

## NÍZKOFREKVENČNÍ ZESILOVAČ S OZ

204 - 4R

1. Navrhněte a sestavte **neinvertující** nf zesilovač s OZ : **741 CN**, pro napěťový přenos  $a_u = 20 \text{ db}$  (10 x zesílení) při napájecím napětí  $U_{cc} = \pm 15 \text{ V}$  a zatěžovacím odporu  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ .
2. Na sestaveném zesilovači změřte **UNIMOU** a vytiskněte:
  - velikost výstupního napětí při vstupu **500 mV** a frekvenci **1 kHz** a zkontrolujte skutečný napěťový přenos
  - maximální možný nezkreslený rozkmit výstupního napětí při  $f = 1 \text{ kHz}$ .
3. Navrhněte vazební kondenzátor  $C_v$  tak, aby dolní frekvence byla  $f_a = 35 \text{ Hz}$  a ověřte měřením. Odpor  $R$  volte **10 kΩ**.
4. Změřte **UNIMOU** a vytiskněte přenosovou frekvenční charakteristiku v rozsahu 10 Hz až 50 kHz. Přibližně stanovte frekvenci, při které se začíná deformovat tvar výstupního napětí.

16

MOŘKOVSKÝ TOMÁŠ

M4

2

2000 - 2001

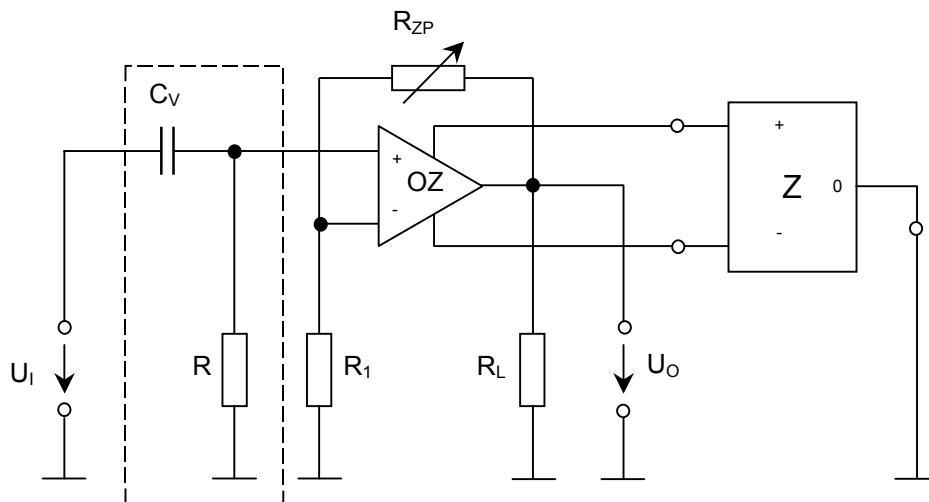
3. 11. 2000

17. 11. 2000

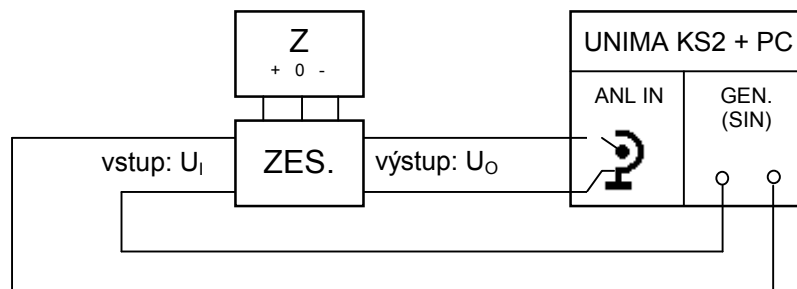
6

# SCHÉMA

## ad 1) Nízkofrekvenční zesilovač s OZ



## ad 2) Měřicí obvod



# POUŽITÉ PŘÍSTROJE

OZN.	PŘÍSTROJ	TYP	EVID. Č.	POZNÁMKA
UNIMA	Lab. přístroj	KS 2	99 - 5 / 391	využit i gen.sin (Z*)
PC	Osobní počítač	386 DX2	74 - 5 / 403	program UNIMA
Z	Stabiliz. zdroj	BK 125	---	
R	Odporová dekáda	České výroby	OTE 491	mΩ - MΩ
DMM	Ohmmetr	M 4650 CR	- 208 -	$\delta_{\Omega} = 0,15 \% + 3 \text{ dig}$
ZES	Lab. přípravek	nf zesilovač	666	s OZ typu 741 CN

## POSTUP MĚŘENÍ

1. Návrh zesilovače: volba  $R_1$ , výpočet  $R_{ZP}$  (odporová dekáda) ze zadaného  $A_u$ .
2. Výroba přípravku – osazení nepájivého pole součástkami (operační zesilovač OZ 741 CN, rezistory  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_L$  typu 0207 a foliový vazební kondenzátor).
3. Připojení zdroje, odporové dekády ( $R_{ZP}$ ), generátoru a měřícího zařízení UNIMA. Kontrola celého zapojení.
4. Bez vazebního kondenzátoru změříme velikost napětí na výstupu zesilovače. Výpočtem určíme napěťový přenos. Frekvence zvolena 1 kHz, vstupní napětí 500 mV.
5. Z osciloskopu (UNIMA) odečteme maximální rozkmit výstupního napětí.
6. Návrh vazebního kondenzátoru. Na frekvenční charakteristice (wobler) odečteme 3 dB (dolnofrekvenční zádrž  $R$  a  $C_v$  derivačního článku). Odečteme velikost dolní frekvence (očekáváme 34-36 Hz). Odečteme i horní frekvenční propust (okolo 40 kHz). tabulky

**TAB. 1** Zadaných, změřených a vypočtených hodnot

Veličina	Zadáno / Vyp.	Vyp. / změřeno
$a_u$ [dB]	20	20
$U_{cc}$ [V]	$\pm 15$	$\pm 15,3$
$R_L$ [ $\Omega$ ]	10.000	9.947
$U_I$ [mV]	500	500
$U_O$ [V]	5	5
$f$ [Hz]	1.000	1.000
$R$ [ $\Omega$ ]	10.000	9.994
$R_1$ [ $\Omega$ ]	1.000	1.095
$R_{ZP}$ [ $\Omega$ ]	-	9.855
$U_{p-p}$ [V] <sup>(1)</sup>	-	24,6
$U_{p-p}$ [V] <sup>(2)</sup>	-	26,3
$f_d$ [Hz]	( 35 )	35,6
$f_h$ [Hz]	-	39,9
$C_v$ [nF]	455	210 + 218

<sup>(1)</sup> –  $U_{p-p}$  bez limitace (určili jsme pohledem na osciloskop)

<sup>(2)</sup> –  $U_{p-p}$  s limitací (vyhodnotila UNIMA)

## PŘÍKLAD VÝPOČTU

### a) Návrh zesilovače

Výpočet zpětnovazebního rezistoru  $R_{ZP}$ .

$$a_U = 20dB \Rightarrow A_U = \underline{\underline{10 [-]}}$$

$$A_U = \frac{R_{ZP} + R_1}{R_1} \Rightarrow R_{ZP} + R_1 = A_U \cdot R_1$$

$$R_{ZP} = A_U \cdot R_1 - R_1 = (A_U - 1) \cdot R_1 = (10 - 1) \cdot 1095 = \underline{\underline{9,855 k\Omega}}$$

### b) Změření napěťového přenosu ( $f = 1$ kHz, $U_I = 500$ mV, bez vazeb. kond.)

$$A_U = \frac{U_O}{U_I} = \frac{5}{0,5} = \underline{\underline{10 [-]}}$$

$$a_U = 20 \cdot \log A_U = 20 \cdot \log 10 = \underline{\underline{20 dB}}$$

### c) Návrh vazebního kondenzátoru ( $f = 1$ kHz, $U_I = 500$ mV)

$$f_d = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C_V}$$

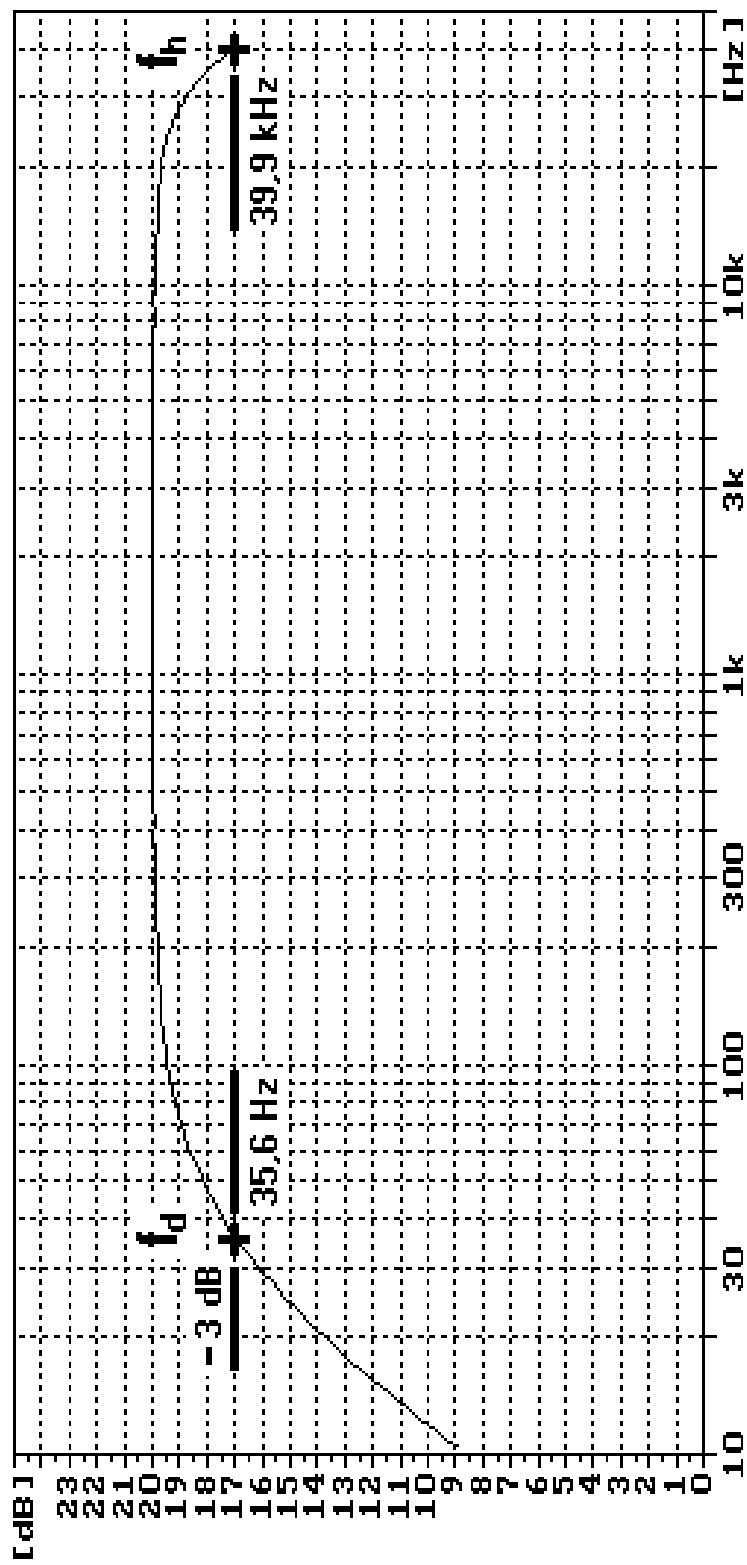
$$C_V = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot f_d} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 9994 \cdot 35} = \underline{\underline{455 nF}}$$

Pozn.: při měření jsme v rámci možností vybrali kombinaci dvou kondenzátorů, jejichž hodnoty 210 nF a 218 nF (celkem 238 nF) se nejvíce blížili vypočtené hodnotě

## GRAFY

Přenosová frekvenční charakteristika (nf zes. s OZ) ..... viz list č.5

### Přenosová frekvenční charakteristika (nf zes. s OZ se zápornou vazbou)



# ZÁVĚR

## Chyby měření

V tomto měření jsme se mohli dopustit chyby okolo 1 %, budeme-li vycházet z předpokladu, že největší míru těchto chyb způsobil přístroj UNIMA a přípojné kabely. Nepřesnost při určování dolnofrekvenční zádrže mohly zapříčinit zvolené kondenzátory. Odporová dekáda byla relativně velmi přesná.

<sup>(Z)</sup> chyby přístroje UNIMA:

generátor frekvence: 0,01 % z hodnoty + 0,25 % z rozsahu

měření vstupního napětí:  $\pm 1,5$  z rozsahu

## Zhodnocení

1. Rozdíl mezi zadanou a změřenou hodnotou napěťového přenosu byl téměř nulový (ve skutečnosti zde rozdíl pravděpodobně byl, protože jsme hodnoty nastavovali a zjišťovali z UNIMY).
2. Hodnota dolní mezní frekvence přibližně odpovídala předpokladům, ale vzhledem k použitým kondenzátorům se nepatrně lišila.
3. Rozkmit napětí (špička-špička) bez limitace jsme určili pohledem a tato hodnota byla menší asi o 2 V oproti rozkmitu s limitací, který určila UNIMA.
4. Při deformaci signálu dochází k posunům hodnot  $f_d$  a  $f_h$  oběma směry následkem změn úhlů spádů charakteristik.