# Komunikační rozhraní MCU a jednodeskových počítačů – vlastnosti a použití sběrnic SPI, I2C, rozhraní USART

## USART (univerzální synchronní/asynchronní příjem a vysílání)

* Full DUPLEX přenos
* Komunikace pouze dvou zařízení
* Synchronní a asynchronní přenos
* Sériový přenos
* Tři samostatné přerušení (TX kompletní, TX datový registr prázdný, RX kompletní)
  + **Synchronní:**
  + Má jeden hodinový generátor na straně DCE a signál je přijímán na DTE
  + USART může pracovat jako “Master” (generuje clock na pinu XCK) nebo jako “Slave” (přijímá clock z pinu XCK)
  + **Asynchronní**:
  + Start bit, 5 až 8 nebo 9 datových bitů, parita, 1 nebo 2 stop bity
  + Každá strana má vlastní hodinový generátor nastavený na stejnou rychlost
  + Jednotlivé datové bity jsou zapouzdřeny do rámce a přenášeny v libovolné časovém rozmezí
  + Rychlost přenosu dat se udává v Baudech (**Baud rate**, Bd) 1 baud = 1 bit/s

Obsah obrázku text, Písmo, diagram, řada/pruh

Popis byl vytvořen automaticky

Obsah obrázku diagram, Plán, Technický výkres, schématické

Popis byl vytvořen automaticky

Jednotka USART se tvoří ze tří bloků: **generátor hodin, vysílač a přijímač**

* **Generátor hodin** umožňuje pomocí předděliče nastavit požadovanou **rychlost přenosu**.
* **Vysílač** tvoří jeden buffer**, sériový posuvný registr**, **generátor parity a řídící logiku** pro různé formáty sériových rámců. Zapisovací buffer umožňuje kontinuální přenos rámců bez jakéhokoliv zpoždění mezi rámci.
* **Přijímač** obsahuje navíc **jednotku pro obnovu hodin a dat**, dále detektor parity, řídící logiku, posuvný registr a dvouúrovňový přijímací kruhový buffer (UDR), který pracuje jako kruhový FIFO(“First In –First Out”).
* **Příznakové bity chyb FE** (chyba rámce, není indikovaný platný stop bit), **DOR** (ztráta znaku, když je již příjímací buffer plný), **UPE** (chybná parita), a devátý přijatý bit RXB8jsou ukládány s daty v přijímacím dvouúrovňovém bufferu **UDR**. Proto musí být vždy příznakové bity přečteny dříve než přenášená data.
* **Přijímač podporuje ve stejném čase stejné formáty rámců jako vysílač**, ale navíc může detekovat chybu rámce, ztráty znaku a chybu parity

Obsah obrázku řada/pruh, Písmo, číslo, text

Popis byl vytvořen automatickyLogika obnovy hodinového signálu a dat

* Přijatý signál je **vzorkován** vyšší frekvencí(dva módy – U2X), než je rychlost přenosu. Pokud **dva ze tří** vzorků (většina) nemají stejnou logickou úroveň, je signál považován za **šum** a přijímač hledá další přechod z HL na LL pro nalezení startovacího bitu.
* Po **sestupné** **hraně** v bodě 1 použije logika obnovy hodin vzorky **8, 9** a **10** pro **normální** **režim** a vzorky **4**, **5** a **6** pro **režim dvojnásobné rychlosti** k rozhodnutí, zda je **přijat** platný počáteční bit .

# Obsah obrázku text, Písmo, snímek obrazovky, číslo Popis byl vytvořen automatickySPI (Serial Peripheral Interface)

* **Synchronní** vysoce rychlostní **full duplexní** spojení **dvou nebo více komunikujících uzlů** na **kratší vzdálenost**
* **Master** zahajuje a řídí veškerou činnost na sběrnici
* Pomocí signálu **Slave Select** (**SS**) vybírá master podřízený **uzel** (**slave**), se kterým chce komunikovat
* **Master** obsahuje **generátor** hodinového signálu – Clock (**SCLK**), který rozvádí do slave uzlů
* **Master** **vysílá** data signálem **Master Out** **/** **Slave In** (**MOSI**).
* **Master** **přijímá** data od Slave uzlu signálem **MISO Master In / Slave Out**

## Obsah obrázku text, diagram, číslo, řada/pruh Popis byl vytvořen automatickyKomunikace s více slave uzly SPI

* Piny **CS0** až **CS2** Master vybírá **právě jeden uzel typu slave,** se kterým Master komunikuje
* Signál **MOSI** bývá rovněž označován jako **SDO** a signál **MISO** jako **SDI**.
* Pin **DI** na zařízení typu **Master** je připojen na pin **DO** u zařízení typu **slave** a přenáší signál **SDI** (**MISO**) a naopak.
* Je vhodnější používat označení signálů a pinů **MOSI** a **MISO**.

## Princip komunikace po sběrnici SPI

* datový záchytný registr **Serial** **Input** **Buffer** – **SSPBUF**
* posuvný registr **Shift** **Register** – **SSPSR** přijímaná/vysílaná data (z posuvného registru se posílají data do slave uzlu, data která přijdou do slave postupně vysouvají data z posuvného registru)
* Vysílání i příjem jednoho bitu je nedělitelná operace, proběhne ve stejný okamžik
* Obsah obrázku text, diagram, Plán, řada/pruh

  Popis byl vytvořen automatickySPI rozlišuje **čtyři** datové módy a časování podle polarity a fáze hodinového signálu

## Obsah obrázku text, diagram, číslo, Písmo Popis byl vytvořen automatickyZřetězení uzlů na sběrnici SPI

* Hodinový signál je rozveden paralelně do všech uzlů
* Datové vodiče tvoří kruh.
* Každý uzel obsahuje posuvný registr, sériovým zapojením je vytvořen jeden dlouhý posuvný registr, přičemž každý uzel v danou chvíli „vidí“ pouze jednu osmici bitů.
* Je nutné na vyšší vrstvě vytvořit vhodný komunikační protokol.

# I2C sběrnice (TWI – two wire serial interface)

* I2C se používá k propojení nízko rychlostních periférií k základní desce či mikrokontrolerů
* Dvouvodičové sériové rozhraní **TWI** je kompatibilní s Phillips **I2C**
* Ideální pro typické aplikace mikrokontrolerů
* Umožňuje propojit až **128 různých zařízení**
* Propojení pomocí dvou obousměrných sběrnic – pro **hodiny** (**SCL**) a pro **data** (**SDA**)
* **Externí pull-up rezistor** pro každou linku sběrnice (výstup s otevřeným kolektorem).
* Zařízení připojená ke sběrnici mají jednotlivé adresy a mechanismy pro řízení sběrnice – protokol TWI

## Obsah obrázku diagram, řada/pruh, Technický výkres, Plán Popis byl vytvořen automatickyPropojení na sběrnici TWI (I2C)

* Budiče sběrnic jsou s otevřeným kolektorem (montážní AND, kde alespoň jedno zařízení vyšle LL – sběrnice je ve stavu LL, aby byla sběrnice ve stavu HL musí všechna zařízení být v odpojeném stavu)
* Parazitní kapacita sběrnice (max. 400 pF)ovlivňuje její max. rychlost (podle specifikace 200 kHz nebo 400 kHz)

## Formát a přenos dat TWI

* **Master** – iniciuje a ukončí přenos, generuje hodiny SCL.
* **Slave** – zařízení adresované masterem.
* Vysílač – **Transmitter** umisťuje data na sběrnici
* Přijímač – **Receiver** čte data ze sběrnice.
* Přenos je zahájen, když master vydá stav **START** na sběrnici a je ukončen, když vydá stav **STOP**.
* Mezi stavem START a STOP je sběrnice považována za zaneprázdněnou.
* **OPAKOVANÝ** **START** se používá, když daný master zahájí nový přenos, aniž by se vzdal kontroly nad sběrnicí (vydal stav STOP).
* Obsah obrázku diagram, text, řada/pruh, Písmo

  Popis byl vytvořen automatickyStavy START a STOP jsou signalizovány změnou úrovně signálu SDA, když má signál SCL úroveň HL.

## Formát adresového paketu

* Všechny **adresové** **pakety** přenášené na sběrnici TWI mají délku **9 bitů**, skládající se ze **7 adresních** **bitů**, **jednoho řídicího bitu READ / WRITE** a **potvrzovacího bitu ACK**.
* Adresovaný slave potvrdí příjem paketu v **devátém** **cyklu** **SCL** (**ACK**) nastavením **SDA** na **HL**.
* Adresový paket se skládá ze slave adresy a bitu **READ** nebo **WRITE** a nazývá   
  se **SLA + R**, respektive **SLA + W**.

Obsah obrázku text, diagram, Písmo, snímek obrazovky

Popis byl vytvořen automaticky

## Formát datového paketu

* Všechny datové pakety přenášené na sběrnici TWI jsou dlouhé **devět** **bitů**: **1** **datový** **bajt** a **potvrzení** **ACK** (receiver vystaví LL na SDA) nebo **NACK** (signalizuje, že přijímač opustí linku nastavením SDA na HL
* Obsah obrázku text, diagram, řada/pruh, Vykreslený graf

  Popis byl vytvořen automatickyZasláním **NACK** přijímač informuje vysílač o příjmu posledního **bajtu**.

## Úsporný režim MCU

Vypnutí nepoužívaných modulů či funkcí v MCU a tím šetřit energii, mohou například běžet jen generátor hodin

* Idle mode – klidový režim zastaví hodiny. Umožňuje probudit MCU jak z vnějších přerušení, tak i z interních, jako je časovač.
* ADC Noise Reduction Mode – zastaví CPU, ale nadále funguje ADC převodník, vnější přerušení, I2C sběrnice, časovač/čítač a Watchdog, pokud jsou povoleny.
* Power-down mode – je zastaven i externí oscilátor. MCU může probudit pouze externí reset, watchdog reset, Brown-out reset, externí úroveň přerušení na INT0 a INT1.
* Power-save mode – podobný jako Power-down mode, udržuje v chodu časovač/čítač
* Standby mode – podobný jako Power-down mode, zůstává aktivní hodiny, MCU se probouzí v šesti hodinových cyklech.

## Jednodeskový počítač

Jednodeskový počítač (z angličtiny též SBC – single-board computer) je malý počítač s jednou deskou plošných spojů, jako je například Raspberry Pi, Intel Edison, nebo 64bitový AMD Gizmo Board. Tyto počítače však mívají bohaté možnosti rozšíření o další hardware, zejména vstupně/výstupní moduly.