

Vrstvy periferních rozhraní

Cíl přednášky

- Prezentovat, jak postupovat při analýze konkrétního rozhraní.
- Vysvětlit pojem „vrstvy periferních rozhraní“.
- Ukázat způsob využití tohoto pojmu na typech periferních rozhraní.
- Vysvětlit rozhraní SPP (Centronics) a na něm ukázat obecně platné principy komunikace mezi procesorem a řadičem periferního zařízení/řadičem periferního zařízení a periferním zařízením.

Úvod

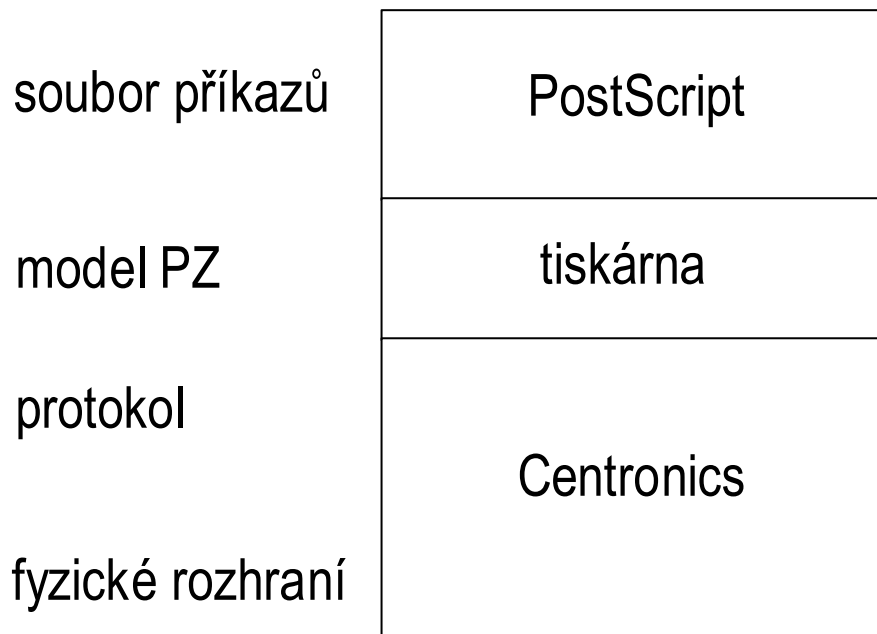
- Periferní zařízení jsou k počítačům připojována přes **rozhraní** (interface).
- Abstraktní model periferního rozhraní sestává z vrstev, jejich hranice nejsou však vždy jasné (zejména u starších typů rozhraní).
- Ne vždy musí být pro konkrétní rozhraní definovány všechny vrstvy:
 - Nejnižší vrstvy jsou vždy povinné.
 - Vrstva nejvyšší může být vypuštěna.
- Příklad: např. rozhraní SCSI je chápáno jako rozhraní se 4 vrstvami.
- **Nejnižší vrstva** (tzv. **fyzické rozhraní/fyzická úroveň**):
 - Je definováno:**
 - typy kabelů a typy konektorů,
 - napěťové úrovně signálů rozhraní, požadavky na budiče kabelů (proudy),
 - časové relace mezi signály.

- **Úroveň protokolu:**
 - Jsou definovány tyto vlastnosti:
 - specifikace slabik "data" a "příkaz",
 - způsob výměny dat/zpráv mezi zařízeními,
 - hlášení zařízení o připravenosti komunikovat,
 - specifikace způsobu detekce chyb při přenosu (detekce - sudá/lichá parita),
 - specifikace způsobu opravy chyb při přenosu (typ samo-opravného kódu),
 - terminologická poznámka: **chyba dat** je způsobena **poruchou** technického vybavení (např. rozhraní Centronics nebo tiskárny).

- **Úroveň modelu periferního zařízení (model PZ):**
 - Jsou definovány tyto vlastnosti:
 - funkce periferního zařízení,
 - popis reakce na příkazy,
 - Příklad pro zařízení SCSI:** bude definován obecně účel zařízení s SCSI rozhraním, pak účel jednotlivých zařízení (disk, tiskárna, páska, ...).

- **Úroveň příkazů:**
 - Je definována množina příkazů, jímž musí zařízení rozumět.
- **Závěr:**
 - Termín **rozhraní (interface)** mezi dvěma zařízeními je většinou chápán jako způsob komunikace mezi těmito dvěma zařízeními na dané množině signálů (to není správně).
 - Termín **rozhraní** je nutno chápat komplexně, tzn. všechny 4 úrovně (vrstvy):
 - fyzická úroveň,
 - úroveň protokolu,
 - úroveň modelu zařízení,
 - úroveň příkazů
 - Existují rozhraní, která mají do jisté míry stejnou podobu na úrovni fyzického rozhraní, mají ale různý protokol (několik verzí komunikace přes rozhraní RS-232).
 - Jiná možnost: jedno rozhraní je realizováno na fyzické úrovni částečně odlišně (RS232 - 2 typy konektorů).

Vrstvy rozhraní pro PostScriptovou tiskárnu:



Obr. 1 PosScriptová tiskárna – vrstvy rozhraní

- Jde o stránkovou tiskárnu (page printer) - tiskárna si vytvoří obraz celé tištěné stránky ve své paměti na základě příkazů, pak ji vytiskne.
- Jazyk popisu tiskové stránky – **POSTSCRIPT** – interpretační funkcionální jazyk, který obsahuje prostředky pro tvorbu, popis a tisk stránky.

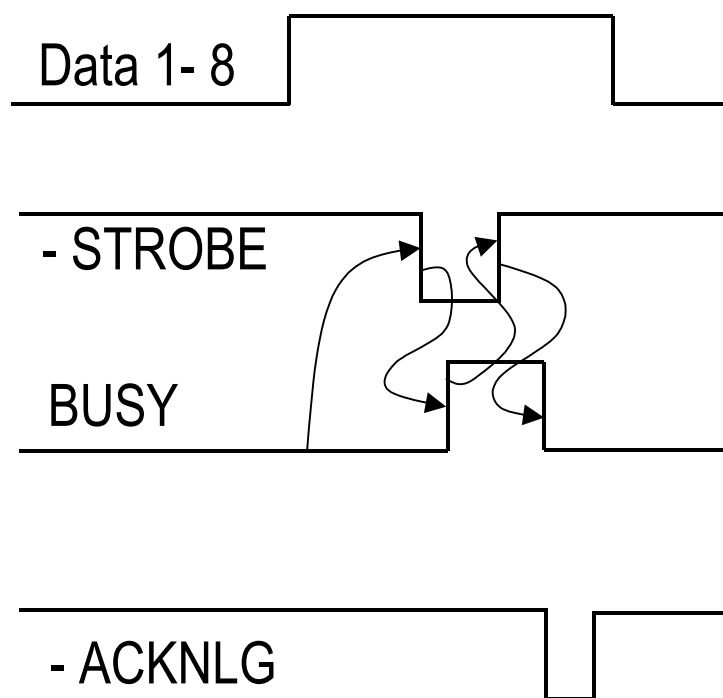
- Tiskárna musí být schopna převést grafický objekt popsaný prostředky jazyka **POSTSCRIPT** na bitovou mapu výsledného tisku.
- Definice **POSTSCRIPTU** je nezávislá na výstupním zařízení => výsledný dokument vytištěný různými tiskárnami bude zcela stejný – lišit se bude pouze rozlišovací schopností:
 - Možnost přepracovat celý grafický objekt nebo možnost pomocí jednoduchých prostředků provést změny jen v jednotlivých částech.
- Rozhraní Centronics - definice dvou nejnižších úrovní rozhraní tiskárny (**fyzická a protokolární úroveň**).

Fyzická úroveň

- Kabel obsahuje celkem 36 vodičů, max. délka 5 m.
- Na straně tiskárny je na kabelu konektor Amphenol, na straně počítače je konektor DB25, samec.
- Konektor v počítači - DB25, samice.

- Napěťové úrovně signálů Centronics - odpovídá napěťovým úrovním technologie TTL:
 - logická 0 - 0 V - +0,8 V
 - logická 1 - +2,4 V - +5 V
 => signály rozhraní je možné na straně vysílače budít výkonovými hradly ze stavebnice TTL - řada MH74 (tj. hradly s logickým ziskem 30, nikoliv hradly s logickým ziskem 10), na straně přijímače je možné použít klasická hradla.
- Obecný pohled na napěťové úrovně rozhraní:
 - Čím menší je rozdíl napětí mezi „0“ a „1“, tím větší šance, že přeslechy (rušení) způsobí změnu hodnoty.
 - Odporuje dnešnímu trendu o snižování napájecích napětí.
- Vlastní komunikace se odehrává pomocí signálů DATA 1- 8, STROBE, BUSY, ACKNLG.
- Data nejsou jištěna paritou.

- Přenos jedné slabiky - komunikace dotaz/odpověď mezi signály STROBE/BUSY (handshake).
- Data jsou přenášena paralelně a asynchronně (komunikace dotaz/odpověď je vždy chápána jako asynchronní, součástí rozhraní není žádný synchronizační signál).
- Relace mezi komunikačními signály, časování:



Obr. 2 Časový diagram komunikace přes rozhraní Centronics

Posloupnost činností při realizaci komunikace

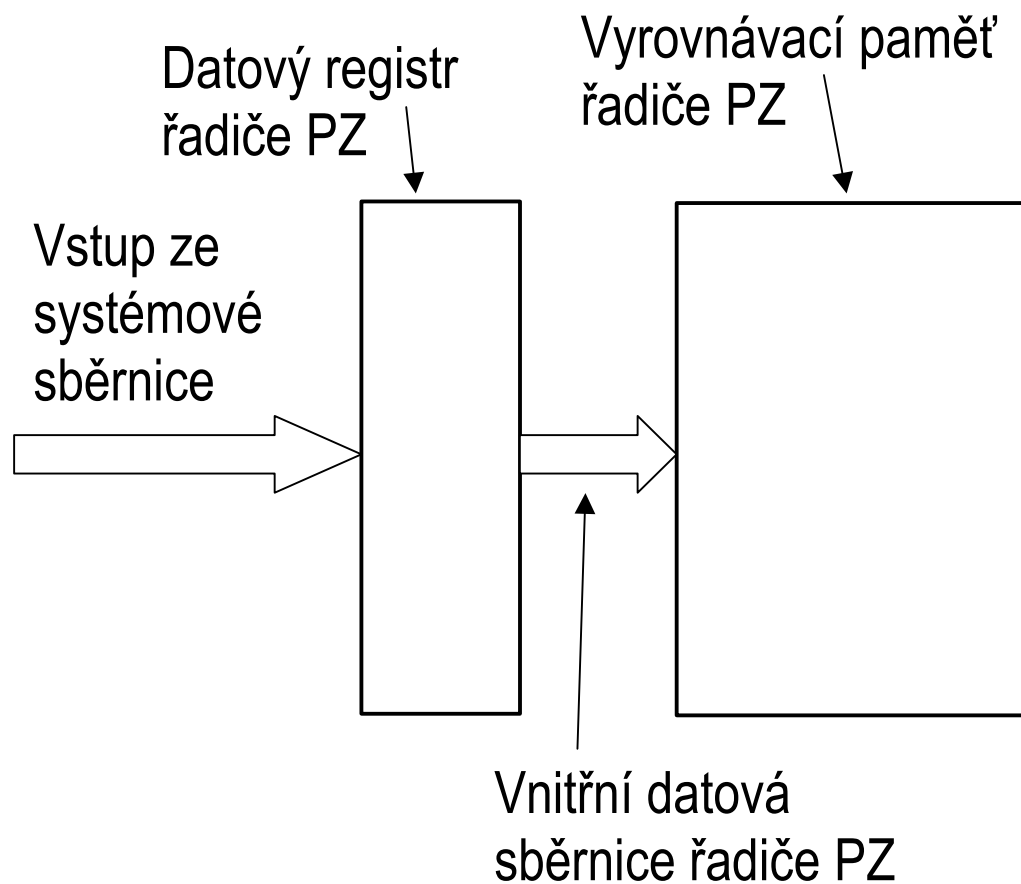
- Výchozí informace:
 - Nejjednodušší verze rozhraní Centronics (SPP) je řízena programově.
 - Signál BUSY je součástí stavového registru řadiče.
 - Test signálu BUSY: obsah registru se přenese do procesoru, tam se BUSY testuje.
 - Nastavení signálu STROBE: je součástí řídicího registru, nastaví se do aktivního stavu pomocí instrukce OUT.
 - Data (znaky pro tisk) – vkládají se z procesoru do datového registru řadiče.
 - Signál --ACKNLG (acknowledge) je využitelný pro generování přerušení.
 - **Komunikace se odehrává přes tři registry: řídicí, stavový a datový, všechny tři jsou dostupné ze strany procesoru.**
- Posloupnost činností:
 - **Procesor** – vložení znaku, který má být vytištěn, do datového registru řadiče tiskárny.

- **Procesor** - test signálu BUSY takto:
Přenos obsahu stavového registru do registru procesoru.

Procesor - zjistí se stav bitu BUSY: pokud je aktivní (tzn. tiskárna ještě realizuje kroky související s předcházejícím znakem), pokračuje se v opakovaném přenosu stavového registru do procesoru, pokud není nastaven, je programově nastaven v řídicím registru signál (bit) STROBE do aktivního stavu (procesor iniciuje přenos znaku).

Procesor – testuje programově stav signálu BUSY, pokud je nastaven na „1“ (aktivní stav), vynuluje STROBE.

Dokud je BUSY aktivní, nesmí procesor vložit do datového registru další znak.



Obr. 3 Manipulace s přijímanými daty v řadiči PZ

Komentář k obrázku:

- Datový registr řadiče PZ je adresován v adresovém prostoru procesoru, je možné do něj instrukcí OUT zapisovat data/instrukcí IN číst z něj data.
- Data z datového registru se musejí „uklidit“ do vyrovnávací paměti řadiče PZ.

- Pokud se tak nestane, nesmí procesor přepsat znak v datovém registru dalším znakem – jinak chyba typu „přeběh“.

Úroveň protokolu (shrnutí předcházejícího výkladu)

- Protokol je velmi jednoduchý - je založen na stavu signálu **BUSY**:
 - BUSY = 0, tiskárna je schopná přijmout znak
 - BUSY = 1, tiskárna není schopná přijmout znak
- Tiskárna o svém stavu informuje pomocí **stavových signálů** (PE, SELECT, ERROR).
- **ERROR** – souhrnný signál o chybě
- Příjem těchto signálů již spadá do kategorie předávání zpráv (proto patří do úrovně protokolu).
- Kromě těchto stavových signálů se na komunikaci podílejí signály AUTOFEED, INIT, SLCT IN.

- Hlášení o stavu tiskárny Centronics zahrnuje jen ty nejdůležitější signály.
- Jiná alternativa u složitějších periferních zařízení:
 - Do počítače se přenáší pouze jediný bit reprezentující **souhrnnou informaci** o vzniklé chybě (**jeden bit za všechny chyby**).
 - Počítač pak žádá provedení příkazu "**ohlaš závady**" (sense), Periferní zařízení pak předá počítači **stavové slabiky (sense bytes)**.
- Nejjednodušší verze rozhraní Centronics – pouze jedna tiskárna je připojena na počítač => není nutná adresace, není nutné rozhodování o tom, kterému zařízení bude přidělena sběrnice.
- Sdílená/nesdílená sběrnice?
 - Platí, že po sběrnici jsou posílána pouze data, nikoliv příkazy => jde o nesdílenou sběrnici.

- Je nutno si ale uvědomit, že v posloupnosti znaků jsou posílány i řídicí znaky.
- Není generován žádný identifikační signál, který by rozlišoval typ informace, která je v daném okamžiku na vodičích DATA 0 – 7.
- Na straně přijímací (tiskárna) musí být řídicí znaky rozpoznány (dekódovány) a tiskárna na ně musí reagovat - po celou dobu provádění činnosti související s konkrétním řídicím znakem bude **BUSY = 1**.
- Mnohé řídicí znaky (např. CR LF) můžeme chápat jako příkazy - existují jiné tiskárny, které znají např. příkazy "návrat vozíku, "posuv na nový řádek" a je s nimi jako s příkazy na straně počítače i tiskárny zacházeno (autonomní provádění, generování přerušení, hlášení stavu po skončení příkazu, apod.)

<i>Pin (Cen)</i>	<i>Pin (DB25)</i>	<i>Signal</i>	<i>Source</i>	<i>Description</i>
1	1	STROBE	Host	Indicates valid data on DATA1-8
2	2	DATA1	Host	Data bit 0
3	3	DATA2	Host	Data bit 1
4	4	DATA3	Host	Data bit 2
5	5	DATA4	Host	Data bit 3
6	6	DATA5	Host	Data bit 4
7	7	DATA6	Host	Data bit 5
7	8	DATA7	Host	Data bit 6
9	9	DATA8	Host	Data bit 7
10	10	ACKNLG	Printer	Indicates printer has accepted DATA1-8
11	11	BUSY	Printer	Indicates printer is not ready for new data
12	12	PE	Printer	Paper error
13	13	SELECT	Printer	Printer is online
14	14	AUTOFEED	Host	The printer should add a carriage return to each line feed
16		SIGNAL GROUND		0 V reference point for the signals
17		CHASSIS GROUND		Protective ground
18		+5V	Printer	+5 V power (50 mA maximum)
19-30	18-25	SIGNAL GROUND		Grounds of the twisted signal wires
31	16	INIT	Host	Initialize printer
32	15	ERROR	Printer	General error
36	17	SLCT IN	Host	Select printer

Tabulka 1: Signály rozhraní Centronics

- Význam signálu **AUTOFEED** (pozor: signál **AUTOFEED** je v tabulce popsán chybně):
 - Kromě dat jsou do tiskárny přenášeny přes rozhraní Centronics **řídící znaky**.

- Význam znaků **CR LF**:
 - CR** - Carriage Return (návrat vozíku) - tiskací mechanismus/tisk se vrací na začátek řádku
 - LF** - Line Feed (posuv na nový řádek)
- Je-li **AUTOFEED = 1**, pak se tiskárně říká, že v posloupnosti znaků nebude řídicí znak **LF**, tiskárna po přijetí znaku **CR** musí automaticky provést **LF**.
- Je-li **AUTOFEED = 0**, pak se tiskárně říká, že nemusí autonomně provádět **LF** (v posloupnosti znaků bude **CR LF**).
- Rychlost přenosu přes rozhraní se odvíjí od toho, jak rychle je tiskárna schopna odebírat znaky - to je dáno tím, jak dlouho nechá tiskárna nahozen stav **BUSY = 1** poté, co přijme znak (tzn. je "zaneprázdněna").
- Běžný stav - **BUSY = 1** po dobu $10 \mu\text{s}$ => rychlost přenosu = 100 kB/s.
- Signál **BUSY** - u znakové tiskárny s vyrovnávací pamětí kapacity rovné počtu znaků/řádek je třeba rozlišovat dvě situace:

- **první až předposlední znak** - BUSY = 1 po dobu zápisu znaku do vyrovnávací paměti.
- **poslední znak** - BUSY = 1 po dobu zápisu znaku do vyrovnávací paměti prodlouženou o dobu tisku celého řádku (obsahu vyrovnávací paměti) - teprve pak je tiskárna schopna přijímat další znaky.
- **Závěr o protokolu rozhraní Centronics:**
 - Rozhraní, které v nejjednodušší podobě předpokládá připojení pouze jednoho periferního zařízení.
 - Velmi jednoduché rozhraní z hlediska komunikace – klasický handshake (dotaz – odpověď), přičemž rychlost přenosu je dána rychlostí tiskárny (její schopností odebírat dostatečně rychle znaky) – tiskárna to zařídí signálem **BUSY**.
 - Snadná realizace obvodů pro komunikaci přes rozhraní.
 - Jednoduchá stavová informace – stavové bity, které musí být na straně počítače analyzovány (žádné slabiky závad).

Úroveň modelu tiskárny

- Způsob tisku - řádková/stránková tiskárna, popis činnosti pro tyto případy.
- Definice chybových stavů (tzn. jak budou rozpoznány) a následné generování stavových signálů, způsob reakce na chybové stavy:
 - Tiskárna je složité mechanické zařízení => musí být detekovány nejenom chyby (data), ale i poruchy (elektronika, mechanika, napájení,).

Úroveň příkazů (tuto úroveň má smysl definovat např. pro PostScriptovou tiskárnu)

- Jazyk Postscript - poskytuje soubor příkazů, na něž bude tiskárna reagovat.
- Tiskárna PostScript - možnost tisku textu i grafiky.

- **Závěr:**
 - Jsou popsány všechny 4 vrstvy => jde o úplnou definici rozhraní.
 - Definici všech úrovní rozhraní je třeba dodržovat do nejmenších podrobností - pak je zaručeno, že libovolná tiskárna připojená k libovolnému počítači si bude s počítačem rozumět (právě proto jsou jednotlivé úrovně rozhraní definovány).
- Příkladem úplné definice rozhraní je rozhraní IDE a SCSI.

Příklady dalších rozhraní

RS-232

- Sériové rozhraní - data jsou přenášena sériově.
- Možnosti využití:
 - připojení terminálů a tiskáren k počítači
 - propojení dvou počítačů
- Velmi nestandardní situace - k propojení je možné použít pouze podmnožinu signálů, které tvoří rozhraní (různé možnosti) - žádné jiné rozhraní tuto vlastnost nemá.

- Zde bude presentována varianta se 3 signály.

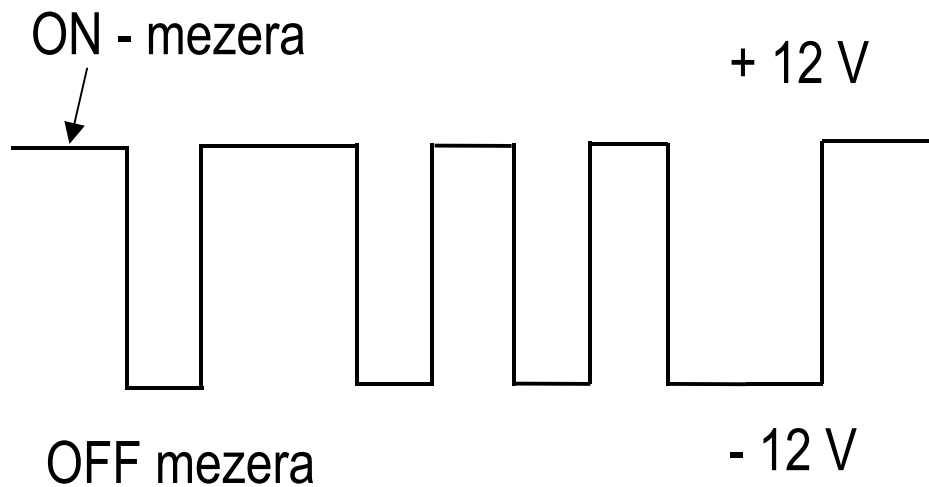
Fyzická úroveň

- Charakteristika:
 - Umožňuje obousměrné propojení mezi dvěma zařízeními (point-to-point connection).
 - Rozhraní je bipolární:
 - Úroveň +3 V až + 12 V (stav „ON“ nebo také stav 0 - mezera).
 - Úroveň -3 V až - 12 V (stav „OFF“ nebo také stav 1 - značka).

Novější aplikace – nepracují se zápornou hladinou – stav OFF = 0 V, stav ON – menší napětí než +12 V.

Stav dnes – možnost využít obvody napájené + 5 V => menší odolnost proti rušení.

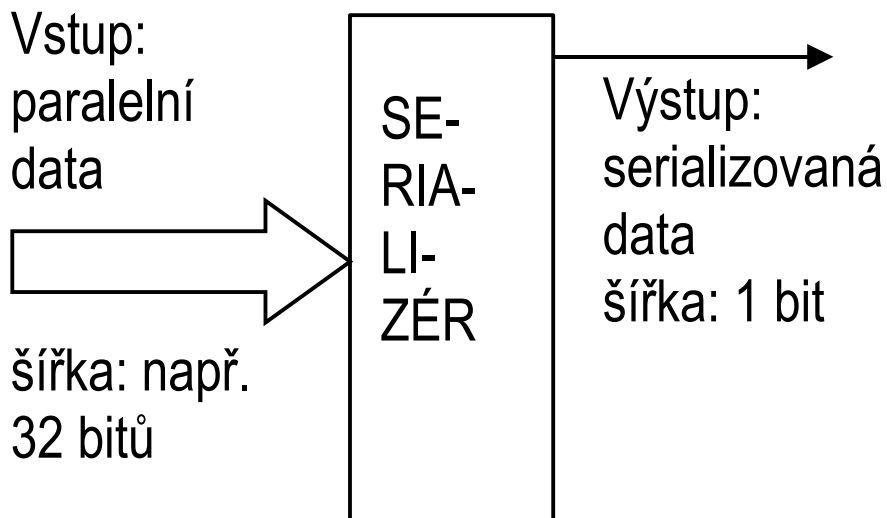
Jiná alternativa: +5 V až + 15 V, -5 V - - 15 V.



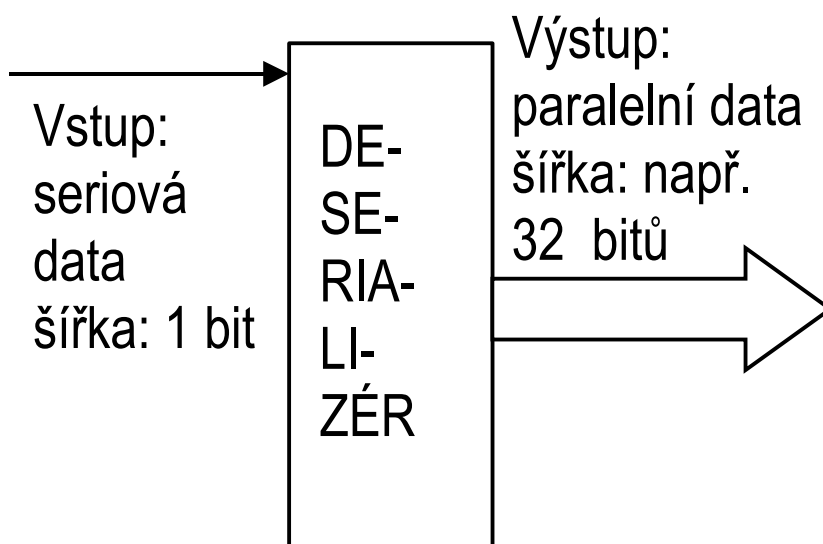
- Datové propojení je realizováno pomocí tří signálů: **TD** (Transmit Data), **RD** (Receive Data) a Ground (zem).
- Signály TD a RD jsou překříženy.
- Tento způsob propojení je označován jako **mini RS-232**.
- Konektor sestává z 25 (DB25) nebo 9 vývodů (DB9).

Úroveň protokolu

- Data jsou přenášena po znacích (slabikách), znaky jsou dále rozděleny na bity a přeneseny sériově (serializér).



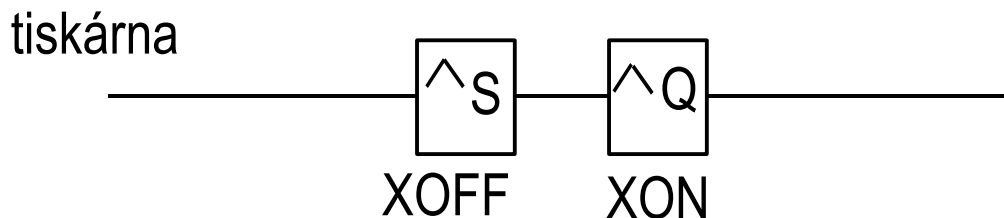
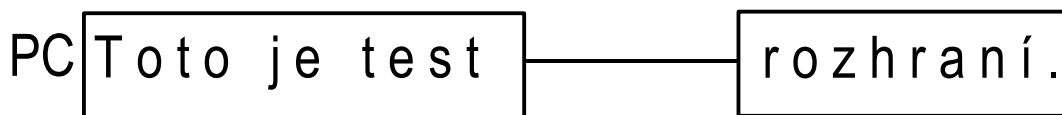
- Na straně přijímače jsou znaky znovu rekonstruovány (deserializér).



- **Pozn.:** Prvky typu serializér/deserializér najdeme i v dalších typech zařízení, kde je

pořeba transformovat data z paralelní formy do sériové a naopak (např. disková paměť).

- Před datovými bity je "**start bit**", za daty je "**stop bit**".
- Datové bity mohou být doplněny o paritní bit.
- Rychlost přenosu: obě komunikující zařízení musí být nastavena na stejnou rychlost.
- Mini RS-232 nemá svůj vlastní protokol, využívá však tzv. **protokol XON/XOFF**.
 - Když není přijímací strana schopná přijímat data, pak to dá vysílací straně najevo tak, že jí odešle speciální znak označovaný jako slabika XOFF.
 - Naopak, jakmile je přijímací strana později schopná znovu data přijímat, pak odešle slabiku XON.
 - Je to způsob, jak pomalejší zařízení dá najevo, že není schopno přebírat data.



Úroveň příkazů

- Když bylo vyvinuto rozhraní RS-232, tak se o konkrétní množině příkazů (typické pro RS-232) neuvažovalo.
- Až s připojováním konkrétních periferních zařízení bylo nutné se zabývat způsobem řízení těchto zařízení.
- Jiná situace existuje např. pro rozhraní SCSI, kde existuje množina příkazů použitelná pro celou škálu zařízení, tato množina je typická právě pro SCSI.

Zvláštnost rozhraní RS-232 - rozhraní je označováno jako asynchronní.

- Zdůvodnění:
 - Synchronní přenos je takový přenos, kdy kromě vodičů, po nichž jsou přenášena data, existují ještě vodiče, přes něž je přenášena synchronizace.
 - Situace u RS-232: neexistuje signál pro přenos synchronizace, na straně vysílače a přijímače jsou obvody, v nichž jsou synchronizační pulsy generovány - obojí musí pochopitelně pracovat na stejném kmitočtu.
 - Způsob realizace těchto obvodů - generátor kmitočtu generuje synchronizační pulsy s kmitočtem výrazně vyšším než je pracovní kmitočet, pracovní kmitočet se získá dělením pomocí čítačů.
 - Výhoda takového přístupu - vyšší přesnost pracovního kmitočtu.

Výhoda mimi RS-232

- Rozhraní RS-232 je dnes k dispozici na všech počítačích.

Nedostatky mini RS-232

- Propojení sestává pouze ze 3 vodičů.
- Existuje značné množství možností selhání spojení.
- Minimální možnosti, jak analyzovat důvody selhání spojení.
- Existuje jistá možnost detekce (nikoliv korekce) datové chyby pomocí paritního bitu.
- Zcela chybí protokol, jímž by zařízení sdělilo opačné straně, že není schopno se přizpůsobit parametrům přenosu.