

1 Zadání

A. Na školním přípravku přístrojového zesilovače změřte:

- a) Převodní charakteristiku přístrojového zesilovače při zesílení $G_r = 1$ a $G_r = 16$ pro kladnou polaritu vstupního napětí. Na základě naměřených hodnot stanovte pracovní (lineární) oblast zesilovače.
- b) Kmitočtovou závislost rozdílového (G_r), součtového (G_s) zesílení a činitele CMRR (Common Mode Rejection Ratio) při $G_r = 8$ a $G_r = 16$ v kmitočtovém rozsahu 100 Hz až 1 MHz (v řadě 1 – 2 – 5 – 10).
- c) Z naměřených hodnot stanovte mezní kmitočty pro G_s .

B. Proudový booster: Na přípravku neinvertujícího zesilovače s OZ a proudového boosteru pro výstupní proud $I_2 = 200$ mA s nadproudovou ochranou změřte:

- a) Zatěžovací charakteristiku výstupu zesilovače bez boosteru.
 - b) Zatěžovací charakteristiku výstupu zesilovače s boosterem. Měření proveďte při kmitočtu $f = 1$ kHz, zesílení zesilovače $A_u = 5$ a výstupním napětím $U_2 = 5$ V.
-

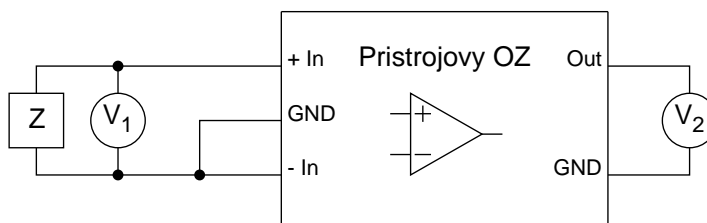
2 Popis měřeného předmětu

Měřeným předmětem v části A byl přístrojový zesilovač. Tento druh rozdílového zesilovače má stejné vlastnosti na obou vstupech s velkým vstupním odporem. Dále je zde kladen důraz na optimalizaci stejnosměrných parametrů, jako je CMRR, napěťová nesymetrie,...

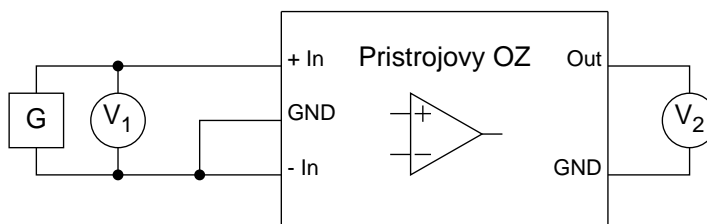
V druhé části byl měřen rozdíl v chování výstupu zesilovače bez a s proudovým boostem představovaným komplementární dvojicí tranzistorů.

3 Schéma zapojení

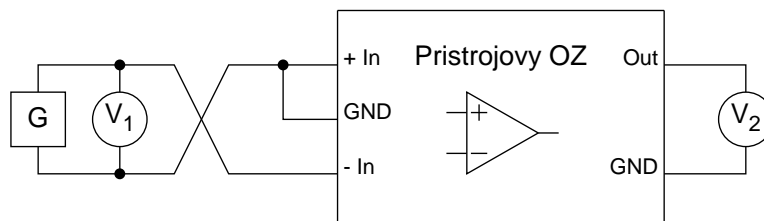
Aa. Převodní charakteristika přístrojového zesilovače pro kladnou polaritu napětí



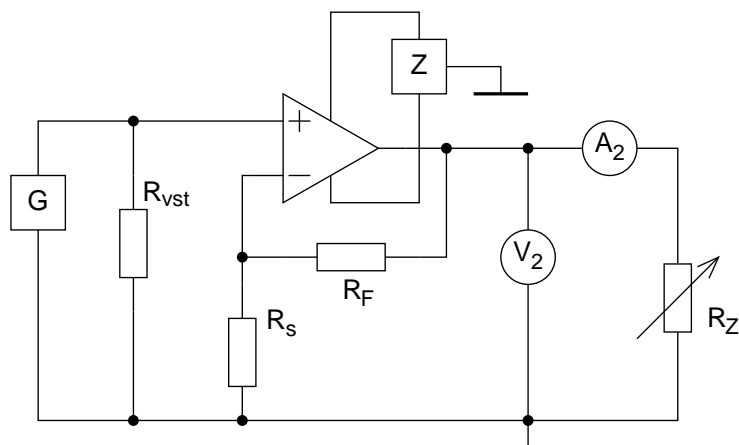
Ab. Kmitočtová závislost součtového (G_s) zesílení a činitele CMRR



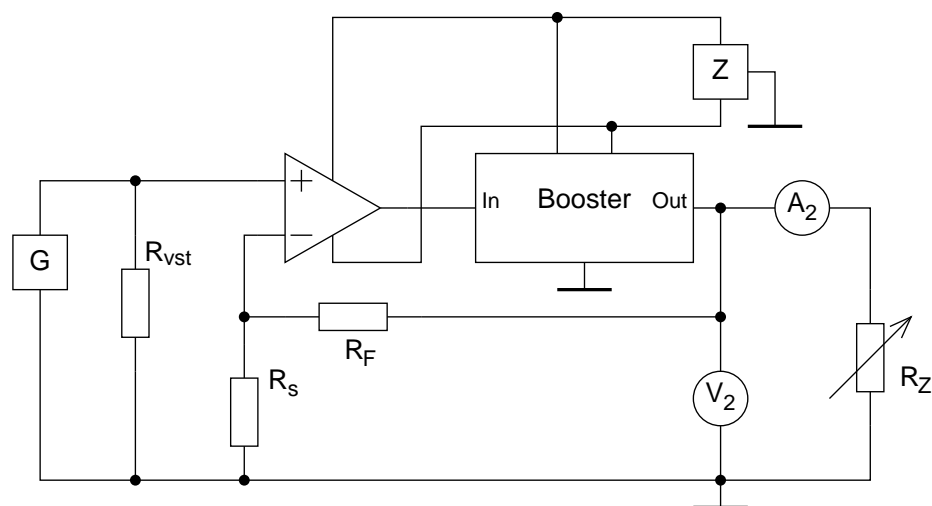
Ab. Kmitočtová závislost rozdílového (G_r) zesílení a činitele CMRR



B. Zatěžovací charakteristika výstupu zesilovače bez boosteru



B. Zatěžovací charakteristika výstupu zesilovače s boosterem



4 Seznam použitých přístrojů

Označení	Druh přístroje	Typ přístroje	Ev.č.
Z	zdroj ss +/- 15V	BK-128	Pemb I/70
G	Generátor	Goldstar FG 2002 C	Pemb I/200
V ₂	Digitální voltmetr	DM 441B	Pemb I/282
A ₂ , V ₁	Digitální multimetr	G-1004.501	Pemb I/109
R _Z	Potenciometr „Šoupák“	—	Pemb I/50

5 Naměřené a vypočtené hodnoty

Aa. Převodní charakteristika přístrojového zesilovače pro kladnou polaritu napětí

$G_r = 1$		$G_r = 16$	
U_1 [V]	U_2 [V]	U_1 [V]	U_2 [V]
1,0783	1,0748	0,3210	5,1410
2,8374	2,8314	0,4230	6,7730
3,5096	3,5025	0,7500	12,0230
4,2227	4,2148	1,0780	13,5120
6,1052	6,0942	1,3170	13,5120
9,0975	9,0804	1,8980	13,5310
13,0510	13,0260	2,0060	13,5310
13,6660	13,6100		
13,8860	13,6120		
14,0770	13,6140		
14,9060	13,6180		

Lineární oblast:

Pro $G_r = 1$ je při U_1 do 11,5 V

Pro $G_r = 16$ je při U_1 do 0,9 V

Ac. Stanovení mezního kmitočtu pro G_s

$$f_{Gs1mez} = 355 \text{ kHz}$$

$$f_{Gs2mez} = 240 \text{ kHz}$$

B. Zatěžovací charakteristika výstupu zesilovače s a bez boosteru

$$f = 1 \text{ kHz}; A_U = 5$$

$$R_S = 5,6 \text{ k}\Omega; R_f = 20 \text{ k}\Omega; R_{vst} = 100 \text{ k}\Omega$$

Bez boosteru		S boosterem	
I_{2a} [mA]	U_{2a} [V]	I_{2b} [mA]	U_{2b} [V]
0,000	5,020	0,000	5,024
3,500	5,010	20,100	5,018
5,026	5,013	49,400	5,018
10,034	5,015	70,500	5,019
12,439	5,014	123,600	5,018
15,495	5,016	200,000	5,017
18,284	5,018	252,000	5,018
20,810	5,018		

Ab. Kmitočtová závislost rozdílového (G_r) a součtového (G_s) zesílení a činitele CMRR

$U_1 = 1 \text{ V}$ (ve všech případech)

f [kHz]	$G_r = 1$					$G_r = 16$				
	U_2 [V]	G_{S1} [dB]	U_2 [V]	G_{R1} [dB]	$CMRR$ [-]	U_2 [V]	G_{S2} [dB]	U_2 [V]	G_{R2} [dB]	$CMRR$ [-]
0,1	8,194	18,270	0,885	-1,061	-19,331	11,253	21,025	0,652	-3,715	-24,740
0,2	8,191	18,267	0,887	-1,042	-19,308	11,251	21,024	0,659	-3,622	-24,646
0,5	8,188	18,264	0,889	-1,022	-19,286	11,250	21,023	0,662	-3,583	-24,606
1,0	8,177	18,252	0,892	-0,993	-19,245	11,245	21,019	0,680	-3,350	-24,369
2,0	8,168	18,242	0,904	-0,877	-19,119	11,241	21,016	0,741	-2,604	-23,620
5,0	8,159	18,233	0,980	-0,175	-18,408	11,235	21,011	1,102	0,844	-20,168
10,0	8,160	18,234	1,215	1,692	-16,542	11,234	21,011	1,882	5,492	-15,518
20,0	8,097	18,166	1,884	5,502	-12,665	11,216	20,997	3,556	11,019	-9,978
50,0	8,096	18,165	4,345	12,760	-5,406	11,249	21,022	8,610	18,700	-2,322
100,0	7,986	18,047	9,311	19,380	1,333	11,114	20,917	18,075	25,142	4,224
200,0	7,537	17,544	23,095	27,270	9,726	8,924	19,011	38,684	31,751	12,739
500,0	4,045	12,138	49,129	33,827	21,688	4,062	12,175	58,006	35,269	23,095
1000,0	2,001	6,025	214,680	46,636	40,611	1,997	6,008	204,120	46,198	40,190

Příklad výpočtu ($f = 0,1 \text{ kHz}$):

$$G_r = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} = 20 \cdot \log 0,885 = -1,061 \text{ dB}$$

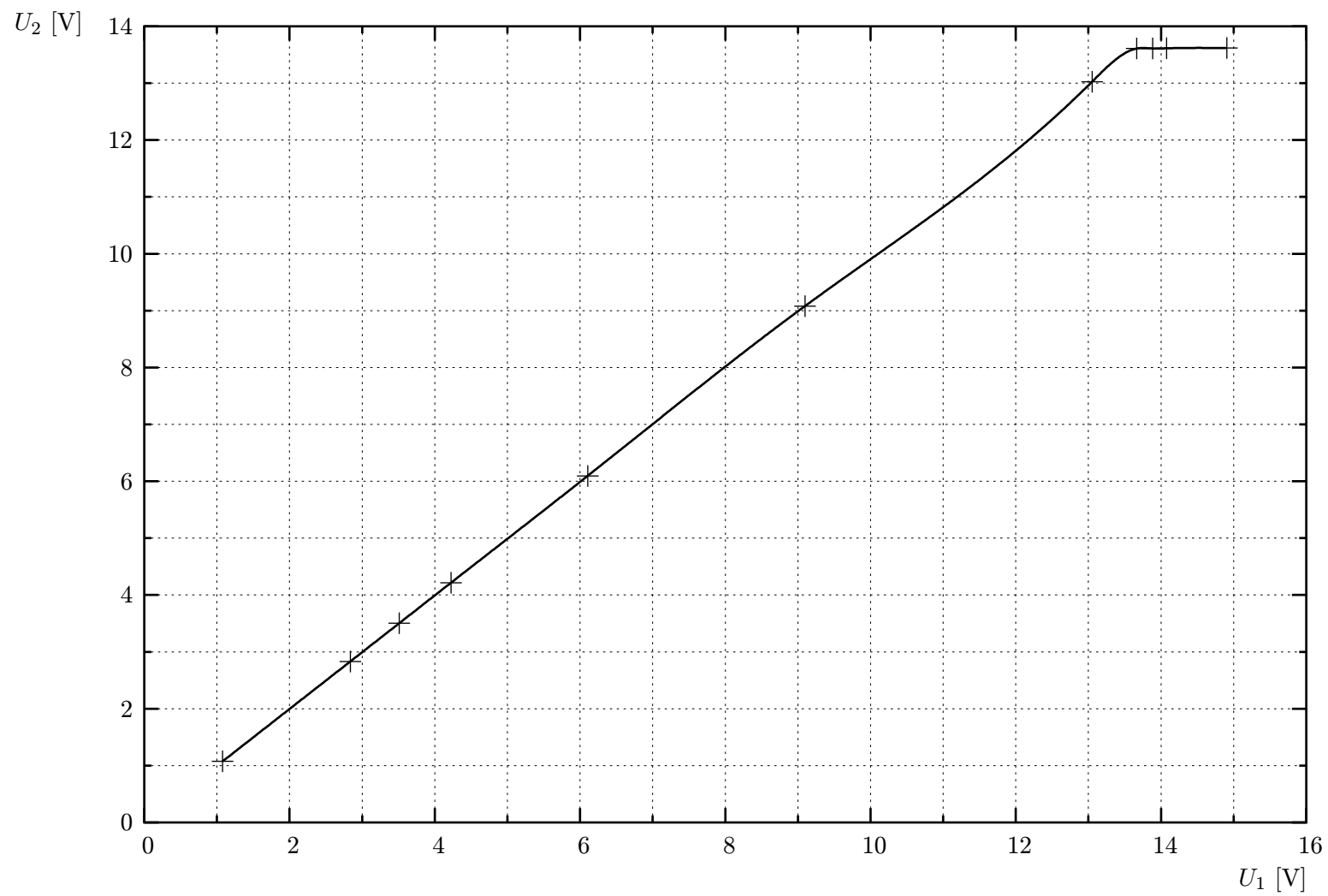
$$G_s = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} = 20 \cdot \log 8,194 = 18,27 \text{ dB}$$

$$CMRR = 20 \cdot \log \frac{U_{2r1}}{U_{2s1}} = 20 \cdot \log \frac{0,885}{8,194} = -19,31$$

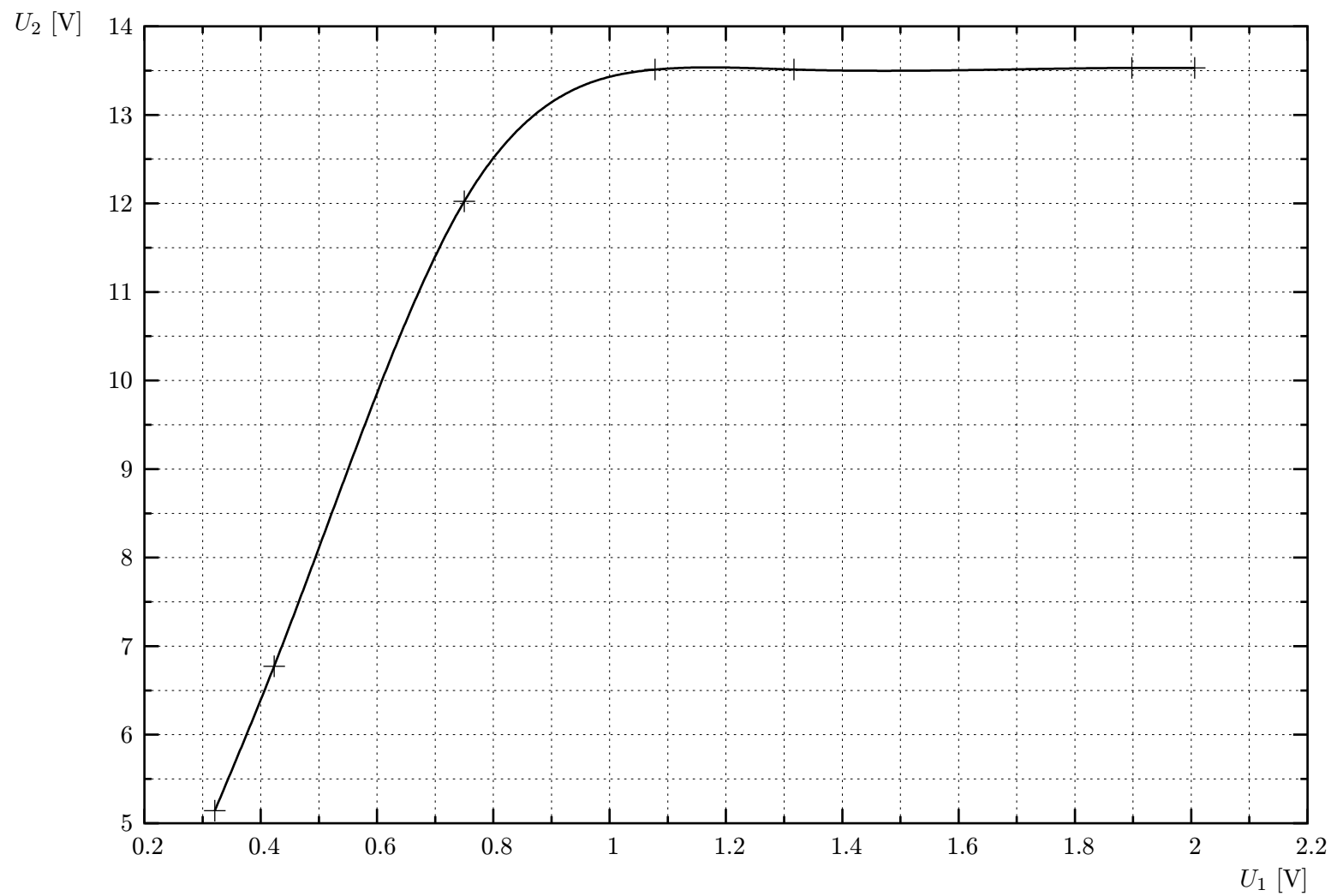
6 Grafy

- Aa. Převodní charakteristika přístrojového zesilovače pro kladnou polaritu napětí při $G_r = 1$
 - Aa. Převodní charakteristika přístrojového zesilovače pro kladnou polaritu napětí při $G_r = 16$
 - Ab. Kmitočtová charakteristika rozdílového zesílení přístrojového zesilovače
 - Ab. Kmitočtová charakteristika souhlasného zesílení přístrojového zesilovače
 - Ab. Kmitočtová charakteristika CMRR přístrojového zesilovače
 - B. Zatěžovací charakteristika výstupu zesilovače bez boosteru
 - B. Zatěžovací charakteristika výstupu zesilovače s boosterem
-

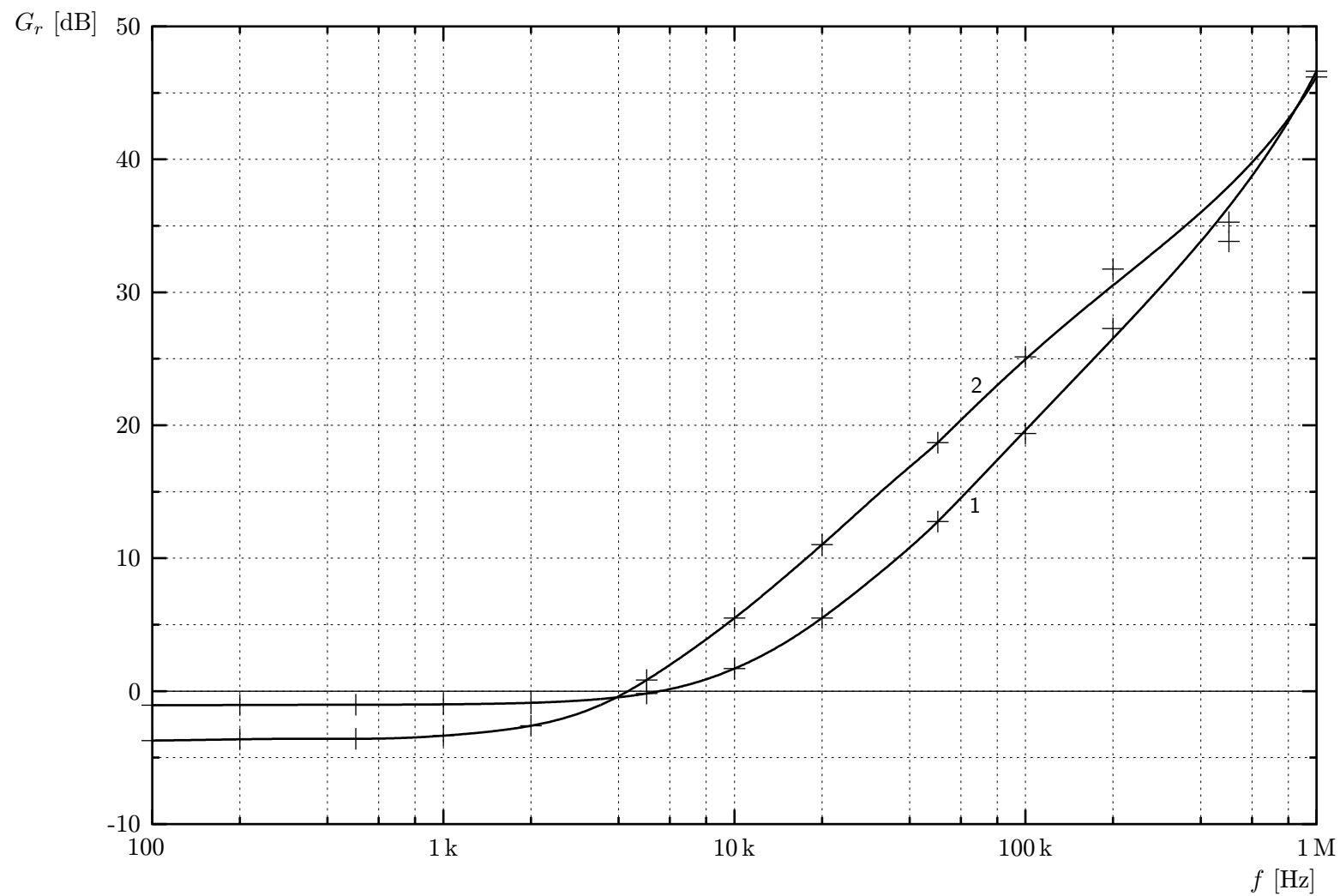
AA. PŘEVODNÍ CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJOVÉHO ZESILOVAČE PRO Kladnou POLARITU NAPĚTÍ PŘI
 $G_r = 1$



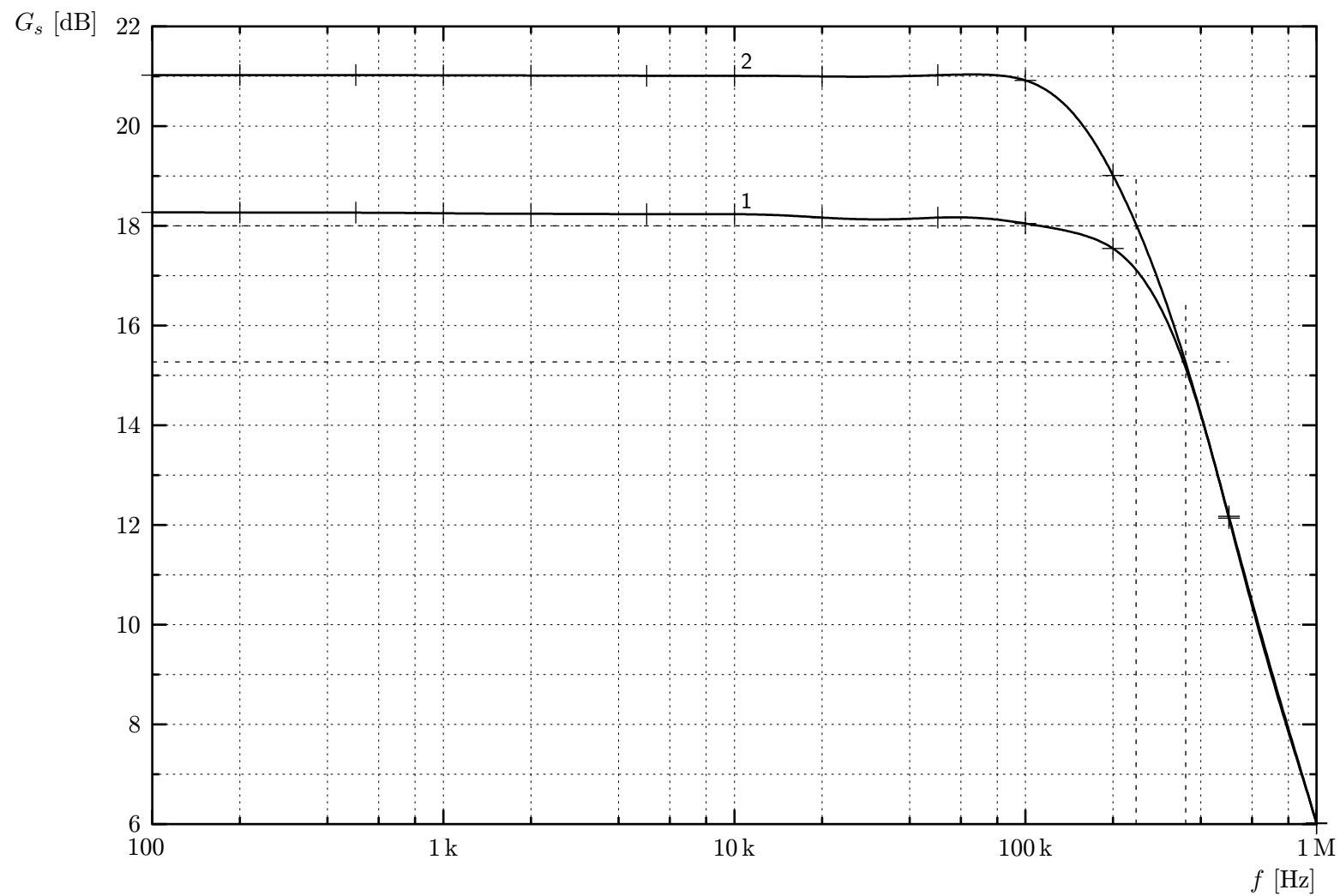
AA. PŘEVODNÍ CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJOVÉHO ZESILOVAČE PRO Kladnou polaritu napětí při
 $G_r = 16$



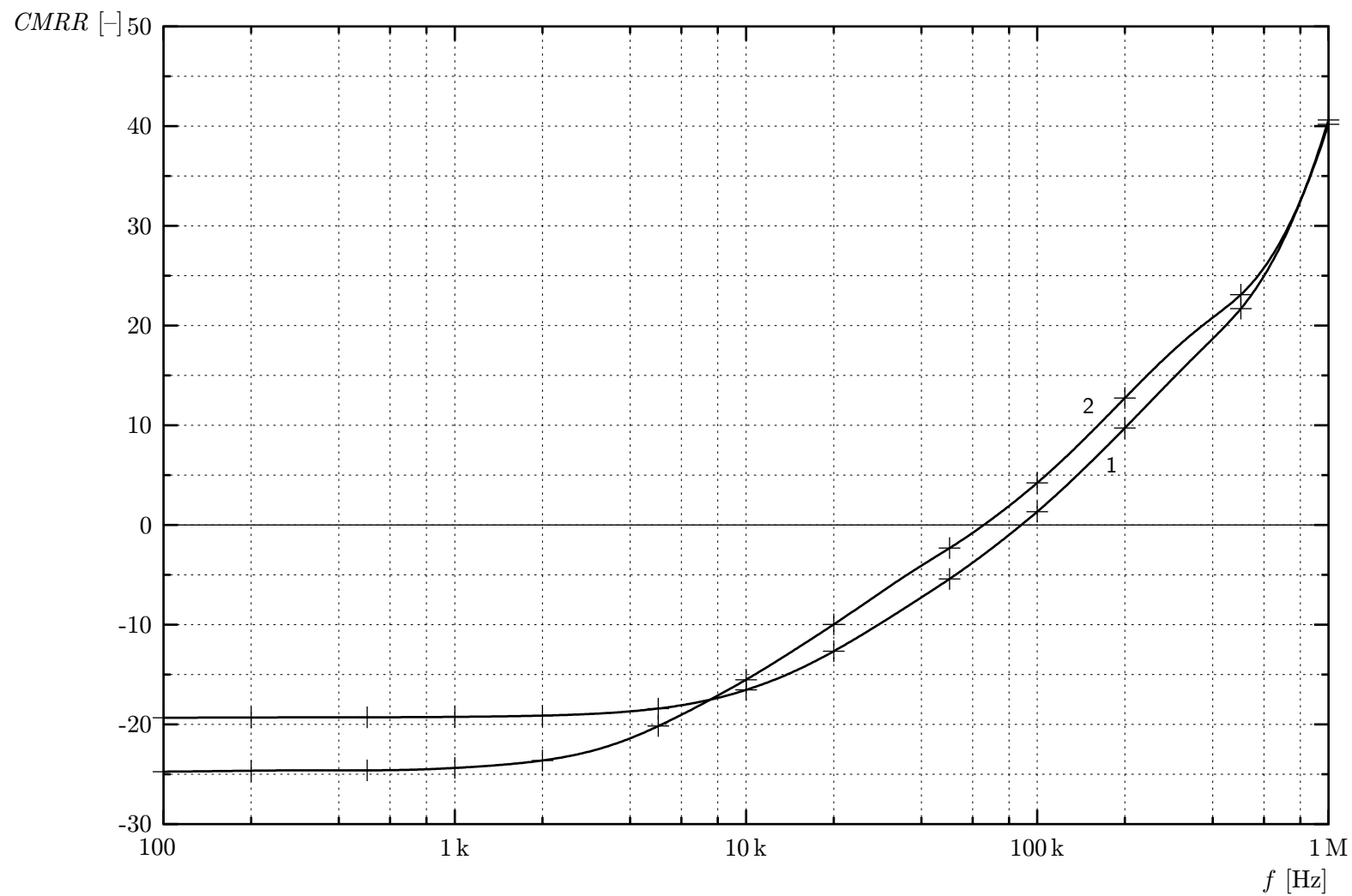
AB. KMITOČTOVÁ CHARAKTERISTIKA ROZDÍLOVÉHO ZESÍLENÍ PŘÍSTROJOVÉHO ZESILOVAČE



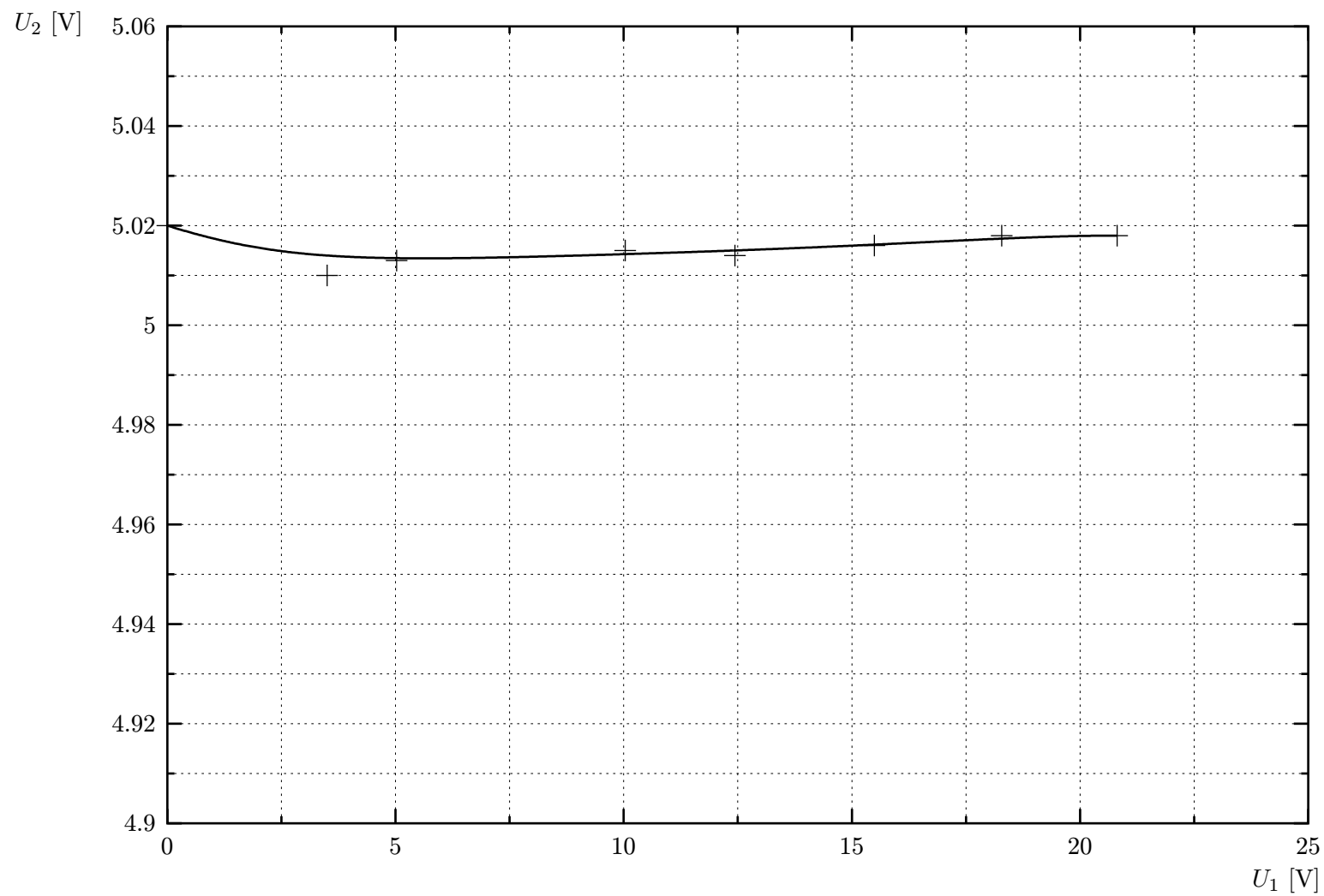
AB. KMITOČTOVÁ CHARAKTERISTIKA SOUHLASNÉHO ZESÍLENÍ PŘÍSTROJOVÉHO ZESILOVAČE



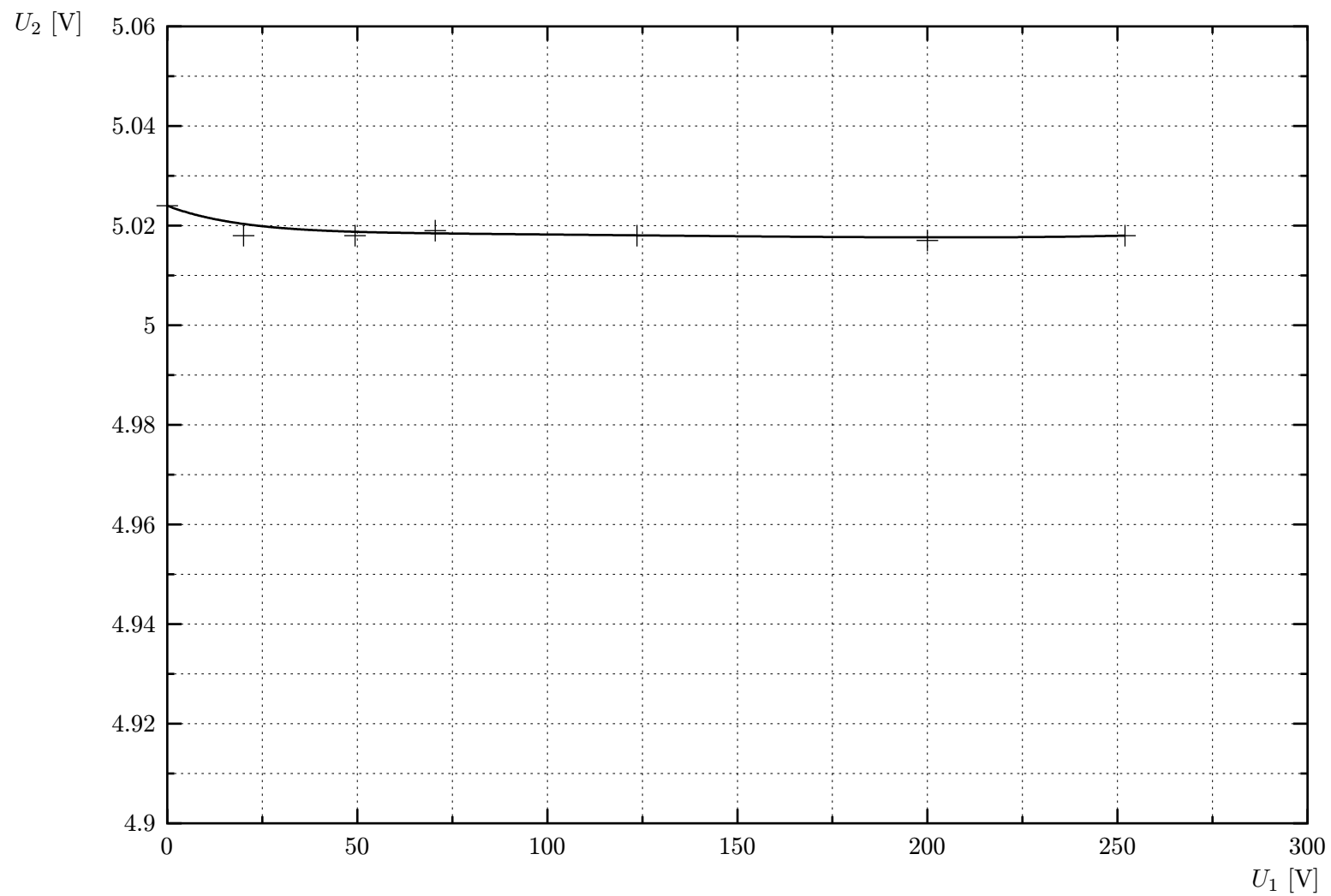
AB. KMITOČTOVÁ CHARAKTERISTIKA CMRR PŘÍSTROJOVÉHO ZESILOVAČE



B. ZATĚŽOVACÍ CHARAKTERISTIKA VÝSTUPU ZASILOVAČE BEZ BOOSTERU



B. ZATĚŽOVACÍ CHARAKTERISTIKA VÝSTUPU ZASILOVAČE S BOOSTEREM



7 Vyhodnocení

Převodní charakteristika přístrojového zesilovače pro kladnou polaritu napětí při $G_r = 1$ vyšla opravdu lineárně v celkem velkém rozsahu U_1 . Při $G_r = 16$ již byl zlom v charakteristice výrazně zaoblenější v poměru k lineární oblasti a také bylo dosaženo saturace při znatelně nižším napětí U_1 , což odpovídá větmu zesílení zesilovače a tím i prudšímu nárustu U_2 .

Zatěžovací charakteristiky zesilovače s a bez boosteru opravdu odpovídají zdroji napětí, jak bylo předpokládáno.
