

# Софтуерно дефинирани периферини шини с PRU

Димитър Димитров <dimitar@dinux.eu>

02.06.2022

# Защо да пиша периферна шина?

- Занимаваш се с Embedded Linux?
- Ще закачаш нестандартна периферия?
  - ▶ Пример: Искам 15 SPI host контролера.
  - ▶ Пример: Искам 16 PDM микрофона.
- Обаче не искаш FPGA?
- И не ти се занимава с външен  $\mu$ C?

# Какво е PRU?

- Процесорна архитектура - Programmable Realtime Unit.
- Специализиран за входно/изходни операции.
- 200MHz тактова честота.
- Включен в някои SoC от Texas Instruments.
  - ▶ Beaglebone OSHW едноплаткови компютри.
- 2-4 ядра работят паралелно (I/O, трансфер на данни, обработка).

# За какво мога да го ползвам?

- Софтуерно реализирани периферни шини - bit bang I/O.
  - ▶ Повечето инструкции се изпълняват за точно 1 цикъл (5ns).
  - ▶ PRU GPIO - достъп с една инструкция (5ns).
  - ▶ PRU GPIO - достъп чрез специални CPU регистри.
  - ▶ Липсват прекъсвания - за да има детерминизъм при I/O.
  - ▶ PRU firmware е обикновено комбинация от C и асемблер.

# За какво мога да го ползвам?

- Софтуерно реализирано DMA.
  - ▶ Достъп до системната шина на SoC.
  - ▶ ... включително DDR-SDRAM паметта.
  - ▶ Предимство пред решение с външен  $\mu$ C.

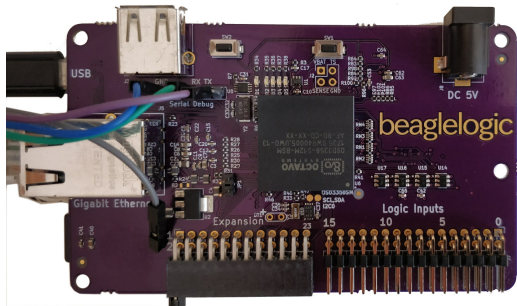
# Софтуерна поддръжка

Позволява да изградите система единствено от свободен софтуер!

- ✓ SoC Linux BSP - good support in mainline.
- ✓ Remoteproc Linux kernel driver - in mainline.
- ✓ RPMSG Linux kernel driver.
- ✓ Binutils + GCC + Newlib toolchain - in mainline.

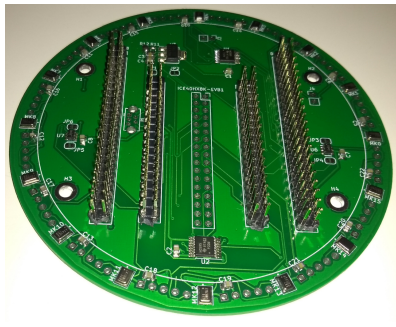
# Отворени проекти с PRU

- BeagleLogic - 14ch, 100Msps логически анализатор.
  - ▶ 100% OSHW, 99% Open Source Software
  - ▶ Компилира се с TI Proprietary PRU C Compiler



# Отворени проекти с PRU

- BeagleMic - USB аудио карта с 16 PDM микрофона.
- ▶ 100% OSHW, 100% Open Source Software
- ▶ Компилира се с GCC





# Недостатъци

- Един единствен доставчик - Texas Instruments.
- Remoteproc+RPMSG: сложен софтуер и фърмуер за комуникация между PRU и Linux ядрото.
- Някои драйвери все още не са в Linux mainline.
  - ▶ Но има усилия за достигане на 100% поддръжка.
- Примитивен паралелизъм, далеч от възможностите на FPGA.
- Твори се на C и Assembler.