

Sběrnice Massoth Control BUS

Tento dokument popisuje pozorování dějů na Massoth Control BUS. Toto není oficiální dokumentace firmy Massoth ani z žádné jiné dokumentace nečerpá. Jsou to výhradně vlastní poznatky získané při experimentování s centrálou Massoth DiMAX 1200Z.

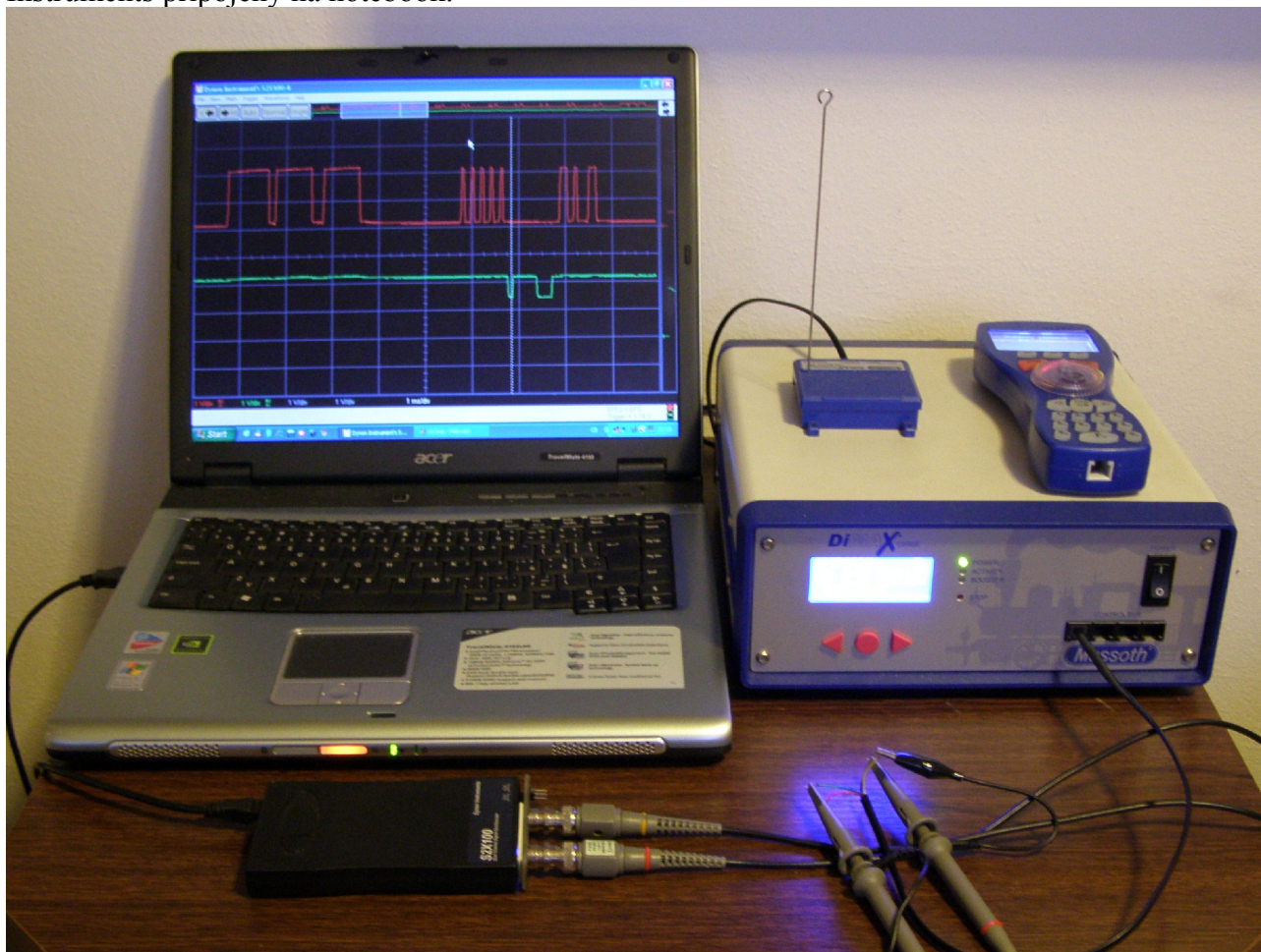
Upozornění!

Autor tohoto dokumentu nenese žádnou odpovědnost za případné škody vzniklé použitím informací v tomto dokumentu obsaženém.

1. Konektor a kabel sběrnice Massoth BUS

Sběrnice Massoth BUS používá modulární konektor se šesti pozicemi osazený čtyřmi kontakty RJ-14. Při pohledu do zásuvky centrály jsou kontakty číslovány zprava doleva od 1 do 4. Krajní dvě pozice nejsou osazené.

Pro sledování, měření a zachytávání průběhů byl použit USB osciloskop S2X100 firmy Dynon Instruments připojený na notebook.



1.1 Funkce kontaktů

Základním proměřením napěťových úrovní zjistíme, že kontakt číslo 4 je zapojen na zem (GND). Na kontaktu číslo 2 je konstantní stejnosměrné napětí, odpovídající aktuálnímu nastavení napájecího napětí centrály (DC). I když není na sběrnici připojeno žádné zařízení, je na kontaktu číslo 1 stále přítomna opakující se série kladných pulzů. To bude vysílací linka centrály. Na kontaktu číslo 3 je v klidovém stavu také kladné napětí. Ale po připojení aktivního zařízení na sběrnici se na něm objeví také série pulzů, ale záporných a s viditelně nižší frekvencí opakování. To bude linka, po které centrála přijímá signály z připojených zařízení.

1.2 Barevné značení kabelů

Kabely Massoth používají toto barevné značení vodičů:

<i>číslo</i>	<i>označení</i>	<i>barva</i>	<i>popis</i>
-	-		nezapojeno
1	Tx	černý	vysílací linka centrály
2	DC	červený	napájení +24V
3	Rx	zelený	přijímací linka centrály
4	GND	žlutý	napájení zem
-	-		nezapojeno

Pořadí kontaktů je na obou koncích kabelu stejné. Také všechny zásuvky sběrnice Massoth jsou paralelně propojeny a používají stejné pořadí kontaktů.

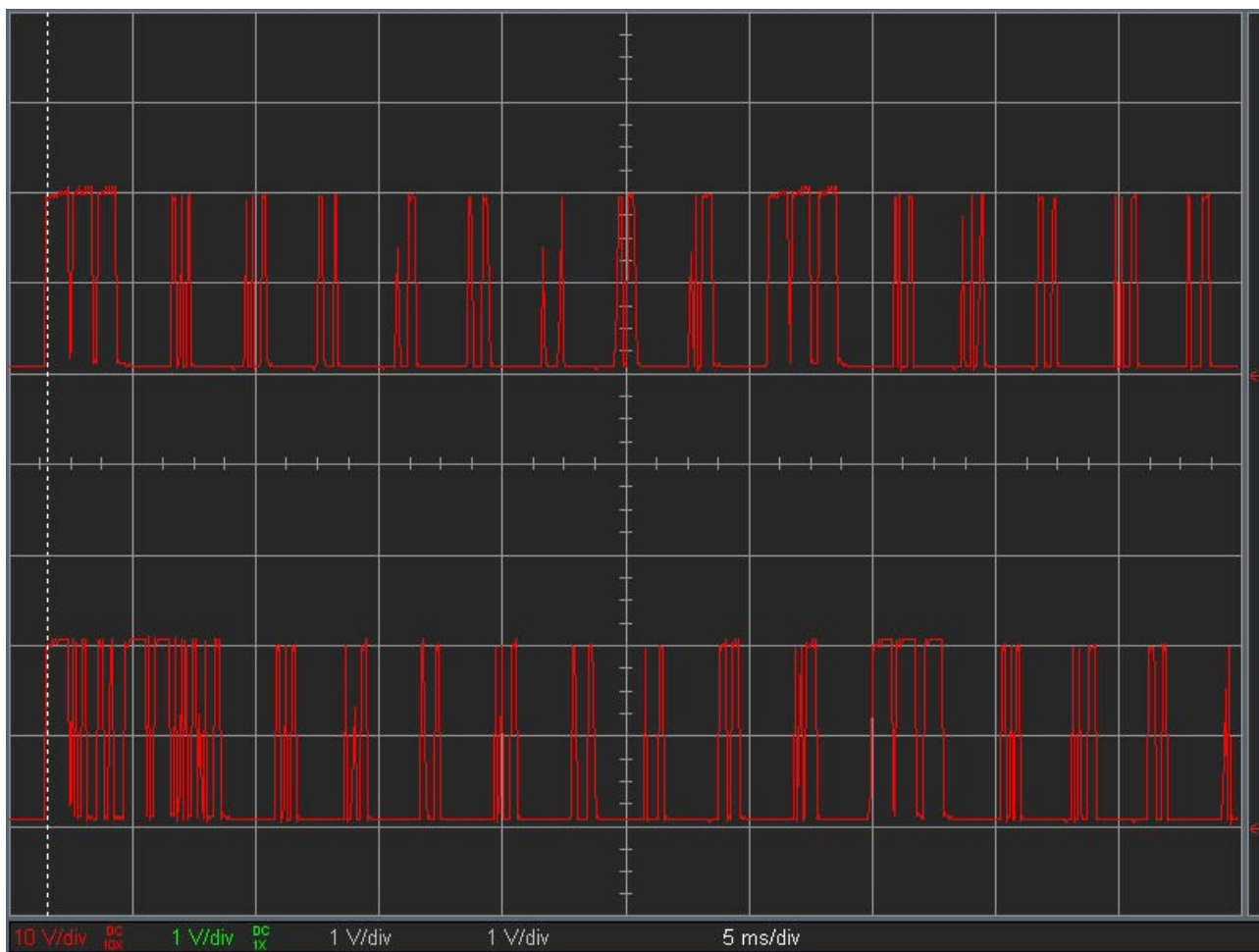
Pozor. Klasické "telefonní" kabely používají stejné konektory, ale na druhém konci kabelu je při stejném pohledu pořadí vodičů obrácené. Takové kabely nelze použít pro zařízení na sběrnici Massoth.

2. Děje na vysílací lince

Nejdříve se zaměříme na vysílací linku centrály, kontakt číslo 1. Budeme sledovat napětí na této lince vzhledem k zemi na kontaktu číslo 4.

2.1 Průběhy pulzů na lince

Na vysílací lince centrály na první pohled zaujme posloupnost tří širokých pulzů, která se pravidelně opakuje každých asi 30 ms. Mezi těmito trojicemi je vloženo 7 nebo 8 skupin užších pulzů.

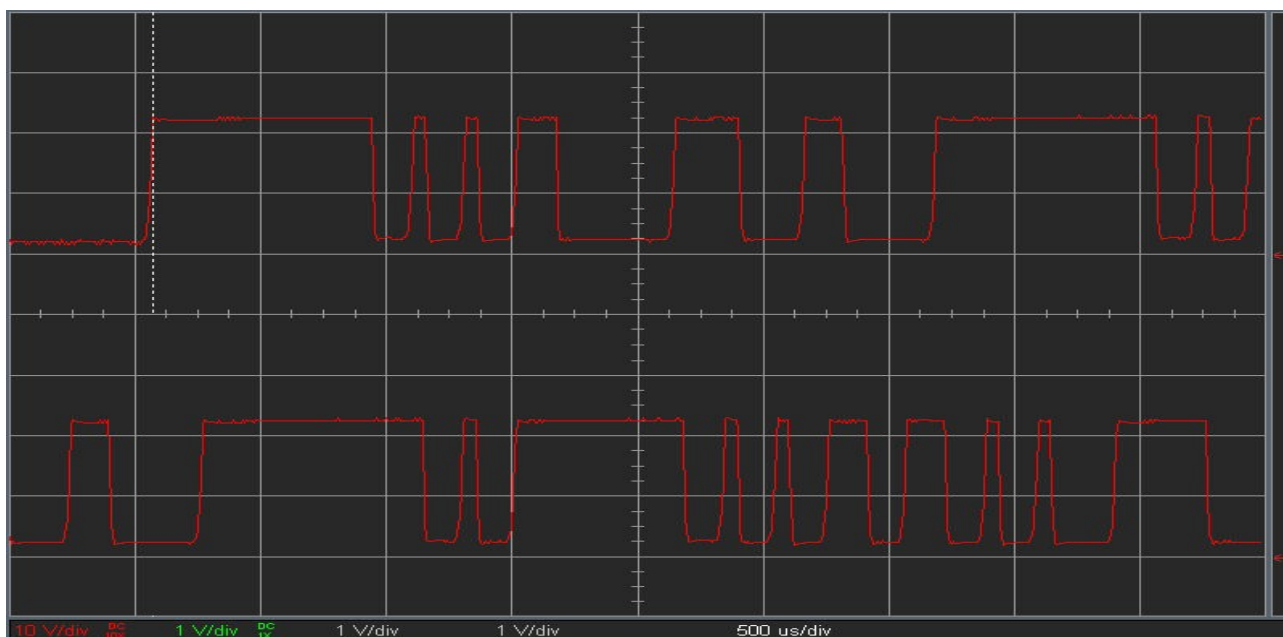


Trojice širokých pulzů se opakuje beze změny 15x. Každé 16. opakování je nahrazeno delší sérií kratších pulzů. První pulz série si ale zachová původní délku. Tato delší série se opakuje každých asi 500 ms (přibližně 16 x 30 ms).

Kratší skupiny pulzů se také opakují, ale ne tak pravidelně. Některé skupiny se opakují každých 30 ms (společně s trojicemi širokých pulzů), jiné se opakují až po 500 ms (podobně jako delší série).

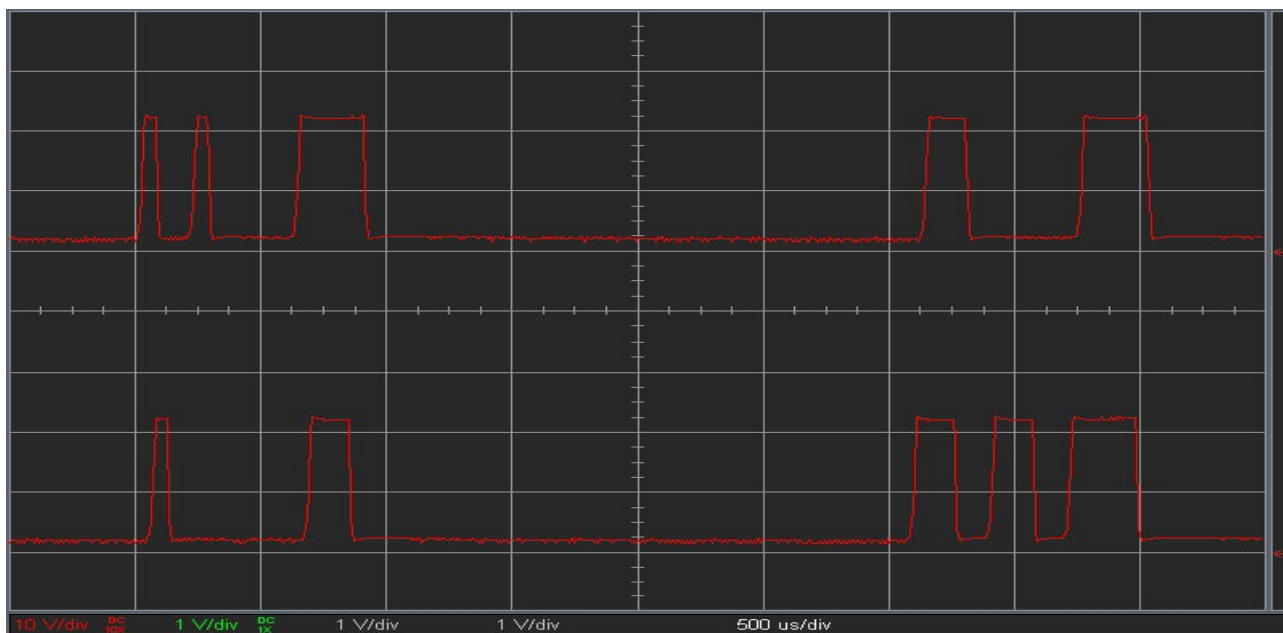
2.2 Podrobnější proměření pulzů

Podrobnějším proměřením pulzů zjistíme některé zákonitosti.



Nejkratší pulzy mají délku asi 100 us (mikrosekund). Nejširší pulzy mají délku asi 900 us. Šířka ostatních pulzů se dá vyjádřit jako celistvý násobek délky nejkratšího pulzu. Délka nejširšího pulzu je tedy devítinásobkem délky nejkratšího.

Celková délka malých skupin pulzů je shodně asi 900 us, tedy jako délka nejširšího pulzu.



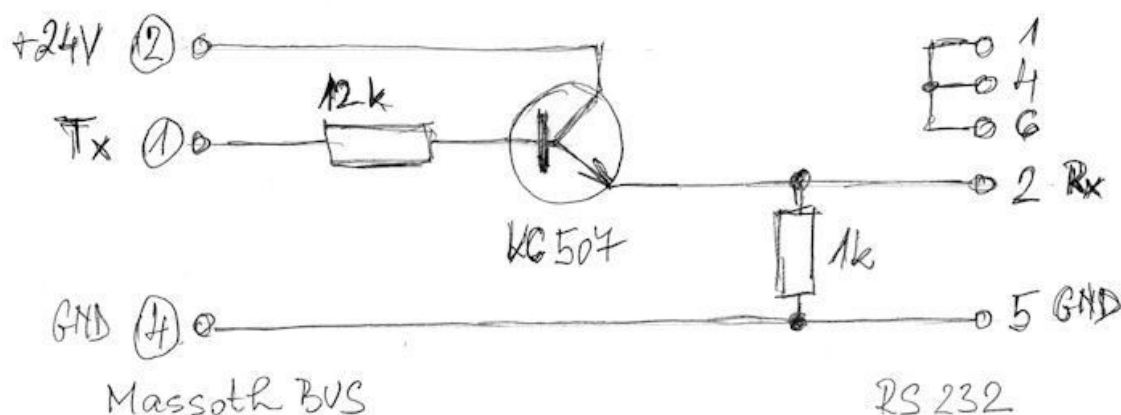
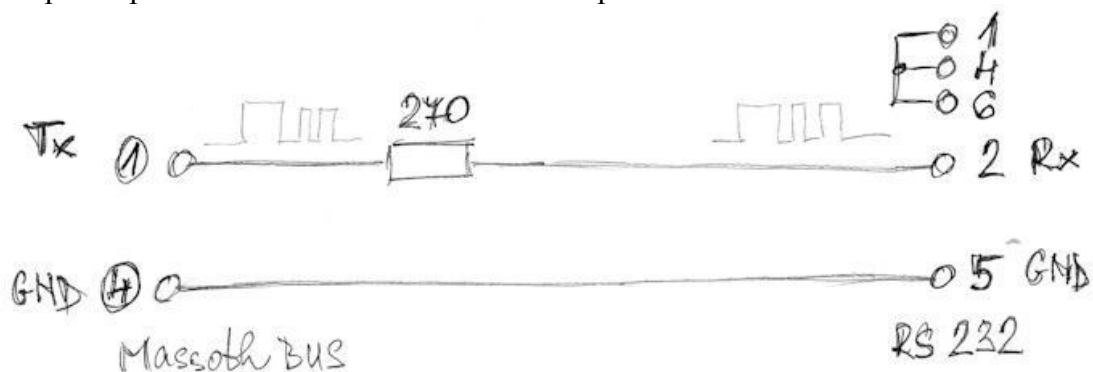
Průběhy pulzů odpovídají standardní sériové komunikaci. Nejkratší pulz (1 bit) má délku 100 us. To odpovídá rychlosti komunikace $1/100 \text{ us} = 10 \text{ kbaud}$, možná trochu méně. Nejdelší pulz má délku 900 us. To odpovídá posloupnosti start bitu + 8 bitů s hodnotou 0. Krátké posloupnosti celkové délky 900 us jsou samostatně vysílané bajty různých hodnot.

Také polarita signálu odpovídá standardní sériové komunikace po lince RS 232. Klidový stav na lince má úroveň logické "1". Bajt začíná jedním start bitem úrovně logické "0". Pak následuje 8 bitů, první je nejméně významný bit 0, poslední je nejvýznamnější bit 7. Pak následuje jeden stop bit logické úrovně "1", který případně plynule přejde do klidového stavu linky.

2.3 Čtení vysílací linky pomocí PC

Na základě dosavadních měření se zdá, že centrála vysílá data klasickou sériovou komunikací, standardní rychlostí 9.600 baudů, 8 bitů bez parity s jedním stop bitem. Můžeme se pokusit o čtení této komunikace pomocí sériového rozhraní počítače.

Sběrnici Massoth, vysílací linku, kontakt číslo 5 můžeme přímo propojit s kontaktem 2 sériového rozhraní. Případně pro snížení zátěže sběrnice můžeme použít tranzistor.



A skutečně, data lze bez problémů číst jako standardní sériovou komunikaci. Můžeme tedy přikročit k interpretaci čtených dat.

2.4 Interpretace dat na vysílací lince

Trojice širokých pulzů je čtena jako posloupnost bajtů "\$00 \$80 \$80". Tato posloupnost se opakuje každých 30 ms. Každé 16-té opakování (každých 500 ms) je nahrazeno posloupností sedmi bajtů také začínající bajtem "\$00".

Z analýzy sériové komunikace na rozhraní RS 232 centrály víme, že sekvence začínající bajtem \$00 se používají pro systémové informace centrály. Tuto teorii můžeme ověřit tak, že provedeme červenými tlačítky centrály příkazy "Stop" nebo "Reset". Mění se třibajtová sekvence. Při změně zatížení centrály nebo změně konfigurace centrály se zase mění sedmibajtová sekvence.

Obsahově jsou stavové sekvence shodné se sekvencemi na rozhraní RS 232 centrály, jak jsou popsány v dokumentu "Massoth Komunikace". Liší se jen ve formální stránce, neobsahují délkový byte. Celkově jsou tedy tyto sekvence o jeden bajt kratší.

Zbývá najít interpretaci pro samostatně vysílané bajty. Některé bajty se opakují v každém 30 ms cyklu, jiné se opakují jen jednou v 500 ms cyklu. Ale rozsah hodnot je omezený. Ve všech cyklech dohromady se opakuje pouze 31 unikátních hodnot. K těmto bajtům se vrátíme po prozkoumání dějů na přijímací lince.

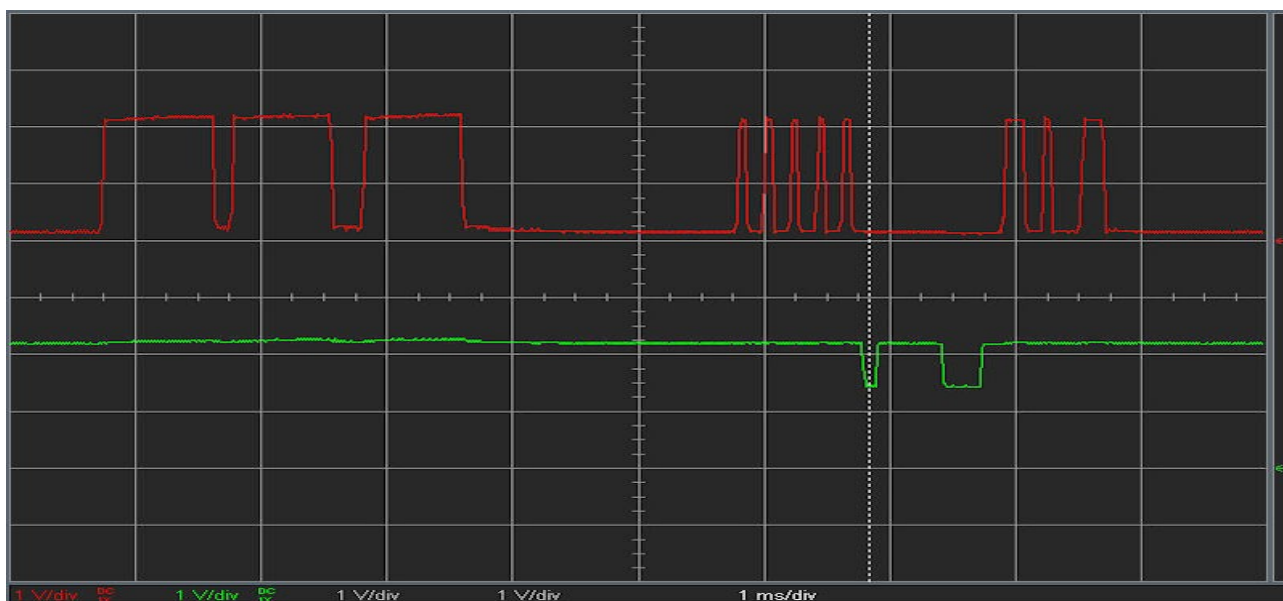
3. Děje na přijímací lince

Pokud má druhá komunikační linka sloužit k přenosu dat ze všech připojených periférií do centrály, musí být nějak zajištěno, aby nedošlo ke kolizi dat z různých zařízení. V jednu chvíli smí vysílat jen jedno zařízení.

Na druhý kanál osciloskopu přivedeme přijímací linku centrály. V klidovém stavu se nic neděje. Po připojení navigátoru k centrále se situace změní.

3.1 Impulzy na přijímací lince

Připojením navigátoru na sběrnici se změní hodnota jednoho samostatně vysílaného bajtu, tento bajt se přesune na začátek opakovacího cyklu za systémové informace. Bezprostředně za tímto bajtem se na přijímací lince centrály objeví krátká série pulzů, délkou odpovídající jednomu bajtu.

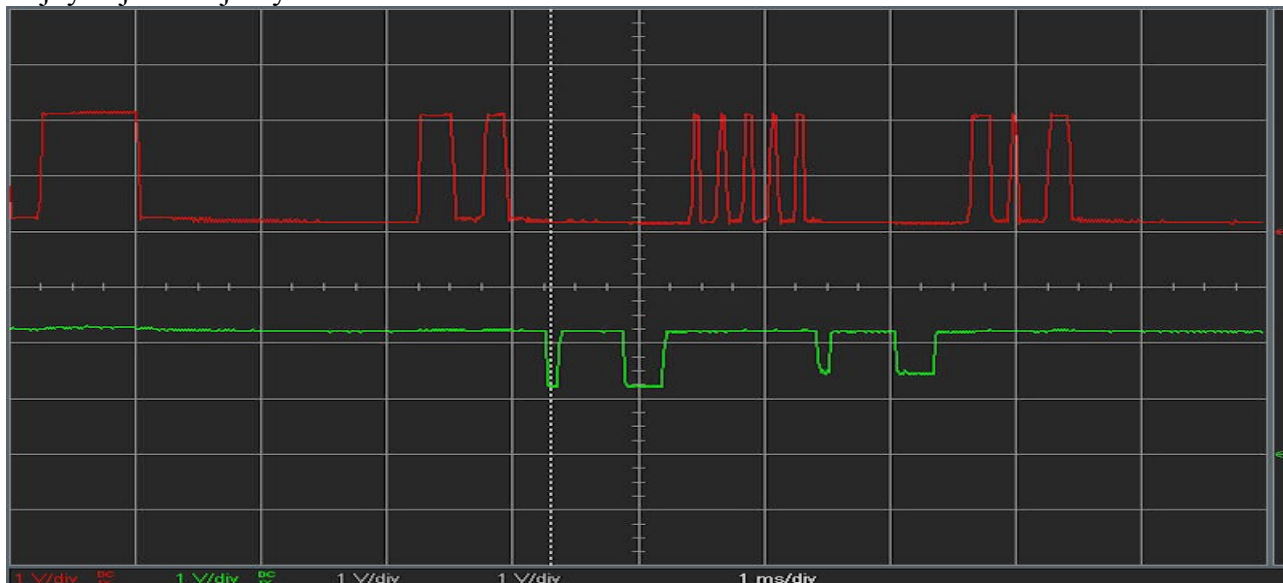


Pokud navigátorem vydáváme nějaké pokyny, například změna rychlosti, je jeden bajt na přijímací lince nahrazen posloupností několika bajtů. O délku vysílané sekvence se zpozdí vyslání následujícího bajtu na vysílací lince.



Podle očekávání tedy přijímací linka centrály slouží k přenosu pokynů z jednotlivých zařízení na sběrnici směrem do centrály.

Pokud je na sběrnici připojeno více zařízení, objeví se na přijímací lince v jednom cyklu více stejných jednobajtových sekvencí.

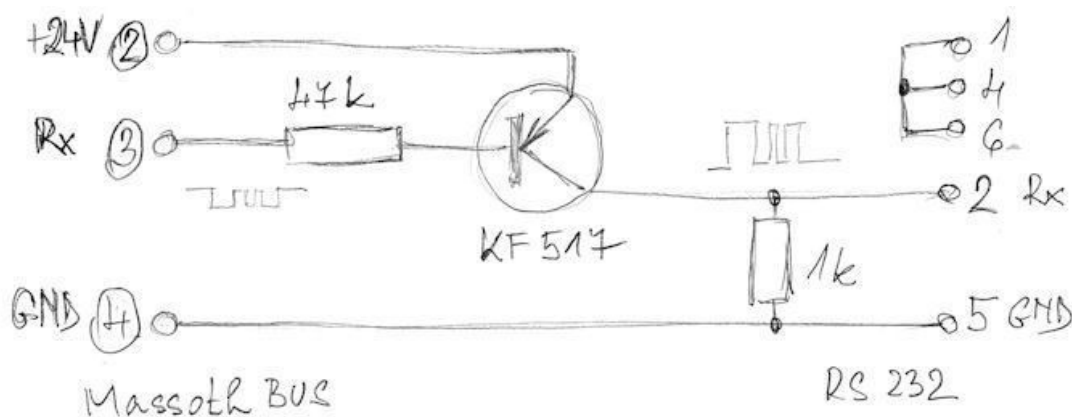


Podstatné je to, že k přenosu dat na přijímací lince dochází vždy těsně (asi 0,3 ms) po tom, co centrála vyšle jeden konkrétní bajt. Jako by samostatně centrálou vysílané bajty byly výzvy k jednotlivým perifériím, že mohou komunikovat. Po každé výzvě čeká centrála asi 2 ms a pokud se během tohoto intervalu nic neděje, vyzve centrála jiné zařízení. Pokud je zařízení připojeno, ale nepotřebuje nic posílat, pouze na výzvu odpoví jedním stejným potvrzovacím bajtem.

3.2 Čtení dat na přijímací lince pomocí PC

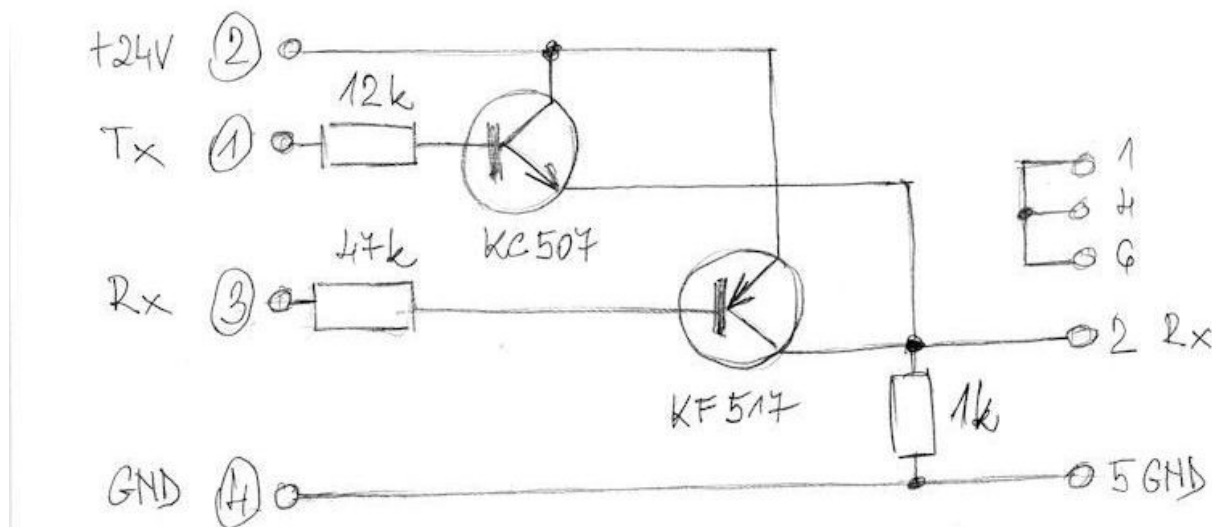
Můžeme předpokládat, že i děje na přijímací lince budou mít charakter sériové komunikace. Již na první pohled je ale vidět, že polarita signálu bude obrácená. Zařízení se pravděpodobně připojují na linku "otevřeným kolektorem".

Pro připojení na RS232 rozhraní počítače musíme signál invertovat. Nejjednodušeji pomocí tranzistoru.



Po připojení k počítači a po prvních pokusech o čtení dat z této linky se ukázalo, že i na této lince probíhá přenos dat standardní sériovou komunikací rychlostí 9600 baud, 8 bitů bez parity s jedním stop bitem.

Vzhledem k tomu, že nedochází k souběžnému přenosu dat na vysílací i přijímací lince, můžeme případně signály z obou linek sloučit do jednoho kanálu. Pak budeme pomocí jediného sériového portu počítače číst všechna data procházející sběrnici Massoth BUS oběma směry.



3.3 Synchronizace přenosů dat po přijímací lince

Centrála posílá do vysílací linky celkem 31 jednobajtových výzev. Mezi výzvami centrála čeká asi 2 ms. Zařízení na sběrnici, které chce s centrálou komunikovat, na jednu z těchto výzev zareaguje v čase řádově 0,3 ms. Pokud centrála zjistí reakci na výzvu, mírně výzvu pozmění a přesune na začátek cyklu výzev. Pro udržení aktivity musí zařízení reagovat na každou výzvu alespoň jednobajtovou zprávou, nebo delší sekvencí.

Výzvy vysílané centrálou jsou jednobajtové, binárně je lze vyjádřit jako %PA0DDDDD. Nejnižších 5 bitů obsahuje adresu DDDDD zařízení, tedy jednoznačnou identifikaci (ID) zařízení. Ta může nabývat hodnot 1 až 31. Pátý bit má vždy hodnotu 0. Šestým bitem A se liší výzvy pro aktivní (hodnota 1) a neaktivní (hodnota 0) zařízení. Sedmý, nejvyšší bit P má vždy hodnotu kontrolního paritního bitu sestaveného funkcí XOR z ostatních bitů bajtu.

3.4 Interpretace dat na přijímací lince

Aktivní zařízení, které nepotřebuje vyslat žádný příkaz, informuje po každé výzvě centrálu o své přítomnosti vysláním jednoho bajtu s hodnotou \$1F bezprostředně po výzvě k danému zařízení. Stejnou hodnotu používají všechna aktivní zařízení.

Pokud zařízení potřebuje vyslat do centrály nějaká data, posílá je po výzvě formou sekvence. Obsah sekvence je shodný se sekvencemi na sériovém rozhraní centrály. Podle typu pokynu mají sekvence různou délku. Samotná sekvence ale délkový bajt neobsahuje. Obsahuje pouze kontrolní bajt sestavený pomocí operace XOR na ostatních bajtech sekvence.

Podrobný popis jednotlivých typů sekvencí je v dokumentu "Massoth Komunikace".

3.5 Zápis dat do sběrnice Massoth BUS z PC

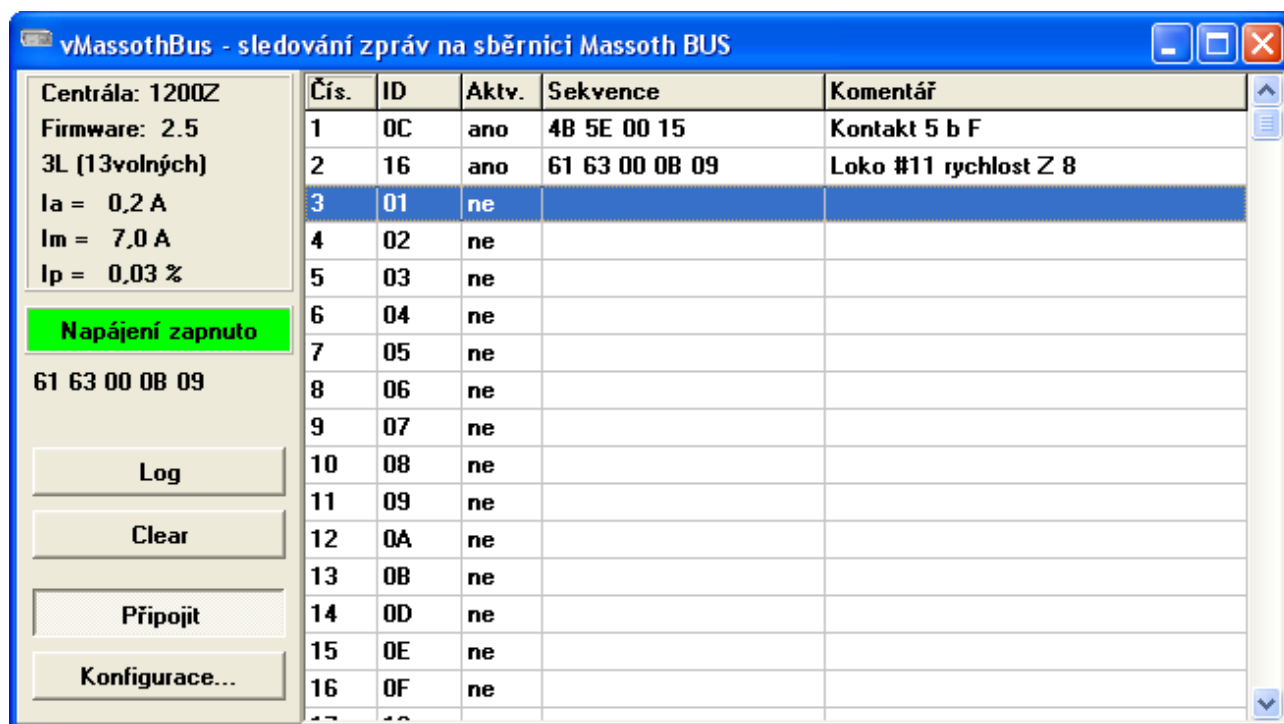
Pokud by se podařilo zvládnout zápis dat z počítače do sběrnice Massoth BUS, získala by se nad centrálou i nad všemi periferiemi plná kontrola.

Elektrické připojení na přijímací linku by nebyl problém. K tomu by stačil jediný tranzistor s otevřeným kolektorem. Bohužel, takto jednoduché to nebude.

Aby centrála přijala reakci počítače jako reakci periférie s konkrétním ID, musí přijít reakce počítače v řádu 0,3 ms. Tedy od přijetí bajtu sériovým rozhraním počítače do vyslání odpovědi nesmí uplynout čas delší jak několik desetin ms. To vlivem zpoždění ve vyrovnávacích pamětech sériového rozhraní počítače není možné. Muselo by se vytvořit nějaké HW udělátko s vnitřní vyrovnávací pamětí alespoň na délku sekvence, schopné samostatně reagovat na výskyt výzvy na vysílací lince centrály.

4. Program na sledování komunikace po Massoth BUS

Pro sledování komunikace probíhající po sběrnici Massoth BUS byl vytvořen program "vMassothBus".



Aplikace je velmi jednoduchá, má pouze hlavní okno a jedno pomocné konfigurační okno. V levé části hlavního okna se zobrazují stavové informace centrály. Tlačítkem "Připojit" je aktivováno sériové rozhraní počítače a je zahájeno čtení zpráv. Tlačítkem "Konfigurace" je nutné nastavit číslo COM portu, ke kterému je sběrnice připojena. Ostatní parametry komunikace se ponechají ve výchozích hodnotách.

V pravé části hlavního okna je 31 řádků odpovídajících maximálně možnému počtu připojitelných zařízení. Právě připojená zařízení jsou na začátku seznamu. Jednotlivé sloupce obsahují:

- pořadové číslo (nevýznamné)
- jednoznačné ID zařízení na sběrnici (hexadecimálně)
- aktivitu zařízení
- naposledy vyslanou sekvenci (ze zařízení do centrály, hexadecimálně)
- význam poslané sekvence, textová interpretace sekvence

Program je možné stáhnout z odkazu:

<http://www.rdgsw.cz/zeleznice/files/vMassothBus.zip>

Program se nijak neinstaluje, pouze se rozbálí a spustí v libovolném adresáři. Fyzické propojení Massoth BUS se sériovým rozhraním se provede podle posledního, výše uvedeného schématu. Na počítači, který není vybaven sériovým rozhraním, je nutné použít převodník USB / RS232.

5. Závěr

Komunikace po sběrnici Massoth BUS je klasická sériová komunikace rychlostí 9 600 baudů.

Po sběrnici protékají dva typy informací. Prvním typem jsou jednobajtové synchronizační výzvy ke komunikaci pro jednotlivá zařízení a jednobajtové odpovědi aktivních zařízení. Druhým typem informací jsou delší sekvence obsahující stavové informace centrály pro zařízení a naopak pokyny a informace z periférií pro centrálu. Tyto sekvence obsahují ve druhém bajtu kontrolní součet, délka sekvence je dána typem zprávy uložených v prvním bajtu sekvence. Obsahem jsou sekvence na sběrnici shodné se sekvencemi na sériovém RS 232 rozhraní centrály. Rozdíl je pouze u stavových informací centrály, které na sběrnici neobsahují délkový byte.

Jednotlivá zařízení se k přijímací lince připojují otevřeným kolektorem. Periférie musí čekat, až se na vysílací lince centrály objeví výzva ke konkrétnímu ID zařízení. Pak musí zařízení zareagovat v čase několika desetin ms. Odpověď zařízení může být sekvence obsahující příkaz pro centrálu. Pokud zařízení nepotřebuje nic posílat, musí odpovědět alespoň jednobajtovou informací \$1F.

V Ústí nad Orlicí, 12. 6. 2010

Václav Krmela