

Informace a doplňkový výklad k úloze „Optické komunikace 1“

Úloha s moduly stavebnice Optel demonstruje některé aspekty použití optické přenosové cesty s plastovými optickými vlákny. Základním prvkem optické přenosové cesty je optické vlákno. V případě této úlohy je to jednoduché plastové optické vlákno, které je použitelné pouze pro přenosy na velmi malé vzdálenosti při rychlostech, které jsou podstatně nižší, než rychlosti přenosu, jakých se dosahuje u specializovaných jednovidových optických vláken.

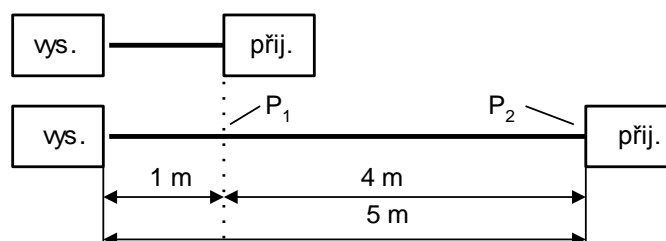
Na optické vlákno je navázán optický vysílač s diodou emitující světlo - LED. Na vstup modulu vysílače je přivedeno napětí, které se převádí na proud protékající LED. Mezi vstupním napětím, proudem LED a následně i optickým výkonem vyzařovaným LED je téměř lineární závislost. Optické vlákno je v přijímači navázáno svým výstupem na fotodiodu, která převádí optický zářivý tok na proud fotodiody a následně na napětí, které je k dispozici na výstupu zesilovače. V přijímači je možno měnit zesílení, čímž se celý kanál přizpůsobí útlumu různých vláken tak, aby byl přenos roven jedné.

Jednoduchý demonstrační přenosový systém obsahuje zdroj stejnosměrného regulovatelného napětí (modul DC POWER SUPPLY), které se přivádí na vysílač (modul A/LOG TX). Podle napětí se mění vysílaný zářivý tok, který následně prochází vláknem ke vstupnímu optickému konektoru modulu přijímače (A/LOG RX). Podle velikosti zářivého toku dopadajícího na fotodiodu se mění proud fotodiody a následně i napětí na výstupu přijímače. V příslušné úloze se měřením určí linearita závislosti výstupního napětí přijímače jako funkce vstupního napětí přivedeného na vysílač.

V přenosovém systému optické záření (v našem případě červené světlo) postupuje optickým vláknem, kde dochází k jeho útlumu, který roste s délkou vlákna. Dalším z úkolů měření je proto měření tohoto útlumu. Útlum (výkonu) přenášeného záření je možno určit dle vztahu:

$$10 \log \frac{P_1}{P_2},$$

kde v zjednodušeném přiblížení P_1 je zářivý tok do vlákna vstupující, P_2 je zářivý tok z vlákna vystupující. V našem případě však nelze dobře určit zářivý tok vstupující do vlákna.



Obr. 1 Uspořádání pro měření útlumu optického vlákna

Použije se proto substituční metoda měření (založená na přenosu prostřednictvím dvou různě dlouhých optických vláken o délkách 1 m a 5 m). Pro zjednodušení se předpokládá, že v obou případech vstupuje do vlákna stejný optický výkon a že je stejný útlum v optickém konektoru přijímače. Rozdílná velikost napětí na výstupu přijímače pro jednotlivá optická vlákna je pak přisouzena jejich různému útlumu (změny zářivého toku P_1 na P_2) v souvislosti s jejich různou délkou.

Při prvním měření s vláknem o délce 1 m se určí napětí U_{P1} na výstupu. Při druhém měření s vláknem o délce 5 m se určí napětí U_{P2} . Rozdíl délky obou vláken jsou 4 metry. Určený útlum odpovídá délce optického vlákna 4 m.

Stejný přenosový systém (s moduly A/LOG TX a A/LOG RX) se využije pro přenos harmonického signálu. Podle okamžité velikosti napětí na vstupu vysílače se mění i napětí na výstupu přijímače. Další úloha proto demonstruje tuto funkci. Úkolem měření je porovnat signál na vstupu a výstupu systému.

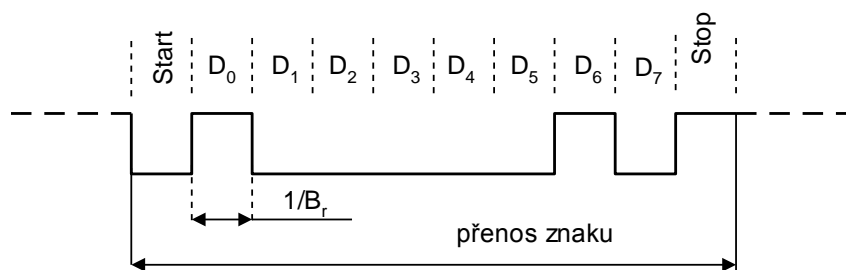
Při předchozích měřeních je možno také demonstrovat problémy optického přenosového systému. Podle útlumu optického vlákna v závislosti na jeho délce i podle proměnného útlumu v optických konektorech (nepřesností polohování vlákna vůči vysílači a přijímači) se mění velikost signálu na výstupu přijímače. Použití optického vlákna pro intenzitní systém, kde okamžitá velikost hodnota přenášeného signálu odpovídá okamžitému zářivému toku přenášenému optickým vláknem, by bylo zatíženo řadou problémů, které se projevují také při výše popsaném měření.

Aby se vyloučilo toto působení, je vhodnější přenášet optickým vláknem informaci v číslicové formě, kdy se rozlišují pouze dva stavy. Pro tento účel jsou v sestavě OPTEL moduly číslicového optického vysílače a číslicového optického přijímače. Další měření proto zjišťuje vlastnosti sestavy tvořené číslicovým optickým vysílačem (PULSE TX) a přijímačem (PULSE RX), které jsou propojeny optickým vláknem. Při měření se zjišťují napěťové úrovně na vstupu vysílače, při kterých dochází ke změnám na výstupu přijímače.

Výše zmíněným přenosovým kanálem lze přenášet aktuální stav jednobitového binárního výstupu. Pokud by se měla popsaným způsobem přenášet 8-bitová informace (D0 až D7, kde D0 je LSB - bit s nejnižší vahou) mezi A/D a D/A převodníkem, představovalo by to minimálně 8 shodných paralelních kanálů, což je neekonomické. Pokud je přenosová kapacita kanálu dostatečná, lze tento kanál využít postupně pro přenos jednotlivých bitů přenášeného bajtu. Použije se k tomu paralelně/sériový převodník na vstupu kanálu a sériově/paralelní převodník na výstupu kanálu. Současně je třeba zajistit synchronizaci mezi oběma převodníky, aby nedošlo k záměně jednotlivých bitů přenášeného bajtu.

Takový převodník je možno realizovat různými způsoby. Často využívanou variantou je obvod UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*), který zajišťuje převod paralelních dat na sériová a opačně, současně také zajišťuje synchronizaci přijímače s vysílačem.

Základní princip přenosu a formát signálu na výstupu obvodu UART pro nastavení 8 datových bitů, bez parity, 1 stop bit je znázorněn na obr. 2.



Obr. 2 Vysílání znaku obvodem UART

Nejprve je vysílán „**Start bit**“ v úrovni log. 0, který v přijímači slouží ke spuštění procesu příjmu. Následně se vysílá stav bitu D0 (LSB), dále postupně bity D1, až D7 (MSB), za kterým následuje „**Stop bit**“ v úrovni log. 1. Doby vysílání start bitu, bitů D0 až D7 i stop bitu

jsou shodné a trvají dobu $t_b = 1/B_r$, kde B_r je tzv. „**Baud rate**“ - modulační rychlost. Typicky používaná rychlost je 9600 Bd (Baud), další rychlosti jsou např. 4800, 2400 ..., ale i vyšší, např. 19200 a další.

Obvody UART obvykle umožňují nastavení s využitím přenosu paritního bitu P bezprostředně po bitu D7. Současně umožňují nastavení pro přenos 5 (tedy D0 až D4), 6, 7 nebo 8 datových bitů a použití 1, 1½ nebo 2 stop bitů.

V přípravku OPTEL je použit obvod UART typu IM6204, který obsahuje paralelně/sériový převodník - vysílač (*transmitter*, výstup vysílače - Tx), i sériově/paralelní převodník - přijímač (*receiver*, vstup přijímače - Rx)..

Pomocí přepínačů se v přípravku volí režim činnosti obvodu UART. Ve vysílači i přijímači musí být nastaven stejný režim i počet přenášených datových bitů. Pomocí vstupů CLS1 a CLS2 se volí počet datových bitů. Pro 8 bitů je CLS1 = 1, CLS2 = 1. Pomocí PI = 1 se zakáže parita, PI = 0 se povolí paritní bit. Spínač EPE = 1 (v případě povolení parity) generuje a testuje sudou paritu (*Even Parity*), EPE = 0 je pro lichou paritu (*Odd parity*). Pro objasnění funkce obvodu je možno využít katalogový list k obvodu HD6402 firmy Intersil (HD6402 je novější varianta obvodu vyrobeného již technologií CMOS. Z hlediska funkce rozhraní UART je obvod shodný).

Vysílání ve vysílači je řízeno vnitřním generátorem určujícím modulační rychlost B_r . V přijímači by v ideálním případě generátor měl mít nastavenou shodnou modulační rychlost B_r . Z podstaty funkce přijímače obvodu UART vyplývá jistá tolerance k odlišné modulační rychlosti. Odchylka modulační rychlosti přijímače a vysílače může být v řádu jednotek procent. V rámci úlohy se ověří působení rozdílné rychlosti B_r vysílače a přijímače na chyby přenosu.

V poslední části úlohy se přenosový kanál (tvořený blokem 8-bitového převodníku A/D, obvodem UART ve vysílači, číslicovým optickým přenosovým kanálem, obvodem UART navazujícím na přijímač i a na jeho výstupu připojeným převodníkem D/A) použije pro přenos stejnosměrného i střídavého signálu. Signál se vzorkuje, digitalizuje pomocí A/D převodníku, přenáší v číslicové formě, a opět rekonstruuje pomocí převodníku D/A.