

LOW SPEED TRANSFER DATA IN END NODE CARS

Lukáš Machálka

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xmacha36@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaroslav Koton
E-mail: koton@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This project analyzes the low-speed communication within the car. The main focus is put on three widely used protocols: FlexRay, CAN and especially on LIN. LIN (Local Interconnect Network) is used mainly in end-node application in cars, where the reliability of the data delivery is not needed (such as the smart actuators, air conditioning, etc.). Next part of this project is focused on the possible different hardware implementations, comparison of their pros and cons. The LIN cluster consists of three different nodes which are based on different hardware implementation: LIN-enabled SCI solution, SLIC module and software implementation.

1. ÚVOD

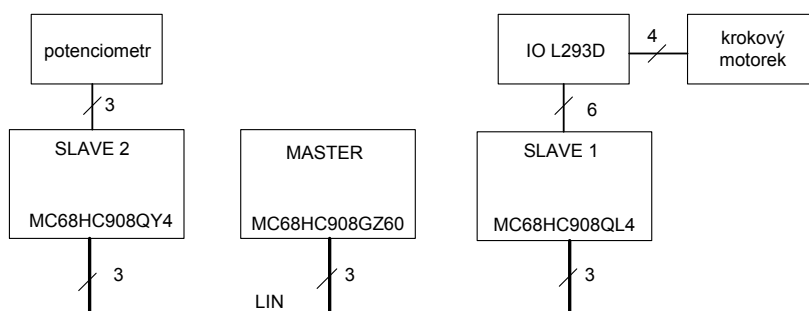
Neustále se zvyšující požadavky ze strany uživatelů nových automobilů, jak v oblasti bezpečnostní, tak komfortní vedou výrobce k nepřetržitému zlepšování výrobních technologií v nových vozidlech. Automobilová elektronika patří k jedné z nejdynamičtěji se rozvíjejících oblastí současné doby. Nové polovodičové technologie nahrazují původní mechanicky poháněné prvky elektronickými. Vyvstává tedy otázka integrace řídicích systémů a s tím i související implementace sběrnic. Sběrnicí jsou jednotlivé části automobilu propojeny a tak jsou data distribuována do jednotlivých bloků, kde jsou následně zpracovány. V současné době se v automobilové technice používají sběrnice FlexRay, CAN a také protokol LIN, který je využitý při řešení této práce. Komunikační protokol LIN se ve sběrnice architektuře automobilu používá pro nenáročné aplikace, které nevyžadují spolehlivé doručení informace. Mezi tyto aplikace lze zahrnout: elektrické stahování oken, ovládání centrálního zamykání, elektronicky nastavitelné sedadla, elektronické ovládání zpětných zrcátek apod. Činnost tohoto komunikačního protokolu bude ověřena vzdáleným řízením krokového motorku pomocí komunikačního protokolu LIN 2.0. Dále budou pomocí měření ověřeny funkce jednotlivých hardwarových implementací ve spojení s protokolem LIN.

2. NÁVRH SÍTĚ PRO VZDÁLENÉ ŘÍZENÍ KROKOVÉHO MOTORKU

Protokol LIN používá asynchronní sériový přenos do vzdálenosti 40m, maximální přenosová rychlost tohoto protokolu je 20kb/s. Topologie této sítě je single-master/multiple-slave což umožňuje připojit na jednu sběrnici jedno zařízení typu *Master* a několik zařízení typu *Slave*. Maximální možný počet zařízení na sběrnici LIN je 16. Ko-

munikace je založena na UART/SCI sériovém přenosu a probíhá pomocí jednoho vodiče. Další dva vodiče slouží pro napájení a jsou to vodiče +12V a vodič GND, který slouží pro společnou zem (tento vodič je při nasazení v automobilu zpravidla nahrazen společným rozvodem země kovovou karoserií). Rámec protokolu LIN se skládá z hlavičky zprávy a odezvy zprávy. Tyto dvě části jsou odděleny mezirámcovou mezerou. Hlavička zprávy obsahuje mezeru zprávy, synchronizační a identifikátorové pole. Odezva zprávy obsahuje datová pole a pole kontrolního součtu. V jednom rámci může být přeneseno maximálně 8 bajtů.

Při návrhu sítě byly použity osmi-bitové procesory od firmy Freescale. Každý z těchto procesorů využívá jinou hardwarovou implementaci. Oblast použití a výsledky uskutečněných měření jsou diskutovány v další části této práce. Na následujícím obrázku (Obrázek 1) je blokově znázorněna koncepce sítě. K mikroprocesoru MC68HC908QL4 (plně hardwarové řešení pomocí SLIC modulu) je připojen krokový motorek, který je řízen pomocí integrovaného obvodu typu L293D (H-můstek) od firmy Texas Instruments. K mikroprocesoru MC68HC908QY4 (plně softwarová implementace) je připojen potenciometr pomocí kterého se vzdáleně řídí směr a rychlost otáčení krokového motorku. Jednotlivá zařízení jsou propojena komunikačním protokolem LIN 2.0. Veškerou činnost na sběrnici řídí zařízení typu *Master* mikroprocesor MC68HC908GZ60 (implementace s podporou hardware - eSCI modul).



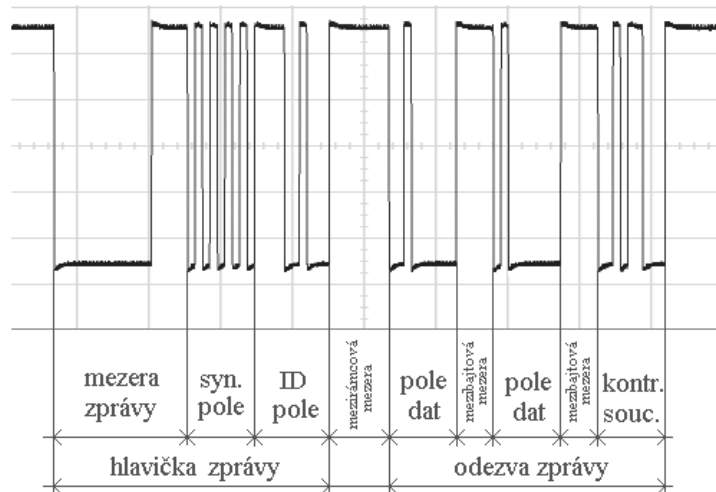
Obrázek 1: Blokové schéma návrhu sítě vzdáleného řízení krokového motorku

3. SROVNÁNÍ VYUŽITÍ SYSTÉMOVÝCH PROSTŘEDKŮ SBĚRNICE LIN PRO RŮZNÉ HARDWAROVÉ IMPLEMENTACE

Níže uvedené výsledky (Tab. 1) byly naměřeny pomocí osciloskopu firmy Agilent 54621A. Pro srovnání jednotlivých hardwarových implementací jsem vybral datový rámec, který jsem v LIN Description File (konfigurační jazyk pro popis kompletní sítě protokolu LIN) pojmenoval jako *master_frame* (Obrázek 2). Tento rámec přenáší dva datové bajty v odezvě zprávy. První datový bajt je použit pro přenos informace o rychlosti (signál *master_speed*) a druhý datový bajt je použit pro přenos informace o směru otáčení krokového motorku (signál *master_direction*).

Tabulka 1: Tabulka naměřených hodnot pro různé hardwarové implementace

mikroprocesor	přenosová rychlost	CPU[MHz]	počet přerušení	čas v přerušení	
MC68HC908QL4	9,6 kbps	3,2	2	208 μ s	2,4%
MC68HC908QY4	9,6 kbps	3,2	60	1,972 ms	23,2%
MC68HC908GZ60	9,6 kbps	2	6	1,630 ms	19,2%



Obrázek 2: Rámec protokolu LIN 2.0 – průběh z osciloskopu

4. ZÁVĚR

Použitím modulu SLIC u mikroprocesoru MC68HC908QL4 se snižuje čas strávený v přerušení. Kontrolní součet je generován automaticky a tak se šetří značná část instrukcí, které jsou potřeba u klasického UART rozhraní. Použitím tohoto modulu se nám snižuje i čas strávený uvnitř přerušovacích programů. Dalším měřeným mikroprocesorem byl MC68HC908QY4, který neobsahuje UART rozhraní a proto musí být nahrazeno plně softwarovou cestou, což klade vysoké nároky na přerušení a dobu strávenou v jednotlivých programech. Počet přerušení na jednu LIN zprávu u které probíhalo měření bylo 60. Doba strávená mikroprocesorem v přerušení je vzhledem k době přenosu LIN zprávy 23%. Po tuto dobu nemůže mikroprocesor vykonávat žádnou další operaci. Z měření vyplynulo, že každý z těchto dvou mikroprocesorů je vhodný použít pro jiné aplikace, které jsou závislé na různých požadavcích kladených na výpočetní výkon samotného MCU. Jako *Slave* zařízení bych doporučil použít mikroprocesor MC68HC908QL4. Tento mikroprocesor vykonává pouze dvě přerušení na jednu LIN zprávu. Doba strávená mikroprocesorem v přerušení je vzhledem k době přenosu LIN zprávy 2,4%. Po tuto dobu nemůže mikroprocesor vykonávat žádnou další operaci. Z měření u mikroprocesoru MC68HC908GZ60 vyplynulo, že počet přerušení na LIN zprávu je 6 (zpráva, která obsahuje dva bajty v odezvě zprávy). Doba strávená mikroprocesorem v přerušení je vzhledem k době přenosu LIN zprávy 19,2%. Po tuto dobu nemůže mikroprocesor vykonávat žádnou další operaci. Nutno si však uvědomit, že tyto údaje nelze přímo srovnávat s údaji uvedenými u předchozích dvou mikroprocesorů, neboť vzhledem k funkcionalitě mikroprocesoru GZ60 jako master node, je vytížení procesoru neporovnatelné s mikroprocesory ve funkci slave node. Tento mikroprocesor se používá jako hlavní zařízení typu *Master*.

LITERATURA

- [1] LIN Consortium. LIN Specifikation Package Revision 2.0. Dostupné z WWW: <http://www.lin-subbus.org/>
- [2] MACHÁLKA, L.: Nízkorychlostní přenosy dat v koncových zařízeních automobilů, Bakalářská práce, Brno 2006.
- [3] MANN, B.: C pro mikrokontroléry, 1. vyd. Praha: BEN 2003, ISBN 80-7300-077-6.