

1 Zadání

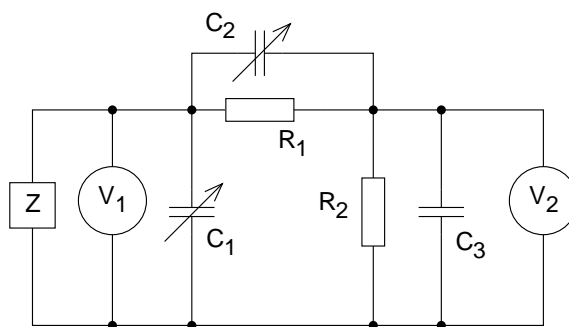
- A. Na předloženém kompenzovaném vstupní děliči k nf milivoltmetru se vstupní impedancí $Z_{vst} = 1 \text{ M}\Omega \parallel 25 \text{ pF}$, pro dělicí poměry 1:2, 1:5, 1:10. Provedte tato měření:
- zkalibrujte dělič stejnosměrně
 - Vykompenzujte jednotlivé stupně pomocí obdélníkového signálu na kmitočtu $f_0 = 1 \text{ kHz}$
 - Změřte kmitočtovou charakteristiku napěťového přenosu děliče v kmitočtovém pásmu 100 Hz až 1 MHz a ověřte její linearitu
- B. Na předloženém analogovém nízkofrekvenční milivoltmetru s těmito parametry: Základní měřicí rozsah nf milivoltmetru $U_{vst} = 100 \text{ mV}$ Jako indikátor použijte ručkové měřidlo na rozsahu 100 μA , evtl. 1 mA (PU 500, UNI 11e, ...) Provedte tato měření:
- Určete kmitočtový rozsah, v němž relativní chyba milivoltmetru nepřesahuje hodnotu $\delta[\%] = 2,5 \%$
 - K milivoltmetru připojte kompenzovaný vstupní dělič z bodu A a změřte korekční křivky pro jednotlivé měřicí rozsahy (100 mV až 1 V)
 - Určete třídu přesnosti nf milivoltmetru při $f = 1 \text{ kHz}$
-

2 Popis měřeného předmětu

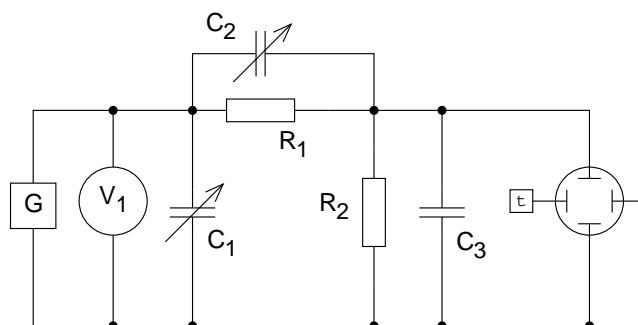
Měřeným předmětem byl kompenzovaný dělič a nf milivoltmetr sestavený z operačního zesilovače a diodového můstku. Vlastním ukazatelem byl stejnosměrný voltmetr PU500.

3 Schéma zapojení

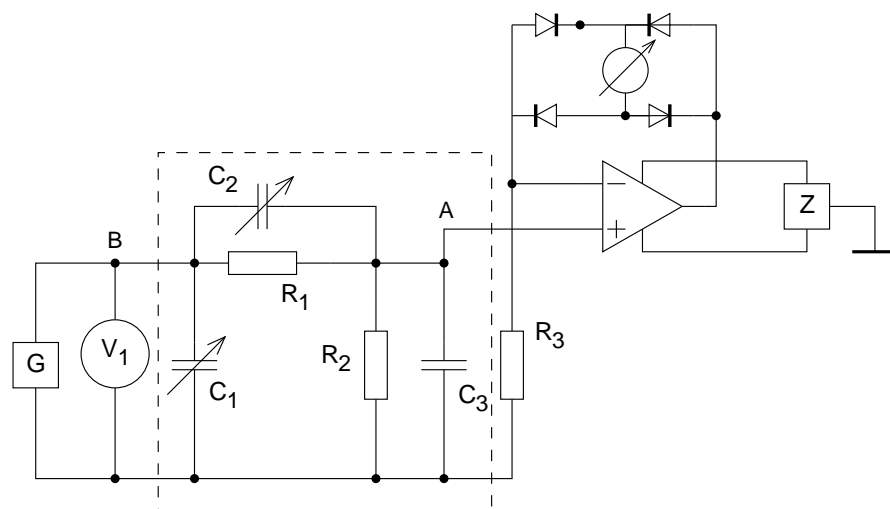
Aa. Stejnosměrná kalibrace děliče



Ab., Ac. Kompenzace pomocí obdélníkového signálu a měření kmitořtové závislosti přenosu děliče



B. Měření na nf milivoltmetru s kompenzovaným děličem



Poznámka: V případě, že nebylo měřeno s děličem na vstupu milivoltmetru, byly svorky A a B vyzkratovány a dělič byl odpojen.

4 Seznam použitých přístrojů

Označení	Druh přístroje	Typ přístroje	Ev.č.
Z	zdroj ss +/- 15V		Pemb I/70
G	Generátor	Goldstar FG 2002 C	Pemb I/200
V ₁	Digitální voltmetr	DM 441B	Pemb I/282
(neozn.)	Goldstar analog. osc.	OS-9020G	Pemb I/183
R ₃	Dekáda	–	Ši - soukr
(neozn.)	Voltmetr	PU-500	PEMB I/6

5 Naměřené a vypočtené hodnoty

Aa. Stejnosměrná kalibrace děliče

	1:2	1:5	1:10
U_1 [V]	7,320	7,3890	7,390
U_2 [V]	3,610	1,4400	0,730
U_{2teor} [V]	3,660	1,4778	0,739
δ [%]	-1,385	-2,5694	-1,233

Příklad výpočtu (1 : 2):

$$\delta = \frac{U_2 - U_{2teor}}{U_2} \cdot 100 = \frac{3,61 - 3,66}{3,61} \cdot 100 = -1,385 \%$$

Ba. Určení kmitočtového rozsahu analogového nf milivoltmetru

f [Hz]	U_{1A} [mV]	U_{2A} [mV]	δ [%]
1000	100,15	100,0	0,15
1500	100,15	97,0	3,15
2000	100,15	93,0	7,14
3000	100,15	89,0	11,13
5000	100,15	88,5	11,63
10000	100,15	88,0	12,13
15000	100,15	87,5	12,63
20000	100,15	86,5	13,63
30000	100,15	81,5	18,62
100000	100,15	74,0	26,11
200000	100,15	60,0	40,09

Příklad výpočtu ($f = 100$ Hz; A):

$$a_{UA} = \frac{|U - U_n|}{U_n} \cdot 100 = \frac{100,15 - 100}{100,15} \cdot 100 = 0,15$$

Frekvenční rozsah analogového nf milivoltmetru je do 1407,3 Hz při třídě přesnosti 2,5. Určeno odečtením z grafu „Ba. Určení kmitočtového rozsahu analogového nf milivoltmetru”.

Ac. Kmitočtová charakteristika napěťového přenosu nf děliče

f [Hz]	U_{1A} [V]	U_{2A} [V]	a_{UA} [dB]	U_{1B} [V]	U_{2B} [V]	a_{UB} [dB]	U_{1C} [V]	U_{2C} [V]	a_{UC} [dB]
100	10	5,000	-6,021	10	1,600	-15,918	10	0,850	-21,412
200	10	5,000	-6,021	10	1,600	-15,918	10	0,850	-21,412
400	10	5,000	-6,021	10	1,600	-15,918	10	0,850	-21,412
800	10	5,000	-6,021	10	1,500	-16,478	10	0,850	-21,412
1000	10	5,000	-6,021	10	1,450	-16,773	10	0,860	-21,310
3200	10	5,100	-5,849	10	1,420	-16,954	10	0,860	-21,310
6500	10	5,150	-5,764	10	1,420	-16,954	10	0,860	-21,310
12000	10	5,180	-5,713	10	1,420	-16,954	10	0,870	-21,210
24000	10	5,200	-5,680	10	1,450	-16,773	10	0,900	-20,915
40000	10	5,150	-5,764	10	1,470	-16,654	10	0,900	-20,915
80000	10	5,000	-6,021	10	1,500	-16,478	10	0,860	-21,310
160000	10	4,900	-6,196	10	1,510	-16,420	10	0,870	-21,210
300000	10	4,850	-6,285	10	1,500	-16,478	10	0,870	-21,210
740000	10	4,850	-6,285	10	1,500	-16,478	10	0,870	-21,210
1000000	10	4,850	-6,285	10	1,500	-16,478	10	0,870	-21,210

Příklad výpočtu ($f = 100$ Hz; A):

$$a_{UA} = 20 \log \frac{U_{2A}}{U_{1A}} = 20 \log \frac{5}{10} = -6,021 \text{ dB}$$

Poznámka: Písmeno v indexu veličiny označuje poměr děliče, pro který byla změřena, resp. vypočtena. Index A označuje poměr 1:2, B označuje poměr 1:5 a C označuje poměr pro 1:10.

Bb. Korekční křivky nf milivoltmetru s kompenzovaným děličem z bodu A

U_1 [V]	U_2 [mV]	U_3 [mV]	δ [%]
1,00	104,8	110,00	0,10
2,00	205,0	219,00	0,10
5,00	512,9	530,00	0,06
7,00	717,7	748,00	0,07

Příklad výpočtu ($U_1 = 1$ V):

$$\delta = \frac{|U_3 \cdot 10 - U_1|}{U_1} \cdot 100 = \frac{|110 \cdot 10^{-3} \cdot 10 - 1|}{1} = 0,10 \%$$

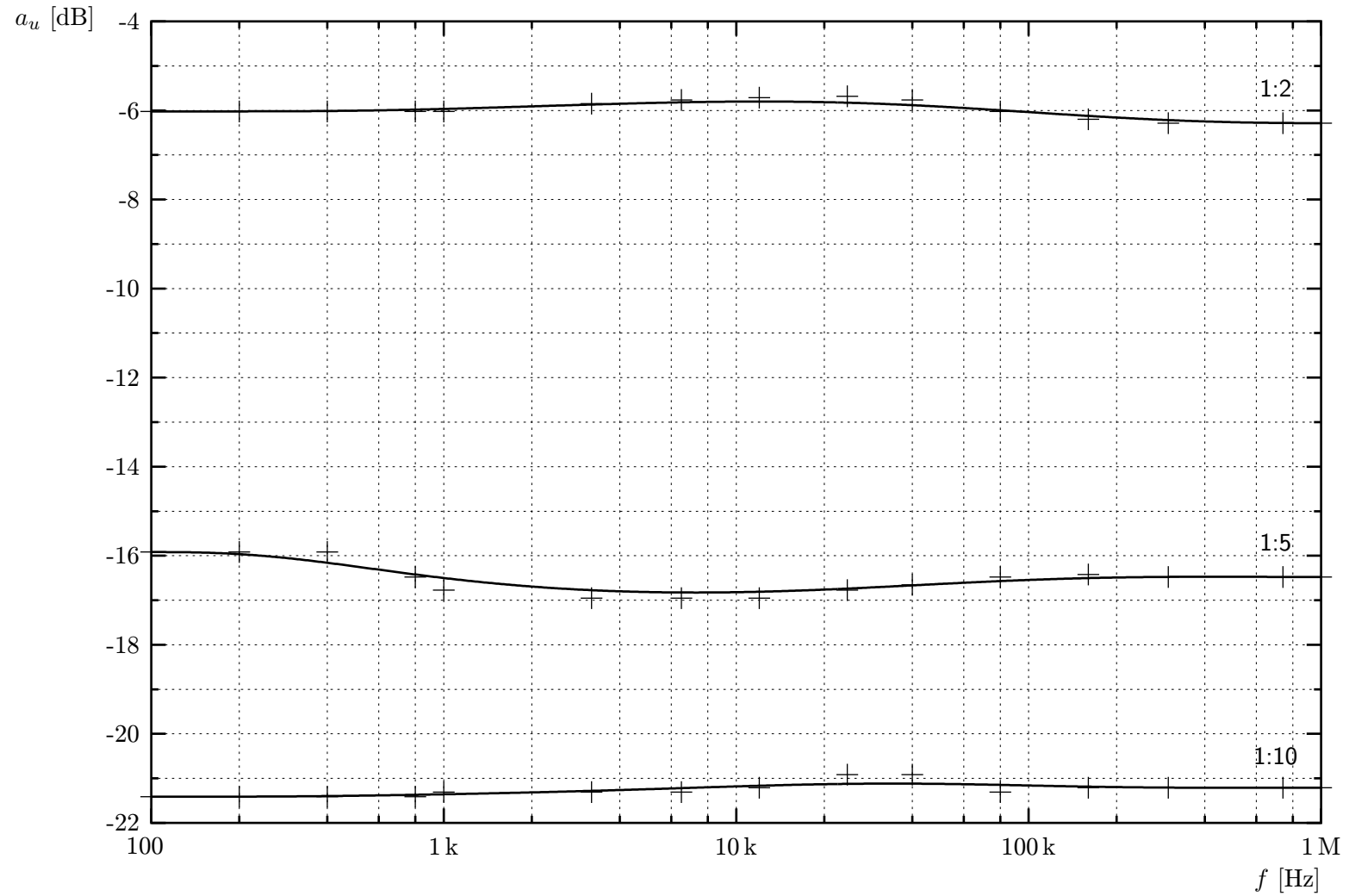
Bc. Určení třídy přesnosti nf milivoltmetru při $f = 1$ kHz

Třída přesnosti je 0,2. Hodnota byla určena z naměřených hodnot v části Ba a Bb.

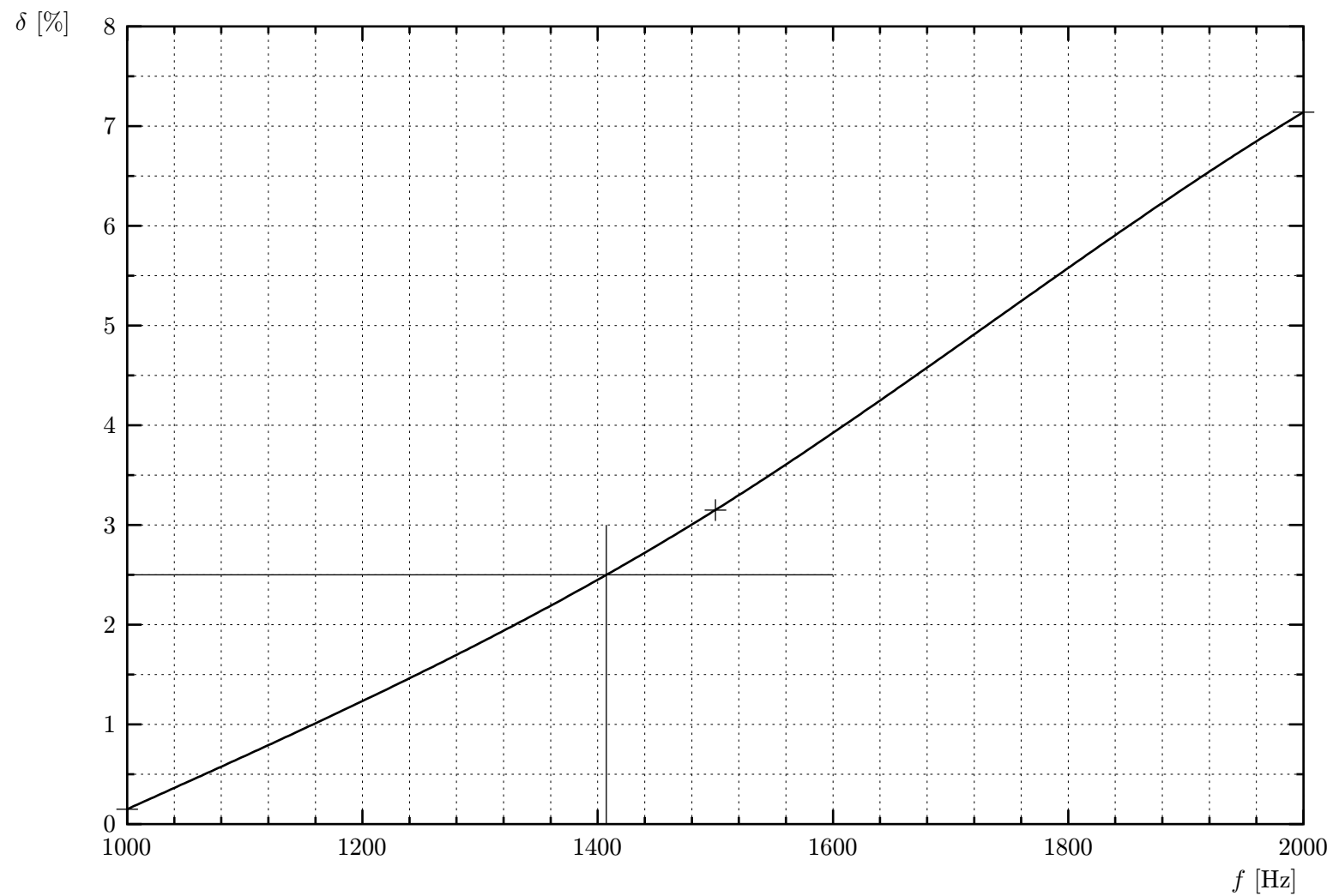
6 Grafy

- Ac. Kmitočtová charakteristika napěťového přenosu nf děliče
- Ba. Určení kmitočtového rozsahu analogového nf milivoltmetru
- Bb. Korekční křivky nf milivoltmetru s kompenzovaným děličem z bodu A

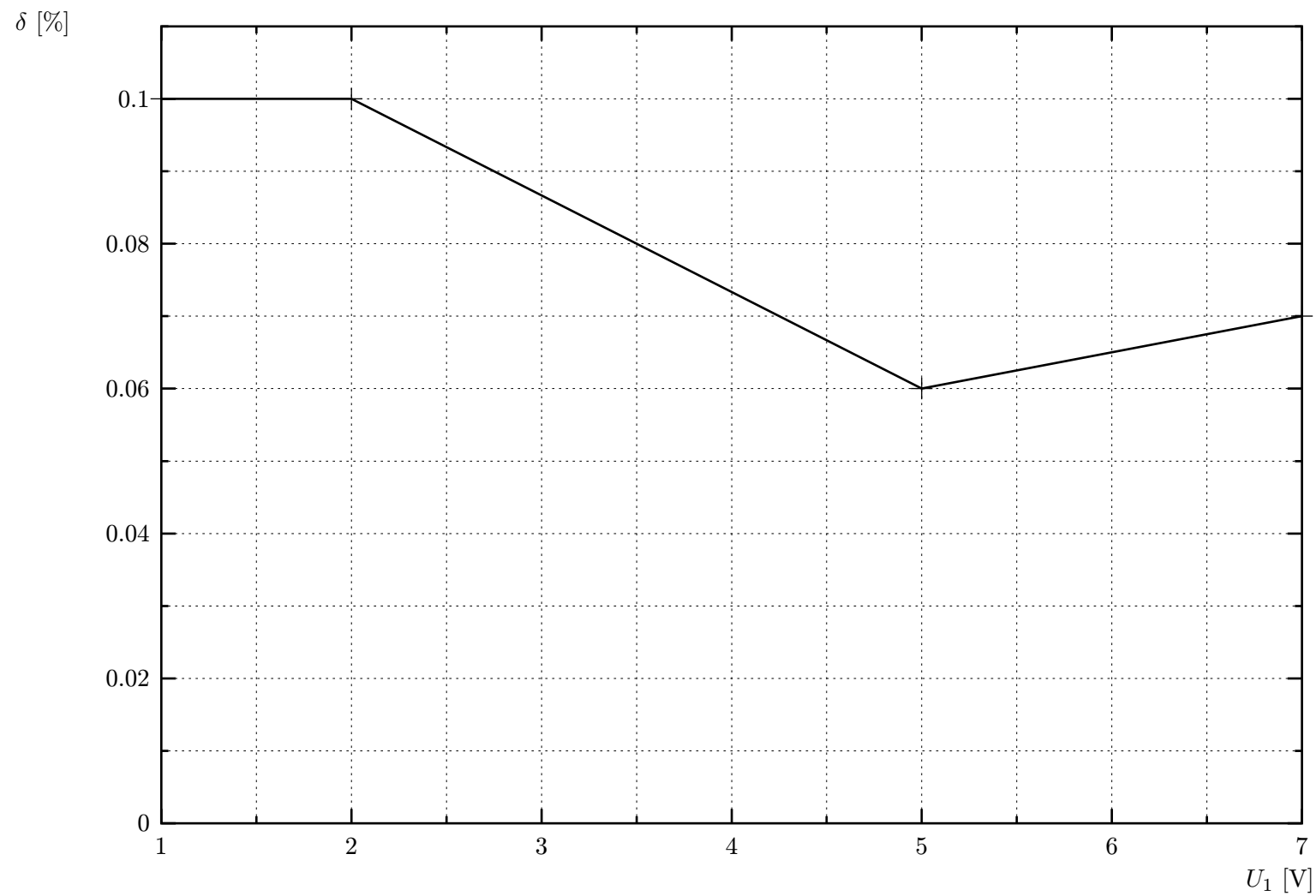
AC. KMITOČTOVÁ CHARAKTERISTIKA NAPĚŤOVÉHO PŘENOSU NF DĚLIČE



BA. URČENÍ KMITOČTOVÉHO ROZSAHU ANALGOVÉHO NF MILIVOLTMETRU



BB. KOREKČNÍ KŘIVKY NF MILIVOLTMETRU S KOMPENZOVANÝM DĚLIČEM Z BODU A



7 Vyhodnocení

Kmitočtová charakteristika napěťového přenosu nf děliče byla, byť s menším zvlněním lineární. Kmitočtový rozsah analogového nf milivoltmetru byl poněkud nižší než jsme při měření předpokládali a tak jsem musel proložit naměřenými hodnotami křivku a z té odečíst mezní kmitočet frekvenčního rozsahu. Přesnost nf milivoltmetru na 1 kHz byla opravdu velmi slušná, protože milivoltmetr byl na této frekvenci zkalibrován.
