

ROZHRANÍ PRO PŘENOS DAT, PŘENOS DAT

G STUDIJNÍ CÍLE

Po prostudování :

- § Pochopíte základní principy přenosu dat – sériový a paralelní.
- § Porozumíte řízení přenosu dat.
- § Tyto obecné poznatky budete umět aplikovat na oblast měření dat.
- § Budete schopni posoudit vhodnost určitého přenosu pro konkrétní konfiguraci měření.
- § Porozumíte základům programování těchto rozhraní.

Ň KLÍČOVÁ SLOVA

přenos dat, modem, rychlost přenosu, sběrnice, řízení sběrnice.

Â ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

180 minut

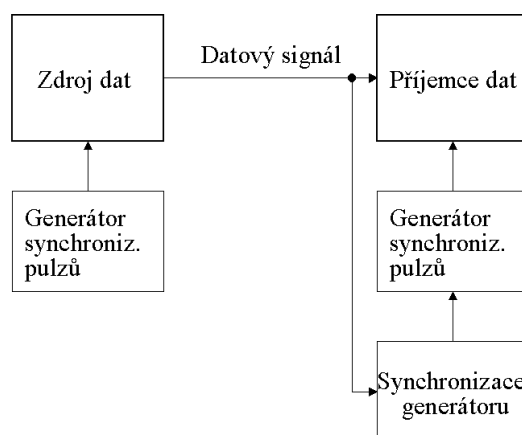
1. SÉRIOVÉ ROZHRANÍ

1.1 Princip komunikace

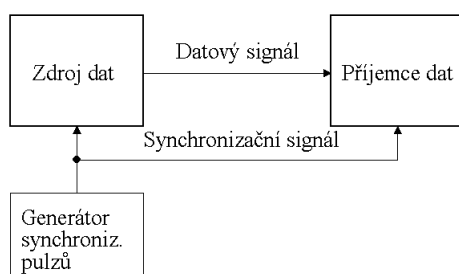
Pod pojmem přenos dat si představujeme předávání informací mezi dvěma systémy. Uvnitř počítače se informace obvykle zpracovává po bytech (slabikách, 8 binárních číslic), resp. po jejich násobcích. Při přenosu dat se obvykle informace přenáší buď po jednotlivých bytech (paralelní přenos dat), nebo po jednotlivých bitech (sériový přenos dat). Paralelní přenos dat umožňuje vyšší přenosový výkon než přenos sériový, avšak sériový přenos dat přenáší jednotlivé bity informace za sebou pomocí jednoho signálového kanálu.

Ve spojení s přenosem dat se používají také pojmy synchronní a asynchronní přenos dat. Pokud jsou při sériovém přenosu okamžiky přechodu od jednoho přenášeného bitu k bitu dalšímu od sebe stejně vzdáleny, pak jde o přenos synchronní. Jestliže přenášená data tuto vlastnost nesplňují, jedná se o přenos asynchronní. Zvláštní případ asynchronního přenosu je arytmičkový přenos dat, kdy se jednotlivé znaky přenášejí asynchronně, ale jednotlivé bity uvnitř znaku jsou přenášeny synchronně. Tato metoda se používá pro asynchronní přenos dat nejčastěji.

Na obr. 1.1 je znázorněn asynchronní způsob přenosu dat, na obr 1.2 synchronní přenos dat.



Obr. 1.1 Asynchronní sériový přenos



Obr. 1.2 Synchronní sériový přenos

1.2 Rozhraní RS-232C (V.24)

Sériové rozhraní RS-232C (standardizované EIA) bylo původně určeno ke spojení koncového datového zařízení (DTE - např. terminálu, počítače) s komunikačním datovým zařízením (DCE - modemem). V průběhu doby se rozhraní RS-232C začalo používat i mimo obor telekomunikační techniky. K výraznému rozšíření nepochybně přispělo jeho užití v osobních počítačích standardu IBM PC. V současnosti, přes všechny jeho nedostatky (dvoubodové spojení, nízká přenosová rychlost), má velmi výrazné postavení i v měřicí technice. Je aplikováno zejména u levnějších měřicích přístrojů, speciálních měřicích modulů, inteligentních snímačů a plotterů. Uživatel, který chce tyto přístroje efektivně využívat, by se měl nejen seznámit se základními principy danými standardem, ale také s některými prakticky využívanými postupy a konvencemi, které ve standardu stanoveny nejsou. V tomto smyslu je zaměřen následující text.

1.2.1 Elektrické parametry rozhraní

Při sériové komunikaci jsou data vysílána jako posloupnosti jednotlivých bitů, přičemž v jednom časovém okamžiku je přenášén vždy jediný bit. Přenášené bity nabývají logických hodnot 0 nebo 1. V případě RS-232C odpovídá log 1 napěťové úrovni -3 až -15V, log. 0 úrovni +3 až +15V. Z elektrické hlediska jsou obvody rozhraní nesymetrické (podle doporučení CCITT V.28), proto se uvedené úrovně vztahují vůči potenciálu nulového signálového vodiče (tab. 1.1). Odpor zátěže se může pohybovat v rozmezí 3 až 7 kΩ, kapacita zátěže nesmí být větší než 2500 pF.

Napětí signálu	-15 V	U	-3V	+3 V	U	+15 V
Logická hodnota	log. 1			log.0		

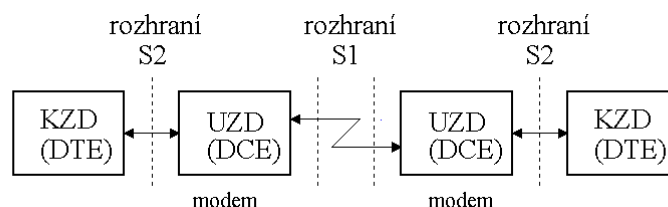
Tab. 1.1 Přiřazení napětí logickým stavům rozhraní RS-232C

1.2.2 Propojení dvou zařízení

Z hlediska použití rozlišuje norma 2 typy zařízení:

- § koncové zařízení pro přenos dat – KZD (DTE)
- § ukončující zařízení datového okruhu – UZD (DCE)

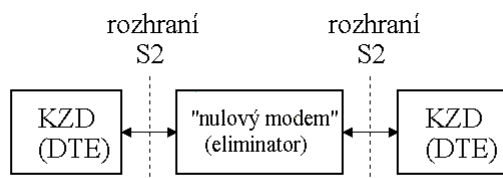
Toto rozdělení vychází z prvotního určení těchto zařízení v oblasti telekomunikací. Obecné schéma přenosu informace je na obr. 1.3.



Obr. 1.2 Schéma přenosu informace

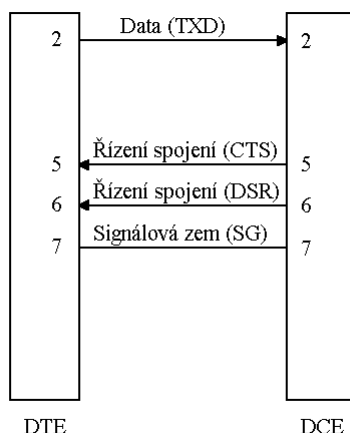
RS-232C v měřicí technice jsou propojována dvě zařízení typu DTE (zpravidla osobní počítač a měřicí přístroj nebo měřicí přístroj a tiskárna) na krátkou vzdálenost

(řádově jednotky, maximálně desítky metrů). V těchto případech se používá bezmodemové propojení, v němž se přenosový kanál (modemy + přenosová linka, např. telefonní) nahrazuje speciálně zapojeným kabelem (null modem cable), který zajišťuje vhodné propojení výstupních a vstupních signálů obou zařízení a simuluje tak, do jisté míry, činnost modemů. Situace je komplikována tím, že výrobci u přístrojů často používají jen některé z devíti výše jmenovaných signálů a mimo to jim přidělují různý funkční význam. Obecně je toto propojení znázorněno na obr. 1.3.

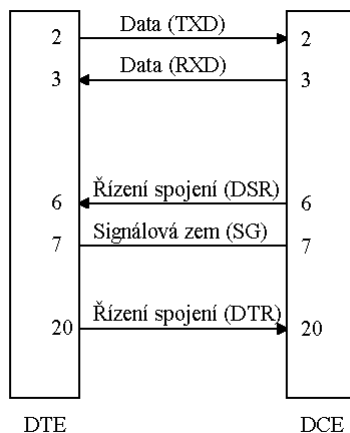


Obr. 1.3 Propojení dvou zařízení typu DTE

Konkrétní zapojení vodičů pro jednosměrnou a obousměrnou komunikaci jsou uvedeny na následujících obrázcích 1.3 a 1.4.



Obr. 1.4 Jednosměrná komunikace



Obr. 1.5 Dvousměrná komunikace

1.2.3 Signály rozhraní RS-232C

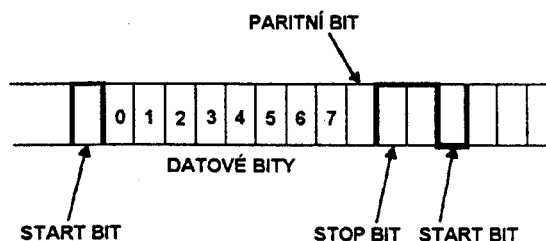
Standard definuje celkem 20 signálů rozhraní a přiřazuje je konkrétním pozicím na konektoru s 25 kontakty. Typ konektoru není specifikován. Prakticky se využívají především konektory Canon ("D"shell connector) s 25 nebo 9 kontakty (norma ISO připouští i 15 a 37 kontaktů). V případě měřicích přístrojů a osobních počítačů se používá pouze 9 základních signálů (tab. 1.2)

Signál	Symbol	25 konektor	9 konektor	Funkce
Protective Ground		1		ochranný zemní vodič
Transmitted	TxD	2	3	data sílaná z DTE
Received Data	RxD	3	2	data přijímaná do DTE
Request To Send	RTS	4	7	signál vysílaný z DTE, sděluje DCE, že DTE je připraveno
Clear To Send	CTS	5	8	signál vysílaný z DCE, sděluje DTE, že DCE je připraveno
Data Set Read	DSR	6	6	signál vysílaný z DCE; sděluje DTE, že DCE je funkční a připraveno komunikovat
Signal Ground		7	5	signálový zemní vodič Ground
Data Carrier Detected	DCD	8	1	signál vysílaný z DCE; sděluje DTE, že byl detekován signál vysílaný modem na opačném konci komunikačního kanálu
Data Terminal Ready	DTR	20	4	signál vysílaný z DTE; sděluje DCE, že DTE je funkční
Ring Indicator	RI	22	9	signál vysílaný z DCE; indikuje "vyzváněcí" signál v komunikačním kanálu (např. telefonní lince)

Tab. 1.2 Přiřazení signálů sériového rozhraní

1.2.4 Parametry sériového asynchronního přenosu

Při asynchronním sériovém přenosu je naprosto nezbytné shodně nastavit formát přenosu dat a přenosovou rychlost u komunikujících zařízení. Formát přenosu dat je zobrazen na obr 6.7. Skládá se z 1 start bitu, 5 až 8 datových bitů (obvykle 7 nebo 8), z maximálně 1 paritního bitu (může být vynechán) a 1 nebo 2 stop bitů. Přenosová rychlost se volí z řady 1 10, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 nebo 19200 bit/s.



Obr. 1.6 Formát přenosu dat

1.2.5 Kódování dat

Formát přenosu dat u RS-232C umožňuje použití různých způsobů kódování dat. V měřicí technice je to zejména kódování ASCII (znaky vysílány jednotlivě v 7-mi bitovém formátu, zpravidla s paritou), binární (datové bajty vysílány bez jakékoliv nápravy v 8-mi bitovém formátu bez parity) nebo Hex (každý bajt vyslán v podobě dvou znaků reprezentujících hexadecimální číslice v 7-mi bitovém formátu s paritou). Tzv. XMODEM protokol, při němž jsou vysílány pakety po 128-mi binárně kódovaných bajtech s kontrolní sumou na konci, je užíván především v telekomunikačních zařízeních.

1.2.6 Řízení přenosu dat

Příklady bezmodemových propojení jsou na obr. 1.4 a obr. 1.5. Nejjednodušší je tzv. třívodičové zapojení (obr. 1.5), ve kterém je použito pouze datových vodičů a signálové země. Řízení přenosu dat je v tomto zapojení možné pouze programově (software handshaking).

Často užívanou metodou programového řízení je tzv. protokol Xon/Xoff, kdy přístroj přijímající data ovládá komunikaci vysíláním speciálních řídicích znaků. Jestliže je na příjem připraven, vyšle signál Xon (ASCII 19). Přístroj na opačném konci rozhraní signál identifikuje a začne vysílat. V okamžiku, kdy přijímající přístroj není schopen data zpracovat, vyšle signál Xoff (ASCII 17), na který druhý přístroj reaguje přerušením vysílání. Činnost se může libovolně dlouho opakovat. Nevýhodou uvedené metody je její omezení na data kódovaná v ASCII kódu a relativně dlouhá reakční doba (závisí na konkrétním řešení přístroje), po kterou musí přijímající přístroj zachytit vysílaná data, jinak by došlo k jejich ztrátě.

1.2.7 Způsoby programování RS-232C

Programování systému s rozhraním RS-232C v principu není obtížná záležitost. Důležité je důkladné seznámení s množinou instrukcí měřicího přístroje, který chceme ovládat. Instrukce mají téměř vždy podobu ASCII řetězců. Moderní přístroje jsou z hlediska programového vybavení navrhovány podle standardu SCPI, který přispívá k unifikaci programátorského přístupu bez ohledu na typ rozhraní. Metody programování výrazně závisí na použité řídicí jednotce a výběru programových prostředků. V případě počítačů standardu PC a běžných programovacích jazyků (C, Pascal, BASIC) lze aplikovat některou z uvedených programovacích technik:

- § přímý přístup (čtení a zápis) do registrů komunikačního obvodu typu 8250 (komunikační adaptér RS-232C v PC)
- § využití služby 14H BIOSU
- § využití speciálních funkcí použitého programovacího jazyka (např. bios serialcom() v Microsoft C)
- § využití speciálních knihoven (např. z prostředí LabView) Univerzální programové balíky pro měření mají funkce pro ovládání RS-232C implementovány velmi často.

REGISTR	COM1 hexa	COM2 hexa	DLA CRL
1. Přijímací vyrovnávací registr (R x D - lze jen číst)	3F8	2F8	0
2. Vysílací vyrovnávací registr (T x D - lze jen zapsat)	3F8	2F8	0
3. Registr uvolnění přerušení (IER-Interrupt Enable R.)	3F9	2F9	0
4. Registr identifikace přerušení (IIR-Interrupt Identification R.)	3FA	2FA	-
5. Registr řízení linky (LCR-Line Control R.)	3FB	2FB	-
6. Registr řízení modemu (MCR-Modem Control R.)	3FC	2FC	-
7. Registr stavu linky (LSR-Line Status R.)	3FD	2FD	-
8. Registr stavu modemu (MSR-Modem Status R.)	3FE	2FE	-
9. Nižší slabika děliče hodin	3F8	2F8	
10. Vyšší slabika děliče hodin	3F9	2F9	1

Tab. 1.3 Seznam vnitřních registrů UART 8250

Počítače PC jsou standardně vybaveny rozhraním RS 232C. Oblast *Proměnné BIOSu* obsahuje seznam až čtyř bazových adres COM portů. Během POST BIOS testuje a inicializuje COM1 a COM2. Tyto porty jsou tvořeny obvody 8250 u PC/XT nebo 16450 u PC/AT (zcela programově i vývodově kompatibilní verze). Nevýhodou těchto obvodů je, že jsou schopny si zapamatovat pouze jeden přijatý znak, takže může hlavně při vyšších přenosových rychlostech dojít ke ztrátě dat (overrun), když počítač nestihne včas odebrat přijatý znak před příchodem dalšího. Z tohoto důvodu byl vyvinut obvod 16550, opět vývodově i programově kompatibilní, který však má 14-znakovou přijímací vyrovnávací paměť. Tato paměť však musí být programově zapnuta, jinak se obvod chová jako zcela standardní 16450. Je tedy možno jej v komunikačních kartách vyměnit, standardně je použit v nových PC.

INT 14H ROM-BIOSu bude fungovat se všemi čtyřmi porty, jestliže uložíte bázové adresy těchto portů do tabulky COM portů začínající na adrese 0:0400. Je třeba, aby žádné dva adaptéry nesdílely tutéž adresu, nebo ani jeden z nich nebude fungovat. BIOS ale podporuje jen poměrně primitivní komunikaci využívající stavové dotazy (polling), což je pro složitější aplikace téměř nepoužitelné. Adaptér je však schopen vyvolat hardwarové přerušení na základě mnoha různých podmínek v závislosti na hodnotách registru povolení přerušení (3F9H nebo 2F9H).

Asynchronní sériové porty osobního mikropočítače jsou navrženy na základě obvodu NATIONAL SEMICONDUCTOR 8250, který současně obsahuje i generátor přenosových frekvencí. Asynchronní sériové rozhraní se standardním zapojením RS232C je u novějších zapojení řízeno obvodem 82C450. Jde o obvod, který v sobě zahrnuje obvod NATIONAL SEMICONDUCTOR 8250, a dále převodníky úrovní z úrovně TTL na úroveň rozhraní RS232C.

1.3 Rozhraní RS 485 a zařízení pro tuto sběrnici

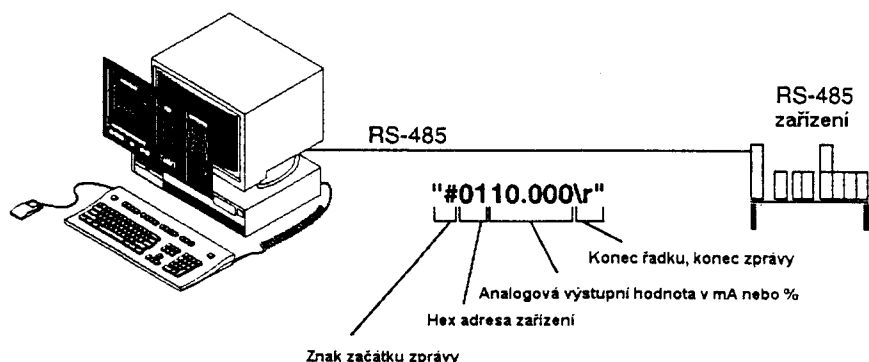
V případě, že jednotlivá měřicí místa jsou značně vzdálena jak od řídicího počítače, tak od sebe navzájem, je nevhodné zejména s ohledem na rušení přenášet ze senzorů do řídicího počítače analogový signál. Pro takovýto případ není tedy použití předchozích systémů příliš vhodné. Podstatně vhodnější je převést analogový signál na číslicový co nejblíže senzoru, vhodně jej zakódovat a na větší vzdálenost přenášet v číslicové formě. To umožňují distribuované průmyslové systémy se sériovou sběrnici RS-485 (v některých případech s možností mezipřevodu na optické vlákno).

V případě měření či regulace rychle se měnících veličin s nutností rychlejšího vzorkování či kratší reakční doby je nutné použít autonomní měřicí či regulační jednotku s následnou kompresí, či jiným předzpracováním dat. Z této autonomní jednotky se pak do řídicího počítače přenáší pouze zpracované výsledky měření či zpět pokyny pro ovládání akčních jednotek, regulátorů atd. ve formě komplexních zpráv na tzv. komunikační úrovni. V takovémto případě již nemusí být zaručeno rychlé a časově ekvidistanční obnovování informace a tudíž i délka těchto zpráv nemusí být konstantní, což je výhodné z hlediska využití komunikační kapacity sběrnice. Zato však musí být zaručen bezchybný přenos zprávy a na rozdíl od běžných lokálních datových sítí i mechanismus rychlé obsluhy přerušení v případě žádosti některé jednotky o obsluhu (rychlá reakce na havarijní stavy).

Pro distribuované měřicí, řídicí a informační systémy je nutnou podmínkou pro splnění požadované funkce systému vhodné propojení všech prvků. Za prvky systému považujeme:

- řídicí jednotky
- periferie
- akční členy
- inteligentní senzory.

Vzájemné fyzické propojení několika prvků systému zajišťuje sběrnice. Sběrnici rozumíme fyzickou část komunikační cesty mezi prvky systému nebo jeho částmi. Proto dělíme sběrnice na vnitřní a vnější.

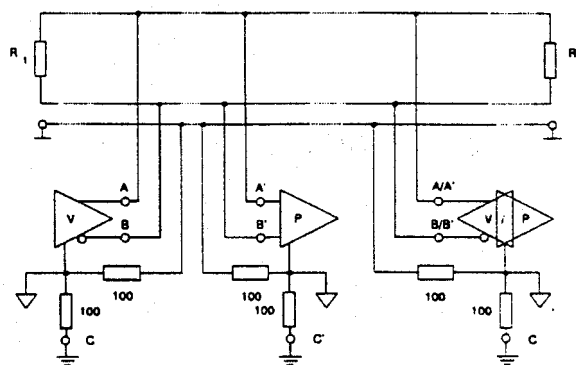


Obr. 1.7 Schéma komunikace a adresace linky RS-485

Vnitřními sběrnici rozumíme například sběrnice počítačů, které jsou nutné pro funkci daného počítače. Uživatel se s nimi nesetkává. Znalost jejich funkce je nutná pro analýzu mezních stavů, například z hlediska spolehlivosti, využití maximální hranice rychlosti přenosu dat, zálohování dat, diagnostiku poruch a podobně.

1.3.1 Základní vlastnosti RS-485

Sběrnice RS-485 je v současné době nejrozšířenější průmyslovou sběrnici. Podle standardu EIA není definován v RS-485 maximální počet vysílačů, ale počet přijímačů je omezen na 32 na jedné sběrnici. Signál se přenáší v binární formě maximální modulační rychlostí (která je vzhledem k binární formě i přenosovou rychlostí) 10 Mb/s s předpokládanou stejnosměrnou složkou.

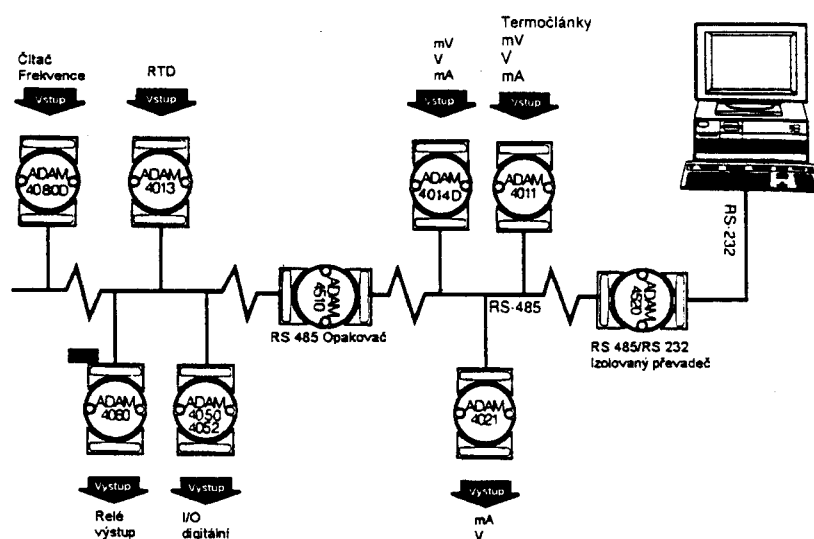


Obr. 1.8 Schéma sběrnice RS-485

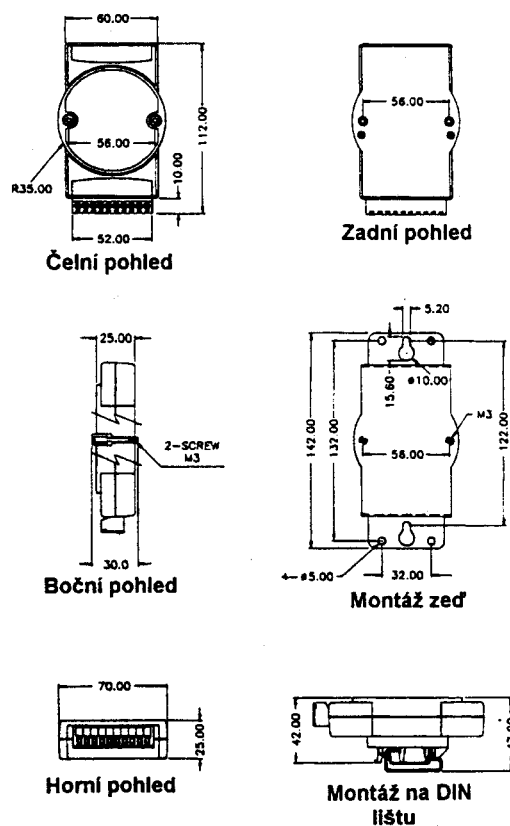
Přenosovým médiem je dvoudrát, který norma blíže nespecifikuje. Pro snížení vnějšího rušení se používá kroucený (twisted) dvoudrát s případným stíněním. Doporučené zapojení je na obr. 1.8. Jeden vysílač je schopen budit až 32 přijímačů a dva zakončovací rezistory. Zatěžovací charakteristiku sběrnice určují přijímače (P), neaktivní vysílače (V) a zakončovací impedance. Zatěžovací charakteristika je syntézou stejnosměrné a střídavé složky. Nízká impedance je volena pro omezení rušení v průmyslových provozech. Kroucený dvoudrát patří mezi finančně nejméně nákladná přenosová media. Samozřejmě jeho použití je kompromisem mezi cenou na straně jedné a přenosovou rychlostí a vnějším rušením na straně druhé.

1.3.2 Jednotky pro RS 485

Jako příklad měřicích jednotek uvedme moduly ADAM řady 4000 od firmy Advantech, která byla první v jejich hromadné výrobě v poměrně širokém sortimentu. Těmito moduly se potom inspirovala další řada výrobců. Na obr. 1.8 je příklad sítě modulů ADAM. Příklad montážních rozměrů modulů ADAM jsou na obr. 1.9.



Obr. 1.8 Sít' modulů ADAM řady 4000

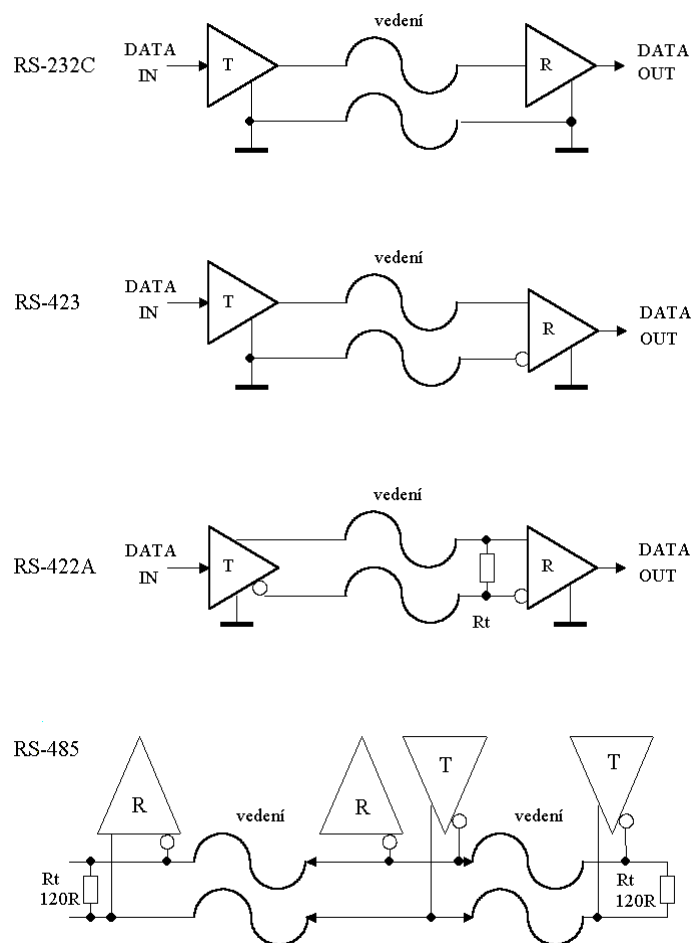


Obr. 1.9 Montážní rozměry modulu ADAM

1.4 Přehled nepoužívanějších sériových rozhraní

Rozhraní	proudová smyčka	RS-232C (V.24)	RS-423 (V.10)	RS-422A (V.11)	RS-485
Počet signálových vodičů pro jeden směr	2	1	2	2	2
Max.počet vysílačů/přijímačů	nesymetrický 1/1	nesymetrický 1/1	nesymetrický 1/10	symetrický 1/10	symetrický 32/32
Max.délka vedení	100 m	15 m	1,2 km	1,2 km	1,2 km
Max.přenosová rychlost	20 kb/s	20 kb/s	0,1 Mb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Max.napětí (proud)	20 mA	± 25 V	± 6 V	± 6 V	± 12 V
Impedance vedení		3-7 k Ω	450 Ω	100 Ω	54 Ω

Tab. 1.4 Nepoužívanější sériová rozhraní



Obr. 1.9 Realizace stykových obvodů

S KONTROLNÍ OTÁZKY TEORETICKÉ 1

1. (2 body) Jaký je princip synchronního a asynchronního přenosu dat?
2. (2 bod) Jaká logika je u rozhraní RS-232C ?
3. (2 body) Jakým způsobem je řízen přenos rozhraním RS-232C ?
4. (4 bodů) Srovnajte rozhraní RS-232C a RS 485.

— SHRUTÍ

Nové poznatky:

- synchronní a asynchronní přenos
- řízení rozhraní
- hardwarový a softwarový handshaking
- programování rozhraní
- elektrické vlastnosti rozhraní

Nové pojmy :

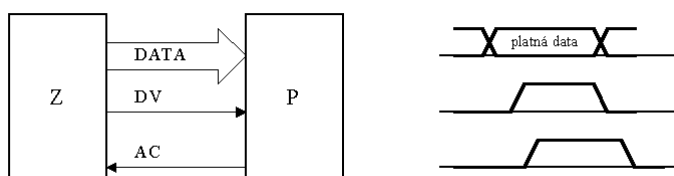
přenos dat, modem, nulový modem, přenosová rychlost, kódování dat.

Ñ KLÍČ K TEORETICKÝM OTÁZKÁM 1

5. Obr. 1.1
6. Tab. 1.1
7. Kapitola 1.1.6
8. Kapitola 1.3.1, Tab. 1.3

2. PARALELNÍ ROZHRAŇÍ

Obecný princip paralelního přenosu dat je uveden na obr. 2.1.



Obr. 2.1 Princip paralelního přenosu dat

V obr. 2.1 je:

Z zdroj dat

P příjemce dat

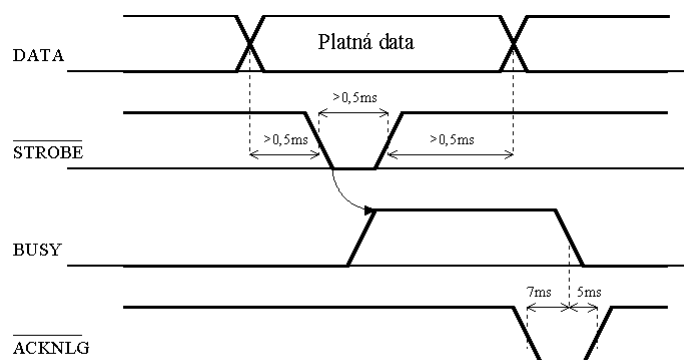
DATA datová sběrnice o šířce 8 bitů

DV..... Data Valid (signál potvrzující platnost dat na datové sběrnici)
AC..... Acknowledge (signál potvrzující příjem dat)

V okamžiku, kdy zdroj dat vyšle na sběrnici platná data, uvede se do aktivního stavu vodič DV. Když je příjemce dat schopen data přijmout a začne je zpracovávat, nastaví do aktivního stavu vodič AC.

2.1 Rozhraní CENTRONICS

Nejrozšířenější asynchronní paralelní rozhraní, pracuje se signály úrovně TTL. Délka propojovacího kabelu by neměla přesáhnout 2 m, každá signálová linka má svůj zemnicí vodič (twisted pair). Na obr. 2.2 je časový průběh signálů, v tab. 2.3 přiřazení a popis jednotlivých vodičů.



Obr. 2.2 Časový průběh signálů na rozhraní Centronics

Oproti obecnému průběhu je zde navíc vodič STROBE, jehož logická úroveň 1 aktivuje vodič BUSY.

Maximální přenosové rychlosti jsou:

Standardní paralelní port (SPP)	- 150 - 250 kB/s.
Vylepšený paralelní port (EPP)	- až 2 MB/s (prakticky 500 kB/s)
Zlepšený paralelní port (ECP)	- až 2 MB/s

Porty EPP/ECP navíc umožňují současnou komunikaci oběma směry (duplexní provoz).

I když elektrické parametry rozhraní jsou definované příslušnou normou, v praxi se můžeme setkat s tím, že ne každé zařízení na je 100% funkční s libolným typem paralelního rozhraní. Časté jsou rovněž případy, že zařízení není vůbec schopno komunikace – záleží na verzi chipsetu konkrétního motherboardu. Také z těchto důvodů nebývá standardní rozhraní Centronics v praxi příliš často k měřicím účelům využíváno.

Vývod	Signál	Směr	Význam
1	/STROBE	vstup	zapisovací signál
2	DATA1	vstup	datový vodič
3	DATA2	vstup	datový vodič
4	DATA3	vstup	datový vodič
5	DATA4	vstup	datový vodič
6	DATA5	vstup	datový vodič
7	DATA6	vstup	datový vodič
8	DATA7	vstup	datový vodič
9	DATA8	vstup	datový vodič
10	/ACKNLG	výstup	potvrzení
11	BUSY	výstup	nepřiptavenost
12	PE	výstup	konec papíru
13	SELECT	výstup	volba
14	AUTOFEED	vstup	automatické řádkování
15	/ERROR	výstup	hlášení o chybě
16	/INIT	vstup	inicializace
17	/SLCT IN	vstup	volba
18	GND		zem
19	GND		zem
20	GND		zem
21	GND		zem
22	GND		zem
23	GND		zem
24	GND		zem
25	GND		zem

Tab. 2.1 Rozmístění signálu CENTRONICS(konektor D-SUB 25)

2.2 Rozhraní a sběrnice IEEE 488

Toto rozhraní bylo přímo vyvinuto pro řízení měřicích aplikací a sběr dat. Můžeme se také setkat také s těmito názvy:

HP-IB (Hewlett Packard-Interface Bus)

GP-IB (General Purpose-Interface Bus)

IEC 625.1 (dodatky z roku 1976)

IMS-2 bývalá RVHP, u nás ČSN 35 6522 v roce 1984

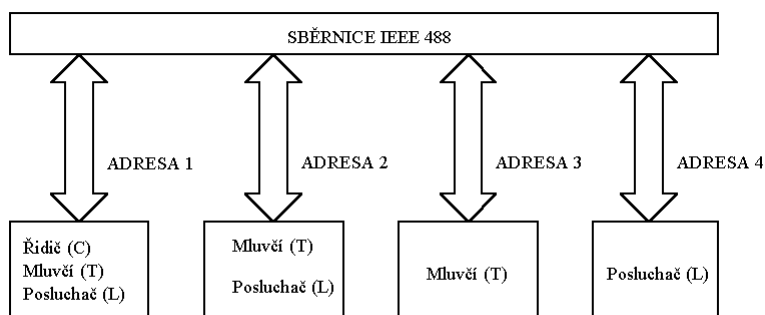
Z elektrického hlediska jsou všechny tyto normy ekvivalentní, liší se konektory.

Standard IEEE 488 je toho času nejrozšířenější soustavou používanou v celém světě pro automatizaci měřicích a testovacích procesů. Jde o soustavu která byla určena pro sestavení flexibilních měřicích systémů v rozsahu jedné nebo několika laboratoří, či zkušeben. Systém je sestavitelný z měřicích a jiných přístrojů, které

mohou být kromě autonomního provozu (bez spojení s automatizovaným systémem) vzájemně propojeny sběrnici liniového typu s počítačem (dnes nejčastěji osobním počítačem typu PC kompatibilní). Vzhledem k tomu, že se tento standard v posledních deseti letech velmi osvědčil, byla jeho standardizace dále rozšířena. Původní standard IEEE 488 je nyní označován IEEE 488.1 a jeho rozšíření z roku 1987 IEEE 488.2.

Standard IEEE 488 vznikl v roce 1972, kdy komisi IEC nabídla firma Hewlett Packard svou propojovací soustavu označenou HPIB (Hewlett Packard Interface Bus). Doporučení IEC bylo přijato v roce 1984 jako čs. státní norma pod označením ČSN 356522 "Stykový systém IMS-2". V mezinárodním měřítku má tento standard označení IEC 625, ale v technické a firemní literatuře se vyskytuje i pod různými jinými názvy, jako např. HPIB, GPIB, IEEE 488.1, IMS-2. Ve srovnání se standardem IEC 625 se vyskytují téměř zanedbatelné odchylky.

2.2.1 Princip sběrnice IEEE 488



Obr. 2.3 Princip sběrnice IEEE 488

Základní parametry systému jsou: paralelní datová sběrnice 8 bitů, rychlost přenosu max. 1MB/s při délce sběrnice do 10 m (každé 2 m přizpůsobení), max. počet funkčních jednotek -15 (bez expanderu). Sběrnice IEEE 488 se dále často využívá též pro propojení systémů se zásuvnými moduly (VXI systémy s nestandardní vnitřní sběrnici) s řídicím počítačem.

Na sběrnici se rozlišují 3 typy zařízení:

- § Vstupní zařízení - mluvčí T (talker)
- § Výstupní zařízení - posluchač L (listener)
- § Kombinované - řadič C (controller)

Sběrnice IEEE 488 má definováno 16 vodičů rozdělených do 3 skupin:

- § datová sběrnice - DIO1 - DIO8
- § sběrnice řízení přenosu dat - DAV, NFRD, NDAC
- § sběrnice řízení rozhraní - IFC, ATN, SRQ, REN, EOI

Po datové sběrnici se předávají přístrojové zprávy (data) nebo stykové zprávy (např. adresy komunikujících zařízení). Přiřazení signálu je v tab. 2.2.

Signál	Vývod	Význam signálu	
Datová sběrnice			
DIO ₁	1	Data Input / Output	Vstup / výstup dat
DIO ₂	2		
DIO ₃	3		
DIO ₄	4		
DIO ₅	14		
DIO ₆	15		
DIO ₇	16		
DIO ₈	17		
Sběrnice řízení přenosu dat			
DAV	7	Data Valid	Data platná
NFRD	8	Not Ready For Data	Nepřipravenost pro data
NDAC	9	No Data Accepted	Data nepřijata
Sběrnice řízení rozhraní			
IFC	10	Interface Clear	Nulování rozhraní
ATN	12	Attention	Pozor
SRQ	11	Service Request	Vyžádání obsluhy
REN	5	Remote Enable	Povolení dálkového ovládání
EOI	6	End Or Identity	Konec nebo identifikace
	13		stínění
	18		zem
	19-22		zem ke špičkám 6-9
	23		zem
	24		zem ke špičce 11
	25		zem ke špičce 12

Tab. 2.2 Přiřazení signálu IEEE 488(konektor D-SUB 25)

Definice rozhraní IEEE 488 dovoluje propojovat programovatelné i neprogramovatelné elektronické přístroje (měřicí) při dodržení těchto zásad:

1. informace přenášené po sběrnici mají podobu číslicových signálu v úrovni TTL s předepsaným zakončením
2. může být propojeno maximálně 15 zařízení
3. celková délka přenosového kabelu může být maximálně 15 m
4. přenosová rychlost na kterémkoliv vodiči sběrnice nepřevyšuje 1 Mbit/s
5. v celém systému se může zároveň vyskytovat právě jeden mluvčí (T) a nejméně jeden posluchač (L)

6. řízení většího systému zastává řadič (C), který tuto funkci může dočasně předat jinému řadiči, v každém okamžiku smí být aktivní pouze jeden
7. řídicí signály jsou přenášeny v negativní TTL logice
8. všechna zařízení jsou vybavena konektorem jednoho typu
9. propojovací kabel mezi jednotlivými zařízeními má mít na obou koncích konektory s kolíky i dutinkami

2.2.2 Základní typy desek rozhraní IEEE 488 do počítačů standardu IBM PC

Desky rozhraní IEEE 488 vyrábí řada firem (např. National Instruments, KEITHLEY/METRABYTE, Hewlett-Packard, IOTech, PHILIPS, Advantech, AXIOM aj.). Mimořádné postavení mezi světovými výrobci zásuvných desek a modulů rozhraní IEEE 488 do počítačů různých tříd zaujímá firma National Instruments (USA). V současné době je v nabídce firmy více než 40 modulů nejen do počítačů třídy PC, ale i pracovních stanic a minipočítačů.

Standardním obvodem použitým při konstrukci převážné většiny zásuvných desek do PC bývá řadič sběrnice NEC 7210 (příp. funkčně podobný TMS 9914), který má implementovány funkce rozhraní podle standardu IEEE 488.1. V poslední době některé firmy začaly používat zákaznické obvody jednak z důvodu zlepšení technických parametrů rozhraní (např. vyšší přenosové rychlosti nebo možnost monitoringu sběrnice), jednak jako ochranu proti zneužívání programových prostředků dodávaných s originální deskou. To je případ i nových desek GPIB-PCII (National Instruments), jejichž software je v současné době nepoužitelný ve spojení s lacinými deskami některých asijských výrobců na bázi NEC 7210.

V minulosti existovaly firmy, které nabízely desky IEEE 488 kompatibilní s deskou PCII, aniž by dodávaly vlastní software emulující činnost PCII.

Desky IEEE 488 pro PC lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří desky obsahující paměť typu EPROM, v níž je umístěn ovladač (driver), který zajišťuje komunikaci mezi uživatelským programem spuštěným v PC a sběrnicí. Ve druhé skupině jsou karty, které neobsahují paměť EPROM. Ovladač je v tomto případě uložen na disku, z něhož se zavádí do operační paměti PC. Desky první skupiny zpravidla umožňují režim desek skupiny druhé. mohou je tedy, pokud jsou doplněny příslušným ovladačem, plně nahradit.

2.2.3 Programování systémů se sběrnicí IEEE 488

Vlastní programování systému na bázi IEEE 488 není tak složitý problém jak by si mnohý uživatel představoval. V každém případě je nezbytná základní znalost standardů IEEE 488.1 a IEEE 488.2. Kromě ní je třeba znát vlastnosti konkrétních desek rozhraní, příkazy pro jejich ovládání, funkce měřicích přístrojů a příkazy (programovací řetězce tzn. zprávy vysílané přístrojům), jimiž tyto funkce programujeme. Konkurenční výrobci nabízejí desky s obdobným technickým i programovým řešením.

Standard IEEE 488.1 ani IEEE 488.2 nedefinuje obsah přístrojových zpráv. Díky tomu jsou kódy pro různé typy dříve vyrobených přístrojů od různých výrobců naprosto odlišné a tedy i používané programové vybavení je přísně vázáno na použité typy přístrojů a zařízení. Snaha používat univerzální programové vybavení

nezávislé na výrobci a typu použitého přístroje např. multimetru, vedla přední světové výrobce měřicí techniky (Hewlett Packard, Tektronix, Philips-Fluke, Keithley, Brüel & Kjaer, National Instruments) k unifikaci přístrojových zpráv.

Konsorcium uvedených firem připravilo jednotný systém definování přístrojových zpráv pod názvem System Commands for Programmable Instruments - SCPI. Veškeré přístroje uvedené těmito firmami na trh po roce 1990 jsou programovány způsobem odpovídajícím doporučení SCPI a samozřejmě též standardu IEEE 488.2. Tyto přístroje lze tedy z hlediska použitého programového vybavení libovolně zaměňovat, pokud umožňují požadované funkce realizovat. Pokud např. použijeme příkaz, který neodpovídá použitému typu přístroje (např. přepni na rozsah 1000V, přičemž nejvyšší rozsah použitého voltmetru je 300 V), hlásí se chyba. Řada přístrojů výše uvedených výrobců vyvinutých těsně před rokem 1990 však má již některé prvky SCPI implementovány. SCPI lze použít nejen pro programování funkčních jednotek systému dle standardu IEEE 488, ale též pro systémy VXI a s určitým omezením i pro přístroje připojené k počítači sériovou linkou RS-232.

Z přehledu základního programového vybavení je zřejmá bezvýhradná orientace na firmu Microsoft. Programovou podporu pro jazyky C, Pascal, FORTRAN, Assembler a BASIC některých dalších firem je možné dokoupit zvlášť. V současné době lze jednoznačně doporučit pro vývoj programů některé z vývojových prostředí jako např. LabView firmy NI, protože pro většinu přístrojů s rozhraním IEEE 488 je ovladač pro LabView k dispozici.

L LITERATURA

S KONTROLNÍ OTÁZKY TEORETICKÉ 2

1. (2 body) Jaký je základní rozdíl mezi sériovým a paralelním přenosem dat ?
2. (2 body) Popište princip řízení paralelního přenosu dat.
3. (2 body) Jaké jsou hlavní rozdíly mezi rozhraním Centronics a IEEE 488 ?
4. (2 bodů) Jaké základní typy zařízení rozlišujeme na sběrnici IEEE 488 ?
5. (2 bodů) Jaká je podpora výrobců tohoto rozhraní ?

SHRNUTÍ

Nové poznatky:

- paralelní přenos dat
- rozhraní Centronics
- sběrnice IEEE 488, princip řízení

Nové pojmy :

rychlost přenosu, sběrnice, řízení sběrnice, rozhraní Centronics, sběrnice IEEE 488.

Ñ KLÍČ K TEORETICKÝM OTÁZKÁM

1. Základní popis v kapitolách 1 a 2
2. Kapitoly 2 a 2.1
3. Kapitoly 2.1 a 2.2
4. Kapitola 2.2.1
5. Kapitola 2.2.2

\$ AUTOKONTROLA

Pokud jste získali minimálně 7 bodů z teoretických otázek ke kapitole 1 a minimálně 6 bodů z teoretických otázek ke kapitole 2, můžete pokračovat dále ve studiu. V opačném případě si ve zkráceném čase příslušnou kapitolu zopakujte.