

Komunikační sběrnice

KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE - VLASTNOSTI

Standard	RS-232C/D	RS-423A	RS-422A	RS-485
Typ signálu	nesymetrický	kombinovaný	symetrický	symetrický
Počet vysílačů (max)	1	1	1	32
Počet přijímačů (max)	1	10	10	32
Délka spoje (max)	15m	1200m	1200m	1200m
Přenos. rychlost (bit/s)	20kb	100kb	10Mb	10Mb
Úroveň signálu "log0"	<+5V, +15V>	<+3,6V, +6V>	min. 2V	min. 1,5V
Úroveň signálu "log1"	<-5V, -15V>	<-3,6V, -6V>	sym. signál	sym. signál
Citlivost přijímačů	3V	sym. 0,2V	sym. 0,2V	sym. 0,2V
Zatěžovací impedance	3÷7 kΩ	450Ω (min)	100Ω (min)	60Ω (min)
Maximální proud	500mA	150mA	150mA	250mA
Zout vysílače (neaktivní)	300Ω	60kΩ	60kΩ	120KΩ
Minimální počet vodičů	3	3	4	2
Možný přenos hodnot	Full duplex	Full duplex	Full duplex	Half duplex

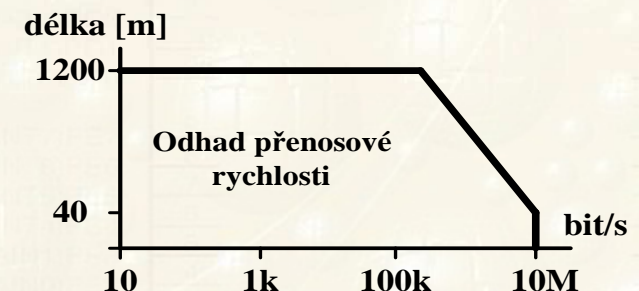
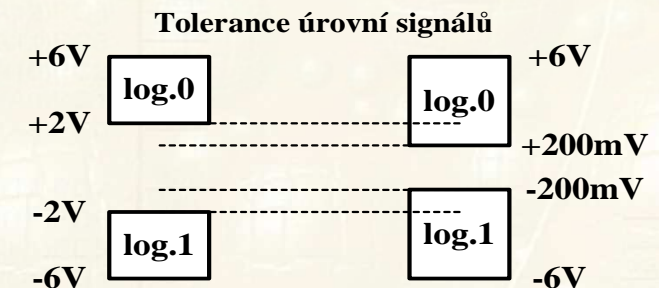
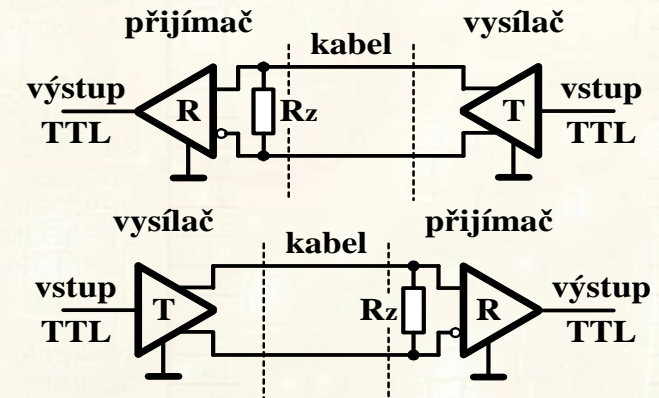
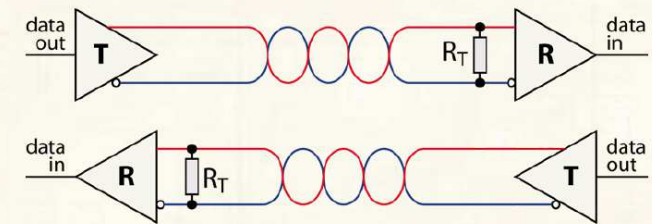
Kabelové propojení dvou nebo více systémů je ovlivňováno nežádoucí proudy a napětí, které mohou zničit obvody připojené ke sběrnici. Existují primárně dva zdroje.

- **Zemní smyčky** – vznikají, když je využíváno více zemních cest. Propojené systémy, vzdálené několik metrů od sebe, nemusí mít stejný potenciál. Protékající proud může zničit komponenty.
- **Přepětí na vedení** - může být způsobeno mnoha zdroji. Přepětí je způsobené proudy indukovanými do kabelu linky (průmyslová prostředí – velké proudy při spínání zařízení způsobující změny zemního potenciálu, indukce ze souběžných vedení - indukční rázy zahrnující elektrostatický výboj nebo blesk). Indukované napětí může dosáhnout i stovek voltů.

Ochranou před touto potenciálně destruktivní energií je vhodné všechny zařízení připojené ke sběrnici je vhodné vztáhnout k jednomu bodu uzemnění. Pro větší vzdálenosti je **nutné izolovat** každý připojený systém ke sběrnici, čímž bude zabráněno zemním smyčkám i elektrickým přepětím před zničením obvodů.

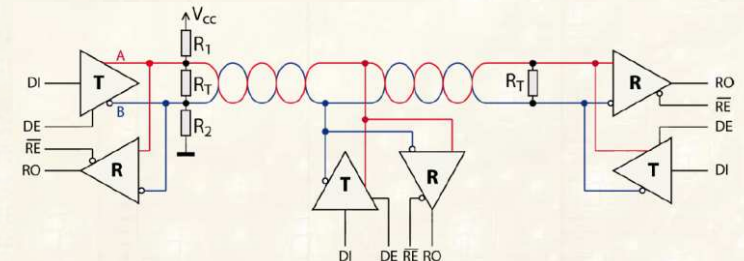
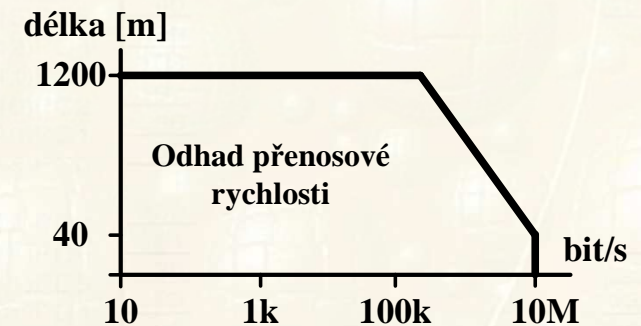
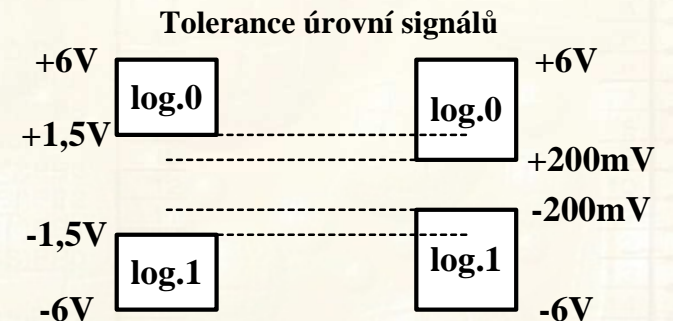
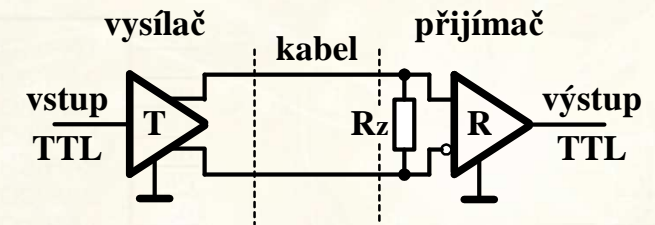
Obousměrná komunikace RS422A podle standardu umožňuje propojení jednoho vysílače a až 10 přijímačů na vzdálenost <1200m.

- Přenos **symetrickým signálem** po **kroucené dvoulince** (omezení rušení) s přizpůsobením straně přijímače.
- Norma neumožňuje připojení více vysílačů \Rightarrow omezené použití pro síťovou komunikaci.
- Standard potřebuje 2x2 vodiče a skrytě zem pro komunikaci **full duplex**.
- Převodník RS422 je často nahrazován **dvěma obvody pro RS485A s pevně nastaveným směrem přenosu**.



❖ Možnost propojení většího počtu vysílačů i přijímačů 32 (nyní až 256)

- Vhodný pro **lokální sítě mikropočítačů nebo řadičů**
- Přenos oběma směry (Half Duplex)
- Komunikace po dvou vodičích zakončených přizpůsobenou zátěží (120Ω).
- Zatěžovací impedance vedení až 60Ω , která se blíží charakteristické impedanci Twisted pair
- V daný okamžik **může vysílat jen jedna jednotka, ostatní musí být v přijímacím režimu.**
- Vysílač a přijímače mohou být vzdáleny až 1,2km
- **Kdy zvážit optické oddělení?**

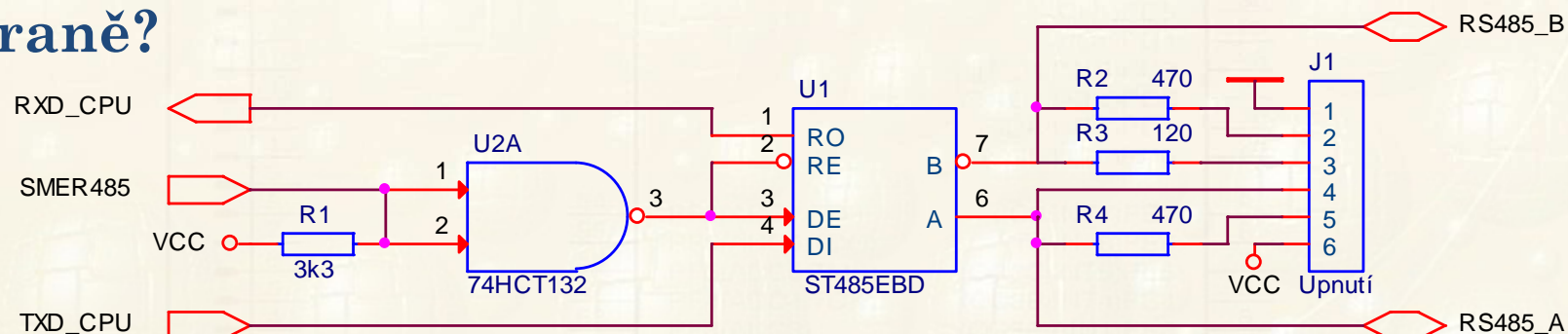


Převod z **TTL** na **RS485A** realizují obvody (např. MAX485, ST485EBD (static.), ADM2582E (izolov., DC-DC).

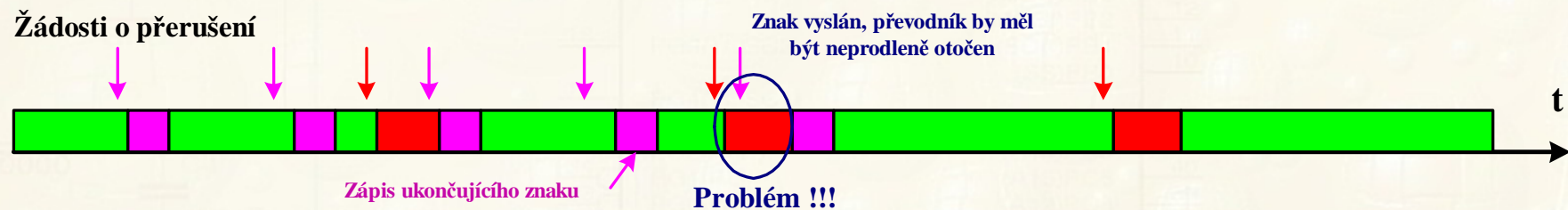
Směr přenosu můžeme řídit jedním (SMER485) nebo dvěma signály.

Z přepínání převodníků mezi oběma režimy vyplývají dva problémy:

- ❖ **Sběrnici po určitou dobu nikdo neřídí (převodníky jsou ve vstupním režimu).**
- ❖ **Bude včas otočen směr převodníku na jedné nebo druhé straně?**



- ❖ Sběrnice musí být upnuta dvěma odpory k napájení a zemi tak, aby v klidu (nikdo nevysílá) byla na vedení log.1
- ❖ Nechceme-li velké prodlevy při vzájemné komunikaci, musíme **po vysílání neprodleně otočit směr přenosu převodníku do přijímacího režimu. Kdy nastane problém?**

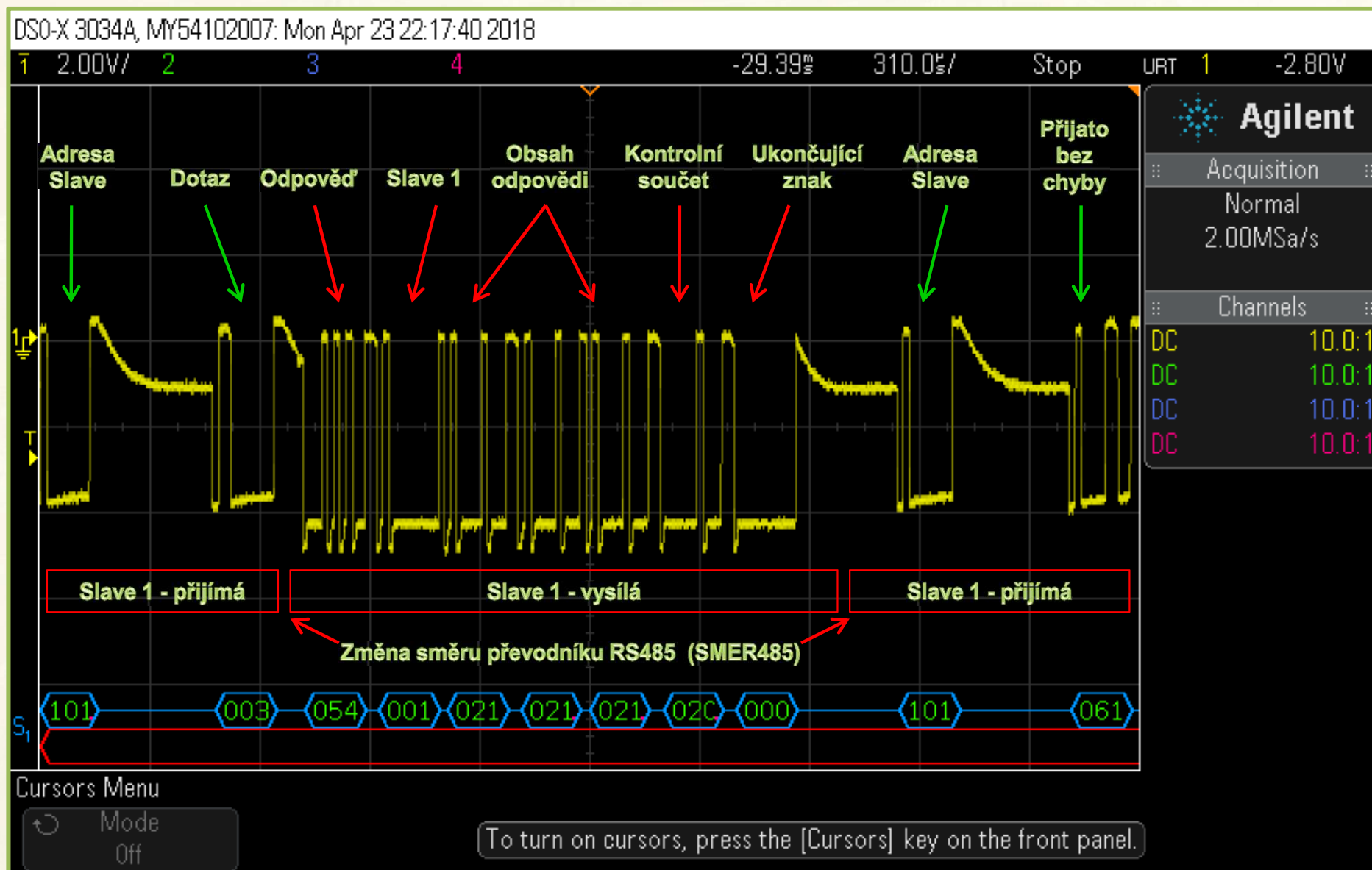


Obsluha přerušení sériového kanálu při vysílání po sběrnici RS485

```
void seriový_kanal() interrupt 4 using 1
{
    unsigned char znak;
    if (TI==1)                                     // Vysílání řetězce
    {
        TI=0; TB8=0; znak=sertxd[pocettxd++];
        if ((znak==SKONEC) || (pocettxd>43))
        {
            EA=0; SBUF=SKONEC; while(!TI); SMER485=1; TI=0;
            vyslano=1; pocettxd=0; EA=1;}
        else SBUF=znak; return;}
}
```

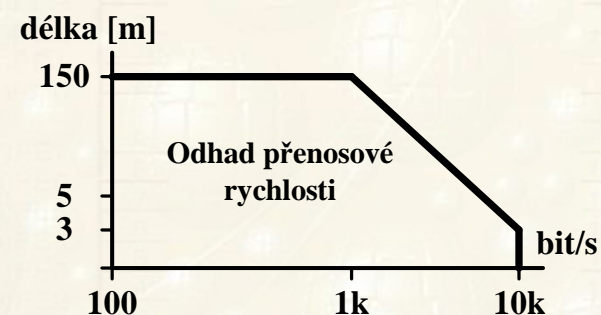
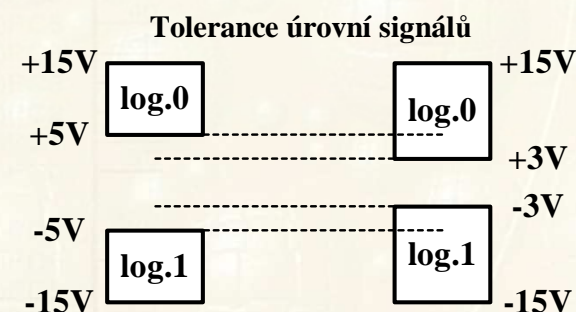
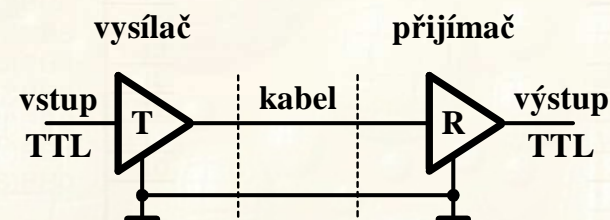
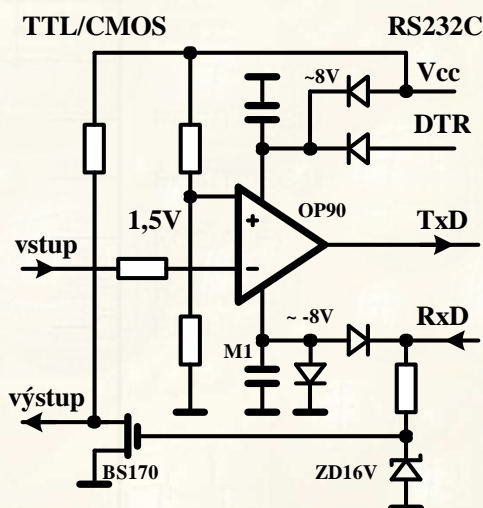
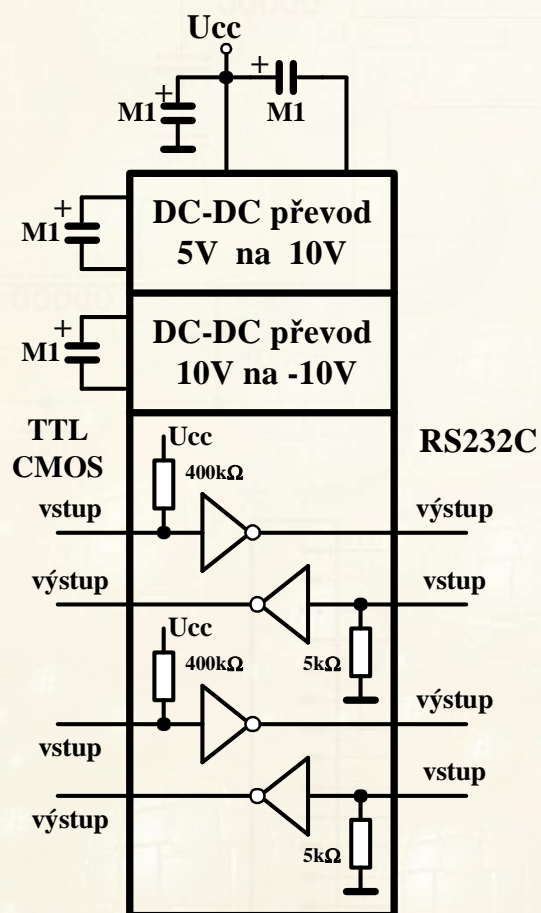
KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE - RS485

Příklad komunikace na RS485 - (zelené-Master) a (červené-Slave)



KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE RS232 – PŘEVODNÍKY ÚROVNÍ

Stejně jako u RS422 a 485, je v důsledku rozdílných napěťových úrovní TTL a V24, je nutné mezi procesor a rozhraní V24 použít převodník (obvykle s označením výrobce a koncovkou 232).

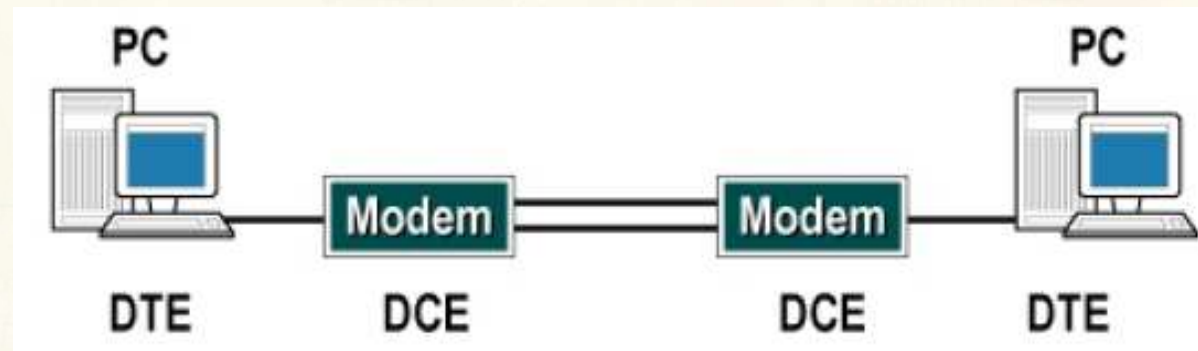


SBĚRNICE RS232 – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ

Původně určeno pro spojení mezi terminálem a modemem při komunikaci prostřednictvím např. veřejné telefonní sítě.

DTE (UZD)– Data Terminal Equipment (koncové datové zařízení) ~ PC (konektor samec)

DCE (KZD)– Data Communication Equipment (zařízení datové komunikace) ~ modem (konektor – samice)



Signály konektoru DE9 (pohled zepředu)

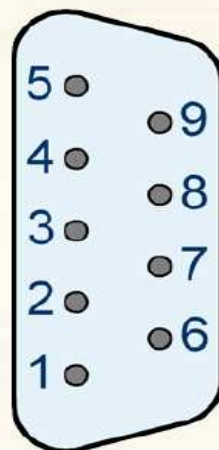
SG – Signal Ground

DTR – Data Terminal Ready

TD – Transmit Data

RD – Receive Data

DCD – Data Carrier Detected

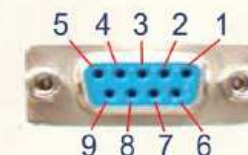
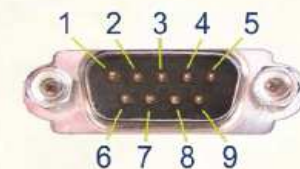


RI – Ring Indicator

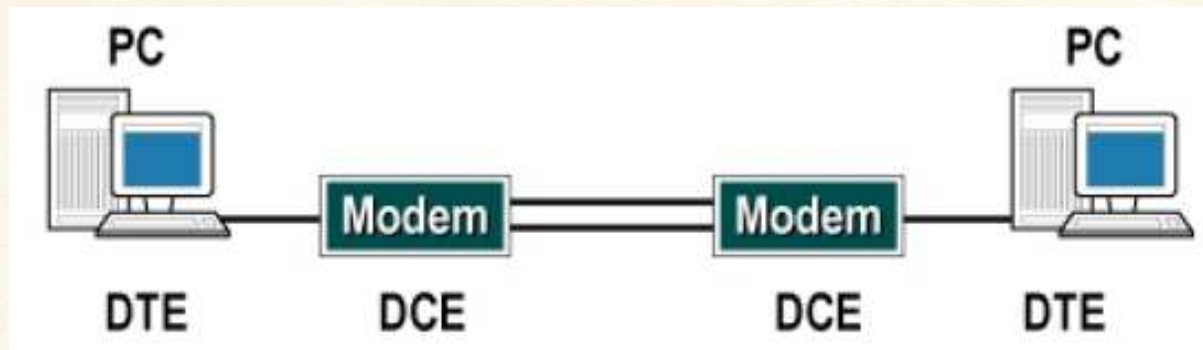
CTS – Clear To Send

RTS – Request To Send

DSR – Data Set Ready

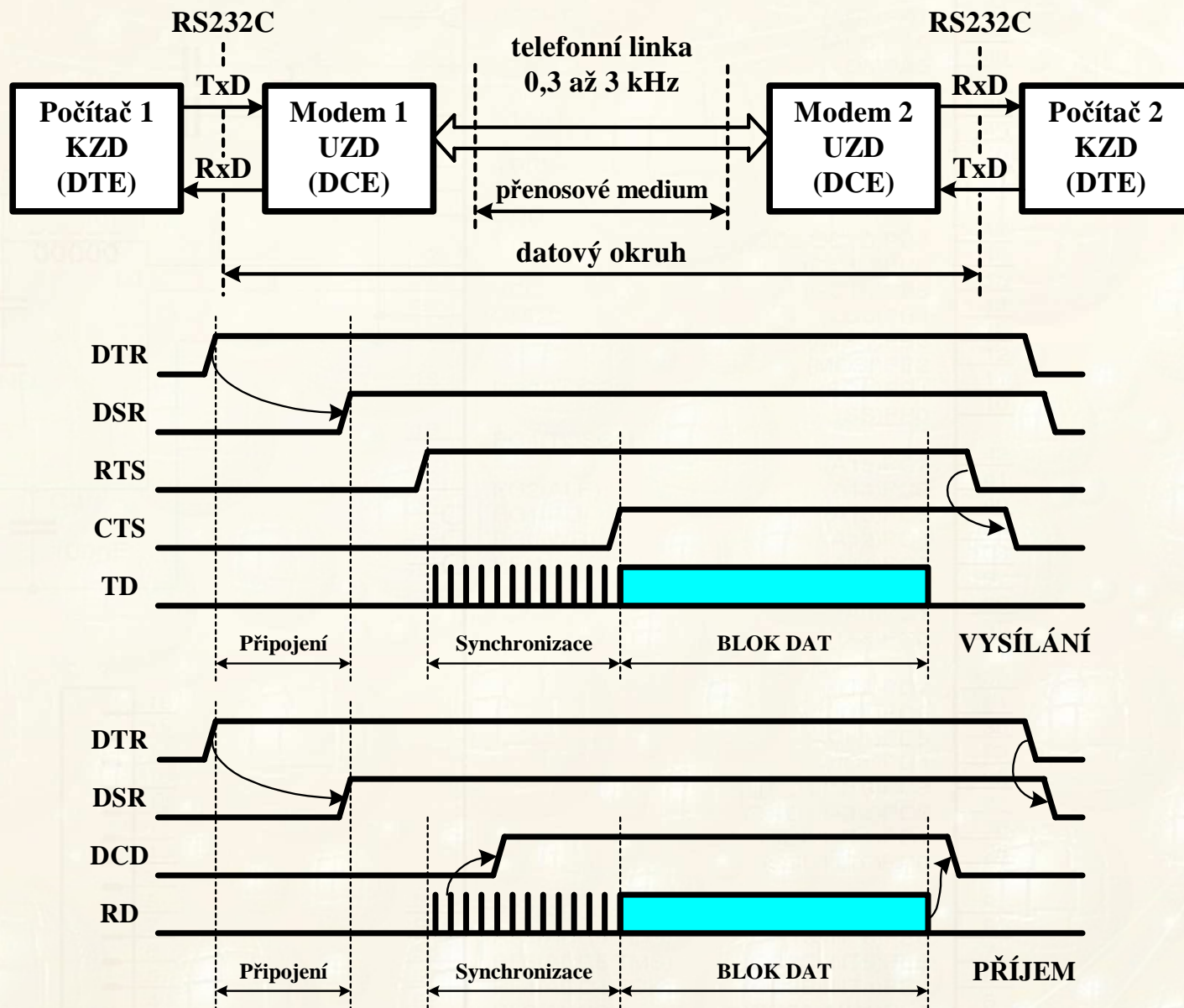


SBĚRNICE RS232 – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ



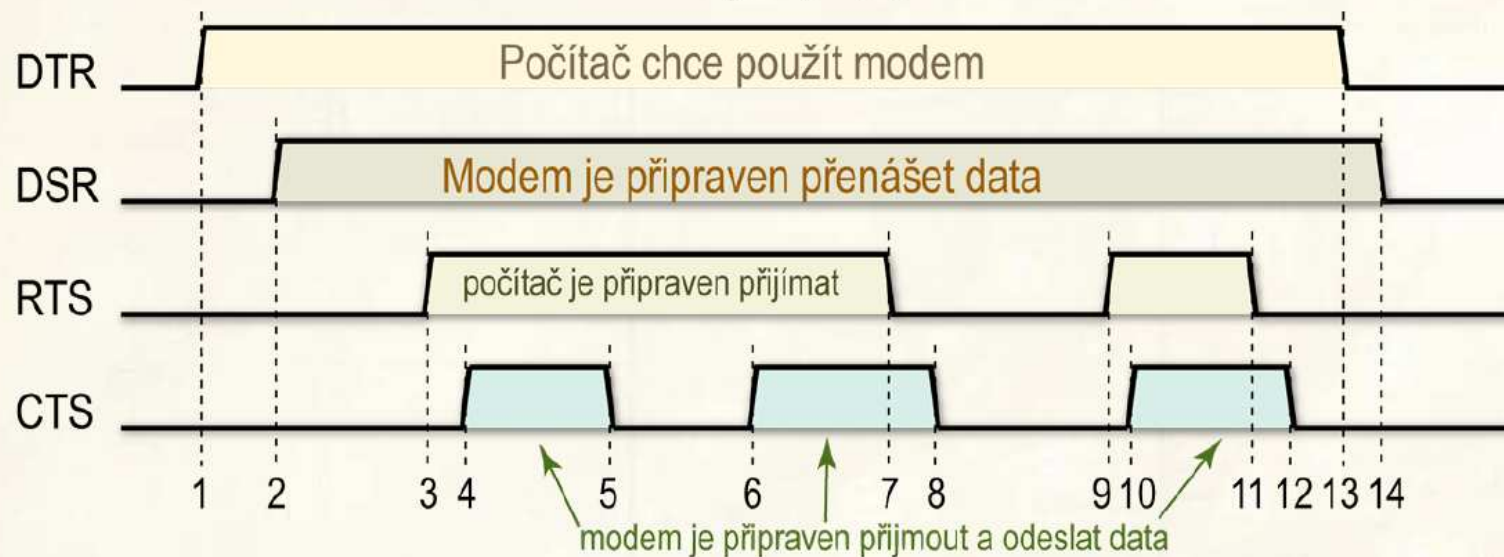
Signál	Funkce
DCD	<i>detekována nosná frekvence dat</i> : DCE je připojen k telefonní lince (<i>detekoval nosný signál vzdáleného modemu</i>)
RD (RxD)	<i>příjem dat</i> : přenos sériových dat z modemu do DTE (např. PC)
TD (TxD)	<i>přenos dat</i> : přenos sériových dat z DTE do DCE (modemu)
DTR	<i>datový terminál připraven</i> : DTE (koncové datové zařízení) informuje DCE o tom, že je připraveno k výměně dat (<i>např. že PC chce použít modem</i>)
SG (GND)	zem: signálová zem
DSR	<i>sada dat připravena</i> : DCE (modem) oznamuje, že (<i>dokončil vyjednávání s modemem na vzdálené straně a</i>) je připraven přenášet data
RTS	<i>požadavek na odeslání</i> : DTE informuje modem, že je připraveno odeslat data (a čeká na potvrzení signálem CTS)
CTS	<i>povolení odeslat</i> : modem povoluje, aby DTE odeslal data (přechod zpět do log. 0 indikuje, že není možné pokračovat v odesílání /např. zaplněný buffer modemu/)
RI	<i>příjem vyzvánění</i> : indikuje, že modem přijímá signál vyzvánění
PG	Protected Ground (<i>ochranné uzemnění</i>): je připojeno ke krytu konektoru a stínění

SBĚRNICE RS232C – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ



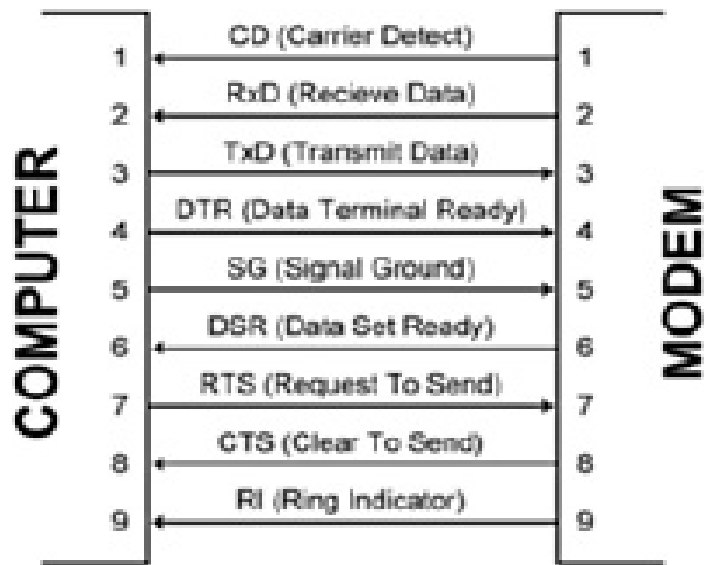
SBĚRNICE RS232 – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ

Základní řídicí signály a jejich sekvence

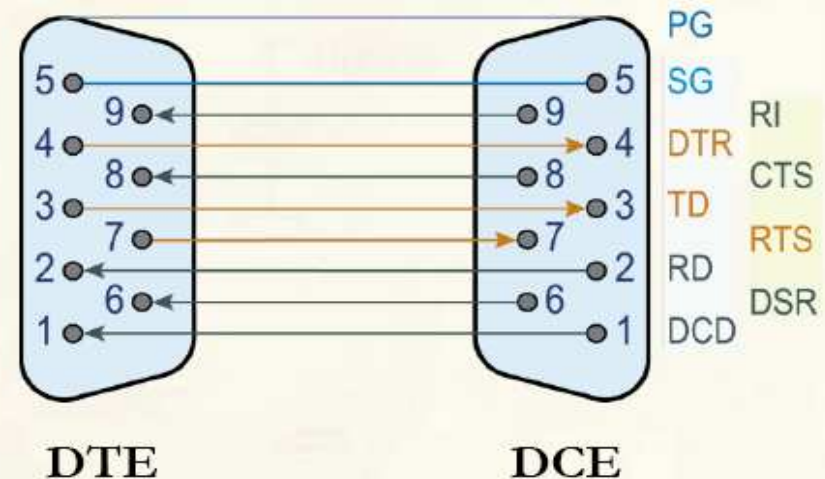


1. DTE zařízení nastavením signálu oznamuje, že chce použít modem
2. DCE zařízení (modem) nastavením signálu DSR potvrzuje, že bylo navázáno spojení
3. DTE zařízení nastavením RTS signálu oznamuje, že je připraven přijímat (a vysílat) data
4. DCE zařízení nastavením CTS signálu potvrdilo, že je schopno komunikovat
5. DCE zařízení není schopno dále přijímat data z DTE, poklesem logické úrovně to oznamuje DTE zařízení (*to nesmí dále vysílat*)
6. Opětovným nastavením CTS oznámilo DCE zařízení, že je schopno opět přijímat data
7. Poklesem logické úrovně DTE zařízení oznámilo, že není schopno přijmout z DCE další data (*DCE nesmí dále vysílat data do DTE*)
8. DCE poklesem logické úrovně na CTS potvrdilo RTS signalizaci
9. DTE je opět schopno přijímat data
10. DCE potvrzuje, že je rovněž schopno komunikovat
11. DTE opět ukončuje přijímání dat
12. DCE potvrzuje
13. DTE ukončuje vzájemnou komunikaci (žádá o zavěšení modemu)
14. DCE potvrdilo ukončení vzájemné komunikace (*modem je zavěšen*)

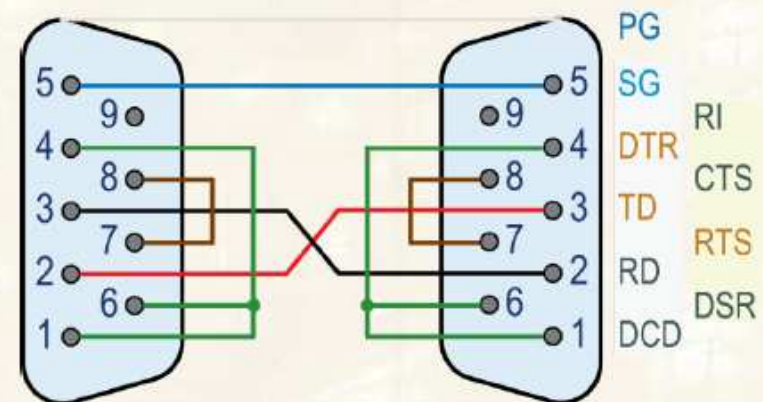
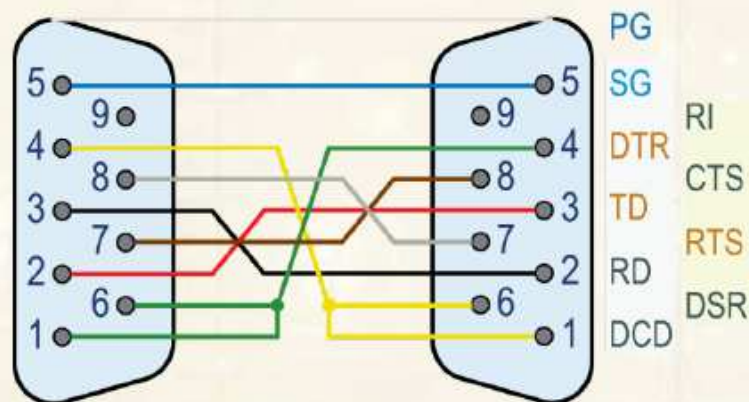
SBĚRNICE RS232 – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ



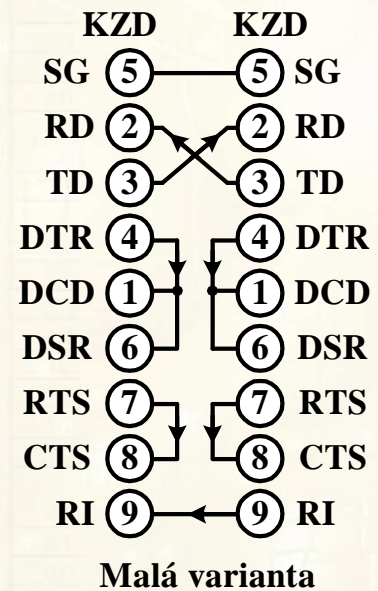
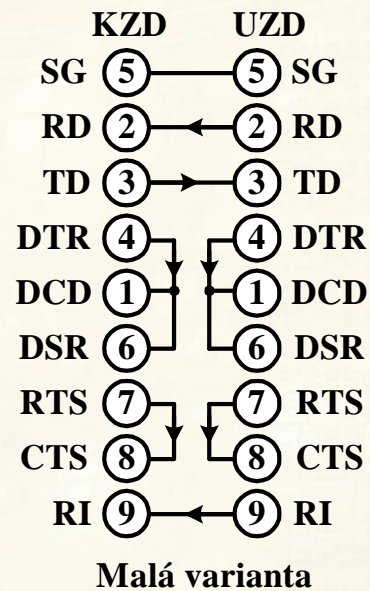
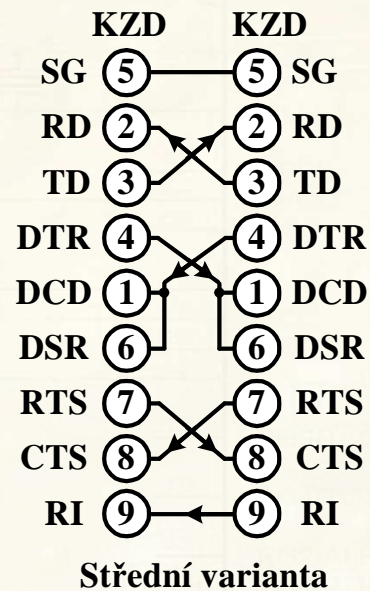
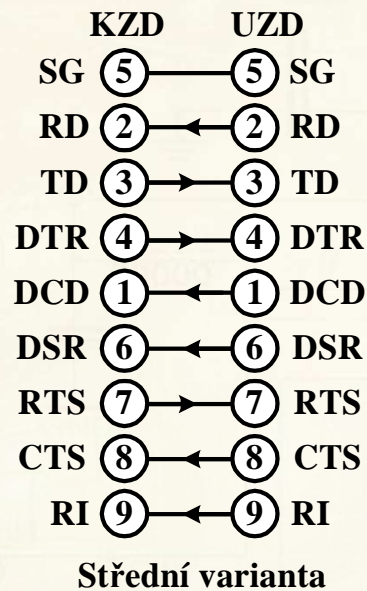
Úplný kabel - Přímé propojení DTE a DCE
(na straně DTE – zásuvka, (DCE – zástrčka).



Nulový modem - Přímé propojení DTE a DTE (na obou stranách zásuvka)
Varianta úplná



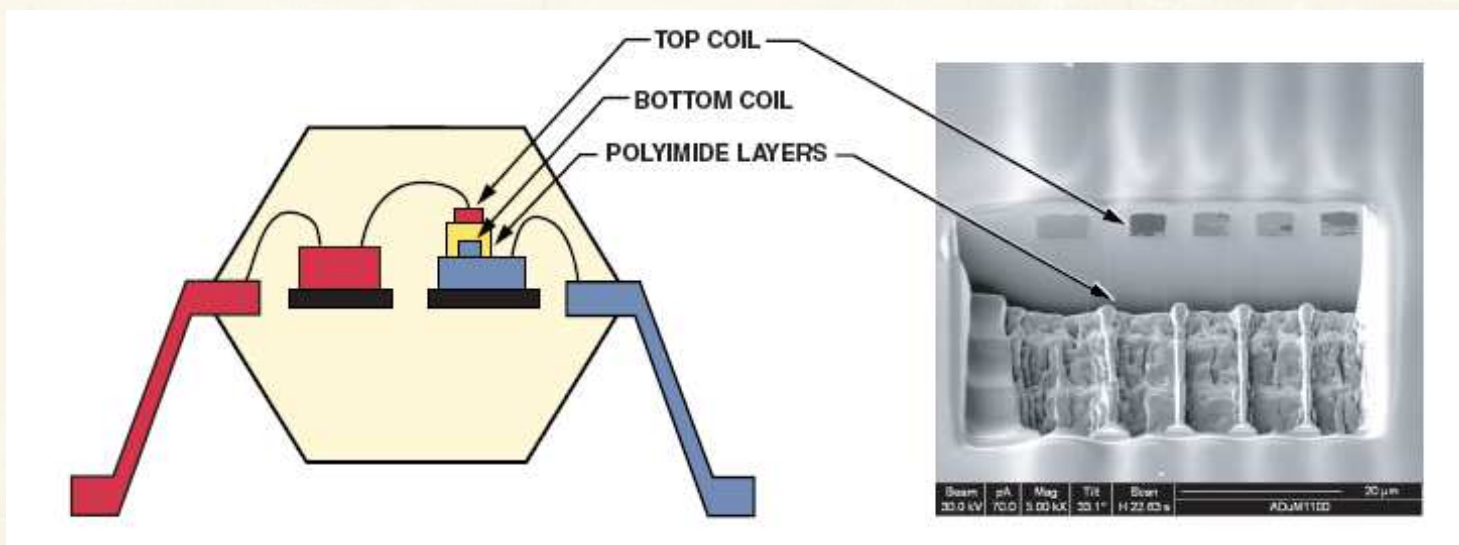
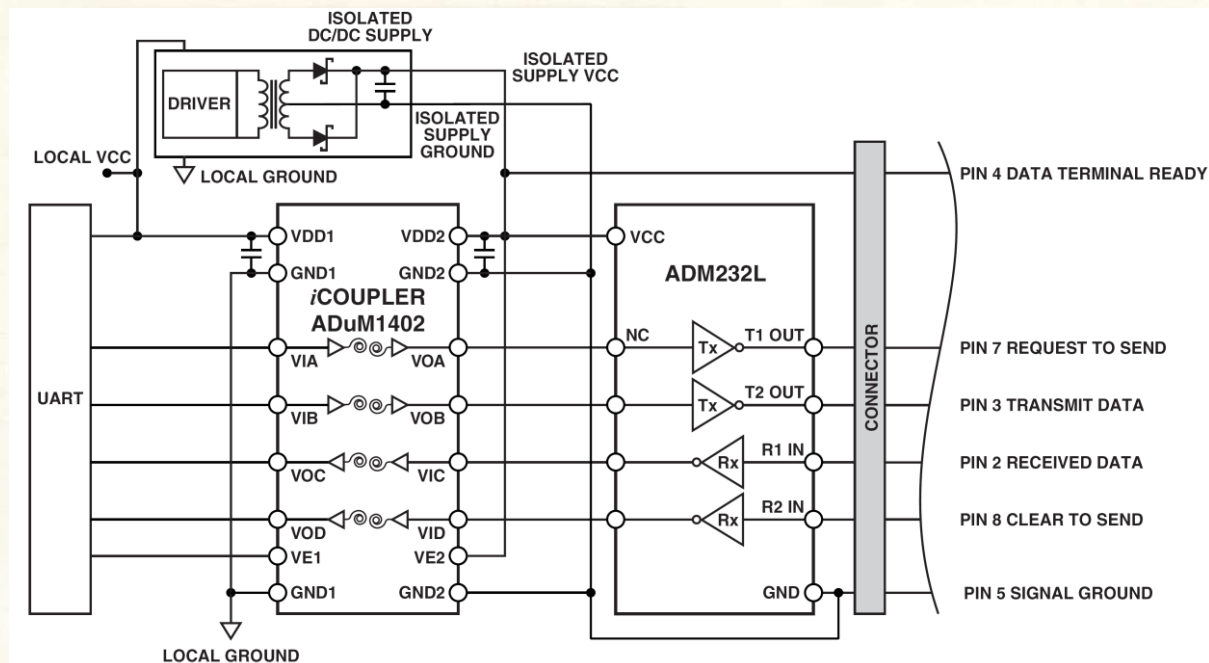
SBĚRNICE RS232 – KOMUNIKAČNÍ SIGNÁLY PŘI PŘENOSU POMOCÍ MODEMŮ



SBĚRNICE RS232 – IZOLACE JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ

Izolace zařízení může být realizována

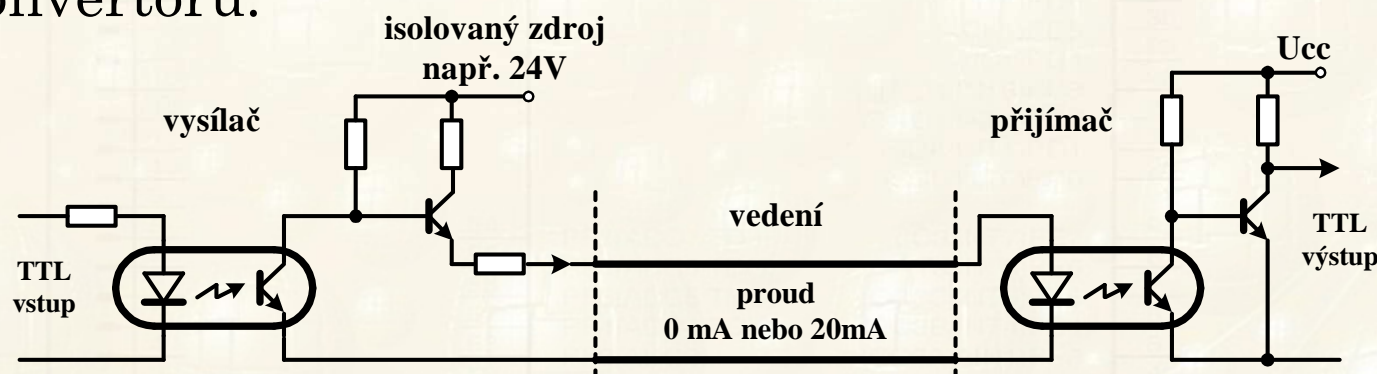
- Optickými členy
- Sběrnicové obvody s oddělením a DC-DC konvertorem **iCOUPLER.**



KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – PROUDOVÁ SMYČKA

Pro komunikaci po dvouvodičovém vedení (kabelu) na velmi dlouhé vzdálenosti (do 5km) se nám z éry dálnopisů uchoval standard **"proudová smyčka"**.

- Značně odolný proti rušení
- Logické úrovně odpovídají proudu (log.1 = 20mA (případně 40mA) a log.0 = stav bez proudu)
- Dosažitelné přenosové rychlosti - nízké (např. 60, 90, 115, 150 až 300baudů.
- S ohledem na indukované rušivé signály a rozdíl zemních potenciálů je vhodné přijímač i vysílač od vedení galvanicky oddělit např. optočleny \Rightarrow nutnost tří napájecích zdrojů nebo DC-DC konvertorů.

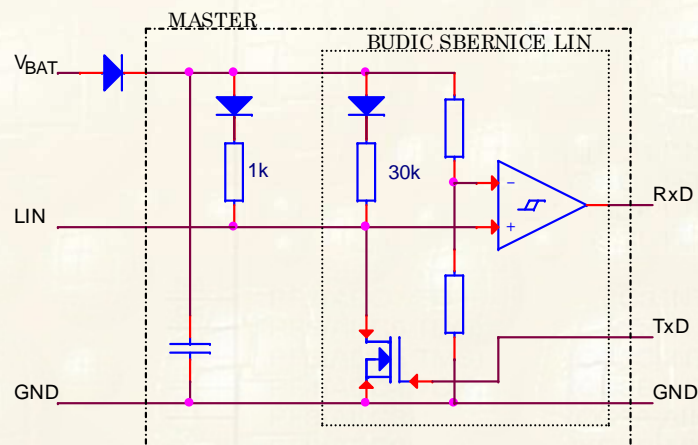
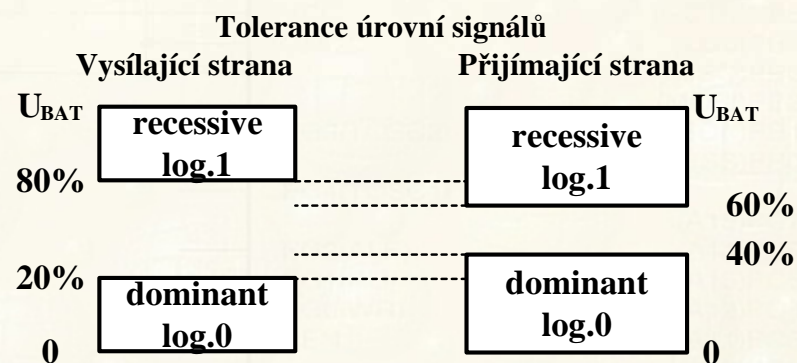
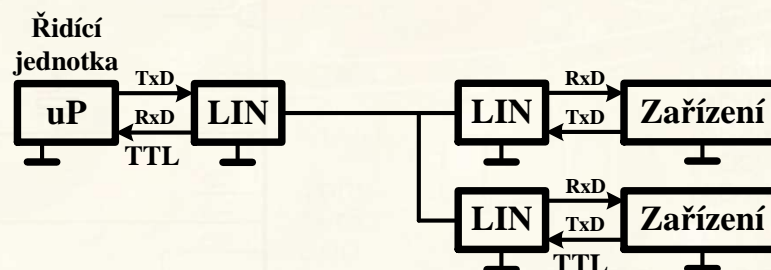


- LIN asynchronní sériová sběrnice spojující řídicí a řízená zařízení jedním vodičem.
- Navržena, pro použití v automobilovém průmyslu, jako nízkonákladové řešení s nízkou přenosovou rychlostí. Například na polohování zrcátek, sedadel, stahování oken, ovládání zámků, stěračů nebo osvětlení.
- LIN je otevřený standard sériové automobilové třídy A – dá se očekávat její rozšíření i do jiných oblastí.
- Širší uplatnění závisí na realizaci driverů pro tuto sběrnici.
- Fyzická vrstva vychází ze standardu ISO 9141
- Sběrnice je typu single master/multiple-slave (stejně jako 1-wire).
- Umožňuje přenos oběma směry (Half Duplex)
- Synchronizace komunikace je realizována mastrem na začátku každé komunikace.

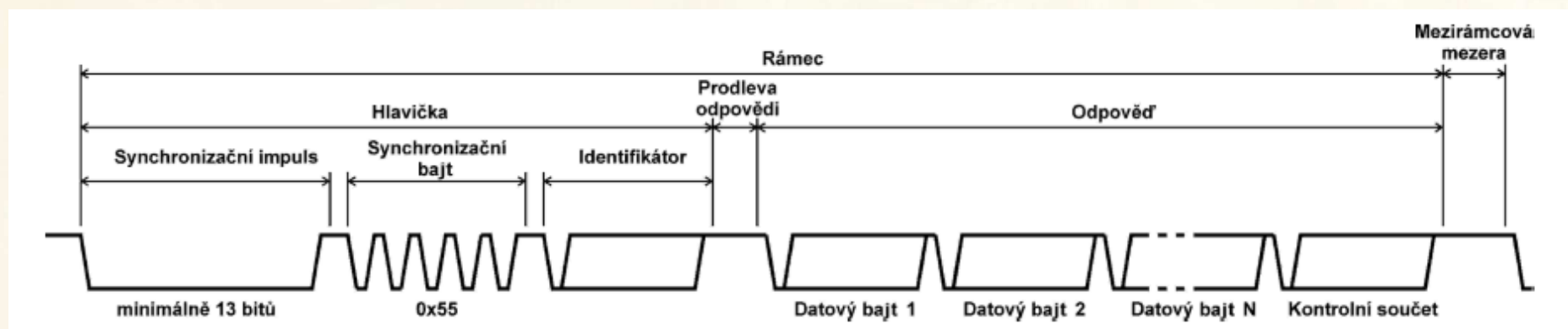
SBĚRNICE – LIN (Local Interconnect Network)

- Podřízeným jednotkám stačí RC oscilátor jako generátor hodinového kmitočtu.
- Budič master a slave je shodný. U mastera se připojuje externí odpor $1k\Omega$ sériově s diodou – omezení odporu mezi napájením a vodičem LIN při různém počtu připojených jednotek slave.
- Jednovodičovou sběrnici realizuje montážní součin realizovaný obvody s OK a upínacím odporem $30k\Omega$ v sérii s diodou.
- Maximální přenos je 20kbit/s (omezení EMI).
- Maximální počet slave je 16.
- Maximální délka je 40m.
- Maximální kapacita na vedení LIN je 10nF
- LIN používá jednotný formát rámce zprávy, který slouží k synchronizaci, adresování jednotlivých zařízení a přenosu dat mezi nimi.

SBĚRNICE – LIN (Local Interconnect Network)



SBĚRNICE – LIN (Local Interconnect Network)



- Synchronizační impuls má minimální délku 13 bitů – nemožnost zaměnit s jakoukoliv posloupností bytů.
- Synchronizační byte - synchronizace podřízených jednotek
- Identifikátor k určení - pro koho je informace určena a kdo ji posílá.
- Přenos 8 bitový asynchronní se start a stop bitem (USART, UART). Přenosové rychlosti 2400, 9600, 19200 baudů (bitů/s).

Identifikátor nese informaci o odesilateli a příjemci nebo příjemcích skládá se ze 6 bitů doplněných 2 paritními bity z bitů (0,1,2 a 3) a (1,3,4,5). Počet přenášených bytů (2,4,8) určují bity 4 a 5. Jeden z identifikátorů umožňuje přepnutí všech jednotek do sleep módu - úspora kapacity baterie.

Přístrojové sběrnice

Se používají k připojení periferních obvodů k procesorům nebo k jejich vzájemnému propojování. Jedná-li se o nižší datové toky je vhodné šetřit počet V/V vodičů μP a proto používáme sériové přístrojové sběrnice.

Nejpoužívanější jsou **otevřené podnikové standardy** komunikující po 2 až 5 vodičích. Řízení zajišťuje synchronizační hodinový signál, zbývající vodiče slouží k přenosu dat a aktivaci obvodu.

- Sběrnice je řízena periferií (řadičem) integrovaným v μP
- Tvořena V/V vývody μP a obsluhována uživatelským programem.

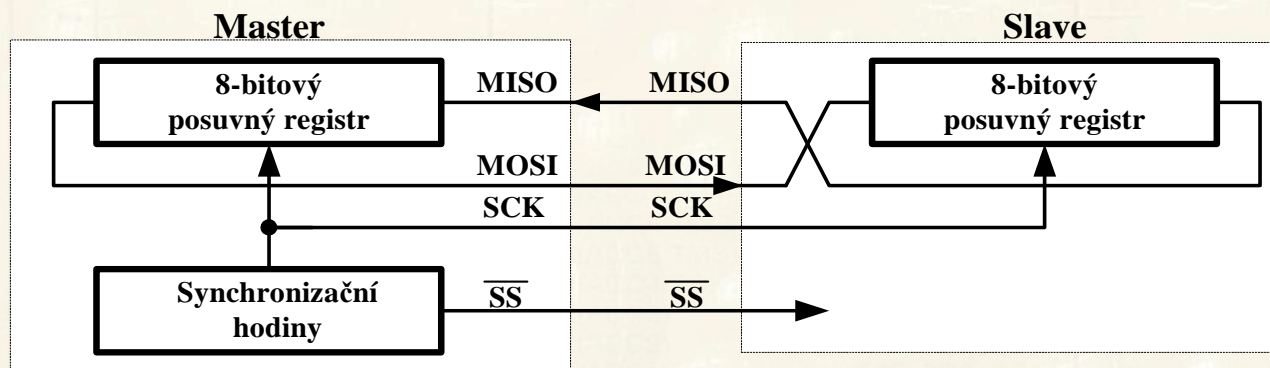
Z přístrojových sběrnic jsou v současnosti nejdůležitější:

- ♣ **SPI** (Motorola) – minimálně 4 vodiče + Zem
- ♣ **MicroWire** (National Semiconductors) – min. 4 vodiče + Zem
- ♣ **I2C** (Philips) – 2 vodiče + Zem
- ♣ **MicroLAN** (1-Wire, Dallas) – 1 vodič + Zem
- ♣ **CAN** – 2 vodiče + Zem

SBĚRNICE SPI (Serial Peripheral Interface)

Sběrnice SPI (Serial Peripheral Interface), která byla navržena firmou Motorola – nyní asi nejperspektivnější sběrnici pro připojení periferních obvodů k mikropočítači. V řadě procesorů podporována řadičem, který umožňuje snazší a rychlou komunikaci.

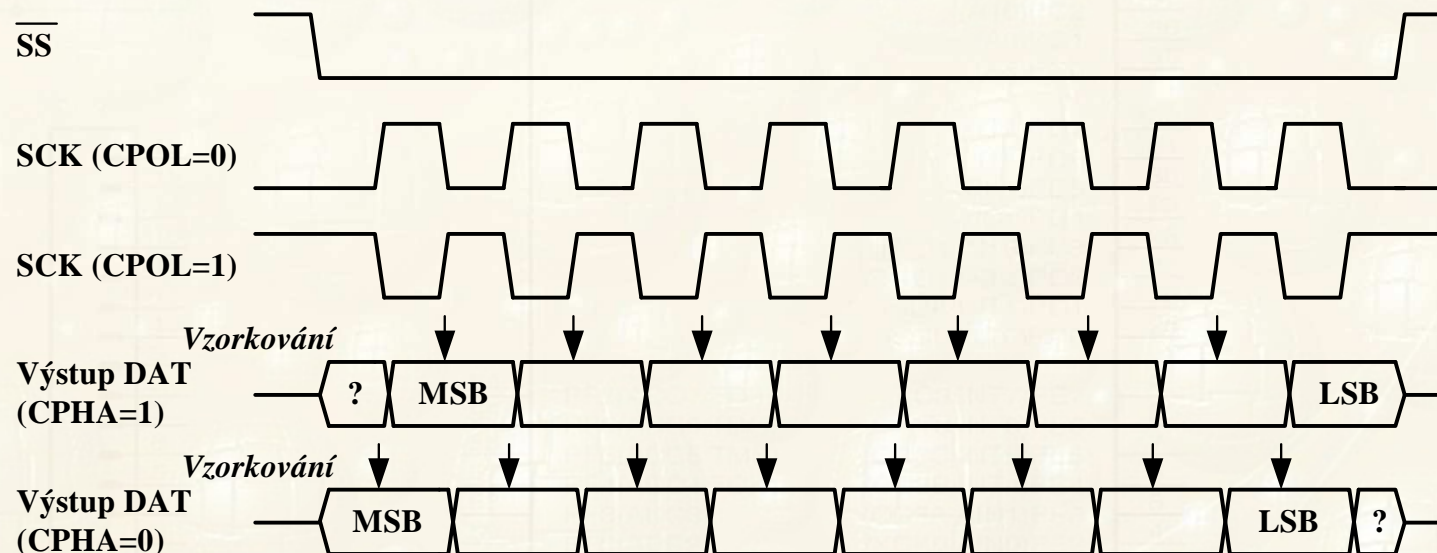
- Komunikace na sběrnici je povinně obousměrná.
- 8 bitový přenos dat zajišťují tři vodiče
- **Synchronizaci** signál **SCK** generuje nadřazená jednotka
- **Data** jsou přenášena **MISO** (z periferie do procesoru) a **MOSI** (z procesoru do periferie) mezi 8-bitovými posuvnými registry řadiče (nebo programu) a podřazeného obvodu.
- Podřazený obvod musí být před komunikací aktivován vývodem SS (Slave Select jedná-li se o μ P) nebo CS (Chip Select pro IO).



SBĚRNICE SPI - VLASTNOSTI

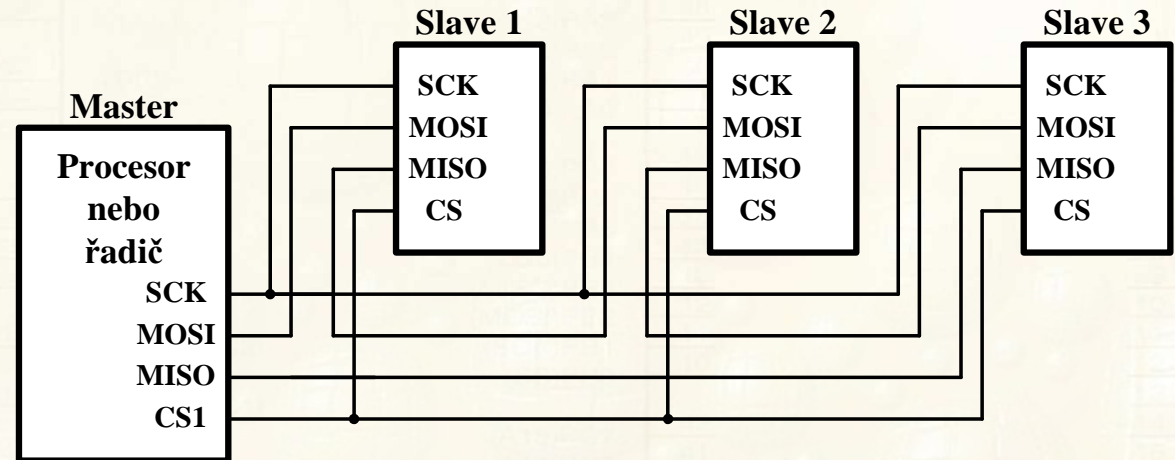
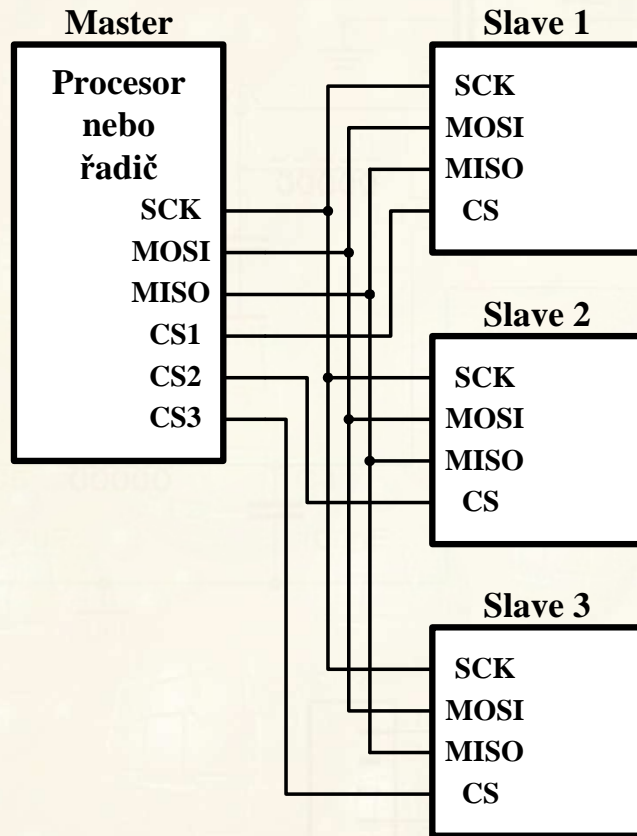
Pro snazší připojení obvodů různých obvodů je možné

- programovat polaritu hodinového signálu a okamžik vzorkování datových signálů
- Bit **CPOL** (určuje úroveň **SCK** v klidovém stavu)
- **CPHA** (určuje přenos prvního bitu na první/druhou hranu **SCK**)
- Dokončení přenosu – identifikace bitem, přerušením
- Typické obvody s SPI - **budič LCD/LED, EEPROM, paralelní vstupy/výstupy, A/D a D/A převodníky, obvody PLL, RTC + RAM, atd.**



SBĚRNICE SPI – PŘIPOJENÍ K PROCESORU

K procesoru může být pomocí sběrnice SPI připojen jeden nebo více obvodů pomocí paralelní a nebo zřetězené struktury.



U paralelního zapojení mohou být použity obvody s rozdílnou komunikací (různé obvody), u zřetězeného zapojení probíhá komunikace současně se všemi obvody \Rightarrow všechny musí mít společný CS a stejný typ komunikace.

Jeden obvod Slave v paralelní struktuře může být nahrazen zřetězeným zapojením.

Podobnou sběrnici, jako je SPI, zavedla i firma National Semiconductor jako svůj standard. Sběrnice tvořena třemi vodiči

- SCLK - hodinový signál řídí přenos po zbývajících vodičích
- SO/DI - výstup řadiče SO se spojuje se vstupy periférií DI
- DO/SI - výstupy periférií DO se připojuje na vstup SI řadiče.

K řadiči lze připojit celou skupinu obvodů, které budou aktivovány pomocí aktivačních signálů CS_n (z dekodéru adres, V/V brány uP).

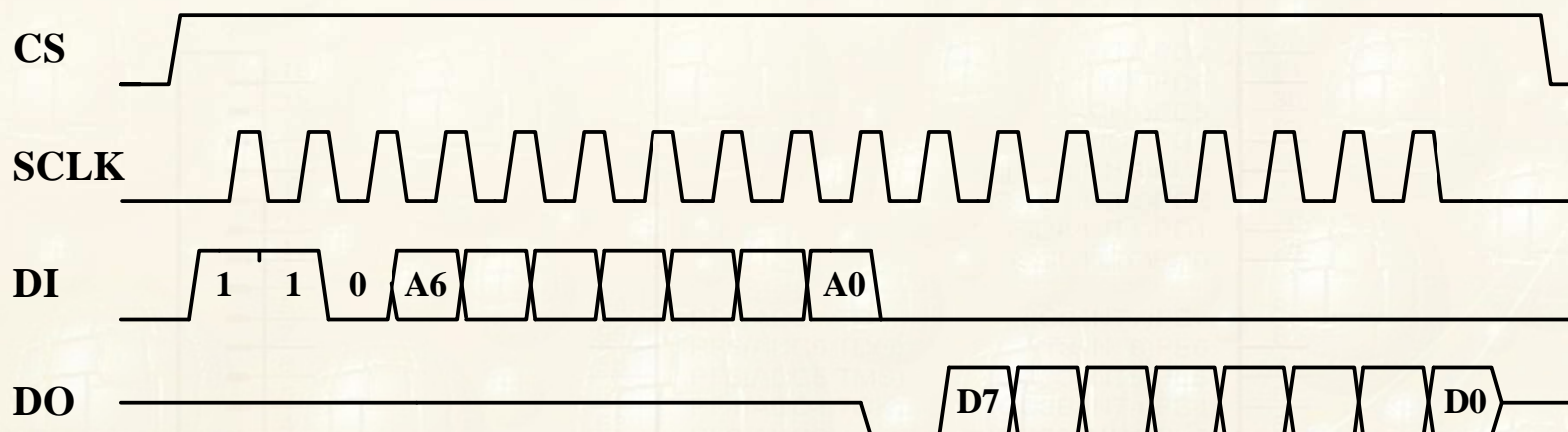
- **Komunikace** začíná přenosem **log.1** následované určitým **počtem přenášených bitů** (obvykle Nx4 bitů) a může být
- Jednosměrný (řadiče zobrazovačů, D/A převodník), poslední bit=zápis/čtení do/z obvodu
 - Obousměrný (EEPROM, A/D převodníky, V/V obvody). Za log.1 následuje příkaz a přenos dat z periferie do mikroprocesoru.

Pro rozmanitost komunikace nebývá řadič integrován do uP ⇒ MicroWire se postupně dostává do útlumu.

SBĚRNICE MICROWIRE – ČTENÍ Z PAMĚTI EEPROM

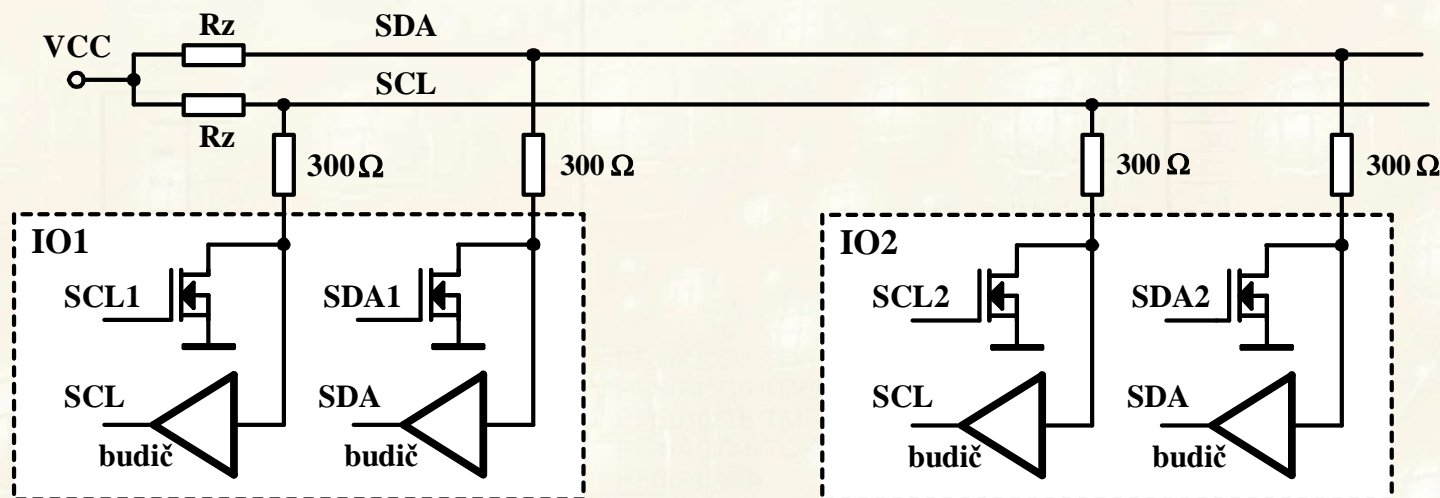
Ukázka příkazů pro komunikaci s pamětí EEPROM se sběrnicí MicroWire, včetně časových průběhů komunikace pro čtení paměti.

Instrukce	Popis	Start	Kód	Adresa (ORG = 0)	Data
READ	Čtení z paměti	1	10	A6-A0	Q7-Q0
WRITE	Zápis do paměti	1	01	A6-A0	D7-D0
EWEN	Smazání paměti (zápis povolen)	1	00	11xxxxx	
EWDS	Smazání paměti (zápis zakázán)	1	00	00xxxxx	
ERASE	Smazání bytu nebo slova	1	11	A6-A0	
ER AL	Smazání celé paměti	1	00	10xxxxx	
WRAL	Zápis hodnoty do celé paměti	1	00	01xxxxx	D7-D0



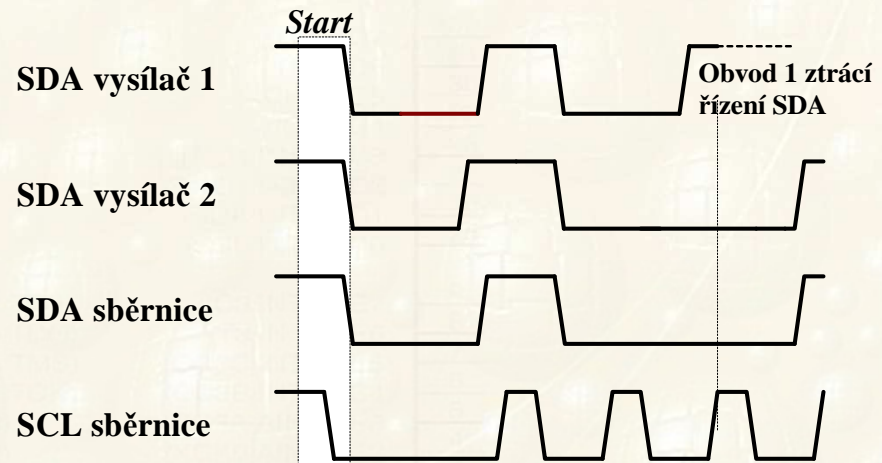
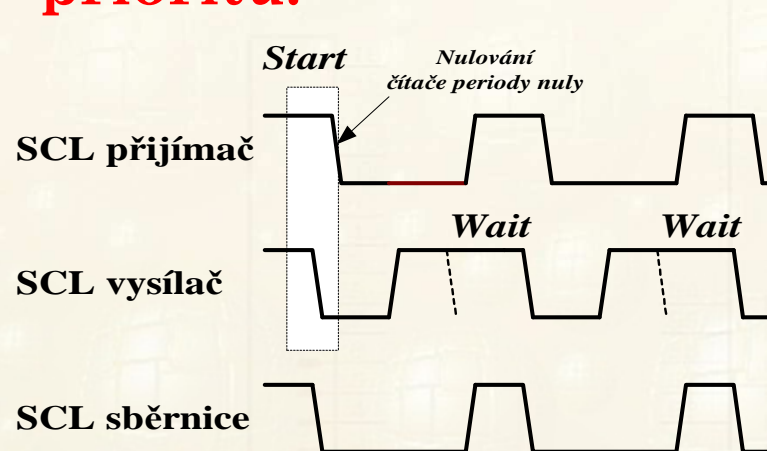
Sběrnice I²C (Inter-Integrated-Circuit Bus) je standardem firmy Philips a hodně se používá v přístrojích spotřební elektroniky. Řadiče I²C nalezneme i u procesorů i jiných výrobců např. Motorola, Analog Devices.

- Sběrnici tvoří dva vodiče, udržovaných v klidovém stavu upínacími odpory na log.1.
- SCL - hodinový synchronizační signál
- SDA - obousměrný přenos dat.
- Každý obvod má k SDA a SCL připojen vstup a výstup OK.

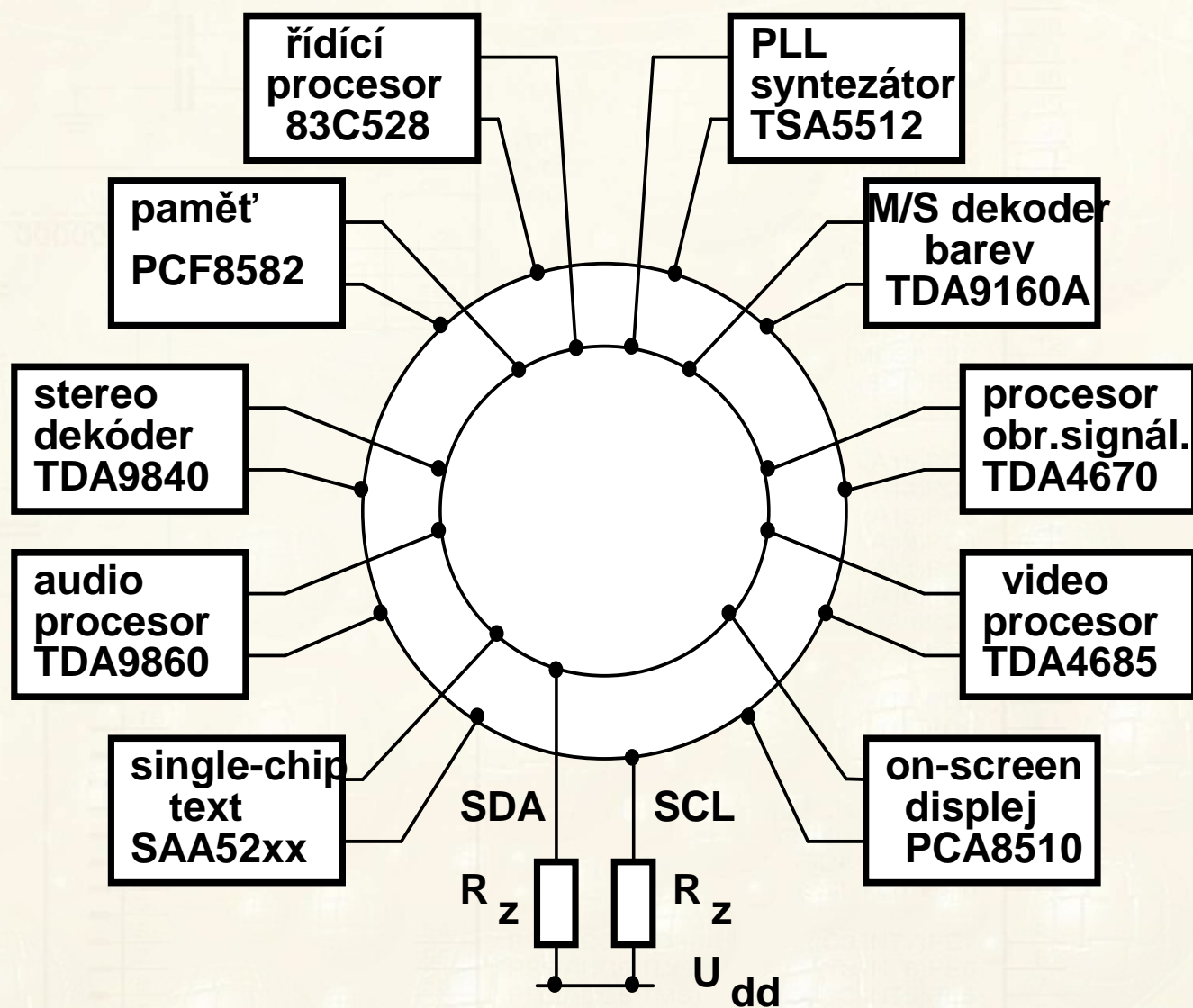


SBĚRNICE I²C – VLASTNOSTI

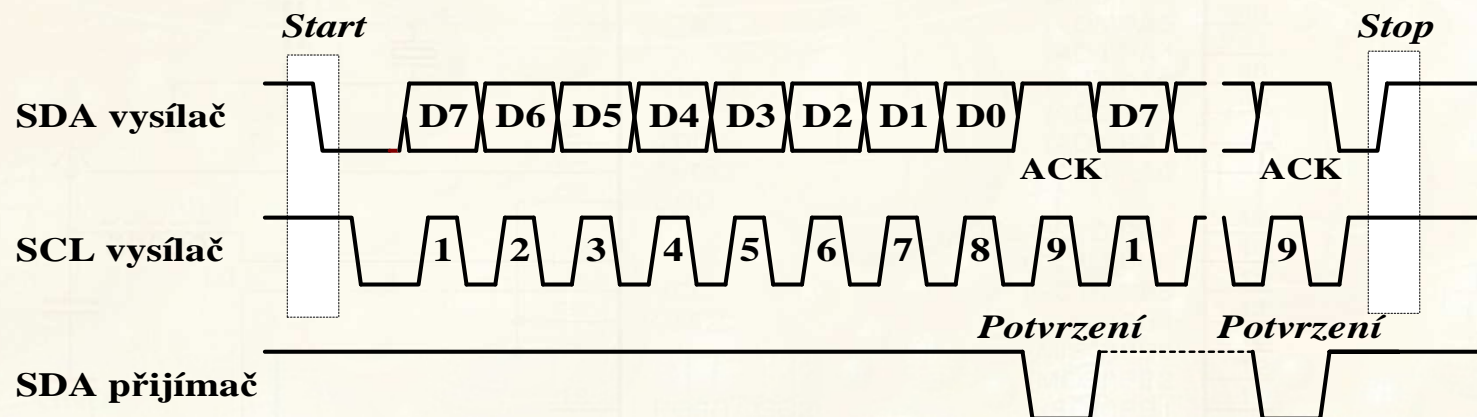
- Spojené výstupy s otevřeným kolektorem (montážní součin) umožňují ovládat SDA i SCL větším počtem obvodů \Rightarrow konfigurace Multi-master.
- Každý obvod může kontrolovat na vodiči SCL bitovou synchronizaci (**nejpomalejší obvod drží** na tomto vývodu **log.0**) a přizpůsobuje tak rychlost přenosu dat svým možnostem.
- Začne-li vysílat současně několik obvodů, potom kontrolou zapsaného bitu na vodič SDA se skutečným stavem vodiče. Obvod **identifikuje**, zda řídí sběrnici sám nebo ne.
- Zjistí-li rozdíl, odpojí se \Rightarrow **obvod s nižší adresou má větší prioritu.**



SBĚRNICE I2C – POUŽITÍ SBĚRNICE V TELEVIZNÍM PŘIJÍMAČI



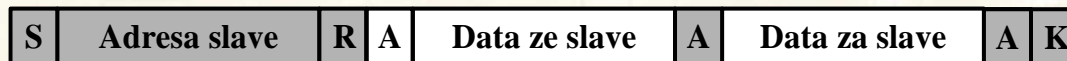
SBĚRNICE I2C – KOMUNIKACE



VYSÍLÁNÍ



PŘÍJEM



KOMBINACE (Vysílání + Příjem)

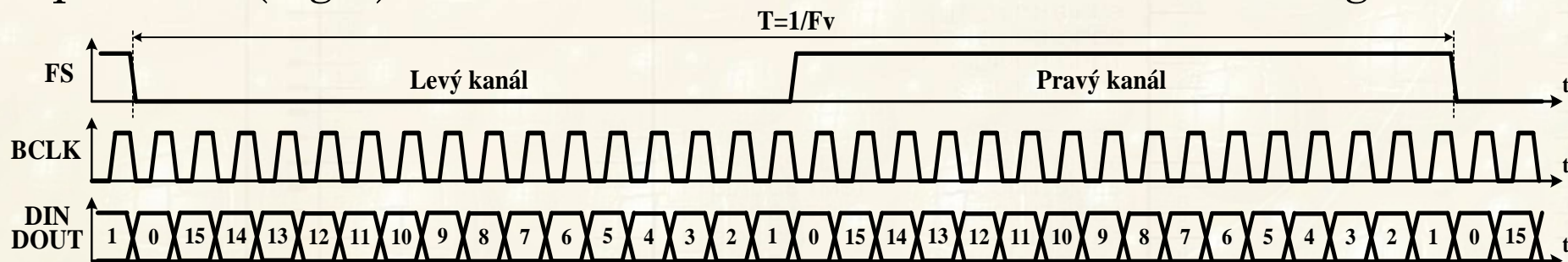


SBĚRNICE I2C –PARAMETRY

Parametr	Označení	Standard		Fast		Jednotky
		min	max	min	max	
Úroveň vstupu log.0	V_{IL}	-0,5	1,5	-0,5	1,5	V
Úroveň vstupu log.1	V_{IH}	3,0		3,0		V
Úroveň výstupu log.0	V_{OL}		0,4		0,4	V
Proud vstupu	I_i	-10	10	-10	10	μA
Kapacita vstupu	C_i		10		10	pF
Kapacita sběrnice	C_b		400		400	pF
Kmitočet sběrnice	f_{SCL}	0	100	0	400	kHz
Úroveň log.1 SCL	t_{LOW}	4,7		1,3		V
Úroveň log.0 CSL	t_{HIGH}	0,4		0,6		V
Čas náběhu	t_R		1000		300	ns
Čas doběhu	t_F		1000		300	ns

Sběrnice I²S – sběrnice určená pro přenos zvukové komunikace PCM s definovanými parametry uvedenými ve specifikaci Philips. Sběrnice disponuje třemi vodiči.

- ❖ Kontinuální hodinový signál (**SCLK, BCLK**) potvrzující přenos dat po vodiči DATA. Kmitočet je dvojnásobkem součinu počtu bitů a vzorkovacího kmitočtu zvukového signálu.
- ❖ Minimálně jedna multiplexovaná datová linka označovaná (**SD** nebo i **SDATA, SDIN, SDOUT, DACDAT, ADCDAT**, atd.). Data - ve vyjádření dvojkovým doplňkem. Vysílané od MSB→LSB, vzorkované při vzestupné hraně BCLK.
- ❖ **FS, WS** - rámcová synchronizace přenosu - přepínání kanálů a začátek přenosu dat posunutých o jeden bit levého (log.0) / pravého (log.1) kanálu. Kmitočet=vzorkovací kmitočet signálu.



Pro obousměrný (duplexní) přenos stereofonního signálu stačí 4 signály (**BCLK**, **DIN**, **DOUT** a **FS**). Někdy doplněné signálem **MCLK** (nepatří do standardu), ale slouží jako zdroj hodin pro A/D a D/A převodníky (kodeky). Signál MCLK (master clock) bývá celistvým násobkem BCLK (32, 64, 128 a 256). Pro kodeky s integrovanou děličkou, není při změně vzorkování potřeba měnit MCLK, ale pouze přestavit kodek.

- Signály BCLK, FS a DOUT jsou pro master výstupní a DIN vstupní. Pro přijímající zařízení (ve slave módu) jsou signály BCLK, FS a DIN brány vstupní a DOUT výstupní. Signál FS je obvykle synchronizován se sestupnou hranou sériových hodin, protože data jsou zachycována při náběžné hraně.
- I²S nebylo určeno k propojení zařízení pomocí kabelů a pro tyto případy neexistuje standardní propojovací kabel (možné problémy se synchronizací, přizpůsobením, atd.).
- **Sběrnice I²S není vybavena detekcí chyb.**

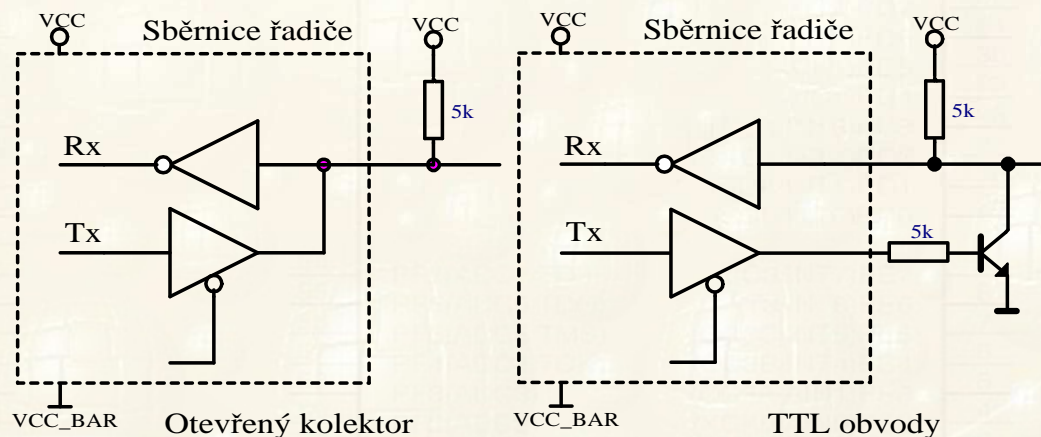
SBĚRNICE MICROLAN (1-WIRE) – VLASTNOSTI

Tuto sběrnici navrhla firma Dallas pro svoje "dotykové paměti" (Touch Memory), které se používaly jako elektronické přístupové klíče. Obvody s nízkou spotřebou mají dva vývody

- Jeden zajišťuje obousměrnou komunikaci včetně napájení
- Druhý je zem.

Původní skupina obvodů rozšířena o obvody **EEPROM, teploměry, A/D převodníky, paměti**, atd. Komunikace i s více obvody po jednom vodiči vyžaduje

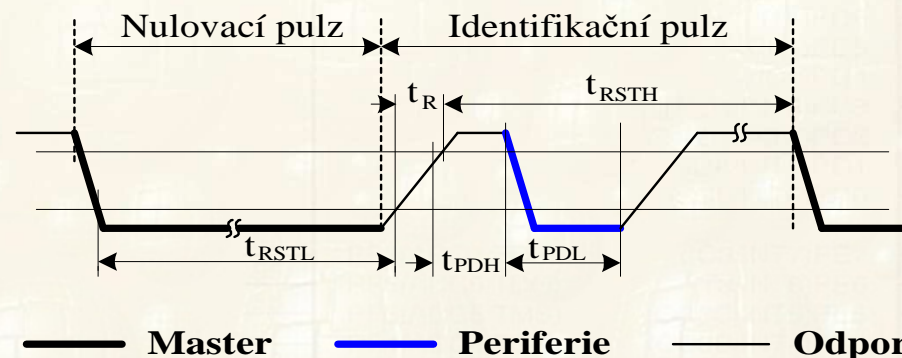
- Řídící obvod musí mít výstup s otevřeným kolektorem
- Každý obvod je vybaven **64-bitovým jedinečným kódem**



Fyzická vrstva – definuje 4 základní operace:

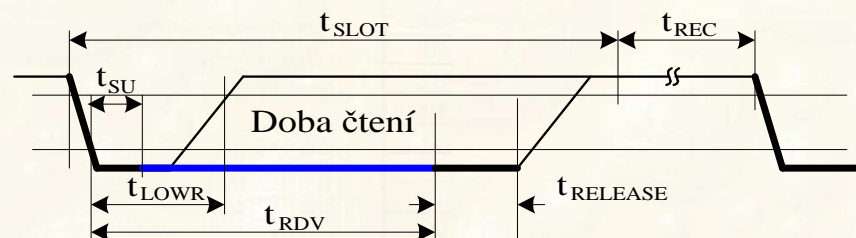
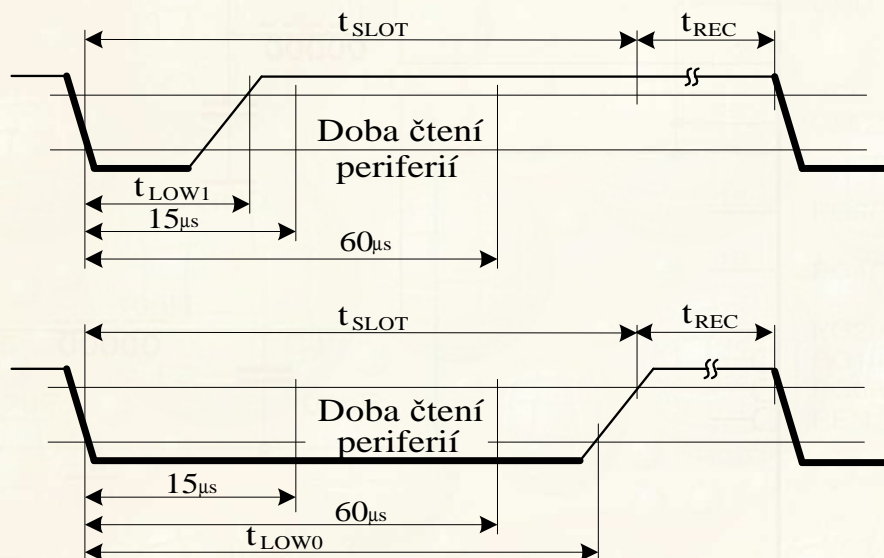
- Nulování a identifikaci obvodu
- Zápis log.0
- Zápis log.1
- Čtení jednoho bitu

Proces nulování je definováno jako osamocený impuls s úrovní log.0 o minimální délce 480 μ s následovaný impulzem o úrovni log.1 a stejné délce. Impuls s úrovní log.1 - nutný pro napájení připojených obvodů, ale i jako časový prostor k realizaci identifikačního impulsu obvodu (15 až 60 μ s), který je na sběrnici 1-Wire připojen.



MICROLAN (1-WIRE, DALLAS) - VLASTNOSTI

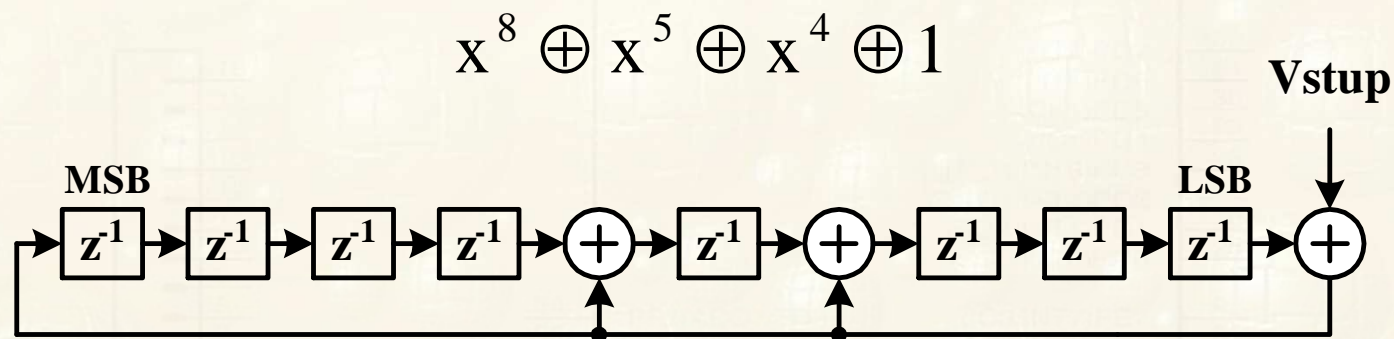
Po nulování a identifikaci jsou vysílány řídicí příkazy (byty) a přijímány odpovědi jednoho nebo více obvodů. Byty jsou rozloženy na vysílání a příjem jednotlivých bitů, jejichž přenosy mohou **probíhat v libovolném okamžiku**.



Čas	Minimum	Maximum	Čas	Minimum	Maximum
t_{RSTL}	480 μs		t_{RSTH}	480 μs	
t_{PDL}	60 μs	240 μs	t_{PDH}	15 μs	60 μs
t_{SLOT}	60 μs	120 μs	t_{REC}	1 μs	
t_{LOW0}	60 μs	$< t_{SLOT} < 120 \mu s$	t_{LOW1}	1 μs	15 μs
t_{SU}	1 μs	15 μs	$t_{RELEASE}$	0 μs	45 μs
t_{LOWR}	1 μs	15 μs			

Základní operace na sběrnici 1-wire, se opírají o relativně dlouhé časové intervaly, které mohou být poškozeny přerušovacím systémem (obsluhami jednotlivých přerušení). Proto je nutné pro operaci čtení nebo zápisu bitu po sběrnici **zakázat všechna přerušení**.

Každý obvod pro tuto sběrnici obsahuje jedinečné identifikační číslo spolu s označením obvodu a kontrolním bytem CRC. Jedinečné číslo může sloužit jako elektronický identifikační klíč a proto je jeho správnost chráněna kontrolním cyklickým součtem CRC, který se realizuje v 8-bitovém posuvném registru se zpětnovazebním polynomem

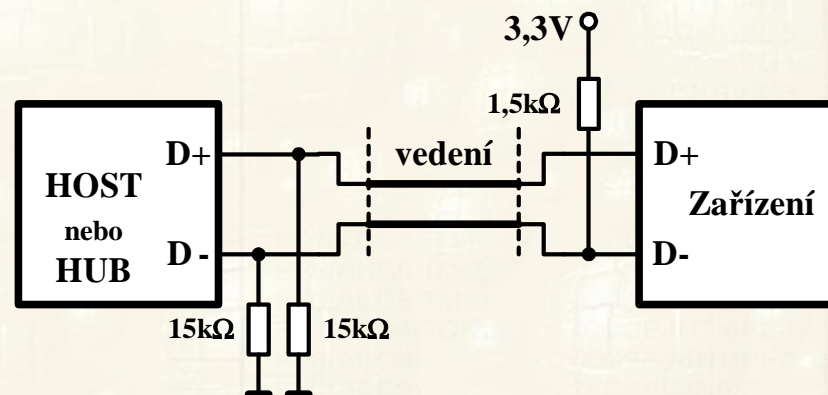


Sběrnice 1-wire má definován tzv. 7-mi vrstevný komunikační protokol.

- **fyzické** – nulování, zápis a čtení jednoho bitu.
- **spojovací** – nulování (Reset), čtení bytu (Touch Byte) a bitu (Touch Bit)
- **síťové** – je-li na sběrnici více obvodů, pak užíváme First, Next, Access a podobné příkazy.
- **přenosové** – programové vybavení pro čtení paměti EEPROM a funkčních registrů.
- **nastavovací** – závisí na použitých IO.
- **prezentační** – uspořádání dat a propojení s nadřazeným systémem např. PC,
- **aplikační** – koncová (uživatelská) aplikace.

Rozhraní USB - běžná součást spotřební elektroniky pro připojení k PC - téměř vytlačilo sériový port RS232. USB principiálně vychází z rozhraní RS485 upravené pro velké komunikační rychlosti (1,5÷480Mbit/s) za cenu zkrácení vzdálenosti (max. 6m).

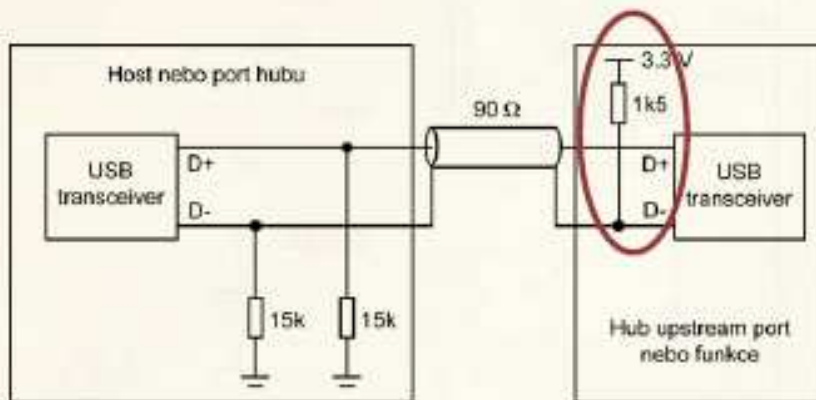
- Rozhraní se skládá ze čtyř vodičů (5V/max.500mA, D+, D-, zem)
- Umožňuje připojit až 127 zařízení pomocí konektoru (typu B)
- Přenos je diferenciální po dvou kroucených (Twisted pair) vodičích D+ a D-. Rozdíl napětí na vysílací straně minimálně 2,5V (jeden $> 2,8V$ a druhý $< 0,3V$) při zatížení odpory dle obrázku. Na přijímající straně musí být rozdíl napětí minimálně 200mV při souhlasném napětí vodičů D+ a D- do 2,6V.



KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – USB

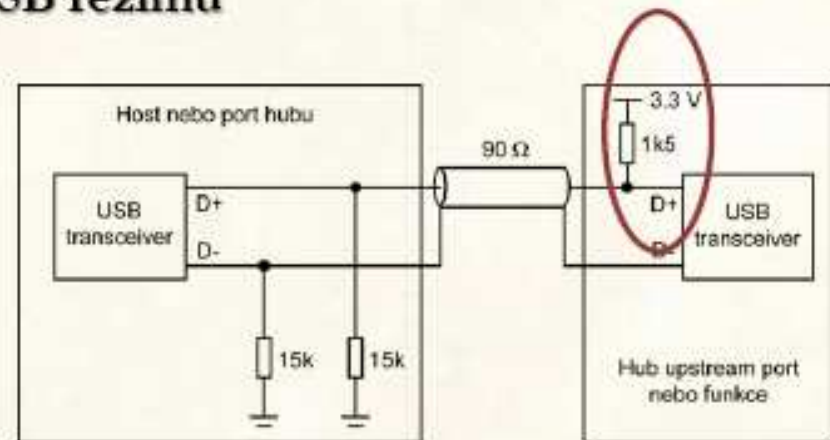
- Pro nejnižší rychlosti nemusí být datové vodiče kroucené ani stíněné do délky max.3m.
- Pro plnou rychlost musí být kroucené a stíněné s charakteristickou impedancí $90\Omega \pm 15\%$ do maximální délky 6m. Stínění USB kabelu musí být připojeno k vývodu ZEM na straně nadřazeného počítače. Komunikace je typu Half duplex.

Detekce USB režimu



Low speed

Low speed zařízení je hardwarově identifikováno 1.5 k Ω rezistorem, připojeným k D- signálovému vodiči



Full speed

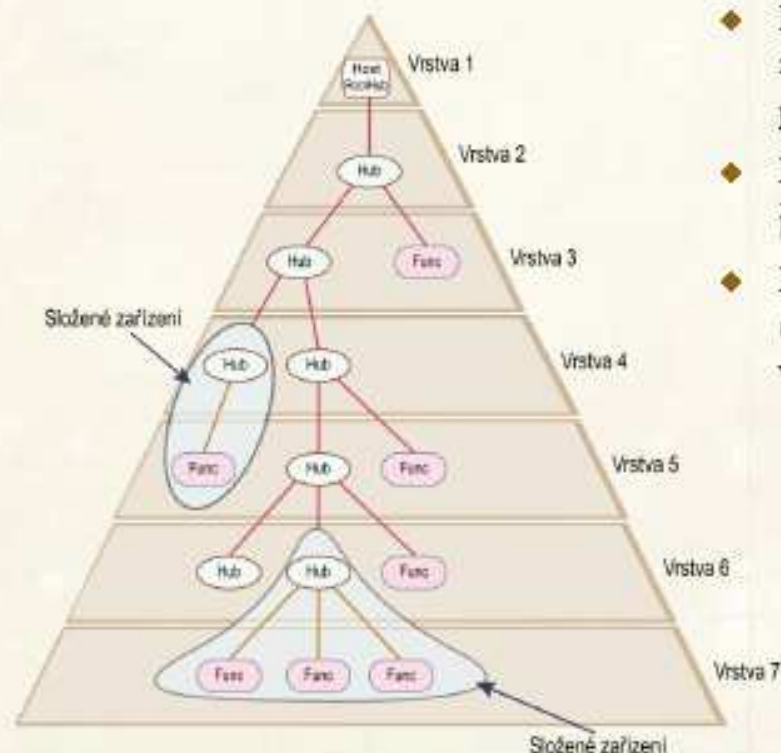
Full speed zařízení je hardwarově identifikováno 1.5 k Ω rezistorem, připojeným k D+ signálovému vodiči

High speed zařízení se v okamžiku připojení hardwarově identifikují jako full speed – k přepnutí do režimu vysoké rychlosti dojde během enumerace zařízení v průběhu RESET sekvence

KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – USB TOPOLOGIE

Topologie

- ◆ Fyzická topologie USB sběrnice má podobu vícevrstvé hvězdy
- ◆ Na jejím vrcholu se nachází **hostitelský radič** připojený ke **kořenovému rozbočovači**
- ◆ K libovolnému portu rozbočovače lze připojit přímo periferní zařízení, nebo mezilehlý rozbočovač (hub)
- ◆ Sběrnice umožňuje **5 úrovní** řetězení mimo kořenového rozbočovače, celkem lze připojit **max. 127 zařízení**
- ◆ Periferní zařízení USB se nazývá **funkce USB**
- ◆ **Složené zařízení** obsahují vlastní hub, který je nutné do celkového počtu 5 započítat – složené zařízení proto nemůže být připojeno k 5. mezilehlému hubu v pořadí



- ◆ **Komunikaci** zahajuje vždy výhradně **hostitelský radič**, periferní zařízení nemohou komunikovat ani spolu navzájem; komunikace probíhá pouze na základě dotazů a odpovědí
- ◆ **Logická topologie** vypadá jako jednoduchá hvězda; mezilehlé huby jsou z hlediska komunikace mezi hostem a funkcemi zcela transparentní
- ◆ **Logické zařízení USB** je sadou nezávislých koncových bodů (endpoints), se kterými si hostitelský radič (a klientský software) vyměňuje informace
 - ◆ Logickým zařízením přiřazuje během enumerace hostitel (jeho softwarové vybavení) jedinečnou adresu 1 ... 127, každý koncový bod je v rámci daného logického zařízení identifikován svým číslem 0 ... 15 a směrem přenosu (IN – přenos směrem k hostiteli, OUT – směrem od hostitele), takže např. IN1 a OUT1 jsou různé koncové body

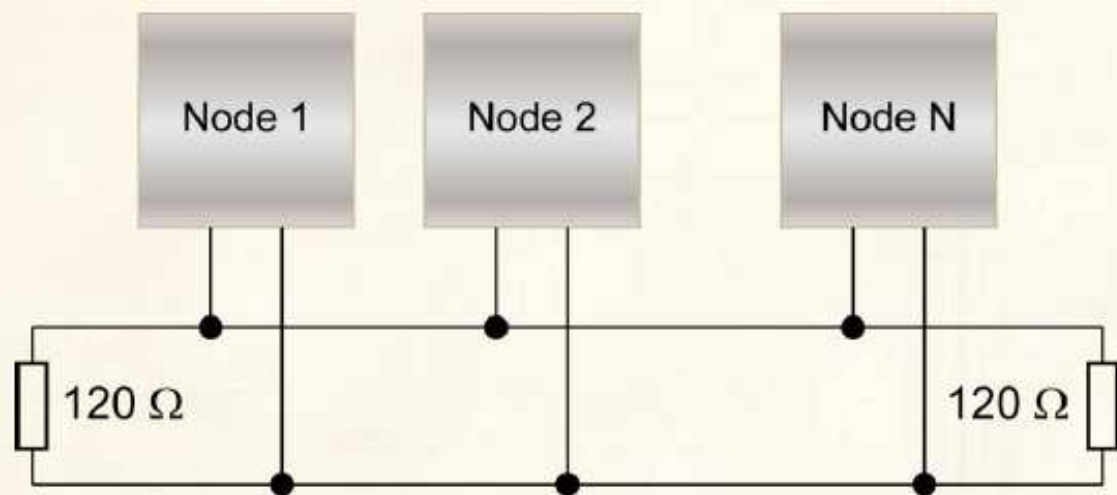
Controller Area Network je datová sběrnice, využívaná zejména pro vzájemnou komunikaci a diagnostiku jednotek v automobilu. Vyvinuta firmou Bosch GmbH (1986), posléze se uplatnila i v automatizační technice. Dnes disponuje CAN kontrolérem řada mikrokontrollerů spolu s levnější sběrnicí LIN a nastupující výkonnější sběrnicí FlexRay.

Sběrnice CAN je multimaster tzn. jednotlivé periferie připojené ke sběrnici jsou si zcela rovnocenné (peer to peer). Každá jednotka může vyslat zprávu (rámec), kterou přijímají všechny uzly. Vysílající a přijímací uzel nemají přidělenou **adresu**. Zpráva obsahuje identifikátor, který jednoznačně určuje její obsah. Z něj zařízení určí, zda má zprávu zpracovat nebo zahodit. Je-li rámec úspěšně přijat alespoň jedním uzlem, je vysílajícímu uzlu potvrzen. Je-li během příjmu detekována chyba (libovolným uzlem včetně vysílajícího), je vyslána chybová sekvence a vysílání se musí opakovat.

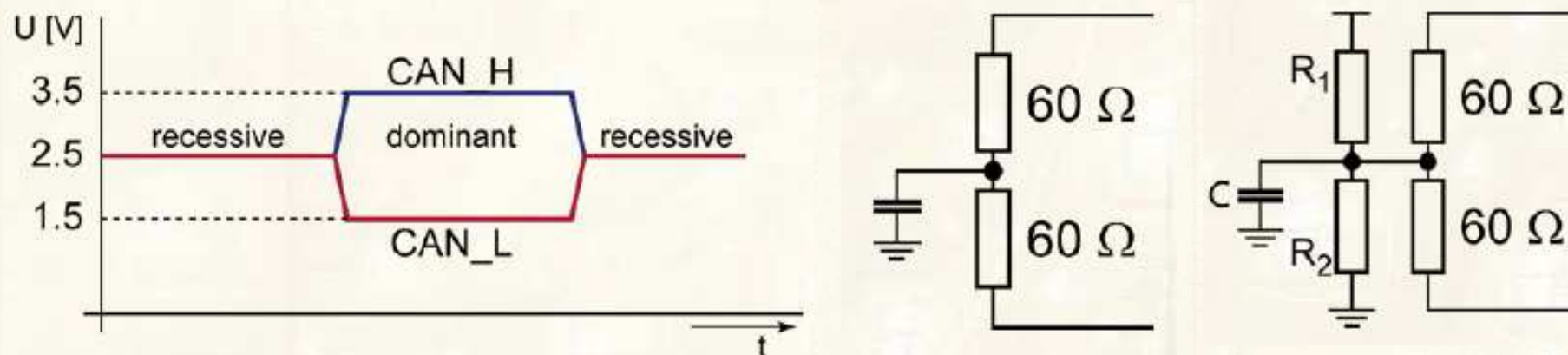
Maximální rychlost přenosu je na sběrnici 1Mbit/sec.

Původní specifikace Bosch neobsahovala žádné požadavky na přenosové médium, ani napěťové úrovně. Definovány jsou pouze logické hodnoty – **recesivní (r)** a **dominantní (d)**. Vysílá-li alespoň jedna stanice úroveň d, zatímco ostatní vysílají úroveň r, je na sběrnici úroveň d. Vysílají-li všechny stanice úroveň r, je na sběrnici úroveň r. Elektrické parametry fyzické vrstvy specifikuje až norma ISO-11898.

Pro přenos dat se používá symetrické vedení s kabelem o charakteristické impedanci $120\ \Omega$, přizpůsobené na obou koncích vedení odpory. Někdy z důvodu nižších EMC emisí se používá dělené zakončení, které může být navíc doplněno odporovým děličem, který udržuje konstantní recesivní úroveň.



KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – CAN



„Měkké“ zdroje (výstupy) v budičích jednotlivých uzlů udržují recesivní úroveň na 2.5 V (rozdíl musí být menší, nežli 0.5 V na straně přijímače, až 1.5 V na straně vysílače). Kterýkoli uzel „tvrdými“ zdroji budičů nastaví v dominantní úrovni napětí 2.75 – 4.5 V na CAN_H, resp. 0.5 – 2.25 V na CAN_L (minimální rozdíl mezi CAN_H a CAN_L musí být 0.9 V).

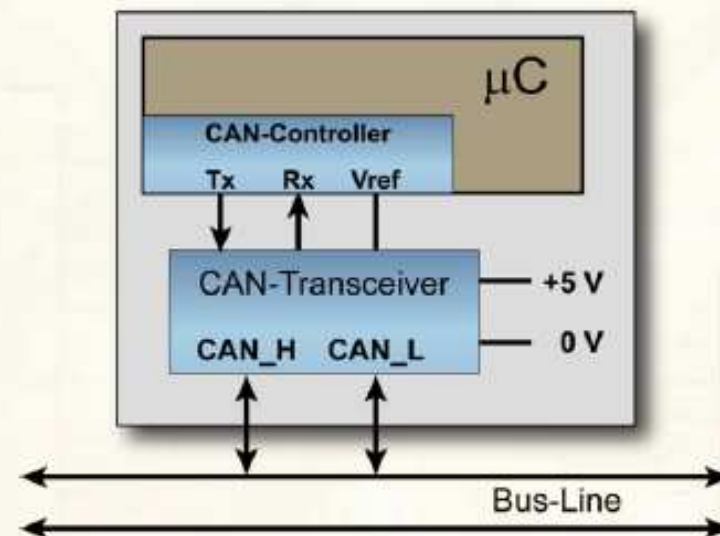
CAN controller je obvykle součástí μP a zajišťuje funkce datové vrstvy (detekce chyb, kódování datových rámců, detekce identifikátorů, filtrování zpráv a částečně fyzické vrstvy („bit stuffing“ – vkládání synchronizačních bitů). Budiče sběrnice jsou realizovány jako samostatný obvod.

KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – CAN

Maximální přenosová rychlost souvisí s délkou vedení a je stanovena normou.

ISO-11898

Délka [m]	Odpor vedení na 1 m délky [$\mu\Omega$]	Rychlost [kbit/s]
< 40	70	1000
< 300	60	500
< 600	40	100
< 1000	26	50



Přenos po sběrnici může jednotka zahájit pouze v okamžiku, kdy detekuje klidový stav sběrnice. Protože ke sběrnici může přistoupit více jednotek najednou, kolizní stavy řeší metoda CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution). Jednotka vysílající dominantní úroveň ustanoví tuto úroveň na sběrnici. Každý uzel, který vysílá, vzorkuje se zpožděním stav sběrnice. Neodpovídá-li jeho vysílaný stav se stavem sběrnice, ukončuje svůj přenos (obdoba sběrnice I²C).

KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICE – CAN

Pokud vysílaná data obsahují 5 po sobě stejných bitů, je vložen jeden dodatečný bit opačné logické hodnoty – bit stuffing. 15 bitové CRC a potvrzovací bit ukončují přenos. Pokud nesouhlasí, je vyslán chybový rámec.

