

Hardware Mikroprocesorová technika

3. Sběrnice
3. ročník

Sběrnice – Bus

- ▶ Svazek vodičů propojující jednotlivá zařízení nebo obvody mezi sebou
- ▶ Zajišťuje přenos nejen dat, ale také adres nebo řídicích signálů či stavových hlášení
- ▶ Každá periférie v PC je připojena k nějaké sběrnici
 - Ty jsou pak přivedeny k severnímu nebo jižnímu mostu
 - Chipset, obsahující jejich řadiče
- ▶ Rychlost sběrnice může podstatně ovlivnit běh celého systému
 - Její návrh je neméně důležitý, jako návrh architektury uP

Sběrnice – Bus

- ▶ Musí vyhovovat typu uP, který udává šířku adresové a datové sběrnice
- ▶ Sběrnice v PC můžeme rozdělit na 2 části:
 - Lokální:
 - Přímou připojenou k uP nebo v rámci chipsetu
 - Nejrychlejší (FSB, QPI, DMI, ...)
 - Rozšiřující:
 - Také systémové
 - Umožňují připojení dalších komponent (periférií)
 - Pomalejší než lokální
 - Zakončeny slotem nebo portem
 - Kladen důraz na rychlost a standardizaci

Sběrnice – nejdůležitější parametry

Parametr	Význam	Jednotka
Šířka přenosu	Počet bitů, které lze současně přenést po sběrnici	bit
Frekvence	f_{MAX} s jakou může sběrnice pracovat	Hz
Přenosová rychlost (propustnost)	Počet přenesených bitů za jednotku času	bit/s (T/s)
Přístupová doba	Doba čekání na uvolnění sběrnice	s

Sběrnice – výhody a nevýhody

▶ Výhody:

- Možnost připojení více zařízení najednou
- Přehledná konstrukce
- Otevřené systémy
 - Možnost připojit/odpojit za chodu

▶ Nevýhody:

- Složité řízení (protokoly)
- Tak rychlá jako její nejpomalejší článek
- Rušení od jiných obvodů nebo sebe samotných
 - Vzdálenost a vysoké frekvence

Sběrnice – rozdělení

1. Řídící, datové, adresní

2. Podle typu přenosu

a) Sériové vs. Paralelní

- Jednotlivé bity jsou posílány za sebou v rámci CLK
- Všechny bity jdou současně s CLK
- Řízení realizováno po samostatných vodičích nebo stejných

b) Synchronní vs. asynchronní

- Jeden CLK, jež generuje master a posílá všem slave zařízením
- Každé zař. má svůj CLK, jež jsou po dobu přen. „synchronní“

3. Podle směru

- Jednosměrné vs. Obousměrné
 - Simplex, half-duplex, full-duplex

Sběrnice – sériové vs. paralelní

▶ Sériové:

- RS-232, RS-422, RS-485
- I2C, SPI, PS/2
- USB, FireWire, PCI-Ex
- SATA, eSATA

▶ Paralelní:

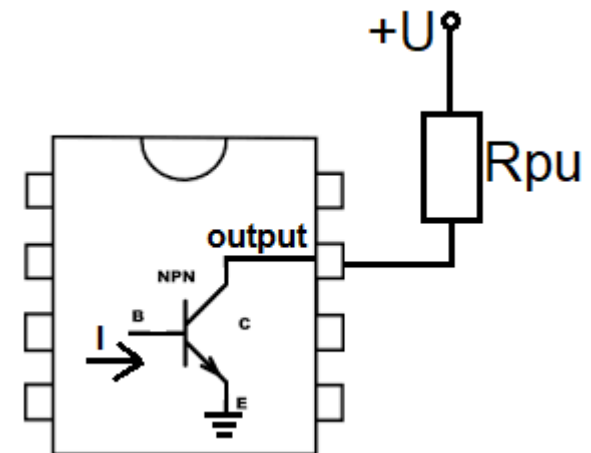
- IEEE 1284, IEEE 488
- ISA, SCSI, PCI
- PATA (IDE/ATA)

Výstup s otevřeným kolektorem

- ▶ Nutný vnější zátěžový odpor
 - V klidovém režimu udržuje log. '1'
 - Rozlišení chybového stavu

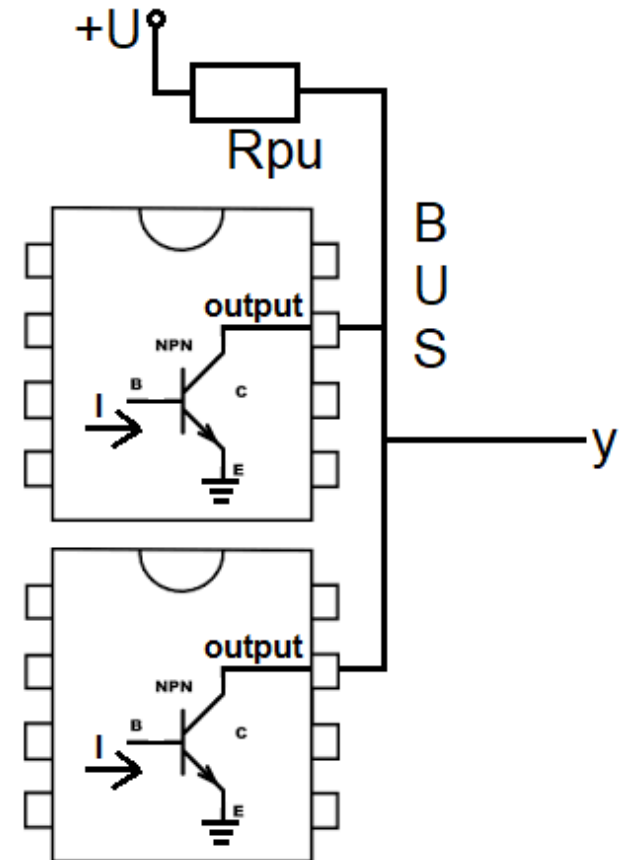
- ▶ R_{pu} = pull up rezistor
 - 1 – 10 kOhm

- ▶ Využití:
 - Tam, kde hrozí vysílání více zdrojů současně
 - Vlastní přidělení sběrnice



Výstup s otevřeným kolektorem

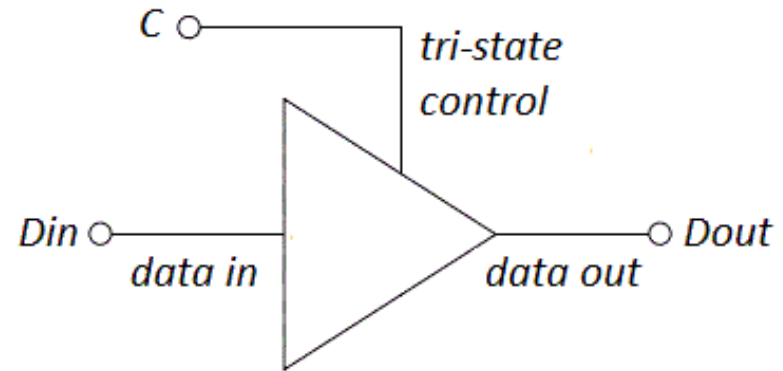
- ▶ Možno vytvořit sběrnici
 - Připojením více obvodů na jednu linku (I²C)
- ▶ Zdrojů vysílání může být více
 - V danou chvíli pouze jeden
- ▶ Komunikaci může zablokovat kdokoliv, kdo vnutí na sběrnici log. '0'



Třístavový výstup

► Nabývá tři stavů:

- Log '1'
- Log '0'
- Stav vysoké impedance
 - Obvod se chová, jako by byl odpojen

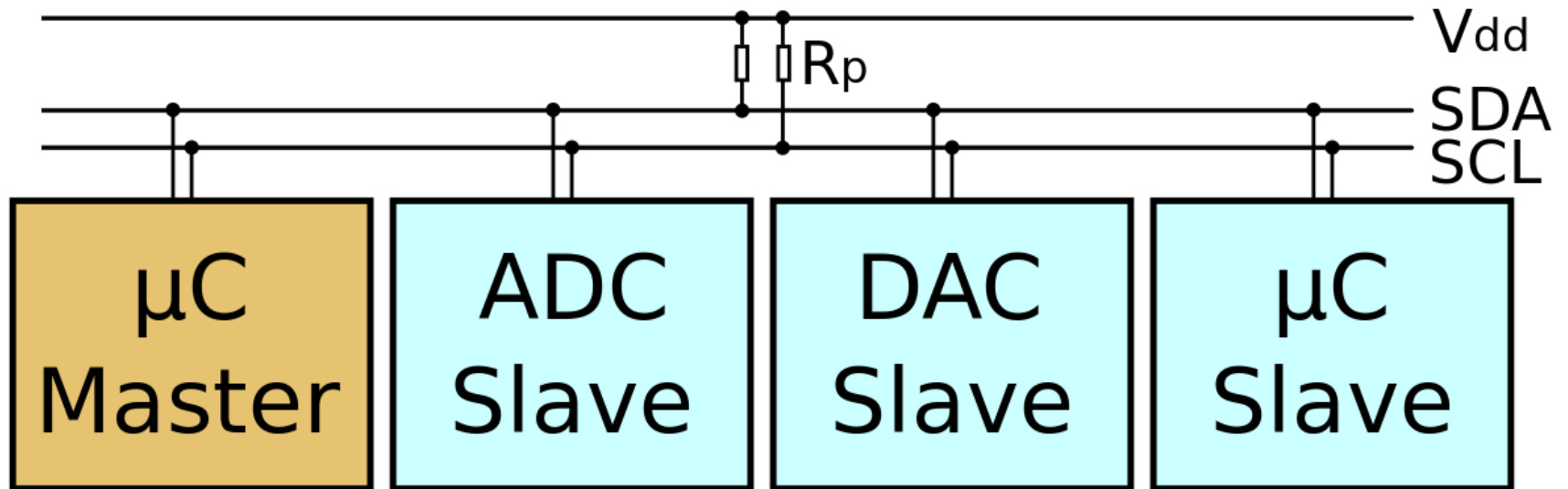


► Vysílá pouze jedno zařízení

- Ostatní ve 3. stavu
 - Časový průběh pro dvě zařízení?
- Výstupy ostatních nijak nezatěžují sběrnici

► Použití u systémových sběrnic v PC

I²C



I²C



- ▶ **Inter-Integrated Circuit**
 - Philips (1982)
- ▶ Dvou vodičová, obousměrná, synchronní, sériová, externí, half-duplex, multi-master, multi-slave
- ▶ Pro nízko rychlostní periférie
 - A/D a D/A převodníky, LCD, externí paměť, RTC, ...
- ▶ **Master – Slave**
 - Master řídí komunikaci a generuje CLK
- ▶ Poskytuje detekci kolize a prevenci proti poškození dat, v případě vysílání více zdrojů současně



▶ Adresace zařízení

- Možnost připojit až 128 zařízení (7bit)
 - Rozšířená verze až 1024 zařízení (10bit)
 - Teorie x praxe

▶ Výrazně optimalizuje nároky na počet pinů

- Zjednodušení výsledného zapojení

▶ Přenosová rychlost:

- < 100 Kbit/s (Standard Mode)
- < 400 Kbit/s (Fast Mode)
- < 3,4 Mbit/s (High Speed Mode)

I²C – princip



- ▶ Jeden vysílá, všichni ostatní poslouchají
 - Na základě adresy se ohlásí cíl
- ▶ Nutno definovat adresu cíle a zda R/W
 - R/W bit může být součástí adresy
- ▶ Klidový stav = log. '0' na SDA i SCL
- ▶ Start / Stop bit
 - Zahájení / ukončení přenosu
 - Přejechod SDA do log. '0' / '1', když SCL v log. '1'

I²C – princip



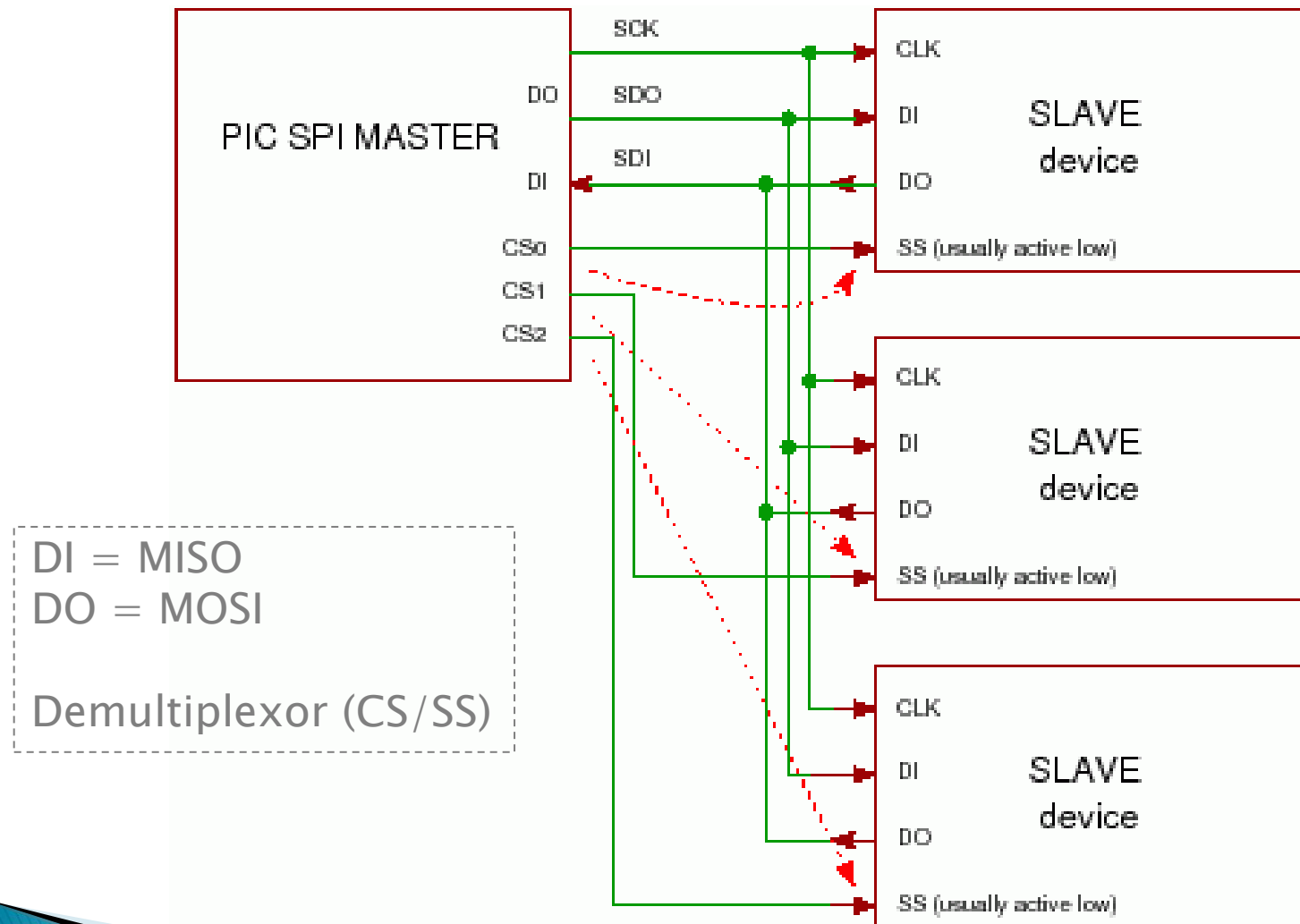
▶ Přenos po 1 B

- Od MSB po LSB
- Změna hodnoty na SDA pouze při SCL v log. '0'
- S jedním CLK přenesen 1 bit

▶ ACK

- Acknowledge bit = potvrzující bit
- Po každém 1 B
- Generuje příjemce
- ACK v log. '0' = přenos ok
- Neposílá se při ukončení přenosu

SPI



SPI

- ▶ Serial Peripheral Interface
 - Motorola (1985)
- ▶ Čtyř vodičova, obousměrná, synchronní, sériová, externí, full-duplex, multi-slave
- ▶ Pro nízko rychlostní periférie
 - A/D a D/A převodníky, LCD, externí paměť, RTC, ...
- ▶ Master – Slave
 - Master řídí komunikaci a generuje CLK
 - Není nutná adresace
- ▶ Přenosová rychlost 1 – 70 MHz (cca 0,9 – 66,7 Mbit/s)

Sériový port – RS-232 – COM

- ▶ Full-duplex komunikace pouze dvou zařízení
- ▶ Asynchronní přenos dat a paritní bit
 - Start / Stop bity
- ▶ Řízený přenos dat
 - Hardwarově
 - Vodiče sběrnice zabraňují vysílat data dříve, než je přijímací zařízení připraveno
 - Softwarově
 - Speciální znaky synchronizující komunikaci zařízení
- ▶ Možnost využít různé kódování
 - ASCII, Baudot, EBCDIC

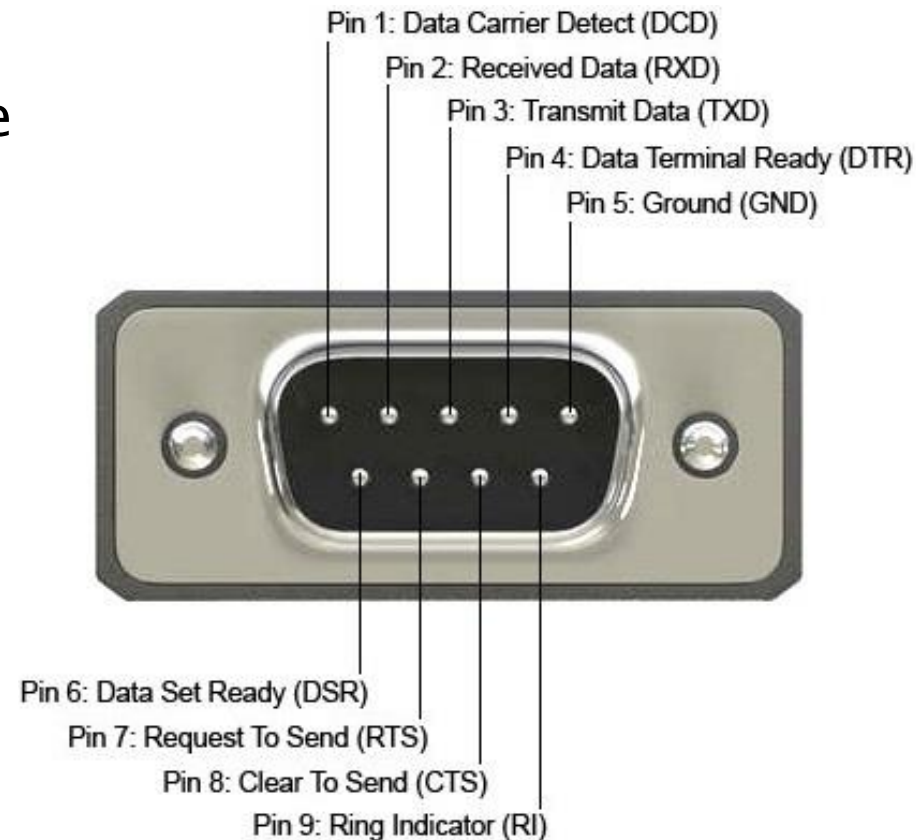
Sériový port – RS-232 – COM

► Maximální vzdálenost 15m

- Čím větší vzdálenost, tím pomalejší komunikace

► Maximální rychlost 115,2 Bd

- Využívání tzv. modulační rychlosti
 - Počet změn stavu přenosového média za jednotku času

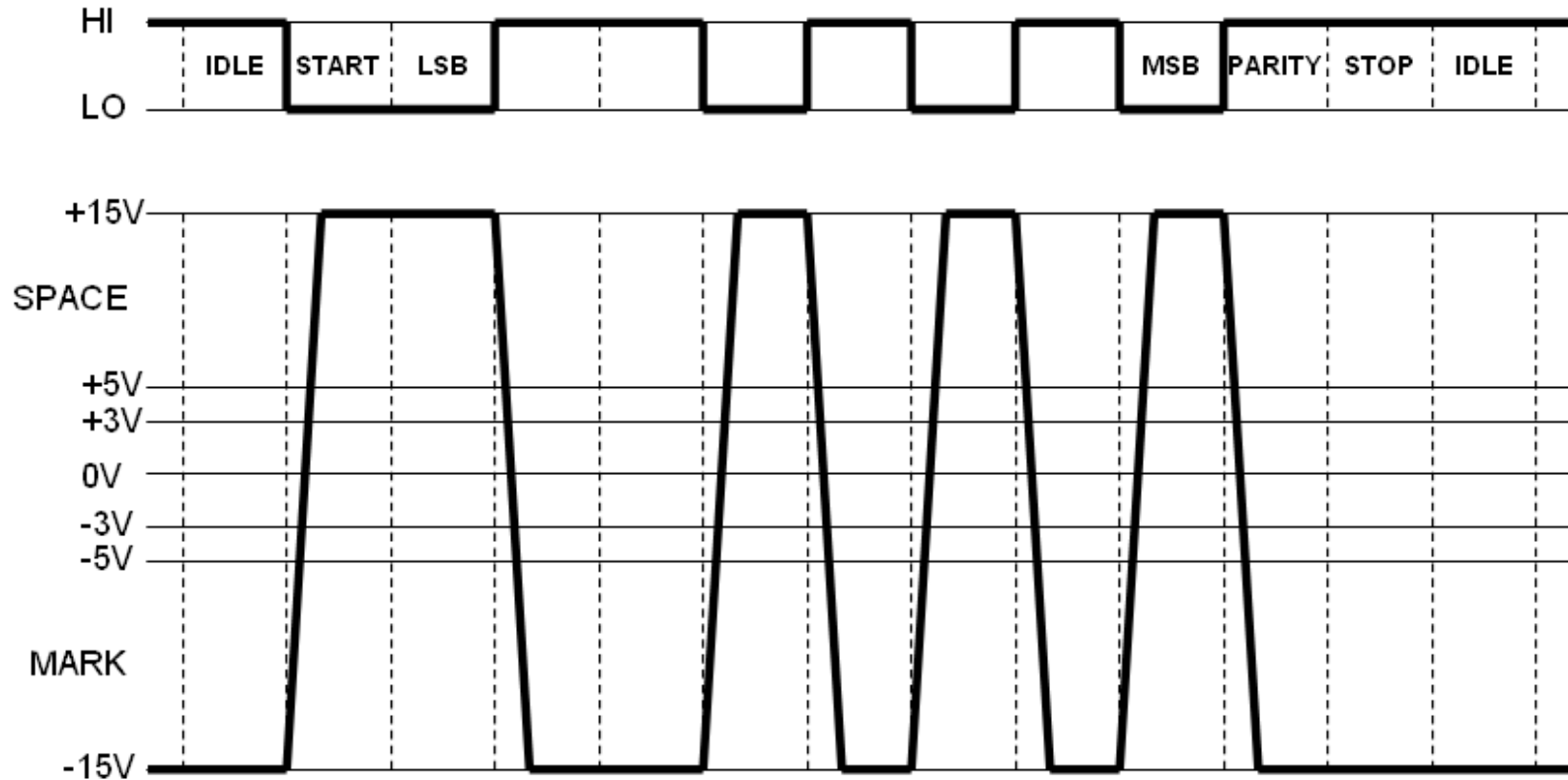


Sériový port – RS-232 – COM

RS-232 Example Transmission

Configuration: 8 – 0 – 1 (8 data bits, Odd Parity, 1 Stop Bit)

ASCII code for 'V': 0x56 (01010110b)



FireWire – IEEE 1394



- ▶ Apple (1986)
 - Texas Instruments, Sony, DEC, IBM, STM

- ▶ Sériová sběrnice pro připojení periférií k PC
 - Možnost až 63 zařízení
 - Stromová topologie
 - P2P komunikace (např. tiskárna a scanner bez nutnosti CPU)

- ▶ Využití:
 - Dříve především u digitálních kamer; ext. disky, opt. mech.
 - Přenos velkého množství dat (USB neexistovalo / pomalé)
 - Nyní v automobilovém nebo vojenském průmyslu

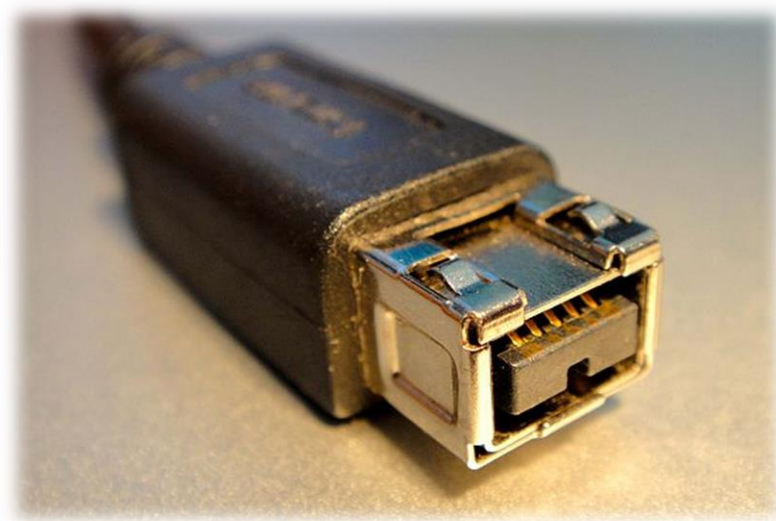
FireWire – IEEE 1394



► Přenosové rychlosti:

- IEEE 1394a < 400 Mbit/s (half-duplex; FireWire400)
- IEEE 1394b < 800 Mbit/s (full-duplex; FireWire800)
- IEEE 1394c < 3,2 Gbit/s
- IEEE 1394d < 6,4 Gbit/s

► Maximální délka do 4,5m



RS-422 a RS-485

▶ RS-422

- Sériová, 2xTP, full-duplex
- TP eliminuje přeslechy a šum
- 1 vysílač a až 10 přijímačů
- Bez konektoru (svorkovnice)
- Využití, jako prodloužení RS-232
- Max. vzdálenost 1200m

▶ RS-485

- Sériová, TP, (full)duplex
- Využití v průmyslovém prostředí
- Až 32 jednotek (vysílačů a přijímačů)
- Využití diferenciálního kódování dat
- Přenos až 10Mbit/s
- V jeden okamžik pouze jeden vysílač
- Max. vzdálenost 1200m

Paralelní port – IEEE 1284 – LPT

▶ Printer port / paralelní rozhraní

- Line Printer Terminal (1970)

▶ Původně pouze simplexní

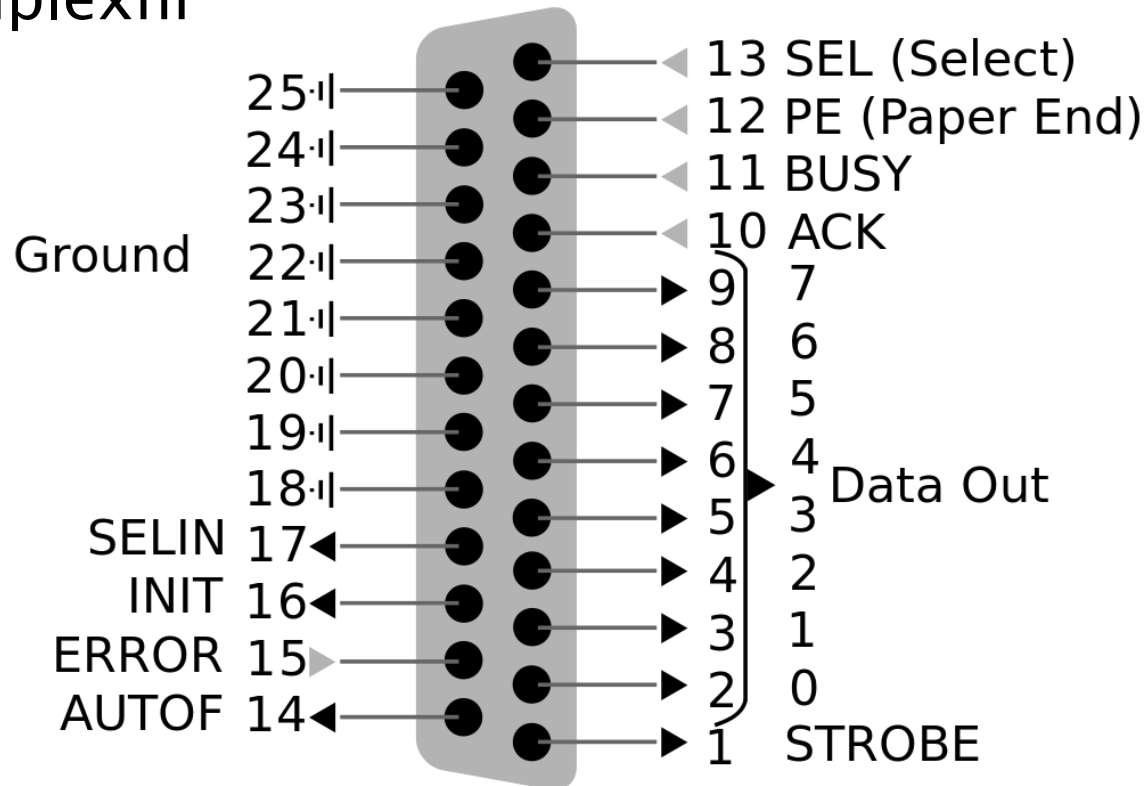
- Později half-duplex

▶ 25 vodičů

- 8 datových
- 9 řídících
- 8 zemnicích

▶ Maximální vzdálenost do 5m

- Ideálně do 2m



IEEE 488

- ▶ Tři názvy/označení:
 - GPIB – General Purpouse Interface Bus
 - HP-IB – Hewlett Packard Interface Bus (1972)
 - IMS – International Measurement System
- ▶ Původně jako sběrnice pro automatizované testování přístrojů
 - Nyní standardem pro automatizované a průmyslové řízení přístrojů
- ▶ Umožňuje přenos mezi dvěma a více přístroji
 - Až 15 zařízení na jedné 8bit sběrnici
 - Možno připojit PC, jež by řídil přenos dat

IEEE 488

- ▶ Celková délka max. 20m
 - Mezi přístroji max. 4m
 - Možno prodloužit pomocí tzv. extenderů (zesilovačů)
- ▶ 24 vodičů
 - 16 signálových
 - 8 datových
 - 3 pro handshake
 - 5 řídících
 - 8 zemnicích
- ▶ Asynchronní half-duplex
 - Přenosová rychlost max. 1MB/s
 - Záleží na vzdálenosti

KONEC

Zdroje

- ▶ https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_test_equipment [27. 3. 2020]
- ▶ <http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Open-collector-output.php> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://www.petervis.com/dictionary-of-digital-terms/tri-state/tri-state.html> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://www.root.cz/clanky/externi-seriove-sbernice-spi-a-i2c/> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://cs.wikipedia.org/wiki/FireWire> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://www.root.cz/clanky/sbernice-rs-422-rs-423-a-rs-485/> [29. 3. 2020]
- ▶ <https://ipc2u.cz/articles/simple-decisions/zakladni-rozdily-mez-rs-232-rs-422-a-rs-485/> [29. 3. 2020]