Začínáme s Raspberry Pi Pico

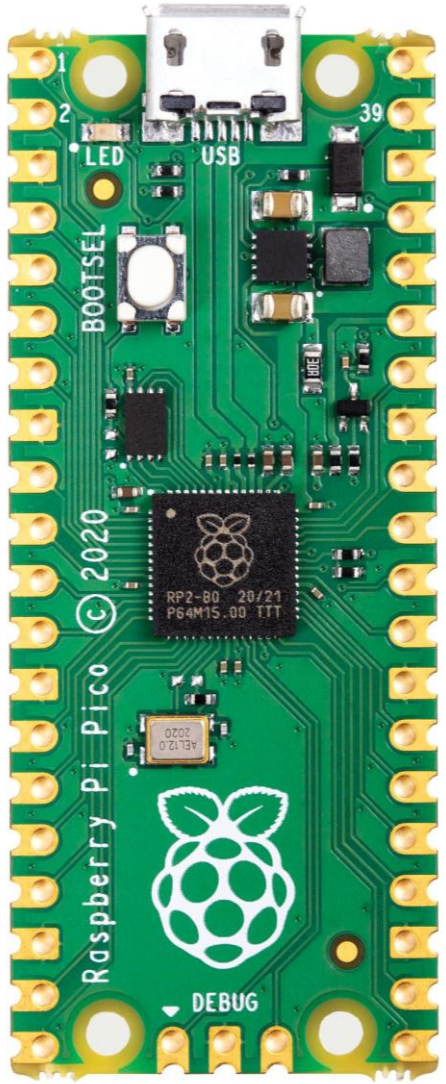
Ing. Filip Šlapal, M.Sc. | Katedra teorie obvodů | slapafil@fel.cvut.cz

LÉKAŘSKÁ ELEKTRONIKA A BIOINFORMATIKA

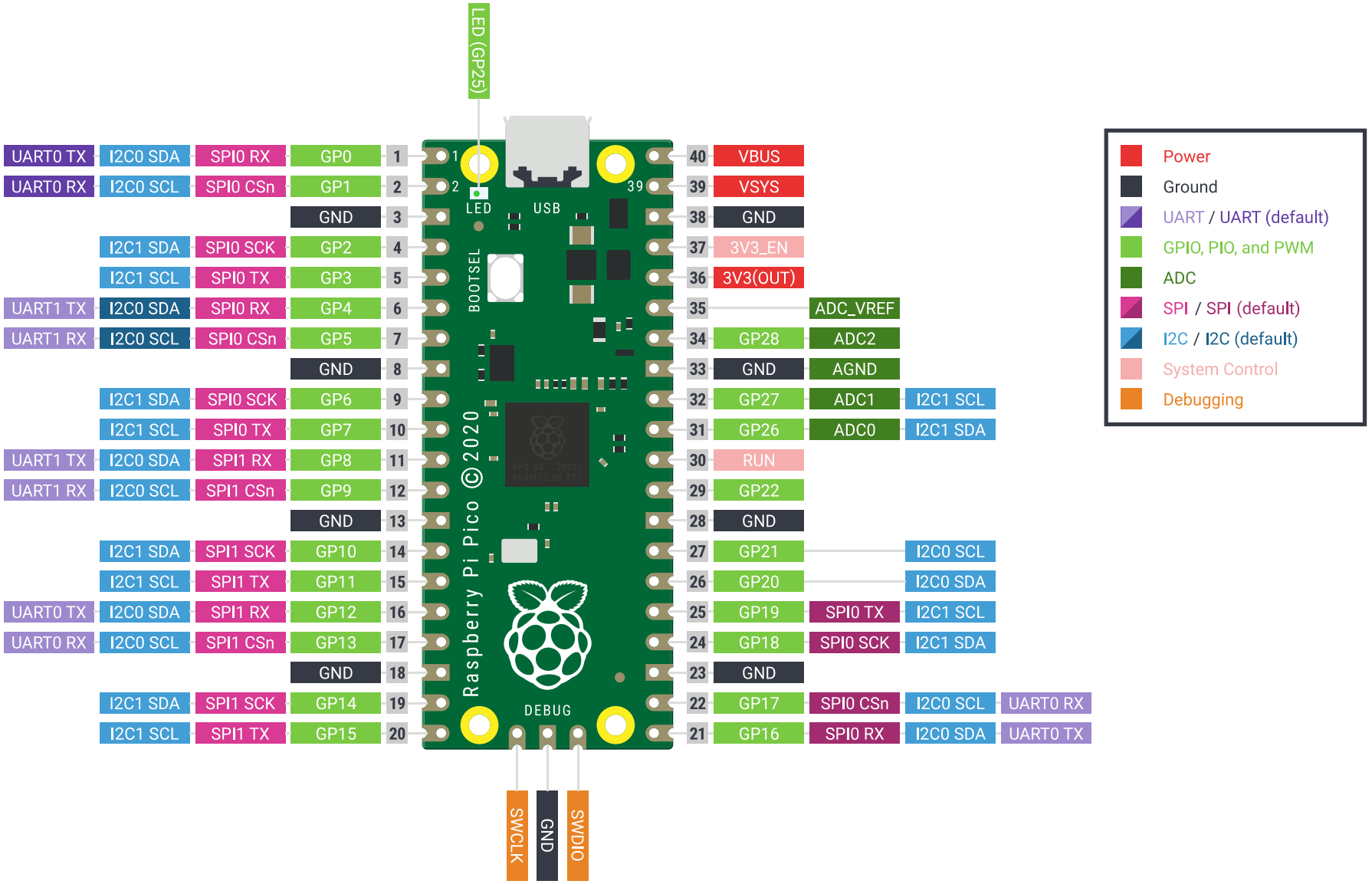
ČVUT ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Základní parametry

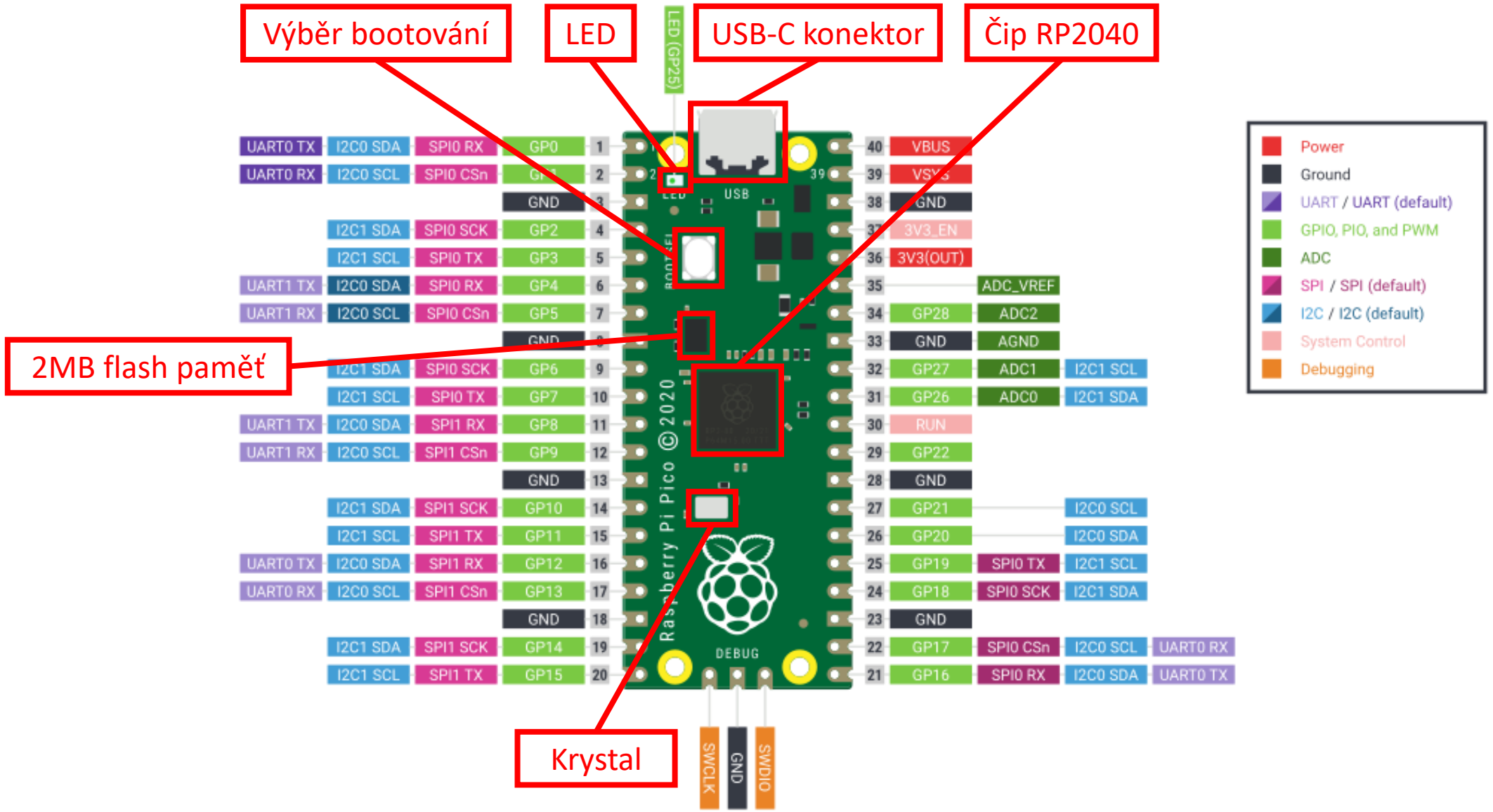
- Destička o rozměrech 21 x 51 mm
- Jednočipový počítač (mikrokontrolér) RP2040
- Dvoujádrový procesor Arm Cortex M0+
- 264 kB SRAM paměti
- 2MB QSPI flash paměti
- 26 multifunkčních GPIO pinů (3x AD převodník)
- Komunikační sběrnice
  - 2x UART, 2x SPI, 2x I2C, 16x PWM, 1x USB
- Vstupní napětí v rozsahu 1.8 - 5.5 V
- Vestavěný teploměr a LED dioda
- Možnost mass storage módu pro snadné programování
- Přesné hodiny, spánkové módy



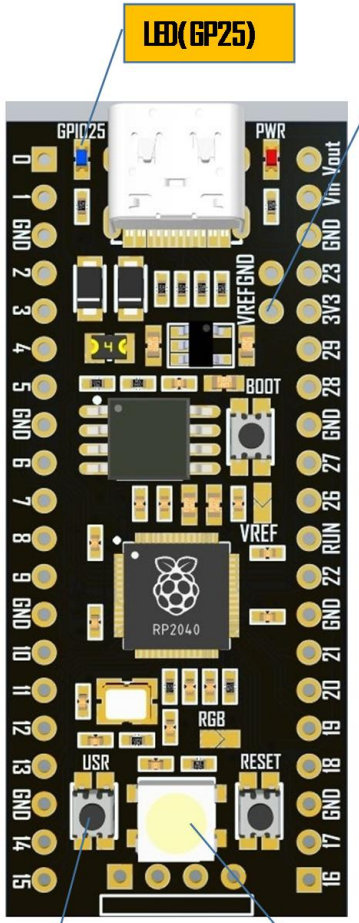
Pinout Rpi Pico



Fyzické umístění komponent Rpi Pico



Pinout YD-RP2040

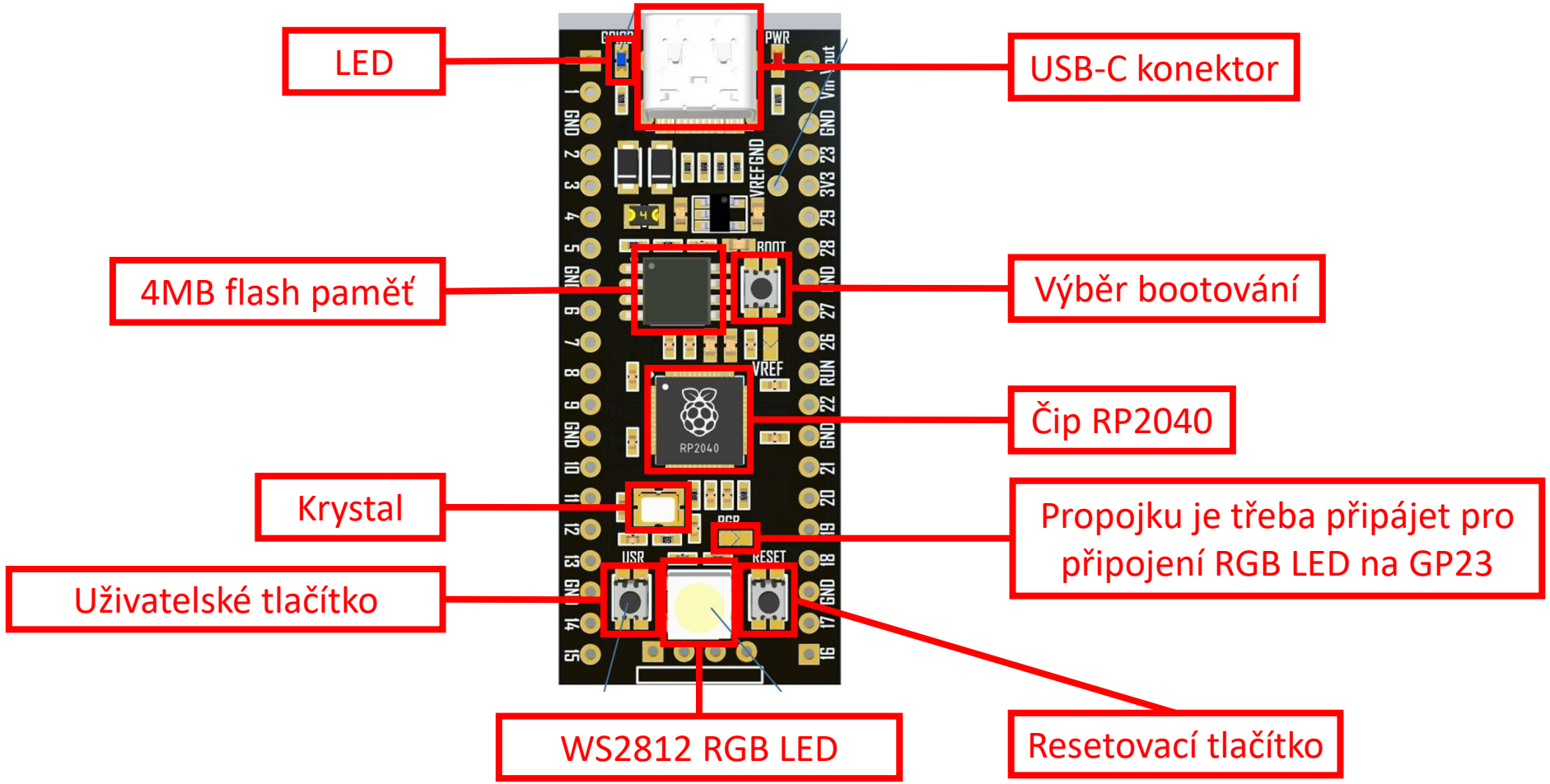


USART0 TX	I2C0 SDA	SPI0 RX	GP0	1	40	Vout		
USART0 RX	I2C0 SCL	SPI0 CSn	GP1	2	39	Vin		
			GND	3	38	GND		
	I2C1 SDA	SPI0 SCK	GP2	4	37	GP23		
	I2C1 SCL	SPI0 TX	GP3	5	36	3V3		
USART1 TX	I2C0 SDA	SPI0 RX	GP4	6	35	GP29	ADC3	
USART1 RX	I2C0 SCL	SPI0 SCn	GP5	7	34	GP28	ADC2	
			GND	8	33	GND	AGND	
	I2C1 SDA	SPI0 SCK	GP6	9	32	GP27	ADC1	I2C1 SCL
	I2C1 SCL	SPI0 TX	GP7	10	31	GP26	ADC0	I2C1 SDA
USART1 TX	I2C0 SDA	SPI1 RX	GP8	11	30	RUN		
USART1 RX	I2C0 SCL	SPI1 CSn	GP9	12	29	GP22		
			GND	13	28	GND		
	I2C1 SDA	SPI1 SCK	GP10	14	27	GP21		I2C0 SCL
	I2C1 SCL	SPI1 TX	GP11	15	26	GP20		I2C0 SDA
USART0 TX	I2C0 SDA	SPI1 RX	GP12	16	25	GP19	SPI0 TX	I2C1 SCL
USART0 RX	I2C0 SCL	SPI1 CSn	GP13	17	24	GP18	SPI0 SCK	I2C1 SDA
			GND	18	23	GND		
	I2C1 SDA	SPI1 SCK	GP14	19	22	GP17	SPI0 CSn	I2C0 SCL	USART0 RX
	I2C1 SCL	SPI1 TX	GP15	20	21	GP16	SPI0 RX	I2C0 SDA	USART0 TX

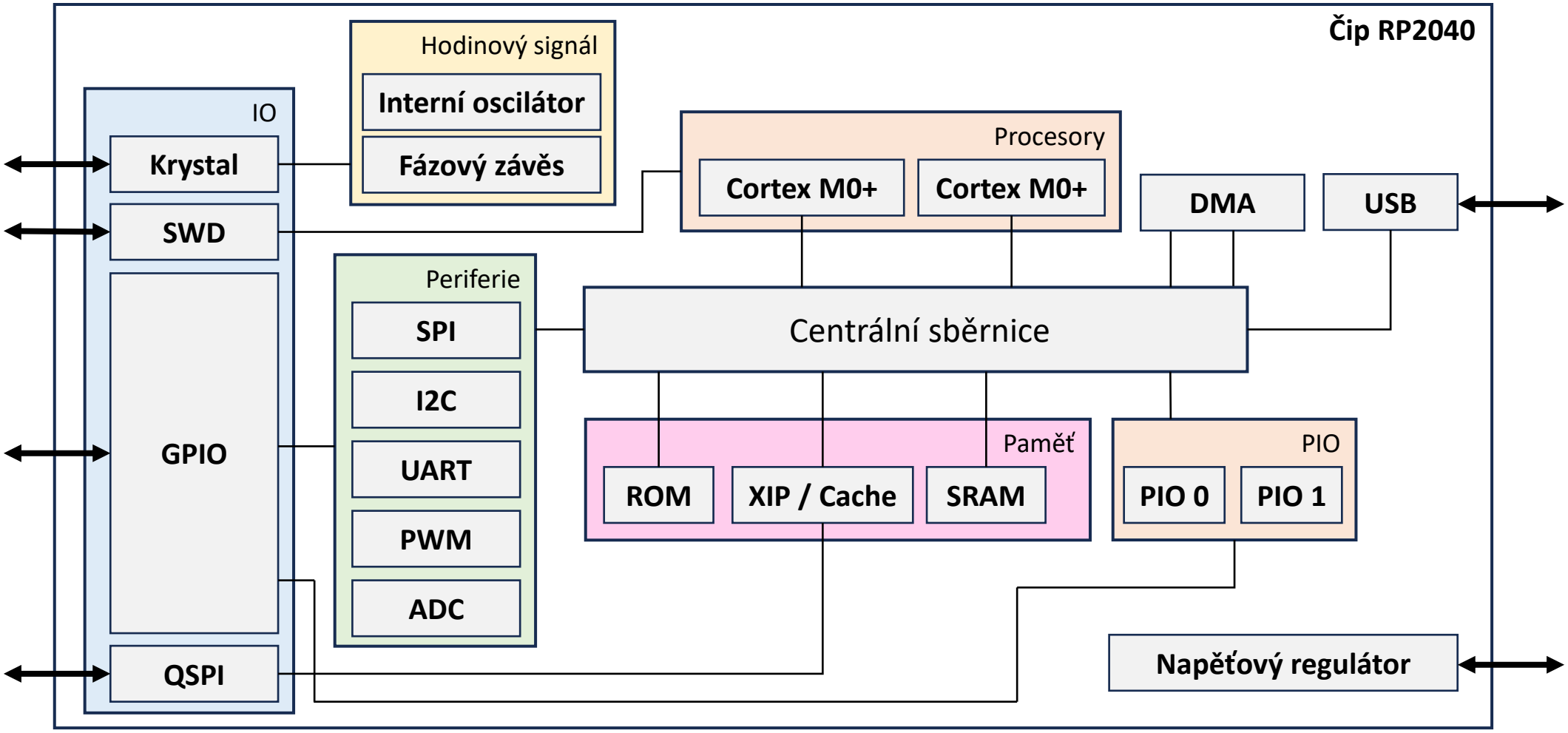
VCC-GND® Studio
源地®工作室

	Power
	Ground
	USART
	USART (default)
	GPIO and PIO
	ADC
	SPI
	I2C
	SYS Control
	Debugging

Fyzické umístění komponent YD-RP2040



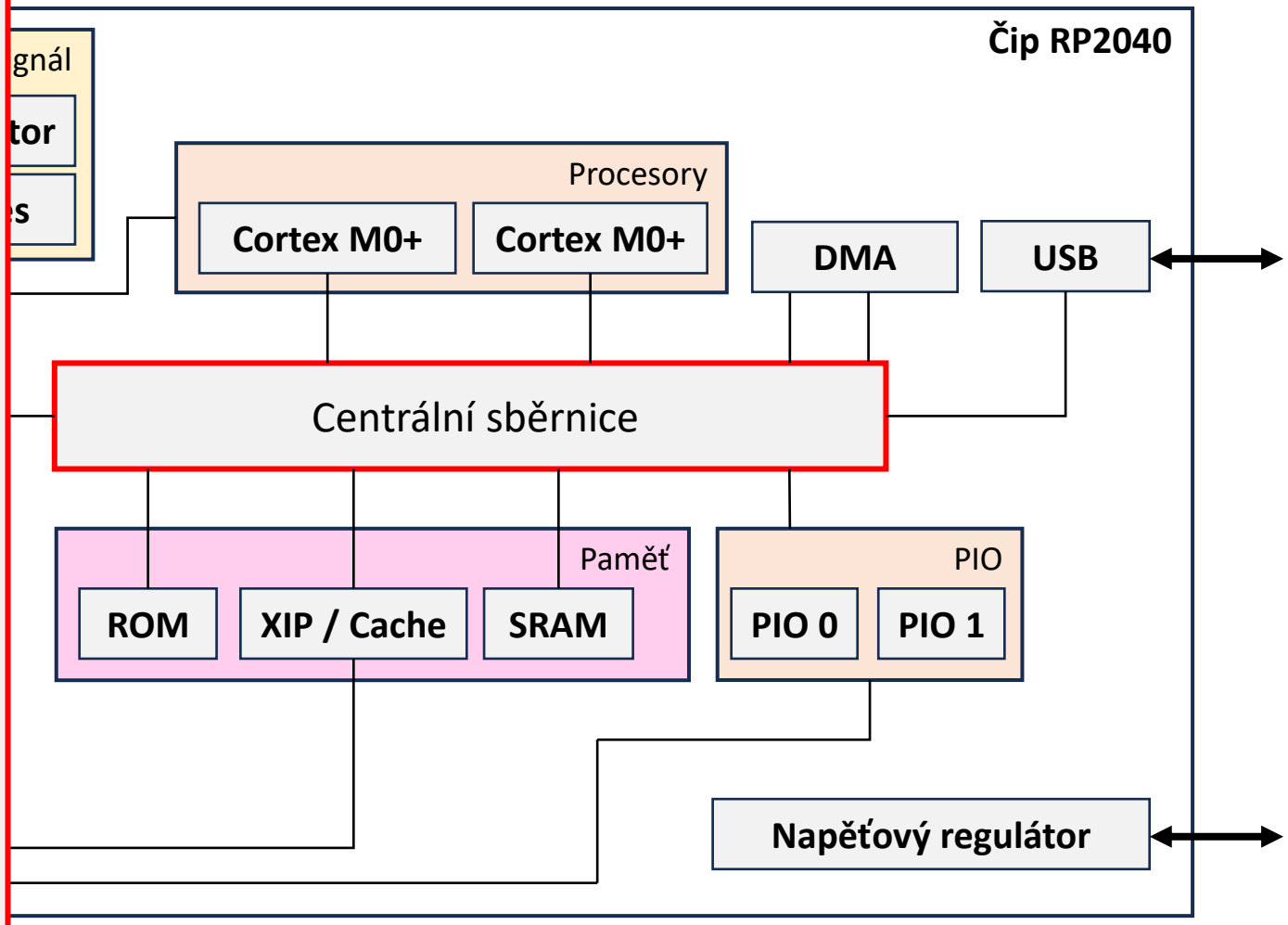
Co je uvnitř čipu RP2040?



Co je uvnitř čipu RP2040?

Centrální sběrnice

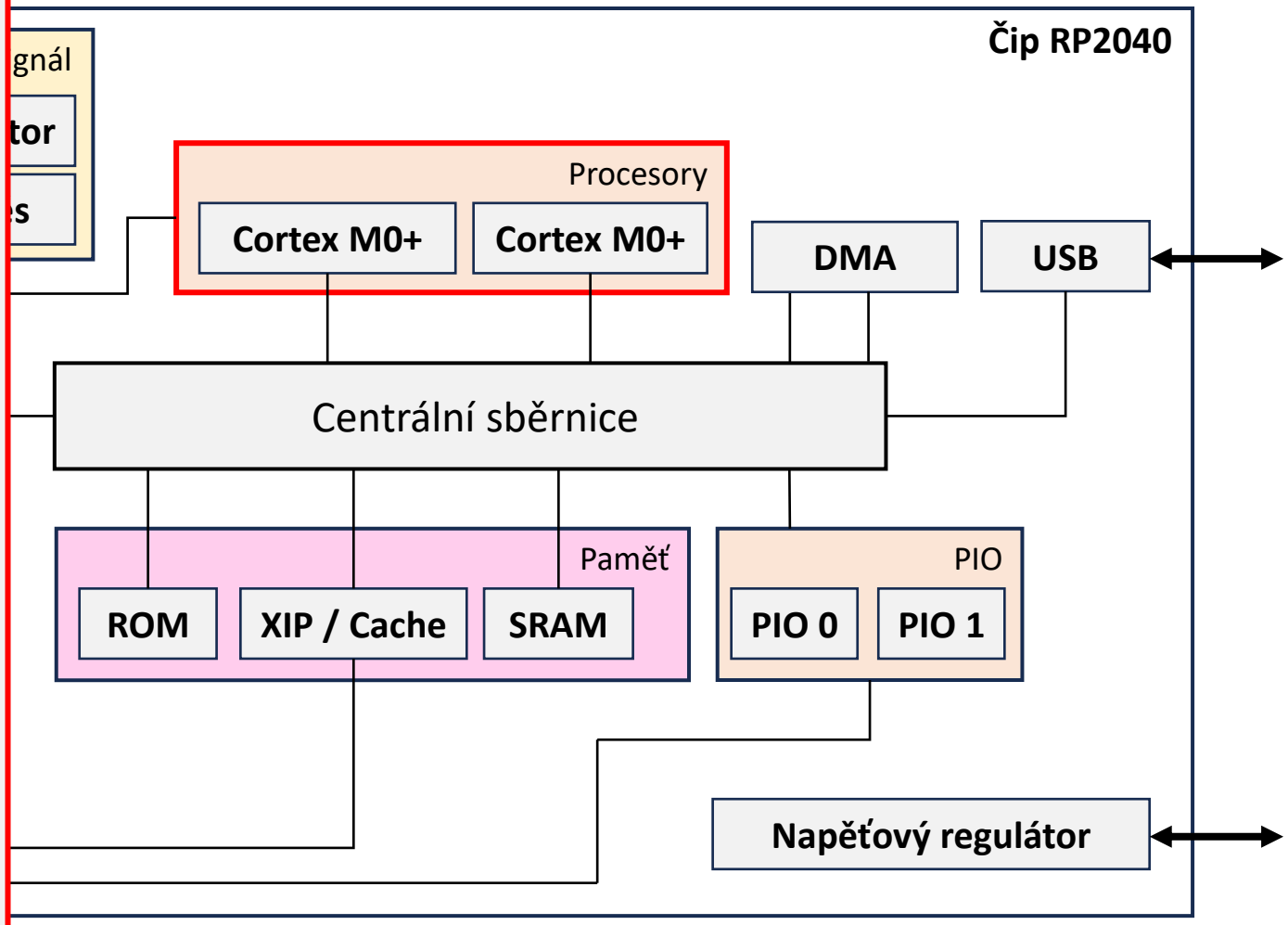
- Umožňuje rychlou komunikaci procesoru s pamětí / DMA / periferiemi / …



Co je uvnitř čipu RP2040?

Procesory

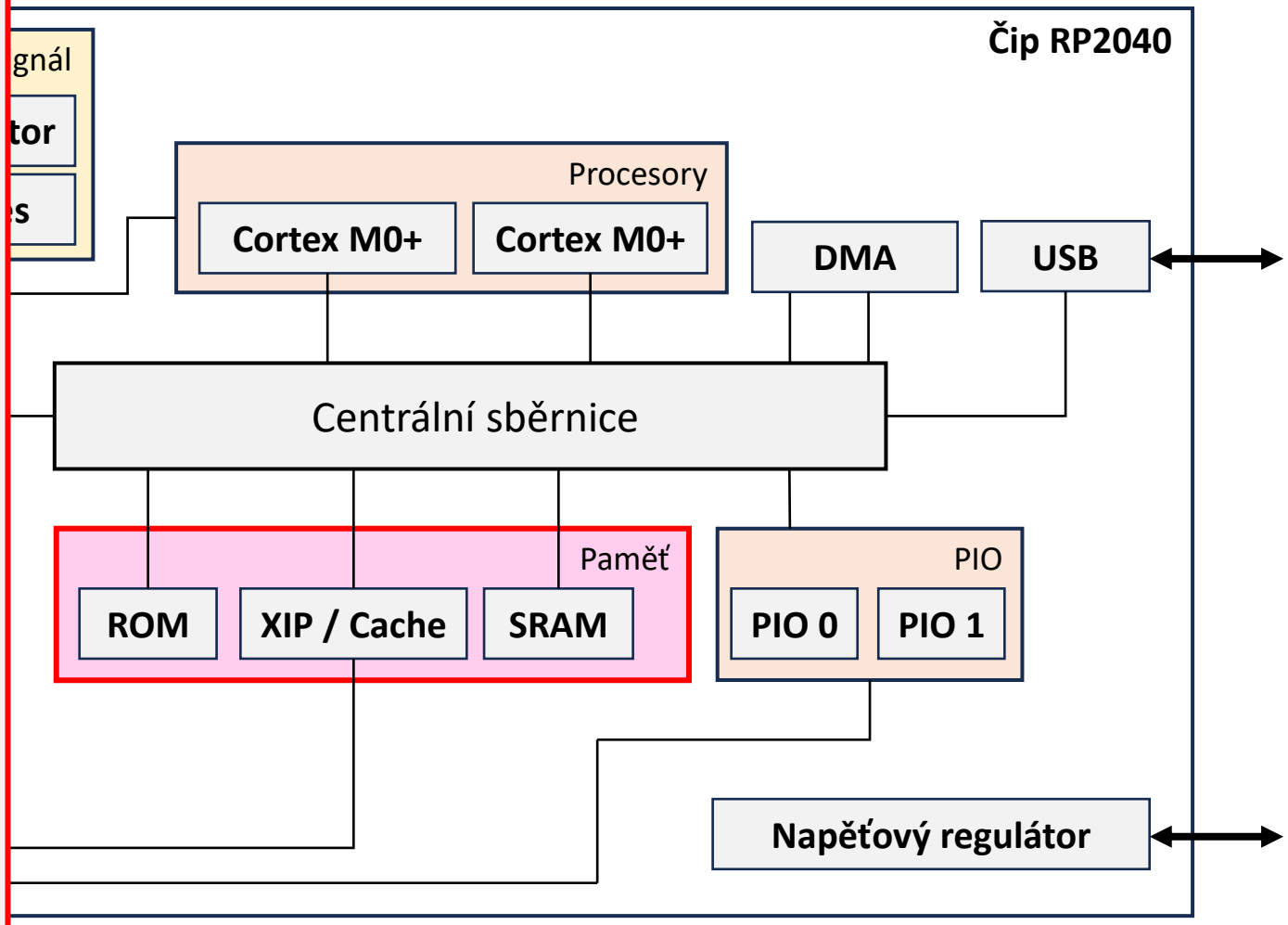
- 2-jádrový 32b procesor Arm Cortex M0+
- Frekvence až 133 MHz
- Umožňuje dvouvláknové programování



Co je uvnitř čipu RP2040?

Paměť

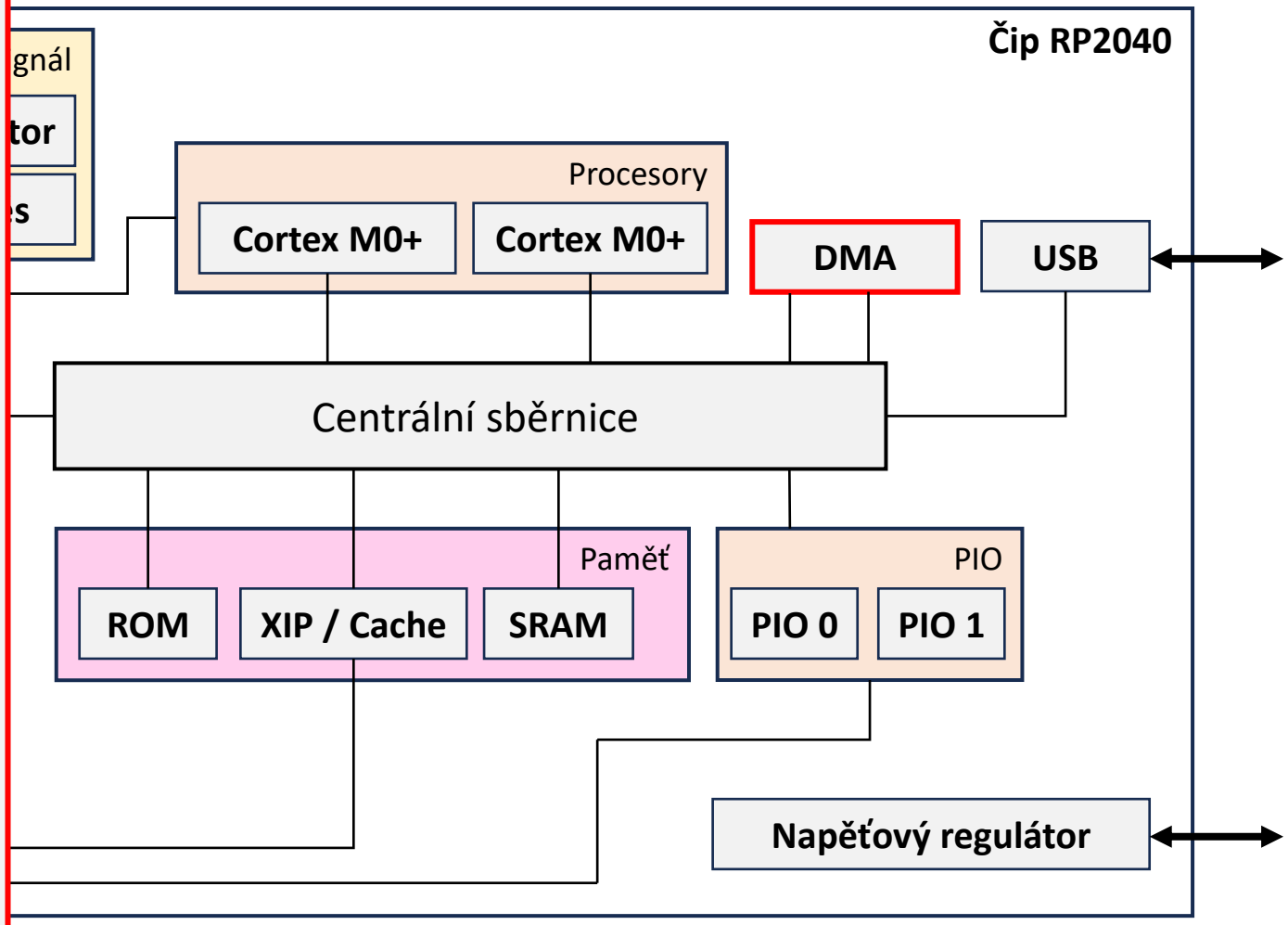
- ROM (Read only memory)
  - 16 kB
  - připraveno od výrobce, nelze ji přepsat
  - Obsah se spustí při zapnutí napájení a řídí prvotní náběh systému
  - Například zajišťuje mass storage mode
- XIP (Execute-in-place)
  - Umožňuje připojit externí paměť, ke které je následně přistupováno jako k interní paměti (stejné adresování)
  - 2MB nevolatilní flash paměť
  - Připojení přes QSPI rozhraní
- SRAM (Static random access memory)
  - Fyzicky rozdělená do 6 bank pro možnost paralelního přístupu
  - Tváří se jako jednolitá 264 kB paměť
  - Až čtyři 32b přístupy na jeden takt



Co je uvnitř čipu RP2040?

DMA

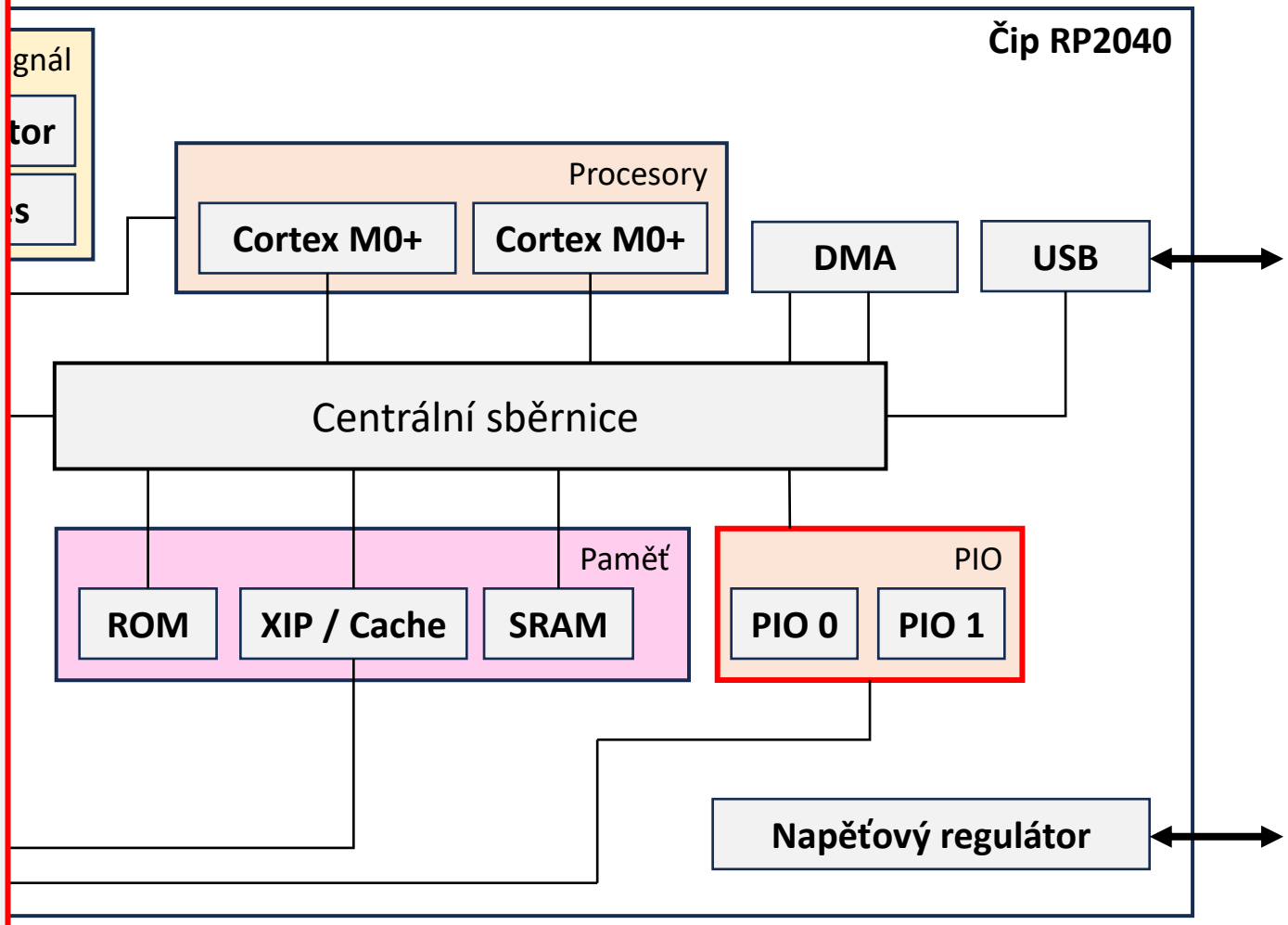
- Direct memory access
- Umožňuje pracovat s pamětí bez nutnosti zapojení procesoru -> zrychlení systému
- Kopírování dat mezi různými paměťmi nebo mezi pamětí a periferiemi
- Separátní porty pro zápis a čtení
- Přenos až 100 MB/s



Co je uvnitř čipu RP2040?

Programovatelný I/O blok

- Univerzální hardwarové rozhraní
- Čtyři programovatelné stavové automaty v jednom bloku, které nezávisle vykonávají programy pro manipulaci s GPIO
- K dispozici dva identické bloky
- Podporuje například I2C, SPI nebo UART



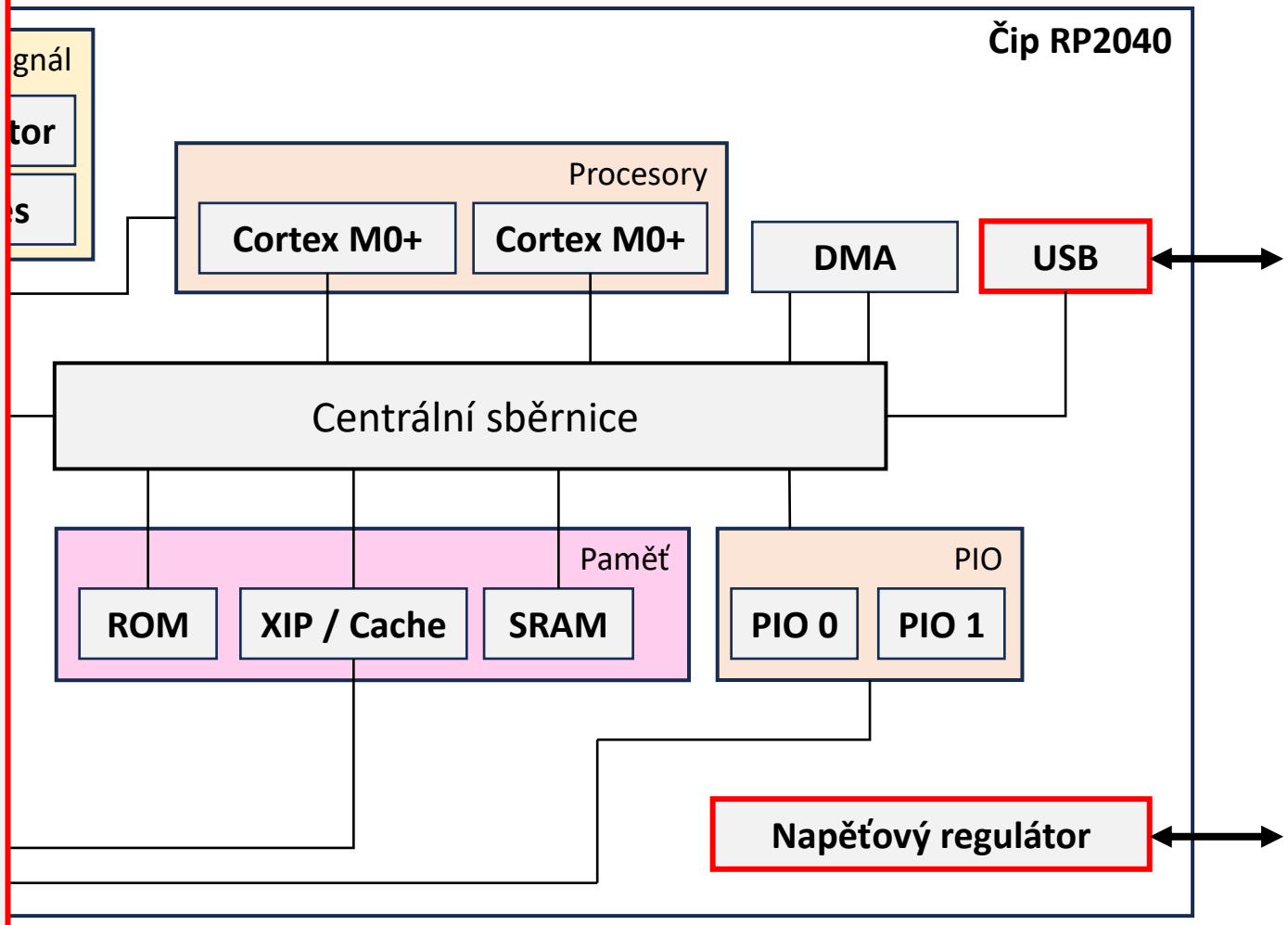
Co je uvnitř čipu RP2040?

USB

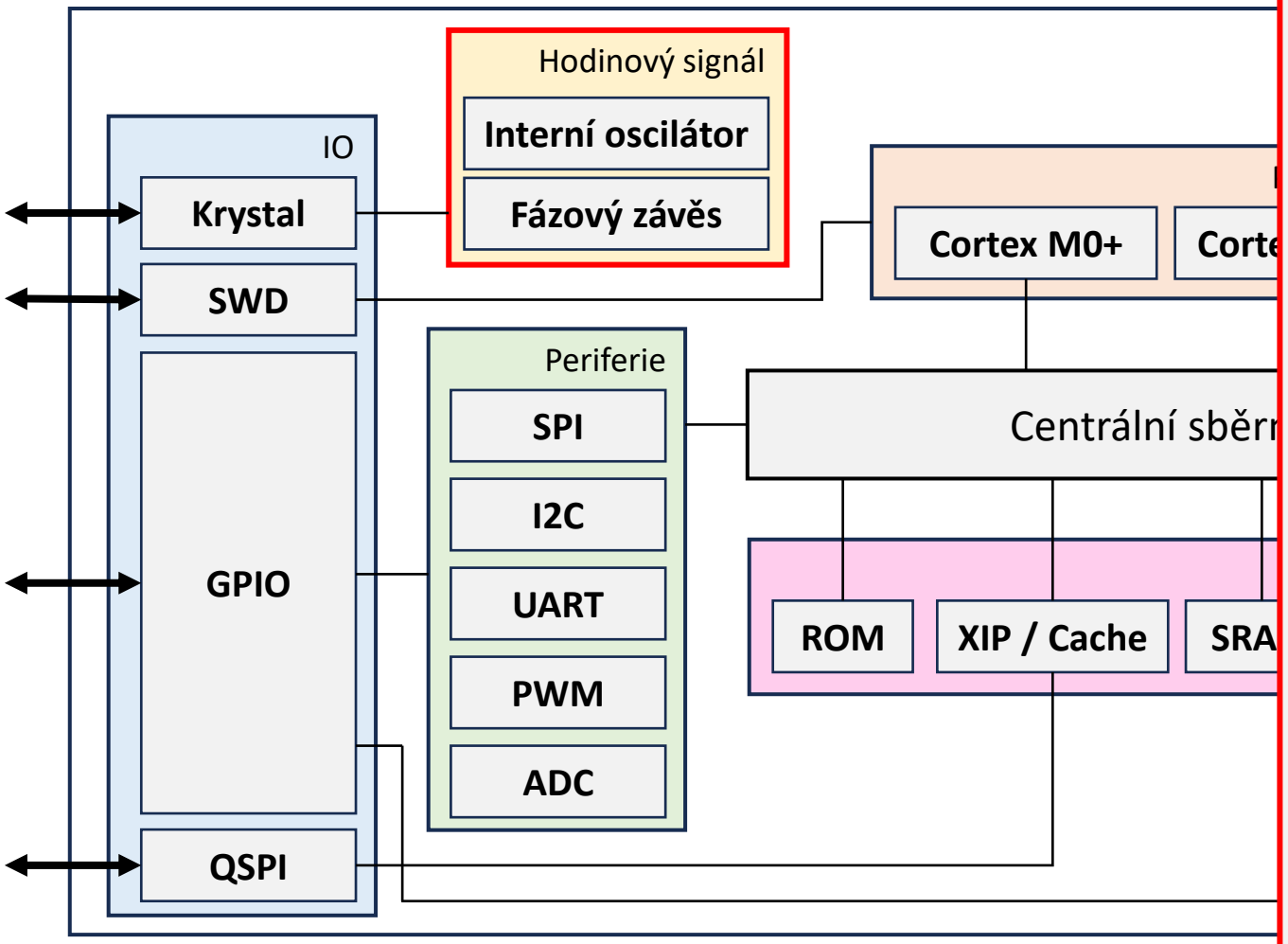
- Připojení USB komunikační linky

Napěťový regulátor

- Řídí vstupní napětí do čipu
- Zabezpečuje, že ke správnému fungování stačí pouze jedno vstupní napětí (např. z USB), které je poté regulováno do čipu



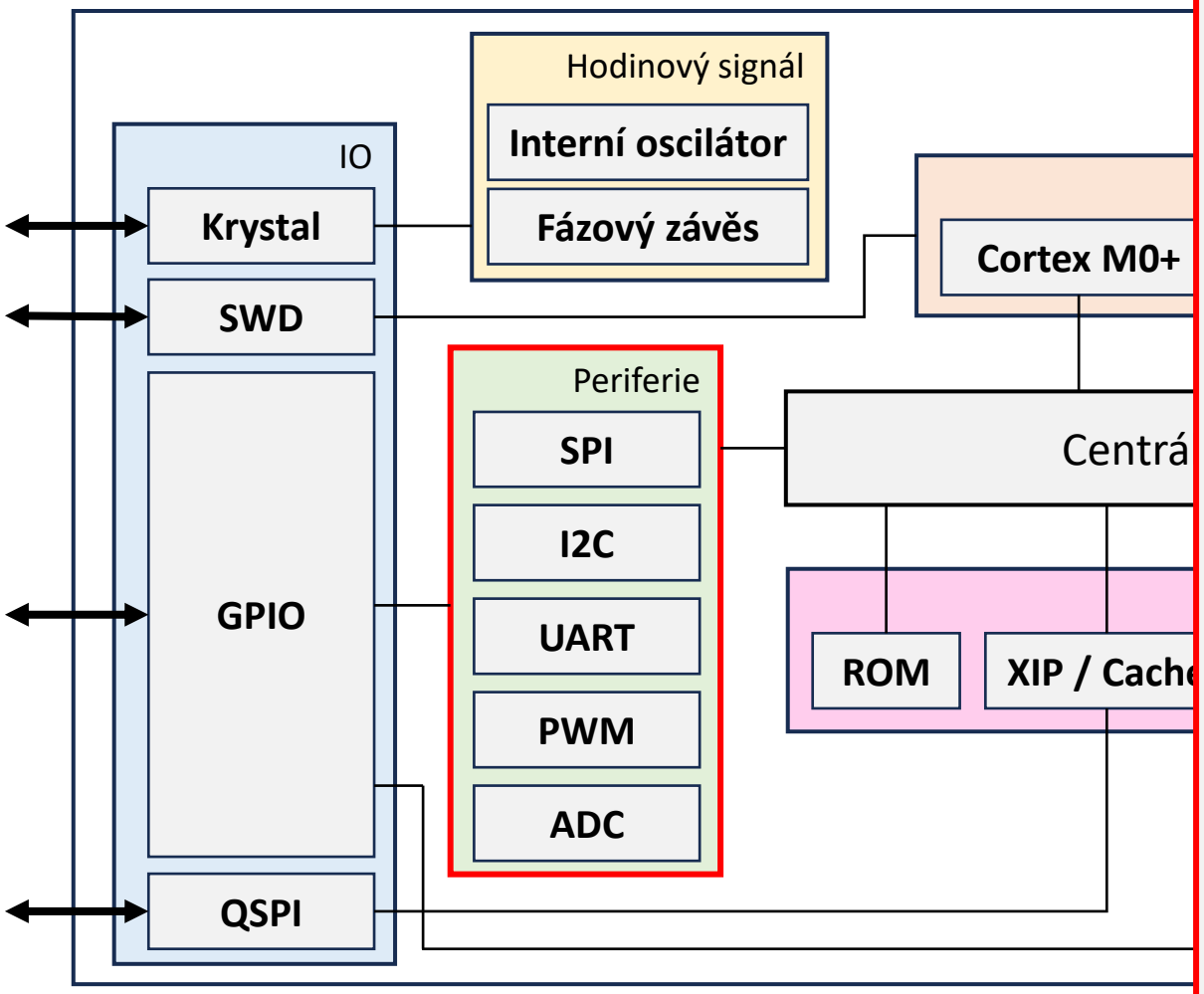
Co je uvnitř čipu RP2040?



Hodinový signál

- Nepřesný interní oscilátor není vhodný pro operace, kde je vyžadována vysoká přesnost (např. USB komunikace)
- 12 MHz krystal vytváří přesný hodinový signál
- Fázový závěs umožňuje frekvenci dále zrychlit například pro potřeby ADC a USB komunikace (48 MHz)

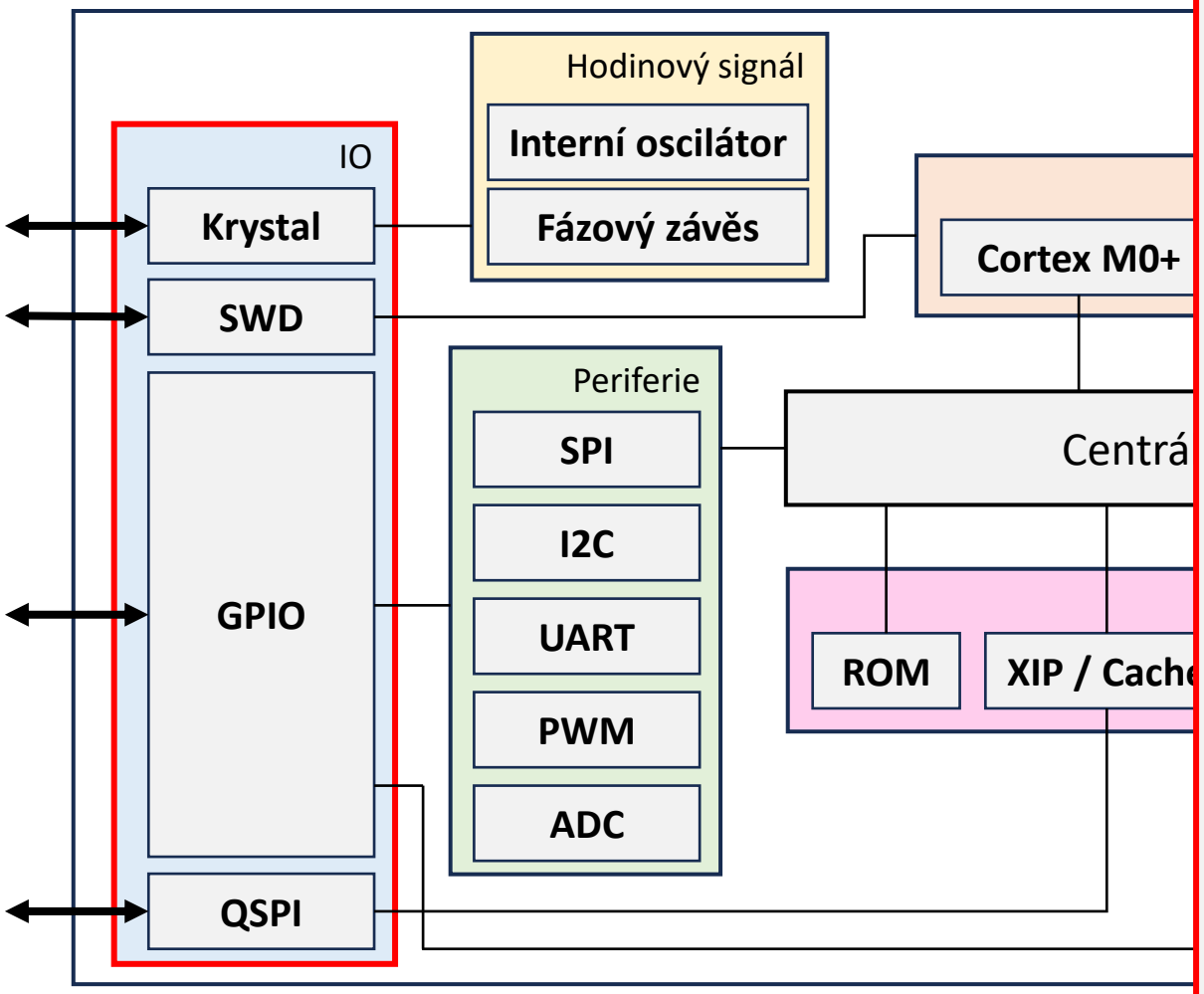
Co je uvnitř čipu RP2040?



Periferie

- SPI (Serial Peripheral Interface)
  - Synchronní sériová komunikace
  - Master-slave systém
  - Čtyřdrátová komunikace
    - CLK (clock)
    - CS (chip select)
    - MOSI (master out, slave in)
    - MISO (master in, slave out)
- I2C (Inter-Integrated Circuit)
  - Synchronní sériová komunikace
  - Master-slave systém
  - Dvoudrátová komunikace
    - SCL(Serial clock line)
    - SDA (serial data line)
- UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)
  - Asynchronní sériová komunikace
  - Dvoudrátová komunikace
    - TX (transmit)
    - RX (receive)
- PWM (Pulse Width Modulation)
  - Řízení střídy v obdélníkovém signálu
- ADC
  - SAR (Successive Approximation Register) převodník
  - 500 ks/s (při využití 48 MHz hodin)
  - 12b s 8.7 ENOB (Effective number of bits)
  - 4 GPIO vstupy, na pátém připojený teploměr

Co je uvnitř čipu RP2040?



IO (Input Output)

- Krystal
  - Vytváří přesný 12 MHz hodinový signál
- SWD (Serial Wire Debug)
  - Umožňuje debuggování čipu
  - Přístup do procesoru / SRAM
- GPIO (General-Purpose Input Output)
  - Pin s konfigurovatelným nastavením
  - Můžeme přepínat mezi vstupem a výstupem
  - Například ADC / SPI / UART / …
- QSPI
  - Připojení 2MB externí flash paměti

Co se skrývá v procesoru?

- Programový čítač obsahuje adresu instrukce, která se má v daném taktu provést a postupně se posouvá
- Instrukce je přečtena z registru instrukce a dekódována v dekodéru instrukcí na základě dané sady instrukcí zakódované v ROM paměti
- V ALU je provedena operace nad registry / pamětí
- Pokračuje se na další takt

