

MĚŘENÍ FREKVENČNÍ CHARAKTERISTIKY ZESILOVAČE

1. Zadání

- Změřit a sestavit frekvenční charakteristiku zesilovače SE.
- Sestavit přenosovou (útlumovou) charakteristiku zesilovače SE.

2. Měřený předmět

- Deska PC 130-28 zesilovače SE s tranzistorem 2N3567 (NPN)

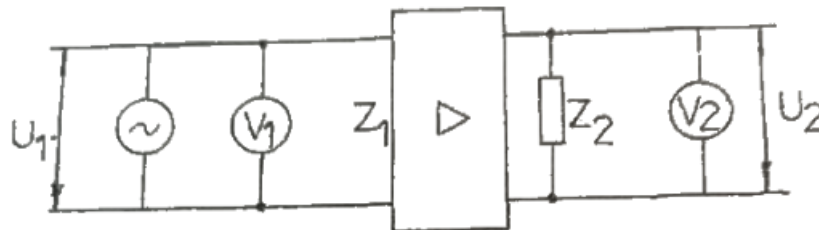
3. Použité měřicí přístroje a zdroj

- Panel NIDA 130A
- Voltmetr LUTRON DM 9960
- Osciloskop GW INSTRON GDS 2104A
- Generátor PHILIPS

4. Teoretický rozbor

Od zesilovače požadujeme, aby zesiloval vstupní signál věrně a neovlivňoval nežádoucím způsobem, zpracovávaný signál nebo přenosovou cestu. K tomu je potřeba, aby zesilovač přenášel signál v celém kmitočtovém pásmu se stejným zesílením, zachovával fázové rozdíly mezi jednotlivými kmitočtovými složkami signálu a všechny amplitudy na výstupu byly úměrné vstupním amplitudám. Zesilovač nesmí být zdrojem rušivých napětí a nesmí ovlivňovat navazující články přenosové cesty.

Zesilovač s uvedenými vlastnostmi nelze vyrobit, daným požadavkům se můžeme do určité míry přiblížit. Míru splnění požadavků pak ověřujeme měřením.



Zesílení výkonového zesilovače A_P vyjadřujeme poměrem výstupního výkonu P_2 vůči vstupnímu výkonu P_1 , tedy $A_P = \frac{P_2}{P_1}$, kde A_P je výkonové zesílení.

Výkonové zesílení často vyjadřuje nepřímo v přenosových jednotkách (dB) vztahem $10 * \log \frac{P_2}{P_1}$, který vyjadřuje zisk zesilovače. Vzhledem k potížím s měřením malých výkonů používáme raději napěťové zesílení. Dosazením vstupního napětí U_1 a výstupního napětí U_2 do vztahu pro výkonové zesílení A_P obdržíme podle obr. 88

$$A_P = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{U_2^2}{Z_2}}{\frac{U_1^2}{Z_1}}$$

kde Z_1 je vstupní impedance zesilovače a Z_2 je zatěžovací impedance zesilovače.

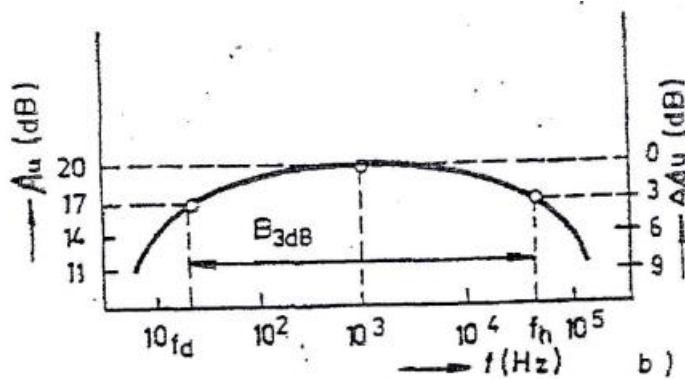
Výkonový zisk bude

$$10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \cdot \log \frac{\frac{U_2^2}{Z_2}}{\frac{U_1^2}{Z_1}} = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} + 10 \cdot \log \frac{Z_1}{Z_2}$$

Pokud je $Z_1 = Z_2$, bude $10 \cdot \log \frac{Z_1}{Z_2} = 0$, takže

$10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$. V tomto případě je výkonový zisk roven napětovému zisku.

U zesilovačů napětí (tj. zesilovačů s velmi malým výkonem signálu, např. různé předzesilovače) vyjadřujeme napětový zisk vztahem $20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$, i když není splněna podmínka $Z_1 = Z_2$.

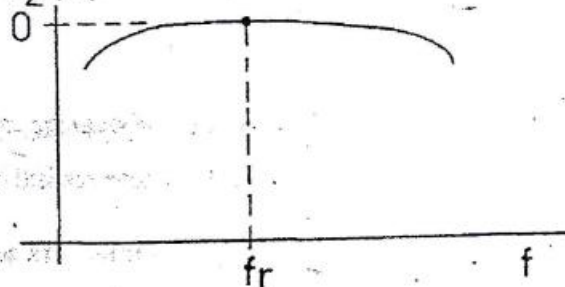


$$A_u = \frac{U_2}{U_1}$$

$$A_{u_{dB}} = 20 \log \frac{U_2}{U_1} \text{ [dB]}$$

Kmitočtovou závislost výstupního napětí při stálém vstupním napětí udává útlumová charakteristika zesilovače podle obr. 89. Generátor podle obr. 88 postupně prolaďujeme v předepsaném pásmu a udržujeme přitom stálé napětí U_1 , které kontrolujeme pomocí voltmetru V_1 . Napětí U_2 měříme na výstupu zatíženého zesilovače voltmetrem V_2 . Výstupní napětí U_2 nebývá v celém pásmu stejné vlivem kmitočtově závislých vlastností různých prvků zesilovače. U_2 je tedy funkcí kmitočtu f , tj. $U_2 = U_2(f)$. V praxi volíme určitý referenční kmitočet f_r , např. $f_r = 1 \text{ kHz}$, vůči kterému vyhodnocujeme odchylky U_2 vztahem $20 \cdot \log \frac{U_2(f)}{U_2(f_r)}$. V místě kmitočtu f_r má útlumová charakteristika hodnotu 0 dB.

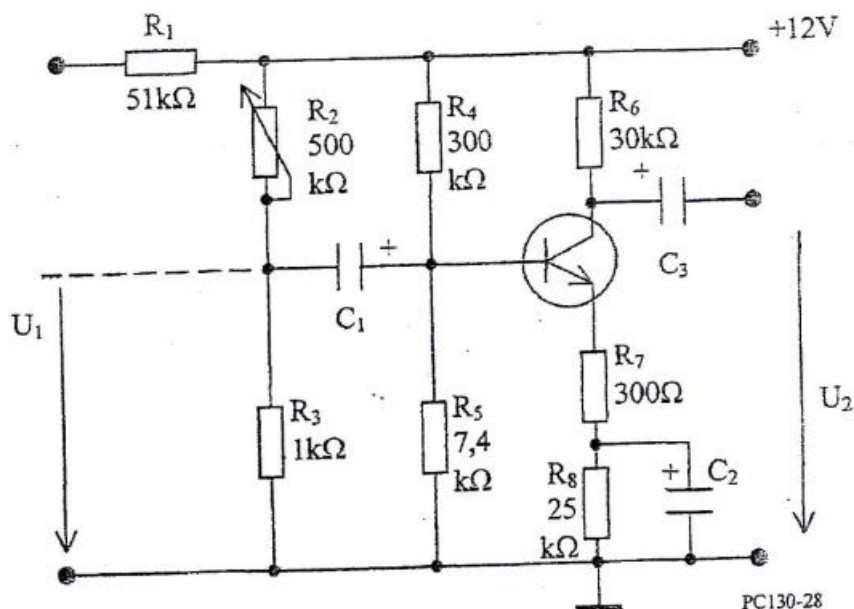
$$y_w = 20 \log \frac{U_2(f)}{U_2(f_r)}$$



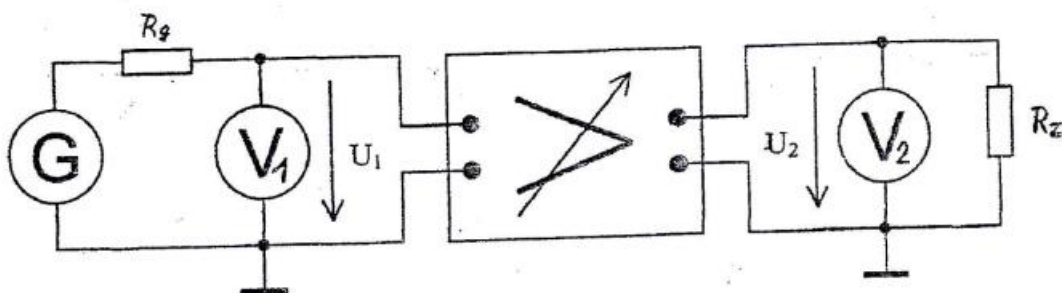
Fázovou charakteristikou zesilovače definujeme posun fáze sinusového signálu na výstupu zesilovače vůči signálu na vstupu zesilovače při různých kmitočtech. K měření lze použít obdobné zapojení podle obr. 88 a při měření útlumové charakteristiky zesilovače měřit též fázový posun mezi vstupním a výstupním signálem některou metodou, např. pomocí Lissajousových (vyslov lisažusových) obrazců.

5. Schéma zapojení

Zesilovač v zapojení SE (deska Nida PC130-28) :



Zapojení pro měření :



6. Postup měření

1. Zesilovač SE zapojíme do pozice PC2 panelu NIDA.
2. Nastavíme napájecí napětí pozitivního zdroje panelu NIDA na hodnotu +15 V.
3. Na výstup BNC konektor pozice PC1 připojíme funkční generátor.
4. Zapojíme zesilovač SE do měřicího obvodu podle schématu zapojení pro měření zesilovače.
5. Pomocí generátoru nastavíme hodnotu sinusového průběhu vstupního napětí zesilovače $U_1 = 100 \text{ mV}$.

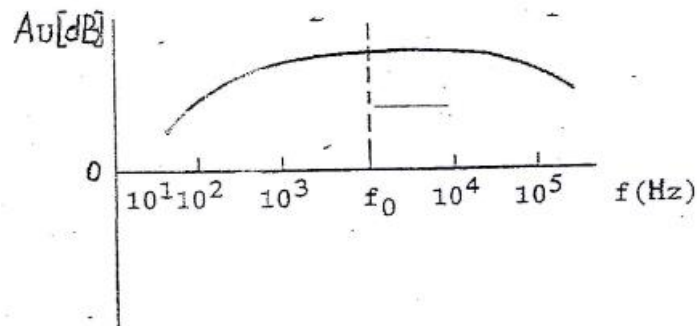
6. Změříme závislost $U_2 = F(f)$ při $U_1 = \text{konst.}$ v předepsaném rozsahu frekvencí $f = 10 \text{ Hz}$ až 200 kHz (násobky hodnot 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 pro každou dekádu).
7. Vypočítáme hodnoty

$$Au = \frac{U_2}{U_1} \quad Au_{db} = 20 \log \frac{U_2}{U_1} [dB]$$

a zapíšeme do tabulky.

Dále:

1. Sestrojíme grafickou závislost frekvenční charakteristiky $Au_{db} = F(f)$ při $U_1 = \text{konst.}$ na semilogaritmický papír.

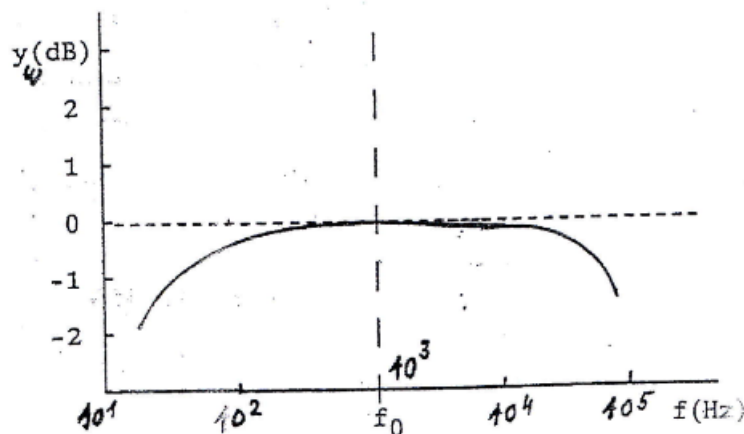


2. Určíme závislost $y_\omega = F(f)$ při $U_1 = \text{konst.}$ a zapíšeme do tabulky

$$y_\omega = 20 \log \frac{U_{2x}}{U_{20}} = F(f)$$

U_{2x} = výstupní napětí měřené při obecné frekvenci f
 U_{20} = referenční výstupní napětí, měřené při referenční frekvenci $f_0 = 1 \text{ kHz}$

3. Přenosovou charakteristiku $y_\omega = F(f)$ při $U_1 = \text{konst.}$ vyneseme graficky na semilogaritmický papír.



8. Tabulky

č. měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
f [Hz]	10	20	30	40	50	70	100	200	300	400	500	700	1k	2k	3k
U ₁ [V]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
U ₂ [V]	2,25	3,2	4,1	5	5,5	6,1	6,8	7,2	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
A _U [-]	22,2 5	32	41	50	55	61	68	72	74	74	74	74	74	74	74
A _{UdB} [V]	27	30,1	32,2 6	34	34, 8	35,7 1	36,6 5	37,1 5	37,3 8	37,3 8	37,3 8	37,3 8	37,3 8	37,3 8	37,3 8
-y _(i)	10,3 4	7,28	5,13	3,4	2,58	1,68	0,7 3	0,2 4	0	0	0	0	0	0	0

č. měření	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
f [Hz]	4k	5k	7k	10k	20k	30k	40k	50k	70k	100k	150k	200k
U ₁ [V]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
U ₂ [V]	7,4	7,4	7,4	7,4	7	6,3	5,7	5	4,1	3,1	2,3	1,8
A _U [-]	74	74	74	74	70	63	57	50	41	31	23	18
A _{UdB} [V]	37,3 8	37,3 8	37,3 8	37,3 8	36, 91	36	35,1 2	34	32,2 6	29,83	27,23	25,11
-y _(i)	0	0	0	0	0,4 8	1,4	2,2 8	3,4	5,13	7,56	10,15	12,28

8. Vyhodnocení

Maximální zesílení zesilovače $A_{UMAX} = 74$, dolní mezní kmitočet zesilovače $F_d = 40$ Hz, horní mezní kmitočet zesilovače $F_h = 40$ kHz. Šířka pásma zesilovače $B = 39960$ Hz. Jedná se o nízkofrekvenční zesilovač.