



B4B38PSIA

Počítačové sítě

# **Metalické vedení**

## **Laboratorní protokol**

Jakub Adamec, Daniel Petránek

20. března 2024

Cvičící: Martin Šimůnek

Verze dokumentu: 1.0

## Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>3</b>
1.1	Úvod . . . . .	3
1.2	Postup měření . . . . .	3
1.3	Impulsní generátor . . . . .	3
1.4	Činitel odrazu na konci vedení . . . . .	3
1.5	Reflektometrické měření délky vedení . . . . .	4
1.6	Měření charakteristické impedance vedení . . . . .	4
1.7	Impedanční přizpůsobení na počátku vedení . . . . .	5
1.8	Dodatečné informace . . . . .	5
1.9	Šíření signálu v bezztrátovém vedení . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Naměřené hodnoty</b>	<b>6</b>
2.1	Nastavení pulsu . . . . .	6
2.2	Činitel odrazu na konci vedení . . . . .	7
2.3	Měření délky vedení . . . . .	7
2.4	Měření impedance vedení . . . . .	7
2.5	Data impedančního přizpůsobení . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Zhodnocení</b>	<b>8</b>

# 1 Zadání

## 1.1 Úvod

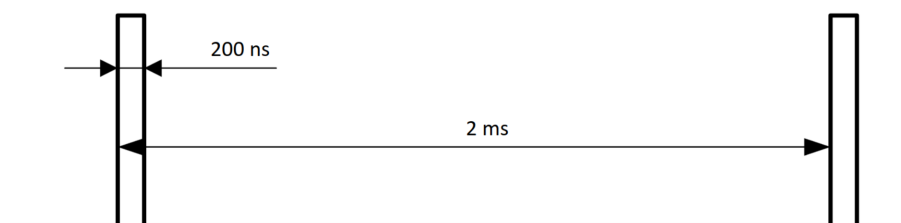
Metalická vedení jsou nejčastěji používanou variantou fyzické vrstvy komunikačního kanálu. Při použití je nutno uvažovat jejich vlastnosti jako dlouhého vedení, tzn. respektovat konečnou rychlost šíření elektromagnetických vln a potřebu impedančního přizpůsobení.

## 1.2 Postup měření

V rámci měření se nejprve seznámíte s nastavením impulsního generátoru, který poté spolu s osciloskopem využijete pro studium šíření číslicových signálů metalickým vedením.

## 1.3 Impulsní generátor

Seznamte se s ovládáním impulsního generátoru (nastavení periody, střídý, rychlosti hran), průběhy zobrazte na osciloskopu. Na generátoru nastavte pulsy s šířkou 150 – 200 ns, periodou cca 2 ms a maximální rychlostí hrany.



Obrázek 1: Generovaný signál

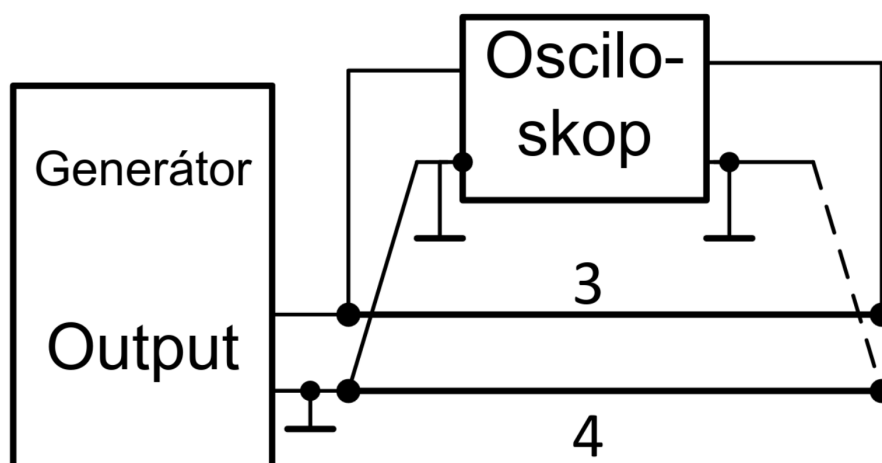
## 1.4 Činitel odrazu na konci vedení

Definujte činitel odrazu na konci vedení a určete jeho hodnoty pro koaxiální kabel s charakteristickou impedancí  $50 \Omega$ , pokud je zakončen impedancemi  $0 \Omega$ ,  $25 \Omega$ ,  $50 \Omega$ ,  $100 \Omega$  a  $\infty \Omega$ .

### 1.5 Reflektometrické měření délky vedení

Pomocí osciloskopu a generátoru změřte délku předloženého „dlouhého“ koaxiálního kabelu. Rychlost šíření signálu kabelem je 0,65 násobek rychlosti světla ve vakuu. Vysvětlete princip měření a uveďte, jakou základní podmínku musíte splnit, aby měření bylo principiálně možné?

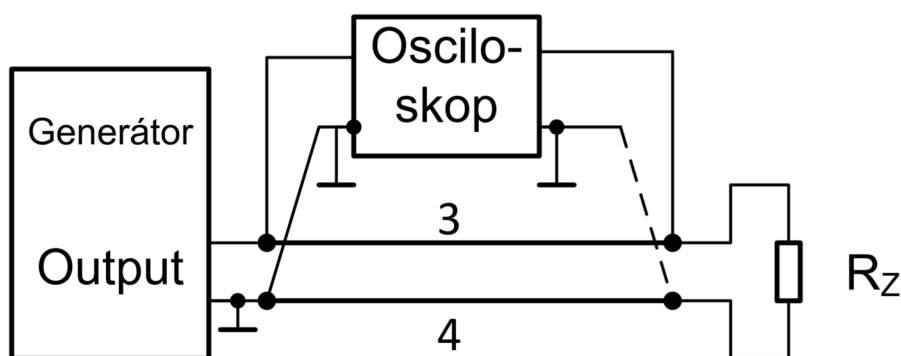
Osciloskop a začátek kabelového vedení připojte paralelně k výstupu generátoru. Konec vedení můžete připojit na druhý kanál osciloskopu.



Obrázek 2: Uspořádání pro měření délky kabelu

### 1.6 Měření charakteristické impedance vedení

Ověřte hodnotu charakteristické impedance předloženého koaxiálního kabelu. Na konec kabelu připojte nastavitelný rezistor  $R_Z$  a nastavte hodnotu, při níž nedochází k odrazu. Multimetrem pak změřte hodnotu jeho odporu.



Obrázek 3: Uspořádání pro měření impedance vedení

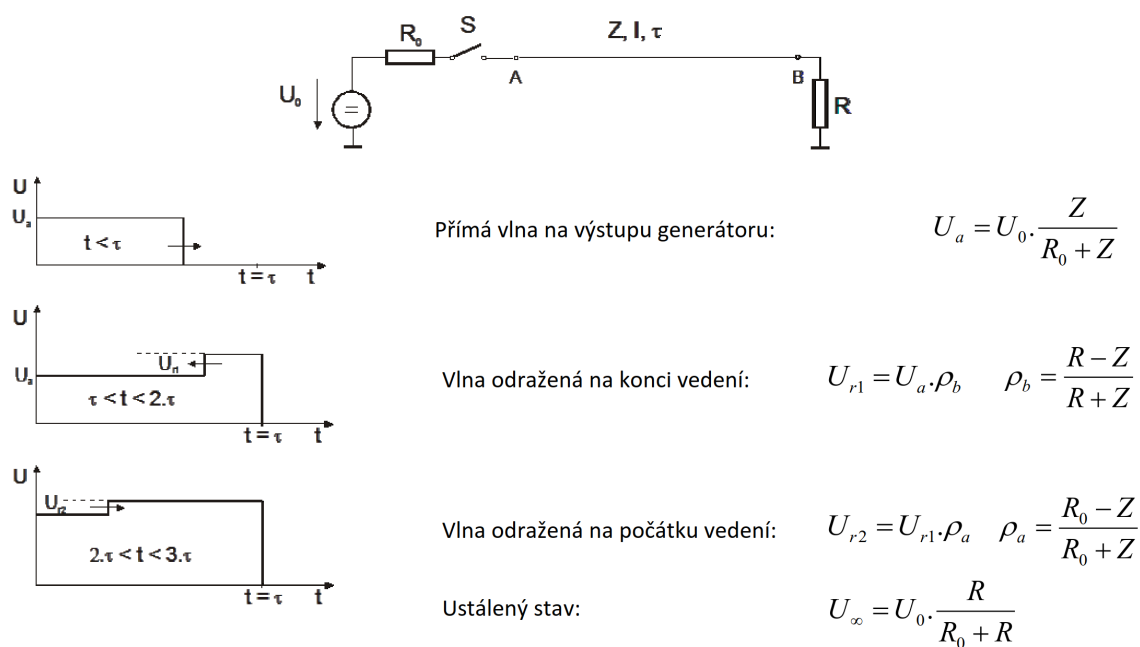
## 1.7 Impedanční přizpůsobení na počátku vedení

Demonstrujte metodu přizpůsobení vedení na jeho počátku. Vedení připojené ke generátoru je na vstupu impedančně přizpůsobeno, neboť výstupní impedance generátoru je  $50 \Omega$ . Konec vedení ponechte nepřizpůsobený –  $1 M\Omega$  vstupní impedance osciloskopu. Na generátoru nastavte délku pulsu alespoň na  $100 \mu s$  a pozorujte průběhy (speciálně hrany pulsů v časovém detailu) na počátku i na konci vedení. Průběh na počátku vedení vysvětlete.

## 1.8 Dodatečné informace

U všech měření je třeba dbát na to, aby vstupní impedance osciloskopu byla  $1 M\Omega$ , nikoliv  $50 \Omega$ .

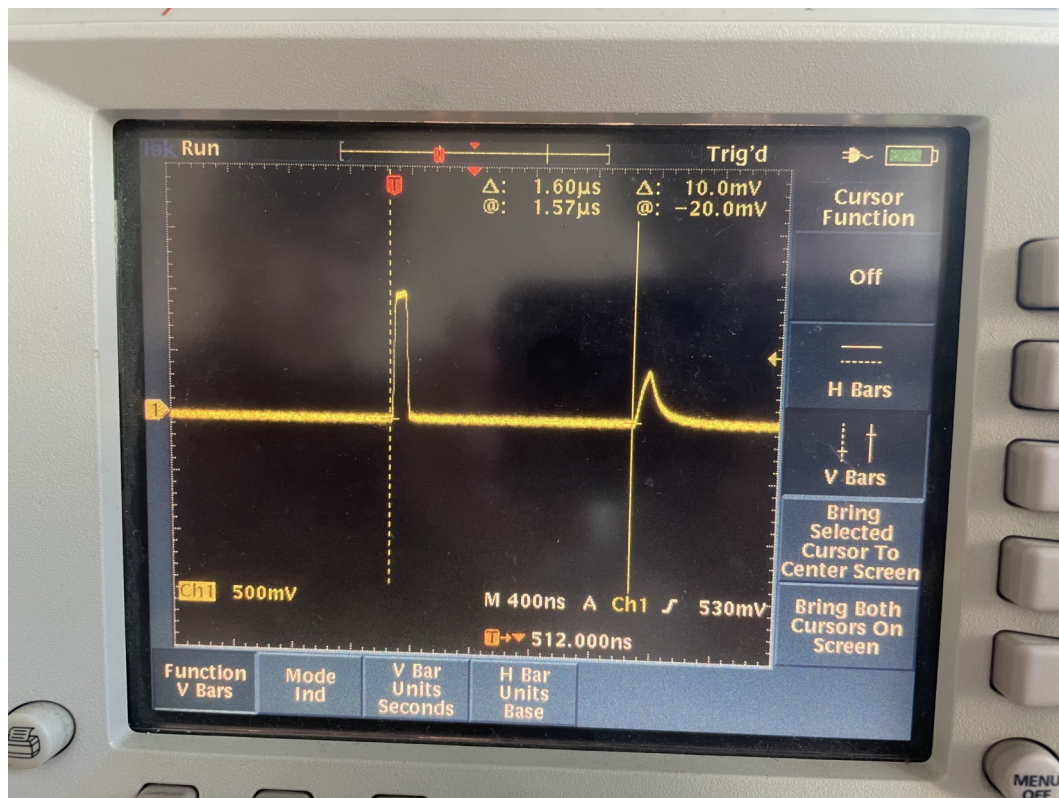
## 1.9 Šíření signálu v bezeztrátovém vedení



Obrázek 4

## 2 Naměřené hodnoty

### 2.1 Nastavení pulsu



Obrázek 5: Používaný signál

Z toho jsme určili  $t = 1,6 \cdot 10^{-6}$  s.

## 2.2 Činitel odrazu na konci vedení

Nechť činitel odrazu

$$\rho_b = \frac{R - Z}{R + Z}$$

a mějme  $Z = 50 \Omega$ . Pak:

Tabulka 1: Spočítané hodnoty činitele odrazu

$R / \Omega$	$\rho_b / \Omega$
0	-1
25	$-\frac{1}{3}$
50	0
100	$\frac{1}{3}$
$\infty$	1

## 2.3 Měření délky vedení

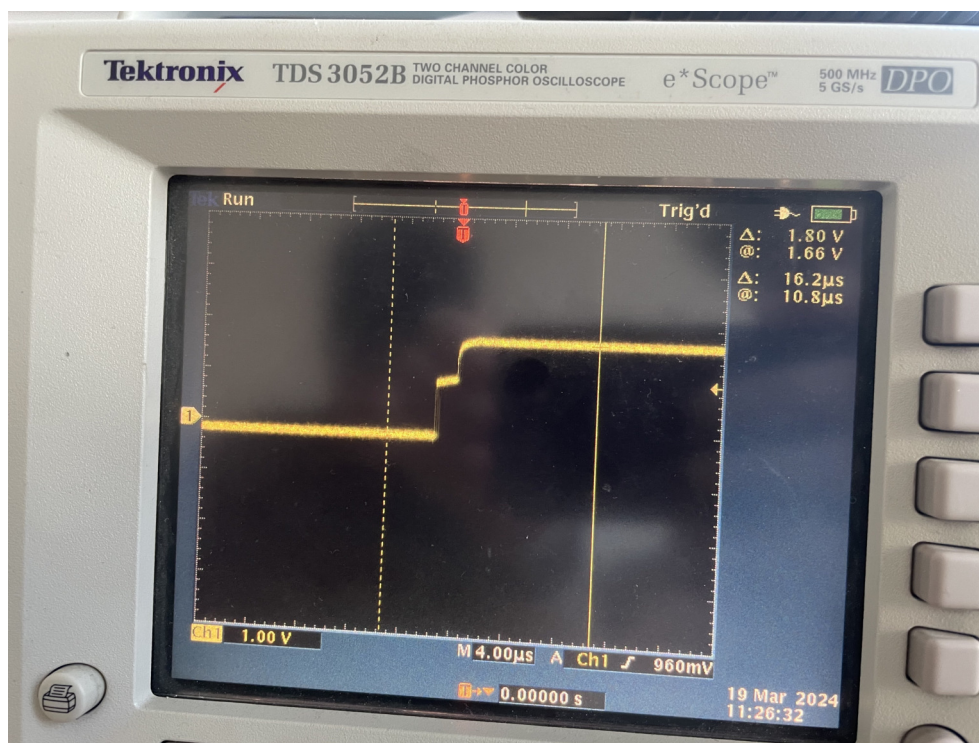
Délka vedení je

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

## 2.4 Měření impedance vedení

K odrazu nedochází při odporu  $R = 50,3 \Omega$ .

## 2.5 Data impedančního přizpůsobení



Obrázek 6: Průběh signálu

Signál se nejspíše z části odrazí na začátku vedení, což se zobrazí jako meziskok na osciloskopu.

## 3 Zhodnocení

Během měření jsme si ukázali možnosti využití impedančního přizpůsobení pro detekce různých vad na metalickém vedení. Všechna měření jsme stihli v požadovaném čase i s ohledem na různé pokusy nad rámec zadání.