

17. Reflektometrická měření

16.5.2005

Spolupracoval: Karel Koubek

Úkol měření

1. Seznamte se s ovládáním impulsního generátoru (nastavení periody, střídání, rychlosti hran), průběhy zobrazte na osciloskopu. Na generátoru nastavte pulsy s šířkou 150 – 200 ns, periodou cca 2 ms a maximální rychlostí hrany.
2. Definujte činitel odrazu na konci vedení a určete jeho hodnoty pro koaxiální kabel s charakteristickou impedancí 50 Ω , pokud je zakončen impedancemi 0 Ω , 25 Ω , 50 Ω , 100 Ω a $\infty \Omega$.
3. Pomocí osciloskopu a generátoru změřte délku předloženého „dlouhého“ koaxiálního kabelu. Rychlost šíření signálu kabelem je 0,65 násobek rychlosti světla ve vakuu. Jakou základní podmínku musíte splnit, aby měření bylo principiálně možné? (Osciloskop i začátek kabelu připojte paralelně k výstupu generátoru.)
4. Ověřte hodnotu charakteristické impedance předloženého koaxiálního kabelu. (Na konec kabelu připojte nastavitelný rezistor a nastavte hodnotu, při níž nedochází k odrazu. Multimetrem pak změřte hodnotu jeho odporu.)
5. Na výstup generátoru připojte průchozí terminátor 50 Ω a za něj BNC rozdvojku. K ní připojte jednak kanál č. 1 osciloskopu, jednak začátek „dlouhého“ koaxiálního kabelu, jeho konec pak připojte ke kanálu č. 2 osciloskopu. Výpočtem určete koeficienty odrazu na počátku i na konci vedení, zaznamenejte průběhy signálu na počátku i na konci vedení a vysvětlete je. Vyzkoušejte si vliv dočasného přepnutí vstupní impedance osciloskopu kanálu 2 na 50 Ω a vysvětlete jej.
6. Demonstrujte metodu přizpůsobení vedení na jeho počátku (vedení je na vstupu za normálních okolností přizpůsobeno, neboť výstupní impedance generátoru je 50 Ω , výstup ponechte nepřizpůsobený – 1 M Ω). Na generátoru nastavte délku pulsu alespoň na 100 μ s a pozorujte průběhy (speciálně hrany pulsů) na počátku i na konci vedení. Průběh na počátku vedení vysvětlete.

Seznam použitých přístrojů

číslicový osciloskop Tektronix TDS 3032B

pulsní generátor PGP-7

číslicový multimetr HP 34401A

přípravek s proměnným odporem

průchozí BNC terminátor

Naměřené hodnoty a jejich zpracování

1)

Nastavená perioda a šířka pulzu

$$T = 1,92 \text{ ms}$$

$$t = 170 \text{ ns}$$

2)

Činitel odrazu na konci vedení $\rho = \frac{R - Z}{R + Z}$, kde

Z je impedance vedení, R je odpor připojený na konci vedení.

$$\rho = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{0 - 50}{0 + 50} = -1 \text{ pro } R = 0 \Omega$$

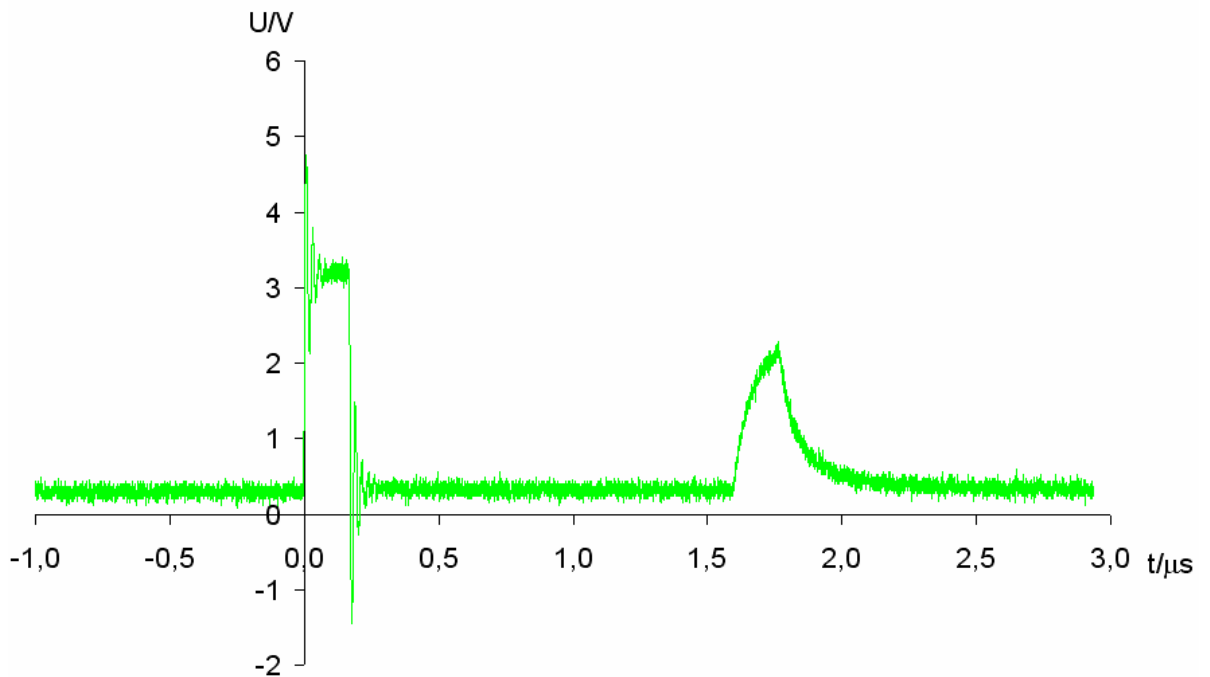
$$\rho = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{25 - 50}{25 + 50} = -\frac{1}{3} \text{ pro } R = 25 \, \Omega$$

$$\rho = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{50 - 50}{50 + 50} = 0 \text{ pro } R = 50 \, \Omega$$

$$\rho = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{100 - 50}{100 + 50} = \frac{1}{3} \text{ pro } R = 100 \, \Omega$$

$$\rho = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{\infty - 50}{\infty + 50} = 1 \text{ pro } R = \infty \, \Omega$$

3) Délka vedení



Obr. 1: Průběh signálu na začátku vedení při zjišťování délky

Na konci vedení musí dojít k odrazu, aby bylo možné zjistit délku.

$$t = 1,60 \, \mu$$

$$l = \frac{t \cdot c \cdot 0,65}{2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 0,65}{2} = 156 \, \text{m}$$

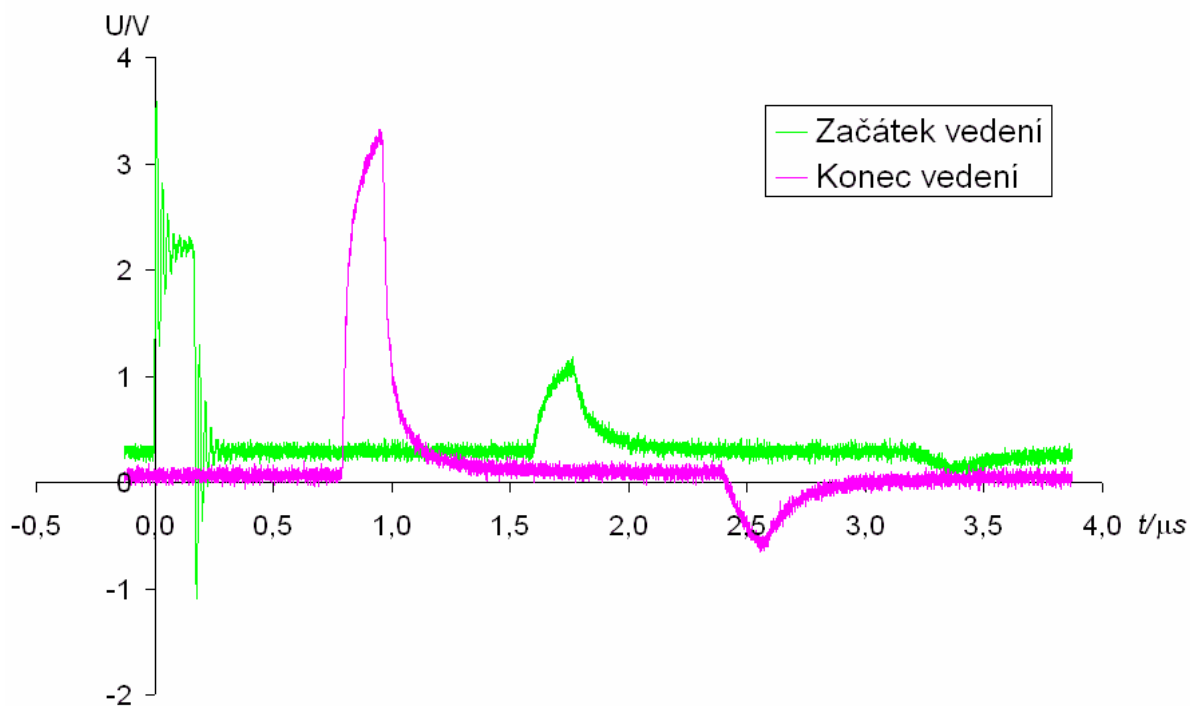
4)

$$R = 53,24 \, \Omega$$

5)

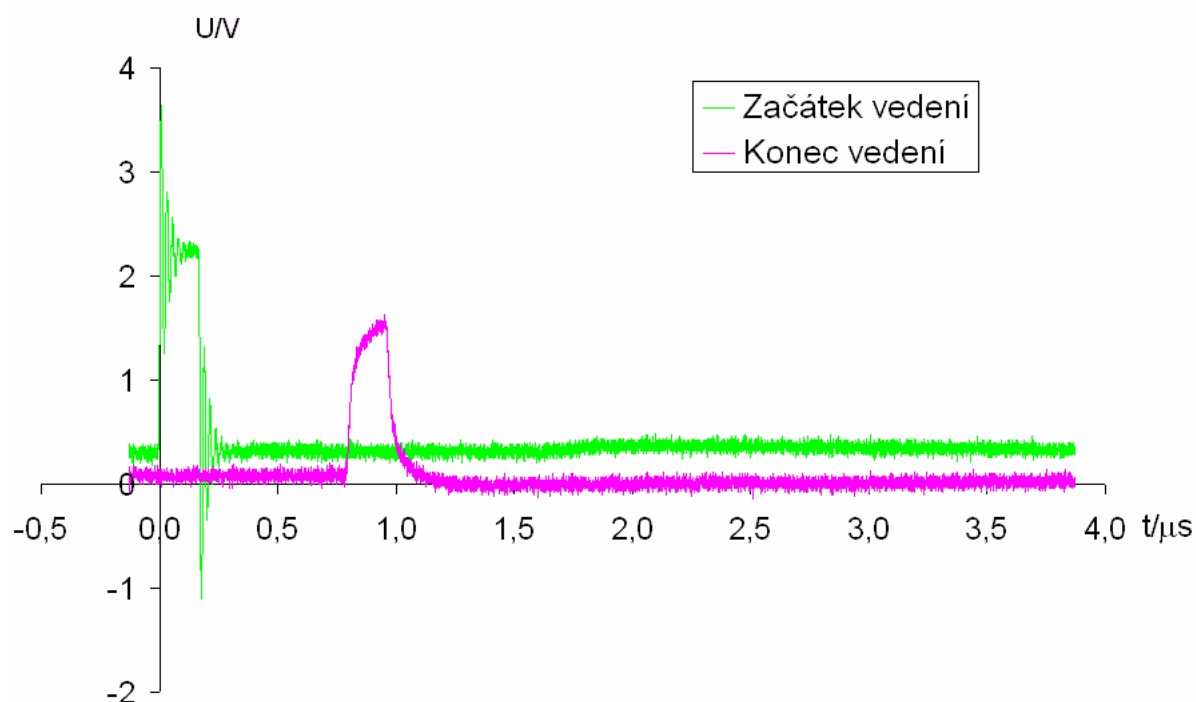
$$\rho_k = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{10^6 - 50}{10^6 + 50} = 1 \text{ na konci vedení}$$

$$\rho_z = \frac{R - Z}{R + Z} = \frac{25 - 50}{25 + 50} = -\frac{1}{3} \text{ na konci vedení}$$



Obr. 2: Průběhy signálů na začátku/konci vedení při vstupní impedanci osciloskopu $1\text{ M}\Omega$

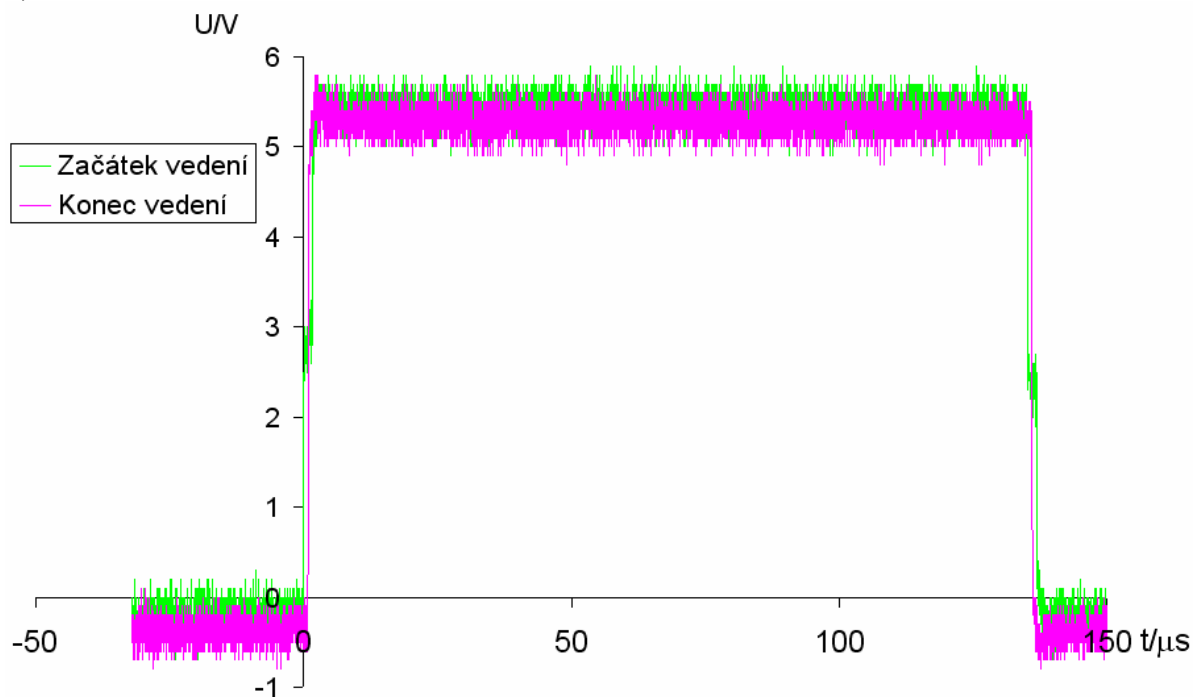
Vyslaný pulz se projeví na konci vedení se stejnou amplitudou a odrazí se. Na počátku je zaznamenán s třetinovou amplitudou a odrazí se s opačnou polaritou.



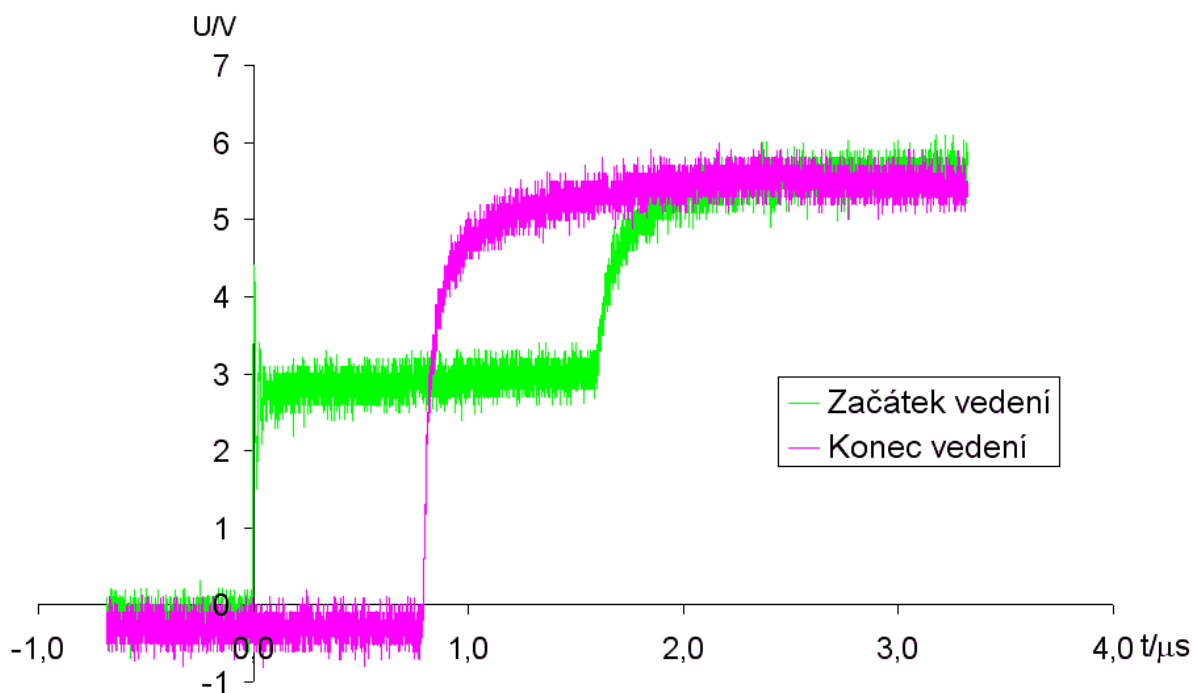
Obr. 3: Průběhy signálů na začátku/konci vedení při vstupní impedanci osciloskopu $50\ \Omega$

Při přepnutí vstupní impedance osciloskopu na $50\ \Omega$ nedojde na konci vedení k odrazu.

6)



Obr. 4: Průběhy signálů, vedení na začátku přizpůsobeno



Obr.5: Náběžné hrany pulzů

Na začátku pulzu je jeho amplituda rovna amplitudě signálu z generátoru. Jakmile signál dorazí na konec vedení (za asi $0,8 \mu s$), odrazí se zpět (koeficient odrazu 1) a přičte se k signálu od generátoru. Tento odražený signál dorazí za stejnou dobu na začátek vedení, kde k odrazu již nedojde.

Zhodnocení dosažených výsledků měření

Určili jsme délku koaxiálního kabelu a zobrazili jsme průběhy signálů na počátku a konci vedení dle zadání jednotlivých úkolů.