Real-Time RTEMS Executive
ta je již plně začleněná
<https://docs.rtems.org/docs/main/bsp-howto/can.html>
- Začlenění práce pro Beagle Bone Black / AM335x prochází review

RTEMS LwIP Story – Again

- RTEMS integrated BSD stack in the past based on the BSD state from around 1998
- Grown to be dated, does not support IPv6, etc.
- In 2012, decision to switch to pluggable full featured BSD TCP/IP Stack
- Works well for 8+ MB RAM, too much for small MCU systems, problem with qualification, too much lines of code
- I came with idea use LwIP stack for small MCUs in 2014 and integration done by Přemysl Houdek during 2014 GSoC and 2016 thesis

Code Integrated in Official RTEMS LwIP Addon Package

One of the integrated files from the thesis:

https://gitlab.rtems.org/rtems/pkg/rtems-lwip/-/blob/main/rtemslwip/common/sys_arch.c

/*

* Copyright (c) 2001-2003 Swedish Institute of Computer Science.

* All rights reserved.

*

* Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification,

* are permitted provided that the following conditions are met:

*

* 1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice,

.....

* IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY

* OF SUCH DAMAGE.

*

* This file is system adaptation of the lwIP TCP/IP stack

* by Adam Dunkels <adam@sics.se> for RTEMS system.

*

* Author: Premysl Houdek <houdepre@fel.cvut.cz>

* Mentor: Pavel Pisa <pisa@cmp.felk.cvut.cz>

* Industrial Informatics Group, FEE, Czech Technical University in Prague

*

*/

/*

* mapping of lwIP system dependencies to RTEMS system services and types.

* DETAILS: ./lwip/doc/sys_arch.txt

GSOC Prilezitost pro studenty

The LM Space and NASA Article

- **Modular Safety Critical Flight Software Using NASA cFS and FOSS RTOS**

Mikayla Whiteaker,* Mark Foster†, Levi Smith‡, Sheena Miller PhD§

* Software Engineer Sr, Orion - Avionics Power and Software, LM Space.

† FSW Systems Engineer, CACI, Inc. – Federal

‡ Software Engineering Mgr, Orion - Avionics Power and Software, LM Space

§ Orion Deputy FSW SM, Software, Robotics & Simulation Division (ER), NASA Johnson Space Center

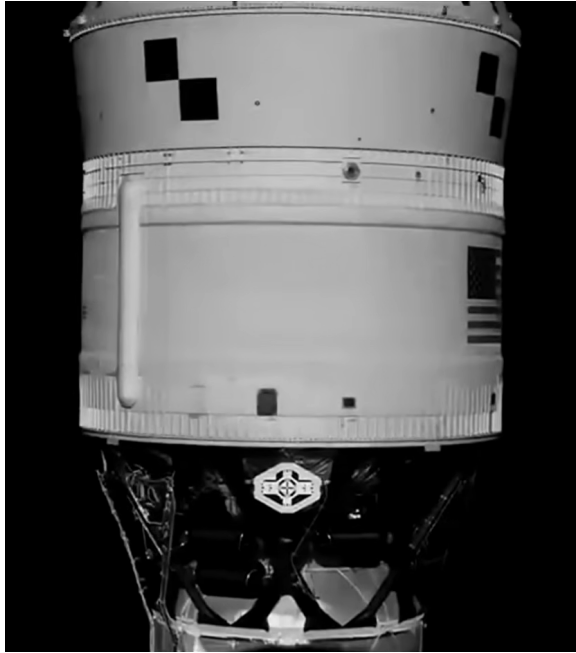
- **NASA cFS + RTEMS + InnoFlight's CFC400X**

Quad-core 1GHz ARM53 SMP of the docking camera imagery processing, optical navigation algorithms, and Lidar sensor processing via the modern AMD/Xilinx UltraScale MPSoC, 16 GB of nonvolatile memory. FPGA augments the encoding of docking camera video for dual simultaneous streaming to crew display units and ground (<https://youtu.be/LEYJT3y4RI8?t=112>)

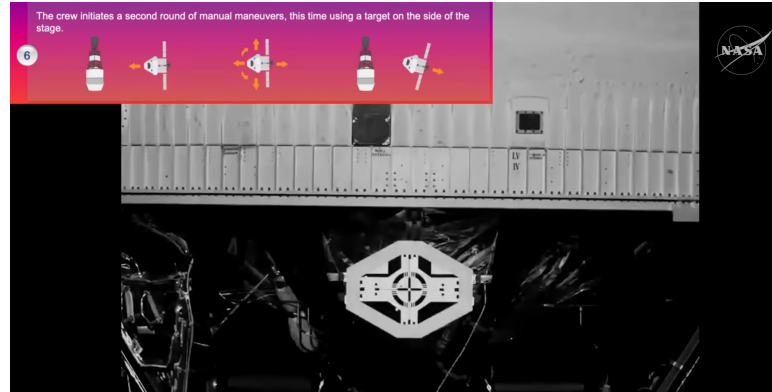
- **GNU lightweight IP network stack to support the docking mission (on RTEMS)**

The team would like to acknowledge Kinsey Moore on the OAR team for his technical expertise and hard work supporting the Orion mission

Artemis II – Starship Practice Docking in Space



Artemis II 2026-04-01



<https://youtu.be/LEYJT3y4RI8>

GSoC Příležitost pro studenty

Chcete se zeptat jak se zapojit?

- Pošlete mi dotaz Pavel Píša pisa@cmp.felk.cvut.cz
- Odkazy na vedené projekty v organizační Wiki Open Technologies Research Education and Exchange Services
<https://gitlab.fel.cvut.cz/otrees/org/-/wikis/home>
- Participace v GSoC
<https://gitlab.fel.cvut.cz/otrees/org/-/wikis/gsoc>
- Znalostní báze
<https://gitlab.fel.cvut.cz/otrees/org/-/wikis/knowbase>
- Nabídka projektů, ne jen GSoC
<https://gitlab.fel.cvut.cz/otrees/org/-/wikis/projects>

