

22. ročník, úloha V.4 ... internetová (4 body; průměr 2,64; řešilo 11 studentů)

Mějme rovné optické vlákno. Světelný signál do něj vstupující může mít odchylku od přímého směru až α . Jak nejméně dlouhá musí být časová délka jednoho pulzu, aby šlo určit, zda byl vyslán bit 1, nebo 0, tj. aby aspoň krátký časový úsek byla síla signálu minimální nebo maximální. Délka vlákna je d . Na schůzku donesl Honza Jelínek.

Paprsek, který jde přímo, musí urazit dráhu d , kterou proletí za čas

$$t_1 = \frac{d}{c_v},$$

kde c_v je rychlost šíření světla v optickém vlákně. Paprsek, který vstoupil s odchylkou α , urazí vzdálenost $d/\cos \alpha$ (vlákno je rovné a úhel dopadu je roven úhlu odrazu) za čas

$$t_2 = \frac{d}{c_v \cos \alpha}.$$

Pro úhly menší než 90° je tato funkce rostoucí. Protože odchýlení paprsku nemůže být větší (paprsek by letěl „zpět“), tak nejdelší dobu poletí paprsek odchýlený o maximální možný úhel. Signál tedy nabude maxima za dobu

$$t_d = t_2 - t_1 = \frac{d}{c_v \cos \alpha} - \frac{d}{c_v} = \frac{d(1 - \cos \alpha)}{c_v \cos \alpha}$$

od příchodu nejrychlejší části signálu.

Jestliže tedy nový bit pošleme po uplynutí doby větší než t_d , tak nejpomalejší část předchozího pulsu dorazí dříve než nejrychlejší část nového pulsu, čímž bude splněna podmínka ze zadání, že alespoň malý okamžik má být hodnota přijímaného signálu rovna hodnotě vyslaného signálu. Časová délka jednoho pulsu t_p tedy musí být větší než t_d . Získáváme nerovnost

$$t_p > \frac{d(1 - \cos \alpha)}{c_v \cos \alpha}.$$

Jan Jelínek

jjan@fykos.mff.cuni.cz