

# 1 Komunikační vazby

Velmi důležitou součástí řídicích systémů jsou komunikační vazby, které na nízkých úrovních řízení musí být odolné proti rušení z řízené technologie, resp. jejich přenosová cesta musí být odolná vůči těmto poruchám. S rozvojem těchto technologií dochází také k rozvoji distribuovaných systémů řízení. Důvodem je možnost komunikace lokálních (dílčích) řídicích systémů mezi sebou nebo s nadřazenou úrovní. Jednotlivé kategorie komunikací lze rozdělit např. podle úrovně nasazení.

**Průmyslové sítě pro nejnižší úroveň** jsou nasazeny pro komunikaci senzorů a modulů na nejnižší úrovni řízení. Ty se většinou nachází na procesní úrovni hierarchické struktury řízení a mohou zde patřit také akční členy a pohony s ILAN rozhraním.

**Průmyslové sítě pro střední úroveň** jsou nasazeny například pro koordinační vazby řídicích systémů, to je na druhé úrovni hierarchické struktury řízení a mohou zajišťovat horizontální i vertikální vazby mezi řídicími systémy, které jsou potřebné pro synchronizaci a časovou návaznost jednotlivých operací výrobního procesu.

**Průmyslové sítě pro vyšší úroveň** (komplexní řízení) jsou použity nejen pro koordinaci řídicích systémů na stejné úrovni řízení, ale také pro poskytování (přijímání) dat vyšším úrovním řízení z nižších úrovní řízení, jsou určeny pro zpracování většího množství dat.

Při návrhu distribuovaných systémů řízení s využitím průmyslových sítí se dostáváme do problematiky návrhů datových (počítačových) sítí, při kterých se využívá pro zjednodušení sedmivrstvý model ISO/OSI, obr. 1-1. Pro průmyslové sítě se využívá většinou jen model od fyzické do síťové vrstvy a pak již následuje využití přenášených dat (aplikační vrstva).

## 1.1 Sedmivrstvý model ISO/OSI

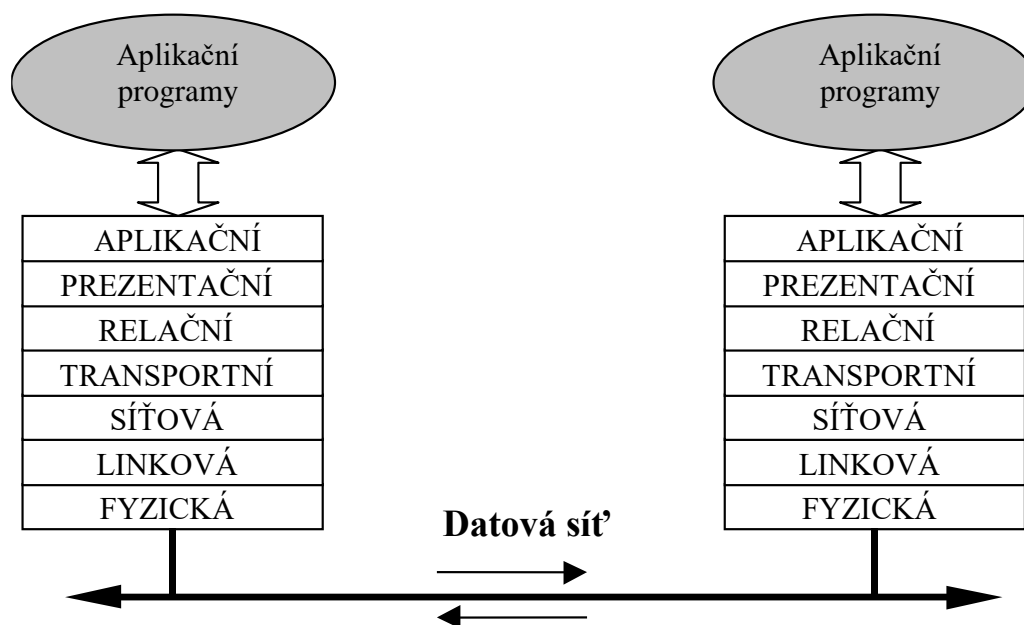
Referenční model ISO/OSI je nejznámější metodou popisu komunikačních systémů. Základním předpokladem pro pochopení funkce počítačových sítí, přenosu dat a návazných technologií je znalost této architektury. Nejznámější je sedmivrstvý model, kdy tvorba paketu začíná na aplikační vrstvě jednoho zařízení (vysílací) a postupně na sebe nabaluje na jednotlivých vrstvách (prezentační, spojová, ..., fyzická) informace potřebné pro přenos paketů přes fyzickou vrstvu. Pak na zařízení, pro které je určen paket, se v jednotlivých vrstvách (fyzická, linková, ..., aplikační) postupně využije a následně zbavuje informací, pro ně určených, až se dostane do aplikační vrstvy přijímacího zařízení. Tam se dále zpracovávají původní data v aplikaci, pro kterou jsou určeny. [Odvárka 2015]

### **Aplikační vrstva**

Přes tuto vrstvu je umožněn aplikacím (v řídicích systémech) přístup ke komunikačnímu rozhraní, které využívají pro přenos dat.

## Prezentační vrstva

Funkcí této vrstvy je transformovat data do podoby potřebné pro aplikační vrstvu (programy). Formát dat se může lišit na straně zdroje a příjemce. Tato vrstva se zabývá uspořádáním (strukturou) dat, ne jejich obsahem.



Obr. 1-1 Sedmivrstvý mode ISO/OSI

## Relační vrstva

Na této vrstvě se vytváří, udržuje, obnovuje a ukončuje spojení (relace) po dobu přenosu. Řídí se výměna dat mezi zdrojem a cílem. Zde se zachytávají informace o výjimečných stavech. K paketu jsou na této vrstvě přiřazeny synchronizační značky.

## Transportní vrstva

Tato vrstva musí zajistit spolehlivý přenos dat mezi koncovými uzly. Může obsahovat spojově (TCP- zachování pořadí, zamezení zdvojení) a nespojově (UDP- minimalizace zdržení při čekání na pakety) orientované protokoly. Musí zajistit kvalitní přenos dat pro vyšší vrstvy ISO/OSI modelu.

## Síťová vrstva

Tato vrstva zajišťuje přenos dat od zdroje k příjemci v rámci jedné případně více vzájemně propojených sítí. Stará se o směrování v síti a adresování v síti. Na této vrstvě mohou spolu komunikovat systémy, které spolu přímo nesousedí, protože obsahuje funkce, které dokáží přemostit rozdílné vlastnosti technologií. Na této vrstvě pracují směrovače. V průmyslových sítích se většinou dostáváme až na tuto vrstvu.

## Linková vrstva

Této vrstvě se také říká spojová vrstva. Tato vrstva provádí veškeré operace s logickými celky z fyzické vrstvy tzv. rámce (frames). Tyto rámce rozšiřuje o fyzickou adresu a provádí jejich seřazení, nastavuje parametry přenosu a formátuje (sestavuje) rámce. Může detekovat nebo i opravovat případné chyby vzniklé při přenosu pomocí fyzické vrstvy. Může řídit přístup k přenosovému médiumu.

## Fyzická vrstva

Je to hardware, který zajišťuje spojení mezi dvěma zařízeními (dvoubodové – sériová linka) nebo mezi více zařízeními (mnohobodové – RS 485, Ethernet) a interpretuje „1“ a „0“ jako elektrický signál. Do této vrstvy patří např. síťové karty, vedení, opakovače, konektory ... . Úkolem této vrstvy je navázání a ukončení spojení s komunikačním médiem, převod digitálních dat na signály (hodnoty napětí) schopné přenést informaci pomocí přenosového média mezi vysílačem a přijímačem. [Janda 2000]

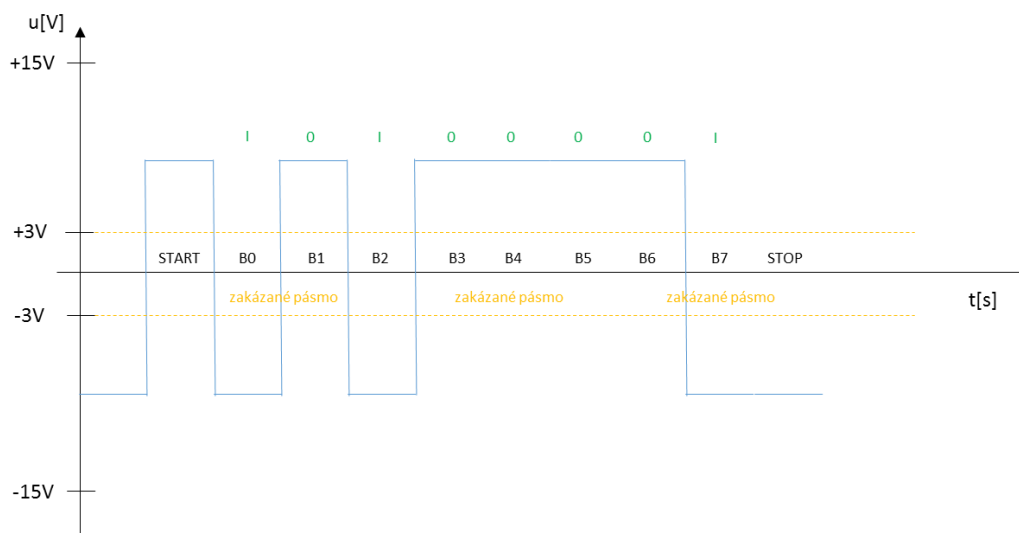
## 1.2 Vlastnosti průmyslových sběrnic

Pro přenos dat na nejnižší úrovni řízení se využívají ILAN (průmyslové sběrnice). Výhodou je jejich odolnost vůči poruchám vznikajících na nejnižší úrovni řízení (proudové špičky při spínání výkonových členů pohonů, rozdílný potenciál napětí v místě vysílače a přijímače, ... ). Průmyslové sítě mají své standardy na fyzické, linkové i síťové vrstvě. Provozní režim na těchto sítích může být v plném duplexu nebo v polovičním duplexu, podle potřeby řízeného systému. Rozdíl v těchto režimech je v tom, že při plném duplexu v daný okamžik může zařízení vysílat i přijímat podobně jako je to u standardu RS 232 (má vyhrazenou fyzickou vrstvu pro vysílání i pro příjem). V případě polovičního duplexu je zajištěno vysílání i přijímání zpráv, ale v jiných časových okamžicích tj. v daný okamžik může zařízení jen vysílat nebo jenom přijímat. Typickým příkladem této fyzické vrstvy je RS 485 (dva vodiče).

### 1.2.1 Fyzická vrstva RS 485

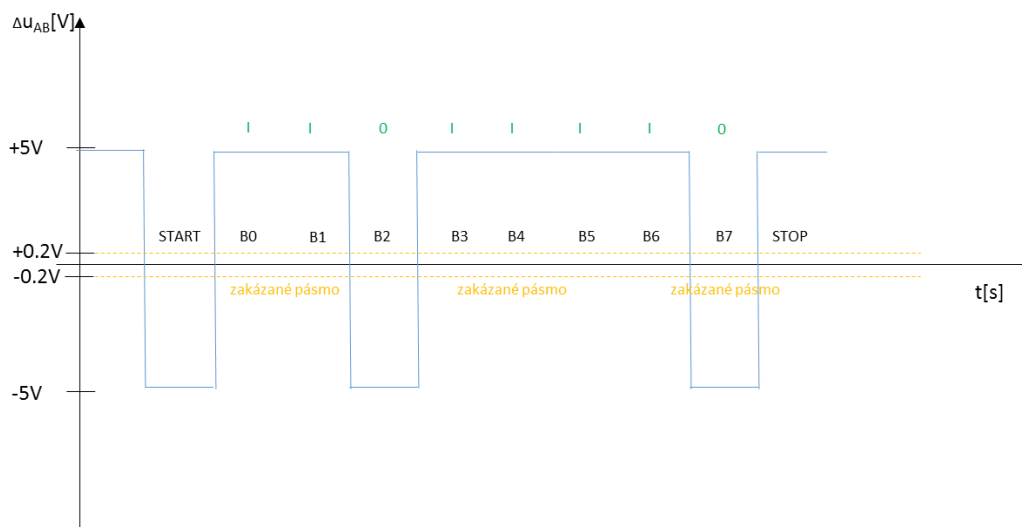
Fyzická vrstva je tvořena dvěma vodiči (A, B), kde se informace přenáší změnou potenciálu mezi nimi. Jsou to dva zkroucené vodiče, které zabraňují vlivu rušivých signálů na přenos dat. Oproti standardní RS 232 lince se přenos informace (0, 1) realizuje změnou polarit napětí na těchto vodičích a ne změnou napětí na vodičích Tx (Rx) proti zemi. Tím je eliminován vliv rozdílných potenciálů země vysílače a přijímače a lze dosáhnout větších vzdáleností mezi nimi.

Synchronizaci přenosu lze provádět podobně jako u RS 232 „START“ bitem a „STOP“ bitem. Na následujících obrázcích jsou vykresleny průběhy přenosů jednotlivých bitů jak pro RS 232, tak pro RS 485 s popisem napěťových úrovní. Podobně jako u TTL logiky je u RS 232 definováno tzv. zakázané pásmo.



Obr. 1-2 Napěťové úrovně při přenosu „byte“ po RS 232

Pro převod mezi úrovněmi TTL, RS 232 a RS 485 se využívají integrované obvody, které převádí např. napěťové úrovně TTL na napěťové úrovně fyzické vrstvy RS 485 (RS 422) i s možností přepínání směru komunikace (vysílač/přijímač).



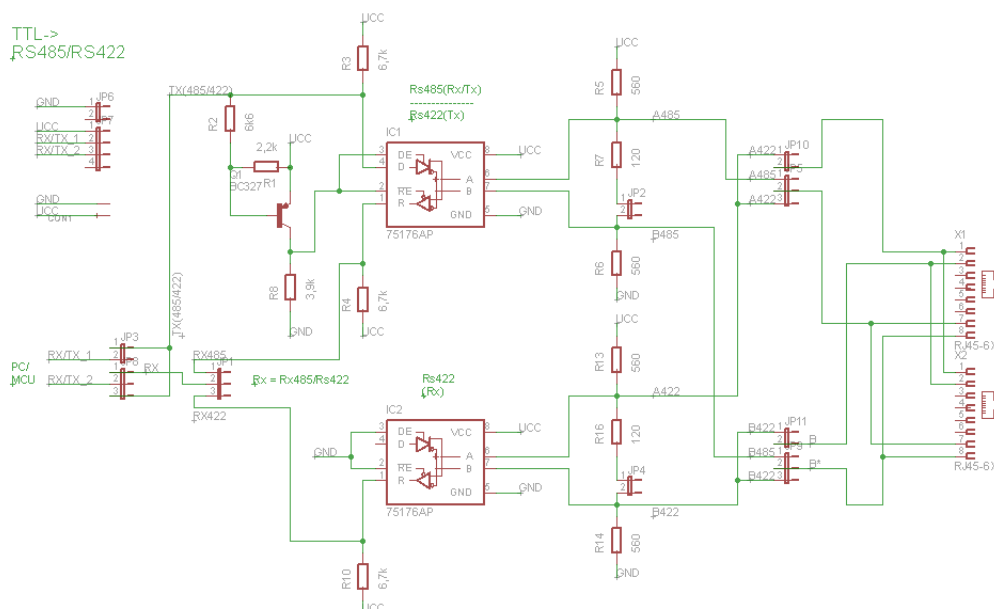
Obr. 1-3 Napěťové úrovně při přenosu „byte“ po RS 485

Další možností připojení RS 485 k zařízení je jednotka s rozhraním TCP/IP. S využitím podpůrného software, který vytvoří tzv. virtuální port, se lze připojit k RS 485 pomocí TCP/IP protokolu a vytvářet spojení se zařízeními připojenými k RS 485. Oproti lince RS 232, která je určená pro komunikaci mezi dvěma zařízeními, je RS 485 určena pro komunikaci mezi více zařízeními. Jedná se o sběrnici. Proto je nutné, aby na koncových bodech sběrnice byly použity zakončovací odpory (120 Ω).



Obr. 1-4 Moduly pro rozhraní RS 485

Přístup k přenosovému médiumu mohou řešit i vyšší vrstvy. Pokud je architektura Master/Slave, pak je to v kompetenci systému, který je Master. Tuto fyzickou vrstvu využívají různé standardy průmyslové komunikace.



Obr. 1-5 Zapojení převodníku TTL RS 422 s možností přepínání směru komunikace [Czebe 2015]

## 1.2.2 CAN příklad průmyslové sběrnice

Mezi propracované průmyslové sítě (sběrnice) s relativně vysokou spolehlivostí, přenosovou rychlostí a snadnou rozšiřitelností patří CAN sběrnice vyvinutá firmou Bosch pro nasazení v automobilovém průmyslu. Důvodem jejího rozšíření nejen v automobilovém průmyslu, ale také v jiných aplikačních úlohách (snímače, akční členy, řídicí jednotky, ... ) je nízká cena, snadné nasazení a dostupnost potřebné součástkové základny. Jsou dvě základní specifikace CAN 2.0A a CAN 2.0B (ta zavádí dva pojmy – standardní a rozšířený formát zprávy). Aplikační vrstva je definována několika vzájemně nekompatibilními standardy (CAL, CANopen, DeviceNet, CAN Kingdom). [Polák 2003]

Jedná se o protokol multi-master. Každý uzel na sběrnici může být master a řídit tak chování jiných uzlů. Přístupová metoda k mediu je náhodný přístup a kolize se řeší na základě prioritního rozhodování. Komunikace mezi dvěma uzly je zajištěna formou zpráv (rámců).

Zabezpečení přenášených dat je realizováno několika mechanismy:

- **Monitoring** - podstatou monitoringu je odposlech sběrnice a porovnávání hodnoty s vysílaným bitem.
- **CRC kód** - poslední pole o délce 15ti bitů vysílané zprávy tvoří CRC kód generovaný ze všech do té doby odvysílaných bitů.
- **Vkládání bitu** - při vysílání pěti po sobě jdoucích bitů stejné úrovně je do zprávy vložen bit opačné úrovně.
- **Kontrola zprávy** - kontroluje se formát zprávy podle specifikace.
- **Potvrzení přijaté zprávy** - každé zařízení připojené na sběrnici musí správně přijatou zprávu potvrdit potvrzovacím bitem v poli ACK. [Polák 2003]

Existují 4 základní typy zpráv specifikace protokolu CAN:

- datová zpráva,
- žádost o data,
- zpráva o chybě,
- zpráva o přetížení.

První dva typy zpráv se týkají přenosu dat a druhé dva typy zpráv se týkají řízení sběrnice a komunikace. Podrobnější popis lze nalézt v specifikaci nebo v literatuře [Polák 2003].