Sběrnice CAN

Metodika pro učitele

Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

STEP AHEAD II

The support of Professional development of VET teachers and trainers in following of New trends in Automotive Industry
Automotive Innovation & Teacher training Academy
2018-1-SK01-KA202-046334

Sběrnice CAN

Zaměření lekce: Porozumění pricnipům fungování sběrnice CAN v automobilovém průmyslu a osvojení základní diagnostiky CAN

Aktivita č.1 Část lekce: **EVOKACE**

Zaměření aktivity: Zopakovat základní informace o CAN, navodit téma

Krok 1	Stručný popis aktivity	Zopakovat základní informace o CAN a naučit se diagnostiku sběrnice CAN měřením na osciloskopu. Studenti by již měli mt nějaké znalosti o CAN sběrnici.
	Instrukce (co říci studentům)	Učitel přivítá studenty na lekci a ujistí se, že všichni ze studentů mají alespoň základní vědomosti o CAN sběrnici.
Krok 2	Stručný popis aktivity	Rozdělte studenty do několika skupinek. Nechte skupinky diskutovat o CAN sběrnici. Každá skupinka sepíše všechno co ví o CAN a všech jeho možných využitích. Také shrňte plusy a minusy využití CAN v automobilním průmyslu.
	Instrukce (co říci studentům)	Každá skupinka si zvolí jednoho studenta který sepíše skupinou zjištěné informace. Dejte studentům pár tipů na témata která diskutovat – např. Historický vývoj vozidel, jak jsou uspořádány komunikace řídících jednotek u starších vozidel, kolik řídících jednotek starší vozidla využívají oproti dnešku. Učitel může být s

		studentům průběžně nápomocen, pokud to je zapotřebí.
Pomůcky potřebné pro aktivitu (vše co je potřeba k vedení lekce)		Smartphone nebo počítač pro každou skupinu, počítač pro učitele, projektor a internet.
Odhadovaný čas (max. 40 minut)		25 min
Poznámky		Studenti by měli mít základní znalosti o CAN sběrnici, elektro fyzice a znát principy elektrického multimetru. Učitel musí být expert na tematiku aby mohl tuto lekci vést.

Aktivita 2 Část lekce: **UVĚDOMĚNÍ**

Zaměření aktivity: Prohloubení informací studentů v diagnostice sběrnice CAN

Krok 1	Stručný popis aktivity	Shlédněte videa/rozdejte studentům texty přílohy které se zabývají tematikou CAN sběrnice Např. (EN videa) https://www.youtube.com/watch?v=FqLDpHsxvf8 https://www.youtube.com/watch?v=Bdh5r5A_LMg Studentni sledují učitelem vybrané video, případně studují text z přílohy 1
	Instrukce (co říci studentům)	Shlédněte videa (připravené materiály) https://www.youtube.com/watch?v=FqLDpHsxvf8 https://www.youtube.com/watch?v=Bdh5r5A_LMg

Krok 2	Stručný popis aktivity	Učitel posbírá hlavní poznatky které si studenti v průběhu sledování videí/studiu přílohy zapsali. Třída diskutuje o hlavních poznatcích a vyhodnocuje informace, které se ve videích/materiálech dozvěděla. Učitel diskusi zahájí a moderuje ve splupráci se studenty.
	Instrukce (co říci studentům)	Představte hlavní poznatky, které jste si vypsali. Disktujte a vyhodnocujte informace, které jste se dozvěděli ve videu.
Krok 3	Stručný popis aktivity	Krátké vysvětlení funkci osciloskopu a o tom, jaké signály s jeho pomocí můžeme číst. Informace mohou být předány formou připraveného vytištěného textu, nebo pomocí PPT prezentace. Studenti provádí měření CAN a OBD II pomocí voltmetru a osciloskopu. Pokud je to nezbytné, učitel ukáže studentům jak pracovat s osciloskopem. Studenti by sami měli přijít na to, jaké PINy v OBD konektoru slouží k napojení na CAN sběrnici. Navíc by studenti měli zjistit, zda je CAN sběrnice funkční, a na jaké frekvecni (Hz) a rychlosti (kbit/s) komunikuje.
	Instrukce (co říci studentům)	Jak funguje osciloskop? Zkuste sami přijít na to, které PINy v OBD II konektoru slouží k napojení na CAN sběrnici. Navíc zksute zjistit, zda je CAN sběrnice funkční, a na jaké frekvenci a při jaké rychlosti komunikuje.
Pomůcky potřebné pro aktivitu (vše co je potřeba k vedení lekce)		Počítače, projektor, vozidlo vybavené OBD II konektorem, voltmeter, osciloskop ovladaný pomocí PC (např. Viz odkaz) https://www.picotech.com/downloads
Odhadovaný čas (max. 40 minut)		40 minut

Poznámky	Čas na lekci je celkem krátký, takováto lekce může zabrat o mnoho více času pokud je možné pratické cvičení. Doporučená délka lekce je závislá na časové dotaci a množství studentů. Při jednom vozidle je pro praktické cvičení potřeba cca 30 minut na jednu skupinu

Aktivita 3 Část lekce: **REFLEXE**

Zaměření aktivity: Studenti shrnou informace které načerpali

Krok 1	Stručný popis aktivity	Otevřete apliakci Kahoot, kde je možné zadat otázky a odpovědi, a zahajte kvíz Připravili jsme pro studenty Kahoot kvíz. Hlavní myšlenkou je otestovat, jak studenti vstřebávají získané informace o CAN sběrnici z prezentace a praktických cvičení
	Instrukce (co říci studentům)	Vyřešíme společně Kahoot kvíz.
Krok 2	Stručný popis aktivity	Vyhodnocení výsledků a zjištění, zda se je k tématu stále co učit.
	Instrukce (co říci studentům)	Prohlédněte si své výsledky abyste zjistili, jestli máte ještě nějaké rezervy k doplnění. K případným rezervám si zkuste dohledat informace sami – dá vám to víc, než kdyby Vám to odvyprávěl učitel.
Pomůcky potřebné pro aktivitu (vše co je potřeba k vedení lekce)		Počítače nebo smartphony pro každou skupinu. Předem připravený Kahoot kvíz s několika otázkami https://kahoot.com/

Odhadovaný čas (max. 40 minut)	40 min
Poznámky	Učitel může analyzovat CAN záznam společně se studenty, pokud je to potřeba

PŘÍLOHA 1

Controller Area Network (CAN) je sériový komunikační protokol, který byl původně vyvinut firmou Bosch pro nasazení v automobilech. I přes svoje původní zaměření se tento komunikační protokol stále ve větší míře prosazuje i v jiných oblastech, než pro které byl zamýšlen. Tento článek se zabývá hlavními vlastnostmi tohoto potokolu, které mají právě vliv na toto rozšíření.

Úvod

Controller Area Network (CAN) je sériový komunikační protokol, který byl původně vyvinut firmou Bosch pro nasazení v automobilech. Vzhledem k tomu, že přední výrobci integrovaných obvodů implementovali podporu protokolu CAN do svých produktů, dochází ke stále častějšímu využívání tohoto protokolu i v různých průmyslových aplikacích. Důvodem je především nízká cena, snadné nasazení, spolehlivost, vysoká přenosová rychlost, snadná rozšiřitelnost a dostupnost potřebné součástkové základny.

V současné době má protokol CAN své pevné místo mezi ostatními fieldbusy a je definován normou ISO 11898. Ta popisuje fyzickou vrstvu protokolu a specifikaci CAN 2.0A. Později byla ještě vytvořena specifikace CAN 2.0B, která zavádí dva pojmy - standardní a rozšířený formát zprávy (lišící se v délce identifikátoru zprávy). Tyto dokumenty definují pouze fyzickou a linkovou vrstvu protokolu podle referenčního modelu ISO/OSI. Aplikační vrstva protokolu CAN je definována několika vzájemně nekompatibilními standardy (CAL, CANopen, DeviceNet, CAN Kingdom).

Potřeba sériové komunikace v automobilech

Většina vozidel je vybavena celou řadou elektronických řídících systémů. Růst elektroniky v automobilovém průmyslu je podmíněn jednak vzrůstajícími nároky uživatelů, tak také tlakem jednotlivých vlád na neustálé snižování spotřeby zdrojů a požadavky vyplývající ze snahy snížit vypouštěné emise do ovzduší.

Komplexnost využívaných funkcí implementovaných v těchto nejrůznějších systémech si vynutila potřebu vzájemné komunikace mezi těmito systémy. V konvenčních systémech je pro každý přenášený signál vyhrazena jedinečná přenosová linka, což se ale pro velký počet přenášených signálů stává z finančního hlediska neúnosné. Navíc to přináší mnohé komplikace vyplývající z takto vysokého počtu vodičů určených pro přenos dat.

Veškeré jednotky, které mají potřebu komunikovat ať už mezi sebou, či s jednotlivými senzory zajišťujími sběr informací jsou propojeny navzájem právě pomocí sběrnice CAN. Účelem použití této

sběrnice v automobilovém průmyslu je zajištění komunikace mezi jednotlivými jednotkami tak, aby nedocházelo k velkému zatížení centrálního procesoru.

Základní vlastnosti protokolu CAN

CAN je sériový komunikační protokol umožňující distribuované řízení systémů v reálném čase s vysokou mírou zabezpečení proti chybám. Jedná se o protokol typu *multi-master*, kde každý uzel sběrnice může být *master* a řídit tak chování jiných uzlů. Není tedy nutné řídit celou síť z jednoho nadřazeného uzlu, což přináší zjednodušení řízení a zvyšuje spolehlivost (při poruše jednoho uzlu může zbytek sítě pracovat dál). Pro řízení přístupu k médiu je použita sběrnice s náhodným přístupem, která řeší kolize na základě prioritního rozhodování. Po sběrnici probíhá komunikace mezi dvěma uzly pomocí zpráv (datová zpráva a žádost o data), a management sítě (signalizace chyb, pozastavení komunikace) je zajištěn pomocí dvou speciálních zpráv (chybové zprávy a zprávy o přetížení).

Zprávy vysílané po sběrnici protokolem CAN neobsahují žádnou informaci o cílovém uzlu, kterému jsou určeny, a jsou přijímány všemi ostatními uzly připojenými ke sběrnici. Každá zpráva je uvozena identifikátorem, který udává význam přenášené zprávy a její prioritu. Protokol CAN zajišťuje, aby zpráva s vyšší prioritou byla v případě kolize dvou zpráv doručena přednostně a dále je možné na základě identifikátoru zajistit, aby uzel přijímal pouze ty zprávy, které se ho týkají.

Pro zajitění transparentnosti návrhu a flexibility implementace je sběrnice CAN rozdělena do tří rozdílných vrstev:

- **CAN vrstvy objektů,**
- **CAN transportní vrstvy,**
- **fyzické vrstvy.**

Vrstva objektů a transportní vrsta zahrnuje veškeré služby a funkce poskytované v rámci linkové vrstvy, tak jak je definována modelem ISO/OSI. Vrstva objektů je odpovědná za

- **nalezení zprávy, která má být vyslána,**
- **rozhodnutí, které přijaté zprávy od transportní vrstvy mají být použity,**
- **poskytování rozhraní aplikační vrstvě související s hardwarem.**

Úkolem *transportní vrstvy* je především přenosový protokol. Například řízení rámců, řízení, kontrola chyb, signalizace chyb. Uvnitř transportní vrstvy je rozhodnuto, zda je sběrnice volná pro nový přenos dat či naopak jejich příjem. Také několik obecných vlastností týkajících se časování bitů je svěřeno transportní vrstvě. Je možné prohlásit, že *vzhledem k povaze transportní vrstvy zde není žádný prostor pro její modifikaci ze strany uživatele.*

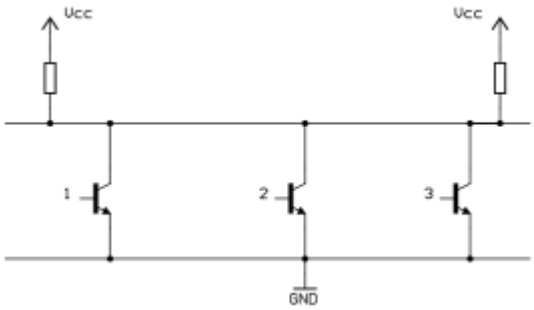
Úkolem *fyzické vrstvy* je vlastní přenos jednotlivých bitů mezi jednotlivými uzly s respektováním všech elektrických vlastností. Uvnitř jedné sítě má fyzická vrstva stejné parametry pro všechny uzly, nicméně je možné zvolit si její parametry tak, aby co nejlépe vyhovovaly dané aplikaci.

Fyzické médium a fyzická vrstva

Protokol CAN definuje vlastní rozhraní k fyzickému přenosovému médiu a v tomto směru se odlišuje od modelu ISO/OSI. Na druhé straně jsou vlastnosti fyzické vrstvy velkou předností protokolu CAN. Základním požadavkem na fyzické přenosové médium protokolu CAN je, aby realizovalo funkci logického

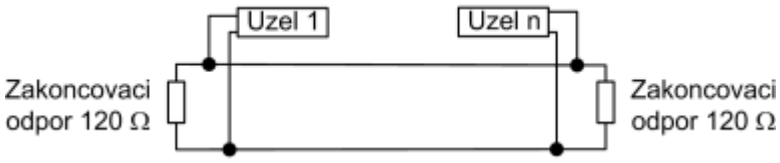
součinu. Za účelem zvýšení rychlosti a odolnosti proti rušení je účelné, aby spoj byl symetrický. Standard protokolu CAN definuje dvě vzájemně komplementární hodnoty bitů na sběrnici - **dominant** a **recessive**. Jedná se v podstatě o jakýsi zobecnělý ekvivalent logických úrovní, jejichž hodnoty nejsou určeny a skutečná reprezentace záleží na konkrétní realizaci fyzické vrstvy.

Pravidla pro stav na sběrnici jsou jednoduchá a jednoznačná. Vysílají-li všechny uzly sběrnice recessive bit, pak na sběrnici je úroveň recessive. Vysílá-li alespoň jeden uzel dominant bit, je na sběrnici úroveň dominant. Příkladem může být optické vlákno, kde stavu *dominant* bude odpovídat stav svítí a *recessive* stav nesvítí. Dalším příkladem může být sběrnice buzená hradly s otevřeným kolektorem (**obr. 1)**, kde stavu dominant bude odpovídat logická nula na sběrnici a stavu recessive logická jednička. Pak, je-li jeden tranzistor sepnut, je na sběrnici úroveň logické nuly (*dominant*) a nezáleží již na tom, zda je či není sepnutý i nějaký jiný tranzistor. Pokud není sepnut žádný tranzistor, je na sběrnici úroveň logické jedničky (*recessive*).



Obr. 1: **Příklad realizace fyzické vrstvy protokolu CAN**

Pro realizaci fyzického přenosového média se nejčastěji používá diferenciální sběrnice definovaná podle normy ISO 11898. Tato norma definuje jednak elektrické vlastnosti vysílacího budiče a přijímače tak zároveň principy časování, synchronizaci a kódování jednotlivých bitů. Sběrnici tvoří dva vodiče (označované CAN_H a CAN_L), kde *dominant* či *recessive* úroveň na sběrnici je definována rozdílovým napětím těchto dvou vodičů. Dle nominálních úrovní uvedených v normě je pro úroveň *recessive* velikost rozdílového napětí V_{diff} = 0 V a pro úroveň *dominant* V_{diff} = 2 V .Pro eliminaci odrazů na vedení je sběrnice na obou koncích přizpůsobena zakončovacími odpory o velikosti 120 Ω. Jednotlivá zařízení jsou na sběrnici připojena pomocí konektorů, nejčastěji jsou používány konektory D-SUB.



Obr. 2: **Fyzické uspořádání sítě CAN podle ISO 11898**

Ke sběrnici může být teoreticky připojen libovolný počet uzlů, ale prakticky s ohledem na zatížení sběrnice, je počet připojených uzlů podstatně nižší a uvádí se kolem 64 na segment. Rovněž přenosová rychlost 1 Mbit/s je dosažitelná pouze na krátké vzdálenosti do 40m a se vzdáleností prudce klesá, takže na 1,2km činí asi 70 kbitů/s. Plyne to z původního poslání sběrnice CAN, která byla určena pro malé vzdálenosti v instalaci automobilů.

Linková vrstva protokolu CAN

Tak jako v modelu ISO/OSI i v protokolu CAN je linková vrstva rozdělena na podvrstvu **LLC** a **MAC**:

- **MAC** (Medium Access Control) reprezentuje jádro protokolu CAN. Úkolem je provádět kódování dat, vkládat doplňkové bity do komunikace (*Stuffing*/*Destuffing*), řídit přístup všech uzlů k médiu s rozlišením priorit zpráv, detekce chyb a jejich hlášení a potvrzování správně přijatých zpráv.
- **LLC** (Logical Link Control) je podvrstva řízení datového spoje, což zde znamená filtrování přijatých zpráv (*Acceptance Filtering*) a hlášení o přetíženích (*Overload Notification*).

Řízení přístupu k médiu a řešení kolizí

Vzhledem k tomu, že se jedná o síť typu *multimaster*, každý z účastníků může zahájit vysílání, jakmile je připraven a síť je v klidovém stavu (*bus free*). Kdo přijde první, ten vysílá. Ostatní mohou vysílat až poté, co je zpráva odvysílána. Vyjimku tvoří chybové rámce, které se dají vysílat okamžitě po identifikaci chyby kterýmkoli účastníkem.

Zahájí-li vysílání současně několik uzlů, pak přístup na sběrnici získá ten, který přenáší zprávu s vyšší prioritou (nižším identifikátorem). Identifikátor je uveden na začátku zprávy. Každý vysílač porovnává hodnotu právě vysílaného bitu s hodnotou na sběrnici a zjistí-li, že na sběrnici je jiná hodnota než vysílá (jedinou možností je, že vysílač vysílá *recessive* bit a na sběrnici je úroveň *dominant*), okamžitě přeruší další vysílání. Tím je zajištěno, že zpráva s vyšší prioritou bude odeslána přednostně a že nedojde k jejímu poškození, což by mělo za následek opakování zprávy a zbytečné prodloužení doby potřebné k přenosu zprávy. Uzel, který nezískal při kolizi přístup na sběrnici musí vyčkat až bude sběrnice opět ve stavu *Bus free*, a pak zprávu vyslat znovu.

Zabezpečení přenášených dat

Protokol CAN se vyznačuje silným mechanismem zabezpečení přenášených dat. Současně působí tyto mechanismy:

- **monitoring**
- **CRC kód**
- **vkládání bitu**
- **kontrola zprávy**
- **potvrzení přijaté zprávy**

Monitoring: Monitoring znamená, že vysílač porovnává vysílanou hodnotu bitu s úrovní na sběrnici. Jsou-li obě hodnoty stejné, vysílač pokračuje ve vysílání. Pokud je na sběrnici detekována jiná úroveň než odpovídá vysílanému bitu, a probíhá-li právě řízení přístupu na sběrnici (vysílá se *Arbitration Field*), přeruší se vysílání a přístup k médiu získá uzel vysílající zprávu s vyšší prioritou. Pokud je rozdílnost vysílané a detekované úrovně zjištěna jinde než v *Arbitration Field* a v potvrzení přijetí zprávy (*ACK Slot*), je vygenerována chyba bitu.

CRC kód: CRC kód (Cyclic Redundancy Check) o délce 15ti bitů tvoří poslední pole vysílané zprávy. Proto se může generovat ze všech do té doby odvysílaných bitů zprávy podle polynomu: $x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$ Je-li detekována chyba CRC libovolným uzlem na sběrnici, je vygenerována chyba CRC.

Vkládání bitu (bit stuffing): Vysílá-li se na sběrnici pět po sobě jdoucích bitů jedné úrovně, je do zprávy navíc vložen bit opačné úrovně. Toto opatření slouží jednak k detekci chyb ale také ke správnému časovému sesynchronizování přijímačů jednotlivých uzlů. Je-li detekována chyba vládání bitů, je vygenerována chyba vkládání bitů.

Kontrola zprávy (message frame check): Zpráva se kontroluje podle formátu udaného ve specifikaci a pokud je na nějaké pozici bitu zprávy detekována nepovolená hodnota, je vygenerována chyba rámce (formátu zprávy).

Potvrzení přijetí zprávy (acknowledge): Každé zařízení, připojené ke sběrnici musí správně přijatou zprávu potvrdit. Činí tak změnou bitu v poli ACK (1 bit) z *recessive* - vysílané vysílačem na *dominant*. To platí i pro ta zařízení, která mají zapnuto filtrování a tedy zprávu nepřijímají.

Signalizace chyb

Každý uzel má zabudována dvě interní počítadla chyb udávající počet chyb při příjmu a při vysílání. Podle obsahů počítadel může uzel přecházet, co se týká hlášení chyb a jeho aktivity na sběrnici, mezi třemi stavy (aktivní, pasivní, odpojený). Pokud uzel generuje příliš velké množství chyb, je automaticky odpojen (přepnut do stavu *Bus-off*) Z hlediska hlášení chyb tedy rozdělujeme uzly do následujících tří skupin:

Aktivní (Error Active)

tyto uzly se mohou aktivně podílet na komunikaci po sběrnici a v případě, že detekují libovolnou chybu v právě přenášené zprávě (chyba bitu, chyba CRC, chyba vkládání bitů, chyba rámce), vysílají na sběrnici aktivní příznak chyby (*Active Error Flag*). Aktivní příznak chyby je tvořen šesti po sobě jdoucími bity *dominant*, čímž dojde k poškození přenášené zprávy (poruší se pravidlo vkládání bitů).

Pasivní (Error Passive)

tyto uzly se také podílejí na komunikaci po sběrnici, ale z hlediska hlášení chyb vysílají pouze pasivní příznak chyby (*Passive Error Flag*). Ten je tvořen šesti po sobě jdoucími bity *recessive*, čímž nedojde k destrukci právě vysílané zprávy.

Odpojené (Bus-off)

tyto uzly nemají žádný vliv na sběrnici, jejich výstupní budiče jsou vypnuty**.**

Základní typy zpráv

Specifikace protokolu CAN definuje čtyři typy zpráv:

- **datová zpráva**
- **žádost o data**
- **zpráva o chybě**
- **zpráva o přetížení**

Datová zpráva a žádost o data se týkají přenosu dat. Datová zpráva tvoří základ komunikace, umožňuje zařízení vyslat zprávu dlouhou až 8Byte. Naopak při jednoduchých typech datových zpráv, jako jsou povely zapni/vypni a podobně není třeba posílat žádná data, tyto binární příkazy mohou být obsaženy

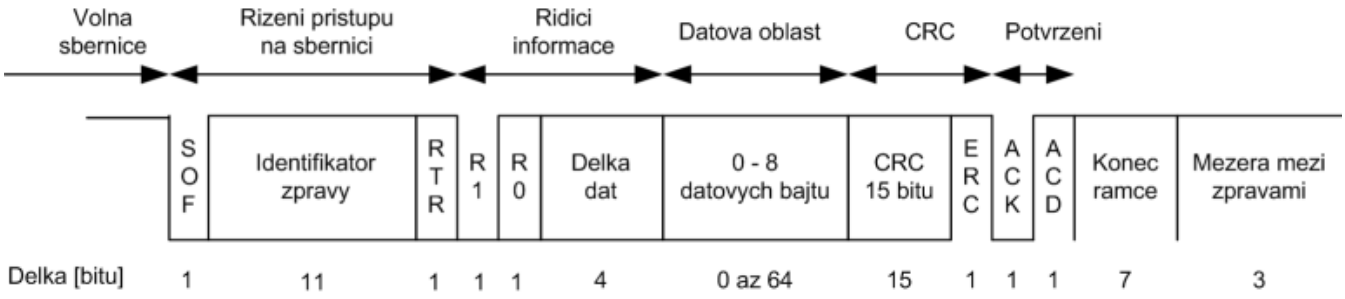
v identifikátoru zpráv. Tím se zvyšuje rychlost přenosu v protokolu CAN. Zařízení, které tato data vlastní je vyšle na sběrnici.

Další dva typy zpráv slouží k řízení sběrnice a to k signalizaci chyby a eliminaci chybných zpráv a k signalizaci o přetížení, tedy vyžádání prodlevy v komunikaci.

Datová zpráva (Data Frame)

Protokol CAN používá dva typy datových zpráv. První typ je definován specifikací 2.0A a je v literatuře označován jako **standardní formát** zprávy (*Standard Frame*), zatímco specifikace 2.0B definuje navíc tzv. **rozšířený formát** zprávy (*Extended Frame*). Jediný podstatný rozdíl mezi oběma formáty je v délce identifikátoru zprávy, která je 11 bitů pro standardní formát a 29 bitů pro rozšířený formát. Oba dva typy zpráv mohou být používány na jedné sběrnici, pokud je použitým řadičem podporován protokol 2.0B.

Vyslání datové zprávy je možné pouze tehdy, je-li sběrnice volná (stav *Bus Free*). Jakmile uzel, který má připravenu zprávu k vyslání, detekuje volnou sběrnici, začíná vysílat. Zda získá přístup na sběrnici či nikoliv, záleží na již popsaném mechanismu řízení přístupu k médiu. Strukturu datové zprávy podle specifikace 2.0A ilustruje **obr. 3**.



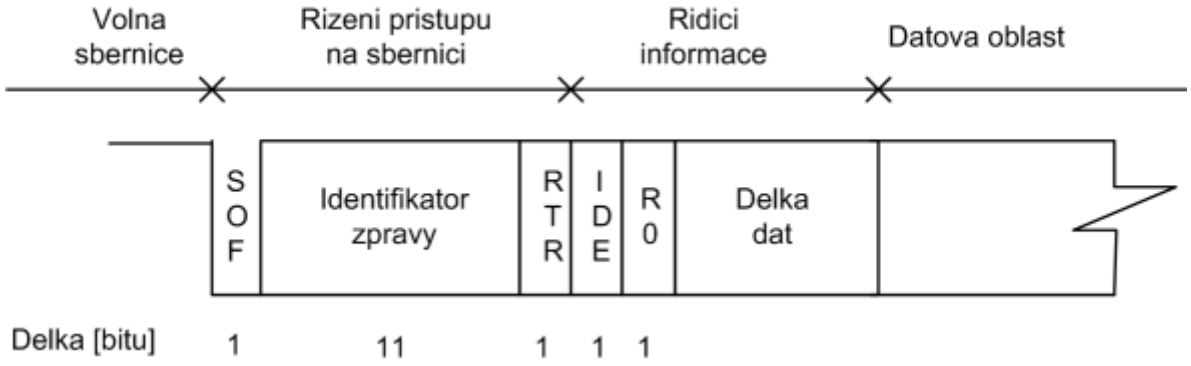
Obr. 3: **Datová zpráva podle specifikace CAN 2.0A**

Význam jednotlivých částí datové zprávy podle specifikace CAN 2.0A je následující:

- **začátek zprávy (1b) SOF - Start of Frame**
- **řízení přístupu ke sběrnici a identifikátor zprávy (Arbitration Field),**
- **(11b), určuje prioritu zprávy a význam přenášené zprávy**
- **RTR (Remote Request) - (1b), slouží k rozlišení zprávy zda jde o datovou**
- **zprávu (dominant) nebo žádost o přístup ke sběrnici (recessive)**
- **řídící pole (Control Field), R0 a R1 celkem 2b, rezervováno**
- **délka datové zprávy (4b)**
- **datová oblast (Data Field) - max. 8Byte dat**
- **CRC - zabezpečovací kód (15b)**
- **ERC - (1b) dominant, CRC oddělovač**
- **potvrzení ACK - (2b), z toho 1b (ACK), 1b oddělovač (ACD) - recessive**
- **konec zprávy (End of Frame) - (7b) recessive**
- **mezera mezi zprávami (Interfame Space) - (3b) recessive**

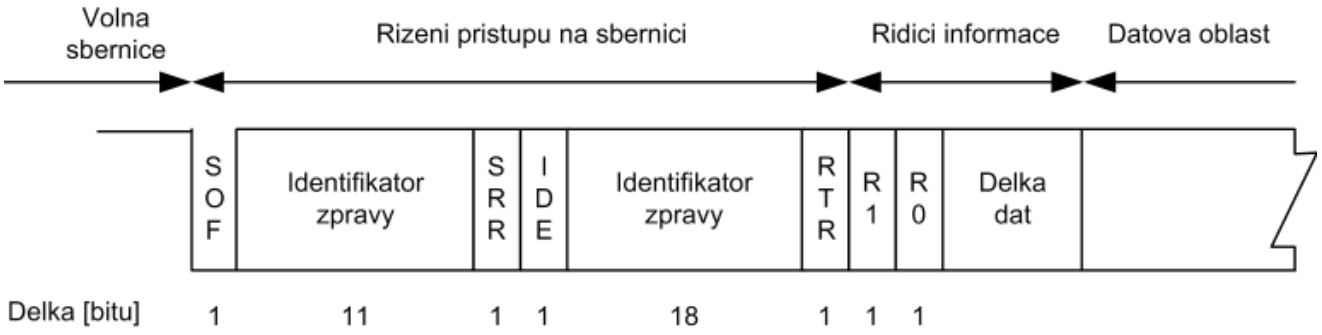
Specifikace **CAN 2.0B** definuje dva formáty datového zprávy - *standardní* a *rozšířený*.

Standardní zpráva (Standard Frame) je převzat ze specifikace 2.0A, má délku identifikátoru zprávy 11 bitů. Jediným rozdílem je zde využití bitu R1 na indikaci, zda se jedná o rámec standardní nebo rozšířený. Zde se podle CAN 2.0B tento bit označuje IDE (Identifier Extended) a je *dominant* pro standardní formát a *recessive* pro rozšířený formát zprávy. Z **obr. 4**, který zobrazuje začátek rámce je vidět, že řízení přístupu na sběrnici (priorita zprávy) je dána opět 11ti bity identifikátoru a hodnotou bitu RTR (Remote Request).



Obr. 4: **Začátek datové zprávy (standardní formát) podle specifikace 2.0B**

Rozšířený rámec (Extended Frame) používá celkem 29 bitový identifikátor zprávy. Ten je rozdělen do dvou částí o délkách 11 (stejný identifikátor je použit ve standardním formátu) a 18 bitů (viz **obr. 5**). Bit RTR (Remote Request) je zde nahrazen bitem SRR (Substitute Remote Request), který má v rozšířeném formátu vždy hodnotu *recessive*. To zajišťuje, aby při vzájemné kolizi standardního a rozšířeného formátu zprávy na jedné sběrnici se stejným 11ti bitovým identifikátorem, získal přednost standardní rámec. Bit IDE (Identifier Extended) má vždy *recessive* hodnotu. Bit (RTR) udávající, zda se jedná o datovou zprávu nebo žádost o data je přesunut za konec druhé části identifikátoru. Pro řízení přístupu k médiu jsou použity ID (11 bit), SRR, IDE, ID (18 bit), RTR. V tomto pořadí je určena priorita datové zprávy.



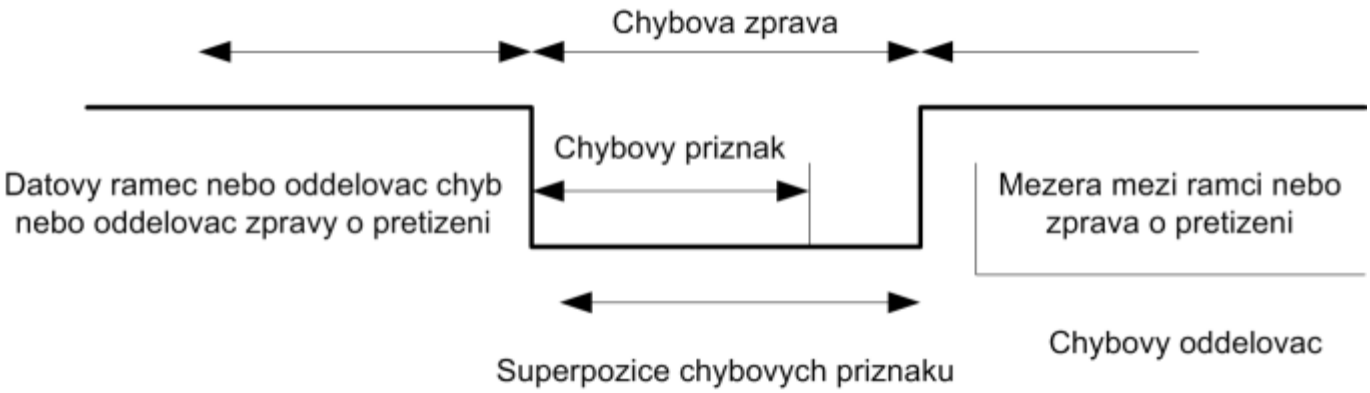
Obr. 5: **Začátek datové zprávy (rozšířený formát) podle specifikace 2.0B**

Žádost o data (Remote Frame)

Formát žádosti o data je podobný jako formát datové zprávy. Pouze je zde RTR bit (pole řízení přístupu na sběrnici) nastaven do úrovně *recessive* a chybí datová oblast. Pokud nějaký uzel žádá o zaslání dat, nastaví takový identifikátor zprávy, jako má datová zpráva, jejíž zaslání požaduje Tím je zajištěno, že pokud ve stejném okamžiku jeden uzel žádá o zaslání dat a jiný data se stejným identifikátorem vysílá, přednost v přístupu na sběrnici získá uzel vysílající datovou zprávu, neboť úroveň RTR bitu datové zprávy je *dominant* a tudíž má tato zpráva vyšší prioritu.

Zpráva o chybě (Error Frame)

Chybová zpráva slouží k signalizaci chyb na sběrnici CAN. Jakmile libovolný uzel na sběrnici detekuje v přenášené zprávě chybu (chyba bitu, chyba CRC, chyba vkládání bitů, chyba rámce), vygeneruje ihned na sběrnici chybový rámec. Podle toho, v jakém stavu pro hlášení chyb se uzel, který zjistil chybu, právě nachází, generuje na sběrnici buď aktivní (šest bitů *dominant*) nebo pasivní (šest bitů *recessive*) příznak chyby. Při generování aktivního příznaku chyby je přenášená zpráva poškozena (vzhledem k porušení pravidla na vkládání bitů), a tedy i ostatní uzly začnou vysílat chybové zprávy. Hlášení chyb je pak indikováno superpozicí všech chybových příznaků, které vysílají jednotlivé uzly. Délka tohoto úseku může být minimálně 6 a maximálně 12 bitů.

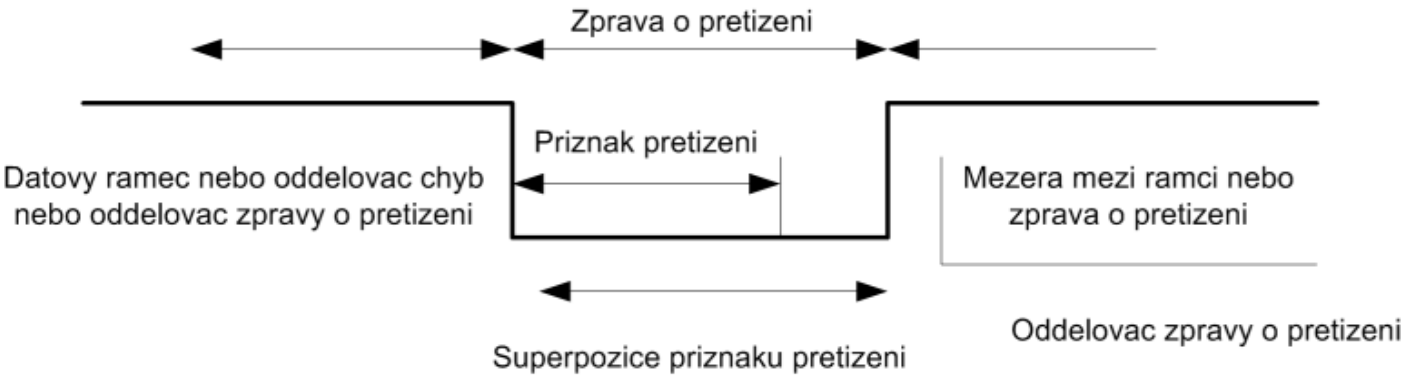


Obr. 6: **Zpráva o chybě protokolu CAN**

Po vyslání chybového příznaku vysílá každá stanice na sběrnici bity *recessive*. Zároveň detekuje stav sběrnice a jakmile najde první bit na sběrnici ve stavu *recessive*, vysílá se dalších sedm bitů *recessive*, které plní funkci oddělovače chyb (ukončení chybové zprávy).

Zpráva o přetížení (Overload Frame)

Zpráva o přetížení slouží k oddálení vyslání další datové zprávy nebo žádosti o data. Zpravidla tento způsob využívají zařízení, která nejsou schopna kvůli svému vytížení přijímat a zpracovávat další zprávy. Struktura zprávy je podobná zprávě o chybě, ale její vysílání může být zahájeno po konci zprávy (*End of Frame*), oddělovače chyb nebo předcházejícího oddělovače zpráv přetížení.



Obr. 7: **Zpráva o přetížení**

Závěr

Jak je z předchozího textu patrné, jedná se o velmi dobře navrženou sběrnici, která je díky poskytovaným vlastnostem hojně používaná, a to nejen v automobilovém průmyslu, pro který byla původně navržena.

Reference

[1] Robert Bosch GmbH, *CAN Specification 2.0B*, **http://www.can.bosch.com/docu/can2spec.pdf/**, 10.11.2002

[2] Zezulka František, *Automatizační prostředky*. Skripta VUT FEKT v Brně, 1999, ISBN 80-214-1482-0

[3] *CAN - Controller Area Network*. **http://fieldbus.feld.cvut.cz/can/**, 10.11.2002

Zdroj : http://www.elektrorevue.cz/clanky/03021/index.html

POZNÁMKY:

Názory prezentované v tomto dokumentu jsou názory projektového partnerství STEP AHEAD II a nemusí být v souladu s názory EU.