

## 2 ROZHRANIA FYZICKEJ VRSTVY

Podľa 7-vrstvového referenčného modelu OSI **fyzická vrstva** popisuje mechanické, elektrické, funkčné a procedurálne charakteristiky prístupu na fyzické médium. Zaoberá sa popisom fyzických spojov, konektorov, úrovni signálov. V tejto kapitole uvedieme príklady niektorých známych **rozhraní**.

### 2.1 Prenos údajov

**O prenose údajov** môžeme hovoriť na rôznych úrovniach, počnúc hradlami obvodov TTL/CMOS, procesorom a jeho perifériami (pamäť, vstupy, výstupy) a končiac komunikáciou medzi zariadeniami na vzdialenosti jednotiek metrov až tisícok kilometrov. Každá z týchto úrovni má celkom iné požiadavky na prenos, s každou sú spojené celkom iné problémy ovplyvňujúce kvalitu prenosu. Spoločným znakom je však vždy snaha preniesť maximálny počet údajov za čo najkratší čas cez čo najmenší počet spojov.

Ako prenosové médium sa používajú:

- *Viacdrôtové vedenia (paralelné zbernice)* pre vysoké prenosové rýchlosti na krátke vzdialenosti. Príkladom sú rozhrania ISA, EISA, PCI, IDE, SCSI v počítačoch IBM PC. Na meracie účely sa používajú rozhrania VME, IEEE 488 (GPIB) a pod. Známe je aj rozhranie Centronics (paralelný port počítačov PC), ktorého rozšírená verzia podľa normy IEEE 1284 umožňuje aj obojsmernú komunikáciu (EPP – Enhanced Parallel Port).
- *Sériové kanály* prinášajú úsporu vodičov, pretože informácia sa prenáša v sériovom tvare.
  - *Telefónne a telegrafné linky* na veľké vzdialenosti, sú relatívne lacné, ale neumožňujú dosiahnuť veľké prenosové rýchlosti.
  - *Rádiové prenosové kanály* využívajú rôzne frekvenčné pásma. Dnes sa často používajú mikrovlny na prenos informácií zo siete Internet tam, kde nie je k dispozícii pevná linka.

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

---

- *Družicové spoje* sa používajú len v opodstatnených prípadoch, pretože sú nákladné a majú výrazné dopravné oneskorenie, až 270 ms.
- *Optické prenosové kanály* sú relatívne lacné, problémy so spájaním vyvažuje vysoká odolnosť voči rušeniu, nemožnosť odpočúvania, a vysoké prenosové rýchlosti.
- *Metalické nesymetrické vedenia* – signál sa prenáša voči spoločnej zemi, čím sa ušetria vodiče, ale systém je náchylnejší k poruchám. Obvody sú jednoduché, cena je nízka. Sú vhodné len na prenos na kratšie vzdialenosti.
- *Metalické symetrické vedenia* – na prenos signálu sa používajú vždy dva vodiče, prijímač obsahuje diferenciálny zosilňovač s vysokým potlačením súhlasného rušenia (CMRR). Je odolný voči poruchám, pretože ak sa vyskytne na oboch vodičoch poruchový impulz, v diferenčnom zosilňovači sa oba odpočítajú a potlačia. Takisto rieši niektoré problémy s prepájaním zemí, pretože ak aj sú zeme na rôznych potenciáloch, tento sa objaví na oboch vodičoch súčasne a tým sa potlačí.

Nevýhodou sú zložitejšie obvody realizácie a vyššia cena.

Hlavným parametrom, ktorý určuje kvalitu prenosových liniek je **útlm signálu** s danou frekvenciou na jednotku dĺžky. Od jeho veľkosti závisí vzdialenosť na ktorú môžeme komunikovať bez použitia prídavných zosilňovačov (opakovač – **repeater**). Od útlmu závisí aj odolnosť voči poruchám a tým aj dosiahnuteľná rýchlosť. S rastúcou frekvenciou útlm rastie. V neposlednom rade má útlm vplyv aj na cenu. Napríklad najlacnejšia krútená dvojlinka (twisted pair) 100  $\Omega$  má pre 10 MHz signál útlm cca 90 dB/km, drahší koaxiálny kábel už len 20 dB/km, jednovidový optický kábel dokonca len 1 dB/km.

### 2.2 Kódovanie a modulácia

Pri prenose informácií obvykle prenášame binárnu informáciu, ktorá je nejakým spôsobom zakódovaná a reprezentovaná napríklad úrovňami elektrického signálu. Pre **zakódovanie** informácie sa používa veľké množstvo kódov, napríklad *priamy binárny*, *BCD*, *Grayov reflexný*, *optimálny kód Shannon – Fanov*. Niektoré kódy obsahujú redundantnú informáciu, ktorá umožní detekovať chyby pri prenose. **Korekčné kódy**

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

---

dokázu chybu nielen detekovať, ale aj opraviť (samoopravný *Hammingov kód*).

Zakódovanú informáciu treba nejakým spôsobom previesť na zmeny merateľnej fyzikálnej veličiny – hovoríme o tzv. **modulácii**:

- *Optická* – využíva zmeny intenzity svetelného lúča, najčastejšie sa používa laserový lúč a ako prenosové médium optický kábel.
- *Magnetická* – je trocha výnimočná, pretože jej cieľom je dosiahnuť čo najvyššiu hustotu zaznamenaných údajov na magnetickom nosiči.
- *Elektrická* – je najčastejšie používaný spôsob. Signál môže byť
  - *prúdový* – obvykle vyžaduje vyšší príkon, neumožňuje plný duplex, na prenos teda potrebujeme dva páry vodičov. Má však vysokú odolnosť voči rušeniu a umožňuje prenos až na tisíce metrov. Najčastejšie používané prúdové slučky používajú hodnoty

Log. 1	Log. 0	
+40	0	
+20	0	[mA]
+20	-20	

- *napät'ový* – je jednoduchší a lacnejší, ale náchylný na poruchy. Používa sa aj v najbežnejších normalizovaných rozhraniach, ktoré uvedieme ďalej.

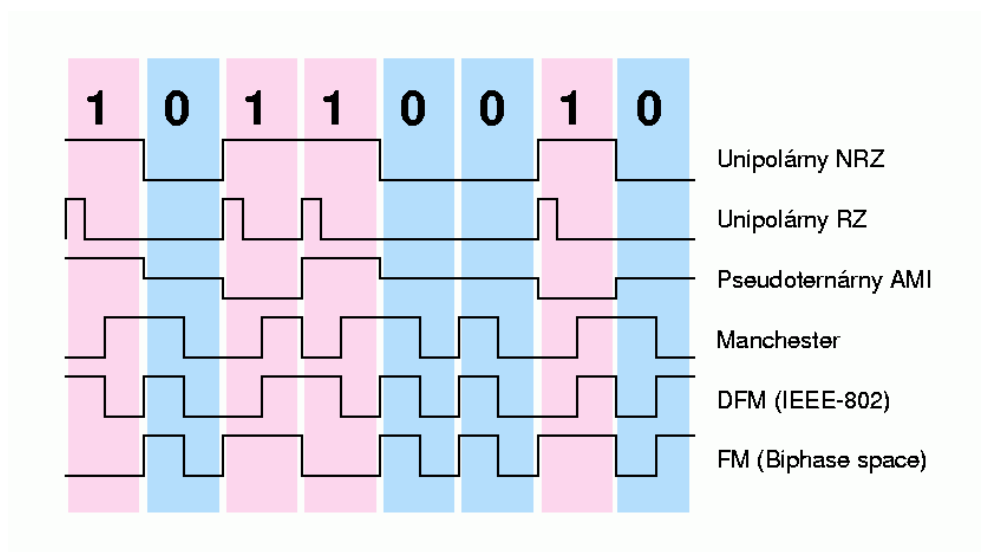
Podľa toho, ktorú vlastnosť elektrického signálu meníme, hovoríme o tzv. modulácii

- *Amplitúdovej* – logické hodnoty sú reprezentované dvoma rôznymi napät'ovými úrovňami,
- *Frekvenčnej* – logické hodnoty sú reprezentované dvoma rôznymi frekvenciami,
- *Fázovej* – logické hodnoty sú reprezentované rôznou fázou.

Na obrázku 2.1 je niekoľko príkladov bežne používaných modulácií.

Najjednoduchší spôsob je **priamy** – logické hodnoty 0 a 1 sú predstavované dvoma napät'ovými úrovňami. Tento signál obsahuje jednosmernú zložku, preto nie je veľmi vhodný na prenos na väčšie vzdialenosti. Označuje sa ako **NRZ** – Non Return to Zero. Má aj vysoké nároky na šírku frekvenčného pásma – najvyššia frekvencia je daná polovicou frekvencie prenosu dát, najnižšia frekvencia závisí od najdlhšej postupnosti rovnakých znakov.

Množstvo prenášanej energie znižuje **modulácia s návratom k nule (RZ** – Return to Zero), stále však obsahuje jednosmernú zložku, ktorú je



vhodnejšie odstrániť, aby bolo možné signály prenášať aj kapacitnou, prípadne indukčnou väzbou (oddeľovacie transformátory).

*Obr. 2.1.* Najčastejšie používané spôsoby modulácie.

**Pseudoternárny kód AMI** (Alternate Mark Inversion) vysiela nulu ako stav bez napätia, pre jednotku striedavo kladné a záporné napätie. Preto je stredná hodnota nulová.

Kódovanie **Manchester** mení stav vždy v strede intervalu. Logická jednotka je reprezentovaná prechodom 0→1, nula prechodom 1→0. Ak za sebou nasleduje viac rovnakých bitov, mení sa hodnota aj na okrajoch intervalov. Keďže zmena úrovne nastáva vždy v strede intervalu, je z nej možné spätne odvodiť synchronizačné impulzy. Signál teda obsahuje aj informáciu o časovaní. Nemá jednosmernú zložku, používa sa napríklad v sieťach Ethernet a ASi.

**Fázová modulácia (FM)** používa na reprezentáciu jednotky zmenu úrovne len na hranici intervalu, nula mení úroveň aj v strede intervalu. Zmeny úrovni na hraniciach bitových intervalov umožňujú rekonštrukciu synchronizačných impulzov. Takýto spôsob modulácie znižuje aj požiadavky na šírku frekvenčného pásma v porovnaní napríklad s NRZ.

**Diferenciálna fázová modulácia (DFM)** sa používa napríklad v sieťach podľa IEEE-802. Jednotka mení predchádzajúci stav, nula ponecháva signál bezo zmeny.

Na záver tejto časti spomeňme ešte dva problémy spojené s prenosom informácií. Je to synchronizácia a zdieľanie kanálov.

**Synchronizácia** je dôležitá pre správne zachytenie začiatku i konca vysielania, ale aj dĺžky jednotlivých bitov. V princípe je možné synchronizovať:

- Samostatným synchronizačným vedením, ktoré rozvádza synchronizačné impulzy z jedného presného zdroja. Výhodou je vysoká presnosť, nevýhodou cena za dodatočné synchronizačné vedenie.
- Cyklicky, napríklad vložení špeciálnych postupností na začiatku i konci vysielacej relácie. Vysielač i prijímač majú vlastné zdroje impulzov, ktoré pri začiatku vynulujú a odštartujú. Prípadné rozdiely v ich frekvenciách sa počas relatívne krátkej relácie neprejavujú.
- Pomocou vlozenej informácie – napríklad údaje v Manchesterskom kódovaní obsahujú informáciu o časovaní.

Údaje môžeme po vedení prenášať

- priamo, t.j. v základnom frekvenčnom pásme (base-band). Tento spôsob má množstvo nevýhod – vyžaduje široké frekvenčné pásmo, nevyužíva možnosti vedenia.
- v preloženom frekvenčnom pásme (wide-band). Vtedy po jednom vodiči prenášame niekoľko signálov, ktoré zaberajú určité frekvenčné pásma.

**Zdieľanie kanálov** využíva tzv. multiplex, ktorý môže byť

- *Frekvenčný* – každý signál zaberá vyhradené frekvenčné pásmo,
- *Časový* – signály sa vysielajú v rôznom čase,
- *Fázový* – signály majú rôzne fázové posuny,
- *Kódový* – každá správa obsahuje okrem údajov aj adresu,
- *Amplitúdový* – signály používajú rôzne amplitúdy,
- *Tvarový* – každý signál používa iný tvar impulzov (obdĺžnik, trojuholník),
- *Iné*.

### 2.3 Normy pre rozhrania fyzickej vrstvy

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

Postupom času sa niektoré firemné komunikačné rozhrania rozšírili natoľko, že sa stali svetovo uznávaným **štandardom**. Väčšina amerických noriem je označená ako RS (Recommended Standard) a má svoj ekvivalent ako norma IEC/ISO. Normy pre komunikácie vydáva aj CCITT.

Tab. 2.1 Porovnávacía tabuľka [TI1997].

Parameter	RS – 232 - E	RS – 423 - A	RS – 422 - A	RS – 485
	CCITT V.24+V.28	CCITT V.10 (X.26)	CCITT V.11 (X.27)	ISO 8482
Vedenie	nesymetrické	nesymetrické	symetrické	symetrické
Konfigurácia	1 Vysielač 1 Prijímač	1 Vysielač 10 Prijímačov	1 Vysielač 10 Prijímačov	32 Vysielačov 32 Prijímačov
Max. dĺžka [m]	15	1200	1200	1200
Max. rýchlosť [Kbps]	20	100	10 000	10 000
Výstupné napätia [V]	$\pm 5 \div 15$	$\pm 3,6 \div 6$	$\pm 2 \div 5$	$\pm 1,5 \div 5$
Vstupná citlivosť [V]	$\pm 3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
Impedancia ved. [ $\Omega$ ]	3k $\div$ 7k	Min 450	Min 100	Min 60
Max. napätie [V]	$\pm 25$	$\pm 6$	$\pm 6$	$\pm 12$
Vstupný odpor [ $\Omega$ ]	3 $\div$ 7	4	4	12

### 2.3.1 Nesymetrické vedenia – EIA-232-E

Toto rozhranie je pravdepodobne najznámejšie, najmä preto, lebo je implementované na všetkých osobných počítačoch IBM-PC. Používame ho bežne na prenos údajov medzi dvoma počítačmi, cez toto rozhranie je pripojená aj myš, alebo modem spájajúci počítač s Internetom. Je definované americkou normou ANSI EIA-232 (The Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange) z roku 1962. Je definované aj v normách CCITT V.24 a V.28.

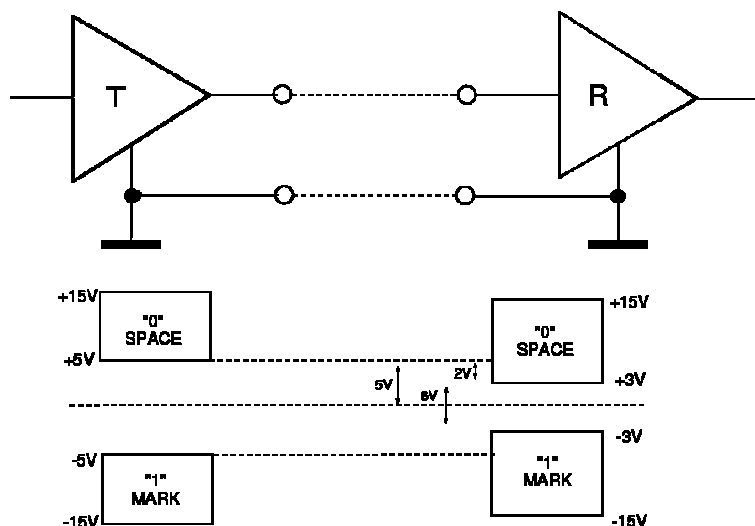
Jeho životaschopnosť dokazuje fakt, že norma prešla niekoľkými revíziami a používa sa dodnes. Posledná revízia je z Júla 1991 a nesie označenie E. V nej sa pôvodne udávaná maximálna dĺžka vedenia 15m zmenila na maximálnu kapacitu kábla 2500 pF. Rôzne materiály ovplyvňujú kapacitu vedení, takže prakticky je možné komunikovať na vzdialenosti 10 – 30 m, pri nižších rýchlostiach i viac.

Základnými pojmami v tejto norme sú zariadenia DTE – Data Terminal Equipment a DCE – Data Circuit-Terminating Equipment. Typický príklad DTE je počítač, DCE je modem.

RS-232 je nesymetrický prenosový kanál s prenosovými rýchlosťami 600, 1200, 2400, 4800, 9600, až 38,4 Kbps. Skutočná dosiahnuteľná rýchlosť

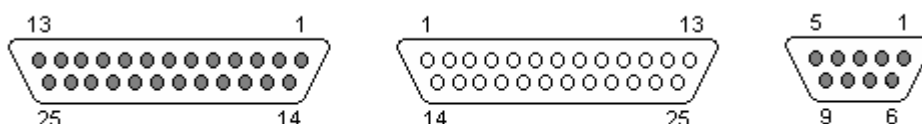
## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

závisí od dĺžky vedenia i podmienkach. Kvôli presluchom (crosstalks) a ich minimalizácii je stanovená maximálna strmosť hrán  $30 \text{ V}/\mu\text{s}$  (3% dĺžky



bitového intervalu). Definovaná impedancia medzi vysielačom a prijímačom je  $3 - 7 \text{ k}\Omega$ . Maximálne prípustné napätie na linke je  $\pm 25 \text{ V}$ .  
*Obr. 2.2* Napät'ové úrovne rozhrania RS-232.

Ako konektor pre toto rozhranie sa používa 25 pinový konektor typu D sub (Cannon), pričom na DTE (počítač) je vidlica („samček“), modem má zásuvku.



*Obr. 2.3.* Vidlica a zásuvka D-sub 25 pre DTE a DCE, vidlica D-9 pre DTE.

Norma definuje 43 rôznych signálov, ktoré sú rozdelené do štyroch skupín:

- G – ground, zem a napájanie,
- C – control, riadenie
- T – timing, časovanie
- D – data, údaje.

Označenie signálov a ich rozloženie na 25-pinovom konektore je v tabuľke 2.2. Norma definuje komunikáciu cez tzv. primárny aj sekundárny kanál,

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

vrátane plného handshakingu (potvrdzovania). Takýto systém však používa málokto a preto sa prakticky vždy používa len nejaká podmnožina týchto signálov. Niektoré aplikácie dokonca vystačia len s tromi z nich (TxD, RxD a GND). Význam deviatich najpoužívanejších signálov tohoto rozhrania (použitých na 9-pinovom konektore) je nasledovný:

Tab. 2.2. Signály rozhrania RS-232-E (V.24)

Cannon		Názov	CCITT V.24	Smer počítač – modem	Popis a funkcia
DB25	DB9				
1		GND	101	—	Cable Shield <i>Tienenie, ochranná zem</i>
2	3	<b>TXD</b>	103	→	Transmitted Data <i>Vysielané údaje</i>
3	2	<b>RXD</b>	104	←	Received Data <i>Prijímané údaje</i>
4	7	<b>RTS</b>	105	→	Request to Send <i>Výzva na vysielanie údajov</i>
5	8	<b>CTS</b>	106	←	Clear to Send <i>DCE pripravený prijať a odvyselať data</i>
6	6	<b>DSR</b>	107	←	Data Set Ready <i>DCE je pripravený uskutočniť spojenie</i>
7	5	<b>GND</b>	102	—	Signal Ground <i>Signálová zem</i>
8	1	<b>DCD</b>	109	←	Data Carrier Detect <i>Úroveň signálu je v predpísaných medziach</i>
9,10		-		-	Rezervované
11		STF	126	→	Select Transmitt Channel <i>Voľba vysielacej modulačnej frekvencie</i>
12		S.CD	122	←	Secondary Carrier Detect <i>Ako DCD, pre sekundárny kanál</i>
13		S.CTS	121	←	Secondary Clear to Send <i>Ako CTS, pre sekundárny kanál</i>
14		S.TXD	118	→	Secondary Transmitted Data <i>Ako TxD, pre sekundárny kanál</i>
15		TCK	114	←	Transmission Signal Element Timing <i>Časovanie prvkov vysielaného signálu</i>
16		S.RXD	119	←	Secondary Received Data <i>Ako RxD, pre sekundárny kanál</i>
17		RCK	115	←	Receiver Signal Element Timing <i>Časovanie prvkov prijímaného signálu</i>
18		LL	141	→	Local Loop Control <i>Riadenie lokálnej spätnej slučky</i>
19		S.RTS	120	→	Secondary Request to Send <i>Ako RxD, pre sekundárny kanál</i>
20	4	<b>DTR</b>	108	→	Data Terminal Ready <i>DTE (počítač) je pripravený</i>
21		RL	140	→	Remote Loop Control <i>Riadenie vzdialenej spätnej slučky</i>



## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

22	9	<b>RI</b>	125	←	Ring Indicator <i>DCE (modem) hlási, že prijíma volací signál</i>
23		DSR	111	→	Data Signal Rate Selector <i>Voľba prenosovej rýchlosti</i>
24		XCK	113	→	Transmit Signal Element Timing <i>Časovanie prvkov vysielaného signálu</i>
25		TI	142	←	Test Indicator <i>Signalizácia poruchy</i>

**Received Data a Transmitted Data (RxD, TxD)** je vstup (výstup) údajov v sériovom tvare. Ten sa začína štart bitom, pokračuje 5 až 8 datovými bitmi, pričom najmenej významný bit ide prvý. Pri prenose s kontrolou parity nasleduje paritný bit (párny, nepárny) a na záver jeden, jeden a pol alebo dva stop bity. Signál TxD generuje DTE a prijíma DCE. V pokojovom stave (DCD nie je nastavené) má byť na výstupe RxD logická jednotka.

**Request to Send (RTS):** Ak je počítač (DTE) pripravený vyslať data periférii (DCE), signál RTS je nastaví do jednotky a periféria sa musí pripraviť na vysielanie. V poloduplexnej prevádzke sa zároveň zablokuje príjem. Keď je všetko v poriadku, DCE nastaví signál CTS a dá tak najavo pripravenosť.

**Clear to Send (CTS):** Týmto signálom dáva DCE najavo pripravenosť na vysielanie. Keď mu ich začne DTE posielat', jeho úroveň sa znova zmení.

**Data Set Ready (DSR):** Aj tento signál nastavuje DCE a oznamuje tak, že je pripojený k telekomunikačnej linke.

**Data Carrier Detect (DCD):** Týmto signálom DCE indikuje, že prijíma nosný signál (*carrier*) zo vzdialeného zariadenia v požadovanej kvalite.

**Data Terminal Ready (DTR):** DTR indikuje pripravenosť počítača (DTE) prijímať dáta. Aby mohol modem (DCE) nastaviť signál DSR, musí najprv byť nastavený tento signál.

**Ring Indicator (RI):** Ak sa využíva aj tento signál, potom indikuje prítomnosť vyzváňacieho signálu na strane modemu (DCE).

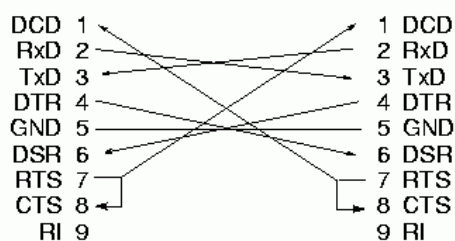
Realizáciu tohoto rozhrania nám uľahčujú integrované obvody, ktoré prevádzajú signály z a do úrovni TTL. Najstaršie obvody SN 75150/154 (Texas Instruments) a MC 1488/1489 (Motorola) vyžadovali napájanie  $\pm 12$  V, modernejšie MAX 232 (Maxim), LT1180A (Linear Technology) už obsahujú príslušný menič a vystačia s jediným napájaním +5 V. Najmodernejšie obvody obsahujú celé rozhranie s príslušným počtom

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

vstupov a výstupov pre 9-pinový konektor, napr. SN 75LV4735 (Texas Instruments).

Na tomto mieste sa zmienime ešte o obvodoch, ktoré realizujú prevod dát z paralelného tvaru na sériový. Sú to tzv. **obvody UART** (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter). Takýto obvod generuje štart bit, stop bit, prevádza byty na sériovú postupnosť bitov. Okrem toho obvykle obsahuje aj vyrovnávaciu pamäť a generuje prerušenia. Príkladom je obvod 8251 pripojiteľný k 8-bitovým mikropočítačom, alebo 8250A, príp. 16550A používaný v počítačoch IBM PC. Najmodernejšie obvody okrem obvodu UART obsahujú aj Plug and Play rozhranie pre Windows, napríklad TL16PNP550A (Texas Instruments).

**Nulový modem** sa často používa pri priamom prepojení dvoch počítačov PC káblom, bez vloženého medzičlánku (modemy, linka). Prepojovací kábel je zapojený podľa normy ISO/IEC 8481.



Obr. 2.4. Nulový modem pre RS-232 a 9-pinové DB konektory.

Hlavnou výhodou rozhrania RS-232-E je jednoduchosť a nízka cena, nevýhodou sú nízke rýchlosti a krátke vzdialenosti, problémy s rušením.

### 2.3.2 EIA-423-A (RS-423)

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

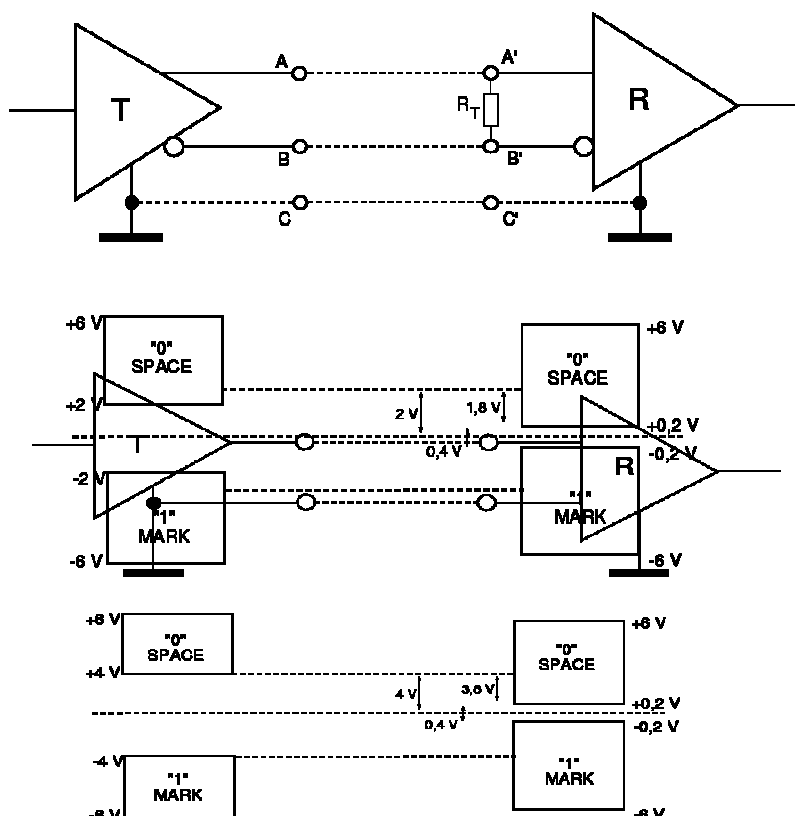
Toto rozhranie (aj CCITT V.10, X.26) má maximálnu prenosovú rýchlosť 3 Kbps do 1 km, resp. 300 Kbps do 10 m. Nesymetrické nízkoimpedančné obvody, na rozdiel od RS-232 môžu mať doby čela impulzu až 30 % doby bitového intervalu, čím sa znižujú problémy s rušením. Maximálna výstupná impedancia je  $50\Omega$ . Napät'ové úrovne sú na obrázku 2.5.

Obr. 2.5. Napät'ové úrovne rozhrania RS-423-A.

### 2.3.3 Symetrické vedenia – EIA-422-A (RS-422)

Výhodou symetrických vedení je vyššia odolnosť voči poruchám, vyššie potlačenie súhlasných napätí a možnosť prenosu na väčšie vzdialenosti. Tieto výhody sú vyvážené zložitejšou a nákladnejšou elektronikou, cena je vyššia a potrebujeme párované vodiče.

Symetrické vedenia vždy vyžadujú **zakončovací odpor**  $R_T$  (*terminator*), aby nedochádzalo ku odrazom na konci vedenia.



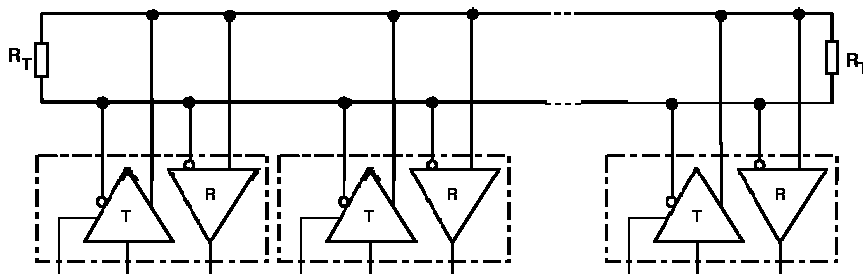
Obr. 2.6. Napät'ové úrovne rozhrania RS-422-A.

Toto rozhranie môže pracovať rýchlosťami (nie sú v norme definované) až 100 Kbps do 1 km, príp. 10 Mbps do 10 m. Charakteristická impedancia (a aj hodnota ukončovacieho odporu) je  $100 \Omega$ . Impedančné prispôsobenie stačí umiestniť do najvzdialenejšieho konca vedenia. Jeden vysielateľ môže komunikovať až s desiatimi prijímačmi, ale len jednosmerne (*simplex*), ak neprekročia elektrické podmienky. Maximálne napätia na vstupoch sú 12 V. Dĺžka vedenia môže byť až 1200 m pri úmerne nižšej prenosovej rýchlosti. Realizuje sa krútenou dvojlinkou.

Obvody rozhrania ponúkajú výrobcovia pod označením MC 3486/3487 (Motorola), Am 26LS34/32 (AMD), 75158/159 (Texas Instruments). Tie isté obvody možno použiť aj pre rozhranie RS-423.

### 2.3.4 ISO/IEC 8482 (RS-485)

Toto rozhranie bolo pôvodne rozšírením RS-422-A, pričom prevzalo signálové úrovne a doplnila sa možnosť poloduplexnej zbernicovej komunikácie. Norma je dosť stručná, neobsahuje napríklad definíciu konektorov, maximálnu dĺžku vedenia, rýchlosť a pod. Toto rozhranie je použité aj v systéme Profibus, preto mu venujeme trochu pozornosti.



Obr. 2.7. Zbernica RS-485 v takomto usporiadaní umožňuje len polovičný duplex, na plný treba pridať druhý pár vodičov.

Na prenos sa používa symetrické vedenie, prenosová vzdialenosť je typicky až do 1,2 km, ale len rýchlosťou 9600 bps. Maximálnou rýchlosťou 12 000 Kbps však môžeme komunikovať len na vzdialenosť 100 m. Na jedno vedenie môžeme pripojiť až 32 zariadení, z ktorých každé môže prijímať i vysielat' data.

Ako vodiče pre toto rozhranie sa používa bežná krútená dvojlinka, pre náročnejšie aplikácie tienená. Pre priemyselné použitie (Profibus) je

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

s dvojitým tienením a vonkajším obalom z PVC, PE alebo PUR, ktorý kábel chráni pred nepriaznivými vplyvmi.

Typický kábel má menovitú impedanciu  $150 \Omega$  ( $135 - 165$ ) pre  $3 - 20$  MHz, s útlmom menším ako  $40$  dB/km, odporom  $\leq 110 \Omega/\text{km}$  a kapacitou  $\leq 30$  pF/m. Minimálny prierez vodičov je  $0,34 \text{ mm}^2$ , max. dĺžka odbočky  $0,3$  m. Každý segment má byť ukončený terminátorom. Podľa normy Profibus má okrem ukončovacieho odporu  $220 \Omega$  obsahovať aj dva odpory  $390 \Omega$  pripojené na napájanie, ktoré definujú stav zbernice aj vtedy, keď žiadna stanica nevysiela. Preto musí byť v systéme Profibus terminátor napájaný.

Napät'ové úrovne sú definované podľa normy V.11, teda rovnaké ako pri RS-422-A. Budiče obvodov sú napr. 75174/175, kombinovaný SN 75156A, moderný SN 75ALS176B, s ochranami vstupov do nepriaznivých prostredí SN 75LBC184 (Texas Instruments).

Pre pripojenie ku zbernici odporúča norma Profibus používať 9-pinový D-sub konektor, zapojený podľa tabuľky 2.3.

Tab.2.3. Zapojenie konektora pre Profibus.

DB-9	RS-485	Názov	Význam
1		Tienenie	Ochranná zem
2		nc	Rezervované
3	B/B'	RxD/TxD +	Data +
4		CNTR +	Riadiaci signál +
5	C/C'	D GND	Signálová zem
6		Vp	Napájacie napätie +
7		nc	Rezervované
8	A/A'	RxD/TxD -	Data -
9		CNTR -	Riadiaci signál -

### 2.3.5 IEEE 802.3 (Ethernet)

Rozhranie sa nazýva CSMA/CD a norma okrem iného definuje rozhranie AUI medzi DTE (počítač) a tzv. jednotkou prístupu k médiám MAU – Media Access Unit. Obidve zariadenia sú prepojené káblom, ktorý je na oboch koncoch ukončený 15-pinovým D-sub konektorom (DTE zásuvka, MAU vidlica).

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

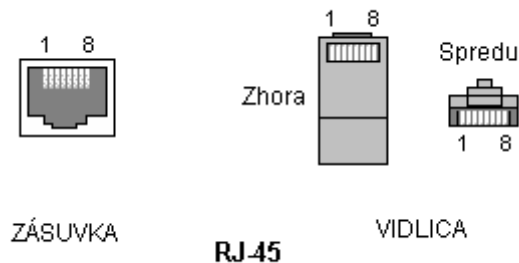
Prenosová rýchlosť 1 – 20 Mbps závisí od média, typicky je 10 Mbps. Signály sa prenášajú v základnom pásme (base). Kódovanie dát je systémom Manchester, okrem údajov sa prenášajú aj riadiace signály.

Ako budiace obvody sa používa napr. DP 8392/8391/8390 (National Semiconductor). Výstupné napätie nesmie prekročiť 13 V.

Rozhranie používa niekoľko druhov káblov:

- 10 BASE 5 – hrubý koaxiál (yellow cable), dnes sa používa zriedka pre bežné siete, pretože je neohybný a ťažko sa s ním manipuluje. Pre priemyselný Ethernet existuje dokonca tzv. triaxiálny kábel, ktorý má na hrubom koaxiáli navyše hliníkové tienenie a plastový obal. Má mať impedanciu  $50 \Omega$ , útlm  $\leq 17$  dB/km pri 10 MHz. Pripojenie kábla sa realizuje cez jednotku MAU.
- 10 BASE 2 – tenký koaxiál (thin cable, cheapnet) s impedanciou  $50\Omega$ , max. dĺžky 500 m na segment. Konektor typu BNC sa upevňuje na kábel RG58 špeciálnymi kliešťami. Celkove je pripájanie oveľa jednoduchšie, pomocou T-členov, alebo odbočiek max. dĺžky 1 m. Cenou za jednoduchosť býva nižšia prenosová rýchlosť.
- 10 BASE T – krútená dvojlina, priemyselné verzie s dvojitým tienením a ochranným obalom z plastov.

Ak konektor sa používa typ RJ45, na strane zariadenia je zásuvka, na strane kábla vidlica.



Obr. 2.8. Konektor pre pripojenie TP kábla. Zapojenie vývodov je v tabuľke 2.4.

Tab.2.4. Zapojenie konektorov RJ-45.

Pin	Názov	Popis
1	TX+	Vysielané data +
2	TX-	Vysielané data -
3	RX+	Prijímané data +
4	n/c	nezapojený
5	n/c	nezapojený

## Kapitola 2: Rozhrania fyzickej vrstvy

---

6	RX-	Prijímané data –
7	n/c	nezapojený
8	n/c	nezapojený

### **Kontrolné otázky**

- 1. Kde všade ste sa stretli s rozhraním RS-232?*
- 2. Prečo musí byť symetrická zbernica ukončená zakončovacím odporom?*
- 3. Ktorý kábel je lepší na prepojenie dvoch počítačov vzdialených 2 m od seba – dvadsaťmetrový, alebo dvojmetrový? Prečo?*

---

## LITERATÚRA

- Blatný J., Drábek, V. (1990). *Standardizace číslicových rozhraní*. VUT Brno: Brno. 1990.
- Orgen, J. (1997) *Hardware Book*.  
On line:<<http://www.blackdown.org/~hwb/hwb.html>>, 1997.
- Application Note 83: *Fundamentals of RS-232 Serial Communications*. Dallas Semiconductor : USA, 1995.
- SLLDE01A. *1996 Data Transmission Seminar*. Texas Instruments : UK, 1997.
- ANSI/EIA/TIA 232-E-1991: *Interface between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment employing serial binary data interchange*. ANSI : USA, 1991
- ISO/IEC 8481:1996. *Information Technology. Telecommunications and information exchange between systems. DTE to DTE direct connections*. ISO/IEC : Genève, 1996.
- CCITT Recommendation X.24 (1989) *List of definitions for interchange circuits for data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) on public data networks (DTN)*.
- ISO/IEC 8482 (1993) *Information Technology. Telecommunications and information exchange between systems. Twisted pair multipoint connections*. ISO/IEC : Genève, 1993.
- ISO/IEC 8802-3 (1993) *Information Technology. Local and metropolitan area networks. Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification*. IEEE : New York, 1993.