

Raspberry Pi

Ondřej Caletka



23. dubna 2013



Uvedené dílo (s výjimkou obrázků) podléhá licenci Creative Commons Uveďte autora 3.0 Česko.

Co je Raspberry Pi

- Jednodeskový mikropočítač založený na SoC BCM 2835
 - Původně určený pro multimediální přehrávače
 - CPU jádro ARMv6k 700 MHz
 - Přímo připojená RAM 256/512 MB
 - GPU s video a 2D/3D akcelerací
 - proprietární
 - kodeky nutno licencovat
 - součástí ceny RPi je licence pro H.264
- Nadace vyrábějící jednodeskové počítače
 - S cílem vytvořit levné PC pro výuku programování
 - Volnočasová aktivita zaměstnanců Broadcomu

Co Raspberry Pi není

- Mini počítač
 - CPU je na jednom čipu => je to mikropočítač
 - Přesněji SoC, protože na čipu jsou i periferie
- PC
 - Nemá x86 kompatibilní CPU, BIOS, ACPI, atd. . .
- Svobodný HW
 - Schéma zapojení je k dispozici, kompletní datasheet k SoCu ale jen pod *Non-Disclosure Agreement*
- Počítač dostatečně výkonný na dekódování HD videa
 - HD video přehrává dedikovaný dekodér, výkon CPU je výrazně nižší (je určený jen pro přepínání programů apod.)

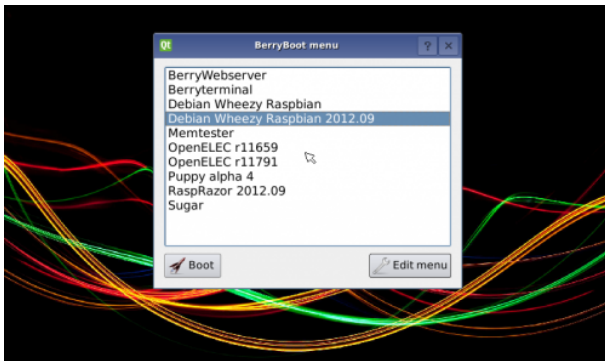
- Video
 - Kompozitní SDTV v režimu 576i-PAL
 - HDMI s podporou audia a CEC
 - Ovládání pomocí nástroje tvtool
 - Boot-time nastavení v souboru `config.txt`
- USB
 - Jeden USB 2.0 Host na SoC – připojen na ethernetový řadič kombinovaný s USB HUBem
 - V první revizi verzích byly USB porty opatřeny pojistkou na 120 mA
 - Ve druhé je místo pojistek díra :)
- Rozhraní pro kameru, displej, GPIO

Boot Raspberry Pi

- Deska neobsahuje (uživatelsky zapisovatelnou) flash paměť – není co „zcihlit“.
- GPU po zapnutí najde první FAT32 oddíl na SD kartě
- Z FAT32 oddílu nahraje a spustí firmware GPU, inicializuje framebuffer
- Dále je načten a spuštěn obraz jádra
- Konfigurační soubor `config.txt`
 - Nastavení video režimu
 - Nastavení množství dedikované RAM pro GPU (16 – 128 MB)
 - Přetaktování CPU až na 1 GHz

Berryboot

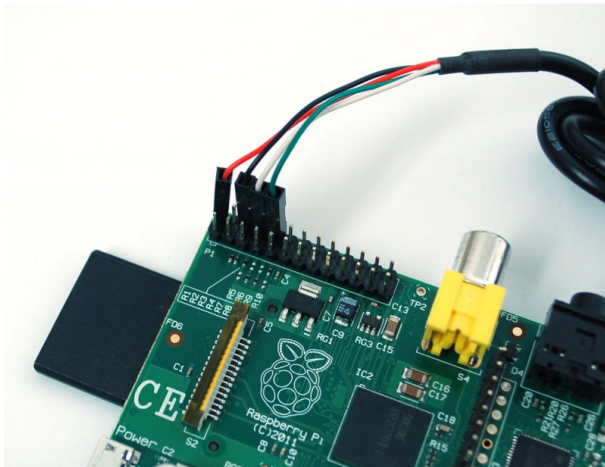
- Na linuxu založený bootloader
- Jednoduchá instalace vícero OS na jednu SD kartu
- Využívá aufs overlay



Mods – MicroSD držák pIO



Low-level periferie



GPIO konektor

- K dispozici je sériová linka, I²C, SPI a 8 GPIO linek
- Úrovně napětí 3,3 V, netolerantní k 5 V, bez ochran. (DangerZone™)

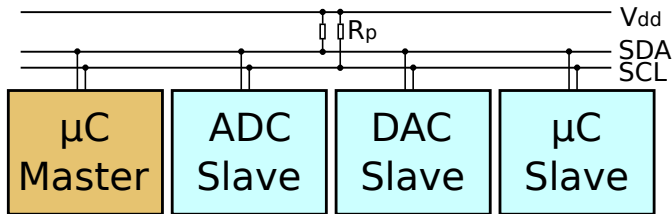
3.3V	1	2 5V
I2C0 SDA	3	4 DNC
I2C0 SCL	5	6 GROUND
GPIO4	7	8 UART TXD
DNC	9	10 UART RXD
GPIO 17	11	12 GPIO 18
GPIO 21	13	14 DNC
GPIO 22	15	16 GPIO 23
DNC	17	18 GPIO 24
SP10 MOSI	19	20 DNC
SP10 MISO	21	22 GPIO 25
SP10 SCLK	23	24 SP10 CE0 N
DNC	25	26 SP10 CE1 N

- Možnost ovládání jednoduchého HW (LEDky, tlačítka)
- Nelze dosáhnout přesné časování, ani generování přesných signálů
- Knihovny pro různé programovací jazyky, včetně využití přerušování (namísto pollingu)

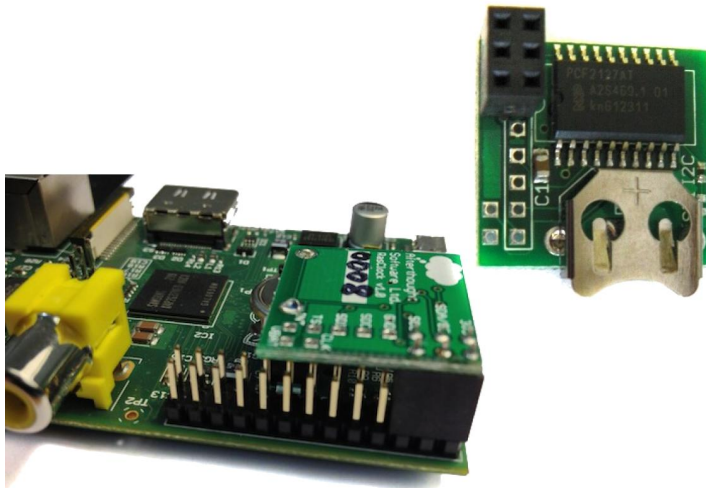
```
# echo "4" > /sys/class/gpio/export  
# echo "out" > /sys/class/gpio/gpio4/direction  
# echo "1" > /sys/class/gpio/gpio4/value
```

Sběrnice I²C

- Dvoudrátová sběrnice (SCL, SDA, zem) pro komunikaci mezi integrovanými obvody (*Inter-Integrated Circuits*)
- Nenáročná na časování, rychlost až 100/400 kBAUD
 - v RPi je možné rychlost nastavit parametrem modulu
- *Open-drain* sběrnice
 - v klidu je log. 1 zajištěna pomocí R_p (vestavěn v RPi)
 - každé zařízení může stáhnout sběrnici do log. 0
- Režim Master-slave, 7-bitová adresa slave zařízení

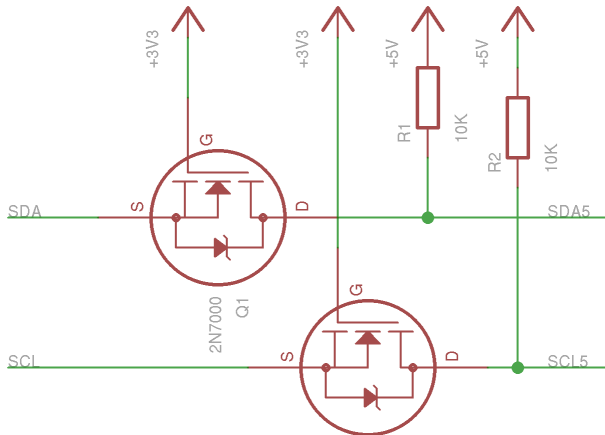


Mods – I²C RTC modul



Připojení I²C s 5 V logikou

- Většina 5 V zařízení rozpozná 3,3 V jako log. 1
- Lepší je ale použít level shifter s MOSFET tranzistory



Ovládání I²C z Linuxu

```
# modprobe i2c-bcm2708
# modprobe i2c-dev
# i2cdetect 0
```

```
WARNING! This program can confuse your I2C bus, cause data loss and worse!
I will probe file /dev/i2c-0.
I will probe address range 0x03-0x77.
Continue? [Y/n]
```

```
  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  UU  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  50  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
```

```
# echo pcf8583 0x50 \
  > /sys/bus/i2c/devices/i2c-0/new_device
# hwclock
```



Použití udev pravidel pro I²C

- Sběrnice nepodporuje enumeraci zařízení, přiřazení ovladačů k adresám je součástí definice platformy
 - pro RPi těžko použitelné
- Ovladač lze taky přiřadit ručně pomocí sysfs
- V případě RTC je záhodno to udělat co nejdříve po startu
 - ideálně před `fsck`

```
# cat /etc/udev/rules.d/85-hwclock.rules
```

```
DEVPATH==" /devices/platform/bcm2708_i2c.0/i2c-0", \  
RUN+="/bin/sh -c 'echo pcf8583 0x50 \  
> /sys/bus/i2c/devices/i2c-0/new_device'" \  
KERNEL=="rtc0", RUN+="/sbin/hwclock --hctosys"
```



- Jednodrátová sběrnice (data, zem), umožňující i napájení malých zařízení ze sběrnice
- Pomalá, funkční i na delší vzdálenost
- Typické využití – docházkové systémy (iButton), identifikace napájecího zdroje pro notebook (Dell, HP)
- Každé zařízení s unikátní 64-bitovou adresou, možnost paralelního připojování mnoha zařízení
- Složitější protokol na implementaci, nutnost přesného časování
- Levná a dostupná digitální teplotní čidla DS18B20

1-Wire pomocí GPIO 4

- GPIO 4 bylo zvoleno při definici platformy RPi
- Lze použít pouze na krátké vzdálenosti
- Nelze použít parazitní napájení ze sběrnice
- Velké riziko poškození RPi

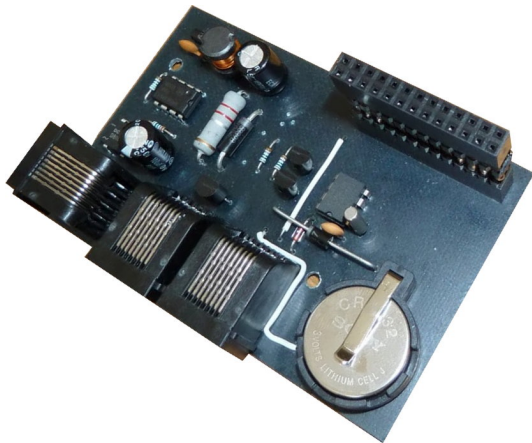
```
# modprobe w1-gpio
# modprobe w1-therm
# cat /sys/bus/w1/devices/*/w1_slave
95 01 4b 46 7f ff 0b 10 0b : crc=0b YES
95 01 4b 46 7f ff 0b 10 0b t=25312
```

1-Wire pomocí DS2482-100

- HW řadič 1-Wire, připojený k nadřazenému systému pomocí I²C
- Stará se o přesné časování
- Plně podporován Linuxem
- Aktivní pull-up – nabíjí kapacitu dlouhého vedení rychleji, poskytuje dostatečný proud pro konverzi teploty, či zápis EEPROM
- Existuje také ve variantě s osmi sběrnicemi

PoePi

- *Step-down* měnič z 12-40 V na 5 V/0.75 A
- 1-Wire řadič DS2482-100
- Hodiny PCF8583



Děkuji za pozornost.

