

Přístrojové zesilovače

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_r

B. Proudový booster:

Na přípravku neinvertujícího zesilovače s OZ a proudového boosteru pro výstupní proud $I_2 = \dots\dots\dots$ 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 napětí $U_2 = 5$ V.

Literatura:

- Kabeš, K. a kol.: Operační zesilovače v automatizační technika. SNTL, Praha 1989
Boltík, M a kol.: Elektronická zařízení pro 4.ročník SPŠE. SNTL, Praha 1988
Konstrukční katalog polovodičových součástek TESLA
Kolektiv: Elektronická měření - návody k laboratorním cvičení (doplňkové skriptum).
ČVUT, Praha 1992

2. Popis měřeného předmětu:

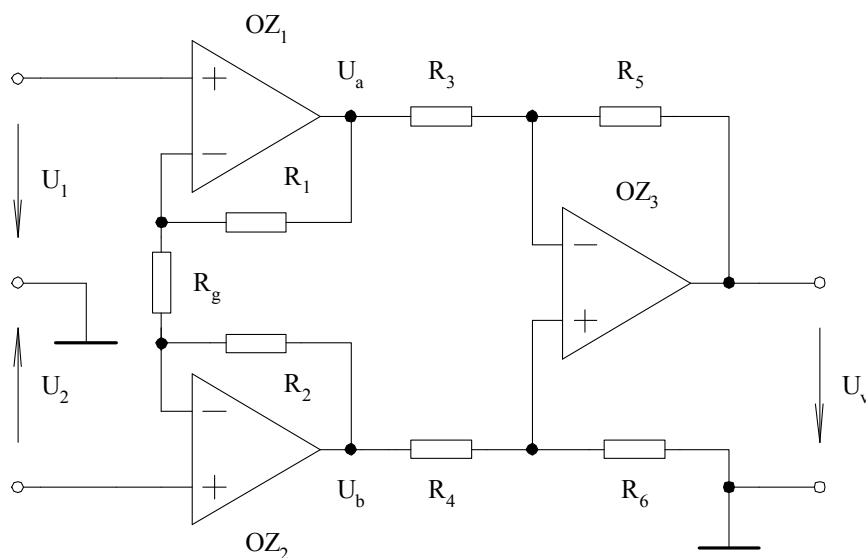
Přístrojový zesilovač (instrumentation amplifier), u těchto zesilovačů je kladen důraz na optimalizaci stejnosměrných parametrů jako je CMRR, vstupní proudy, vstupní napěťová nesymetrie, teplotní drift. Jedná se v podstatě o stejnosměrný zesilovač s velkým vstupním odporem (neinvertující zapojení), malým vlastním rušením, velkým rozdílovým zesílením.

Proudový booster jedná se o zesilovač, který má malý výstupní odpor napěťové zesílení ≤ 1 , velké proudové zesílení, většinou se zapojuje jako komplementární dvojice.

3. Teoretický rozbor :

a) měřeného předmětu

Přístrojový zesilovač se skládá ze tří operačních zesilovačů OZ_1 , OZ_2 , OZ_3 . Operační zesilovač OZ_3 je zapojen jako rozdílový (diferenciální), a operační zesilovače OZ_1 a OZ_2 se chovají současně jako invertující a neinvertující zesilovače.



Obr. 25

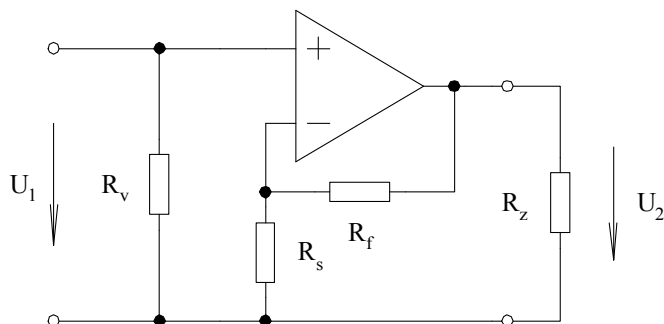
Odvození vztahu pro výstupní napětí má tři fáze:

V první fázi vypočteme pomocí věty o superpozici s využitím napětí U_1 a U_2 napětí U_a , v druhé fázi pak stejným způsobem napětí U_b . Ve třetí fázi potom řešíme rozdílový zesilovač OZ_3 , R_3 , R_4 , R_5 , R_6 se vstupním rozdílovým napětím $(U_a - U_b)$ a výstupním napětím U_v

Za předpokladu $R_3 = R_4 = R_5 = R_6$, $R_1 = R_2$ je výsledný vztah pro výstupní napětí přístrojového zesilovače:

$$U_v = (U_2 - U_1) \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_2}{R_g} \right]$$

Zapojení neinvertujícího napěťového zesilovače je na následujícím obrázku:



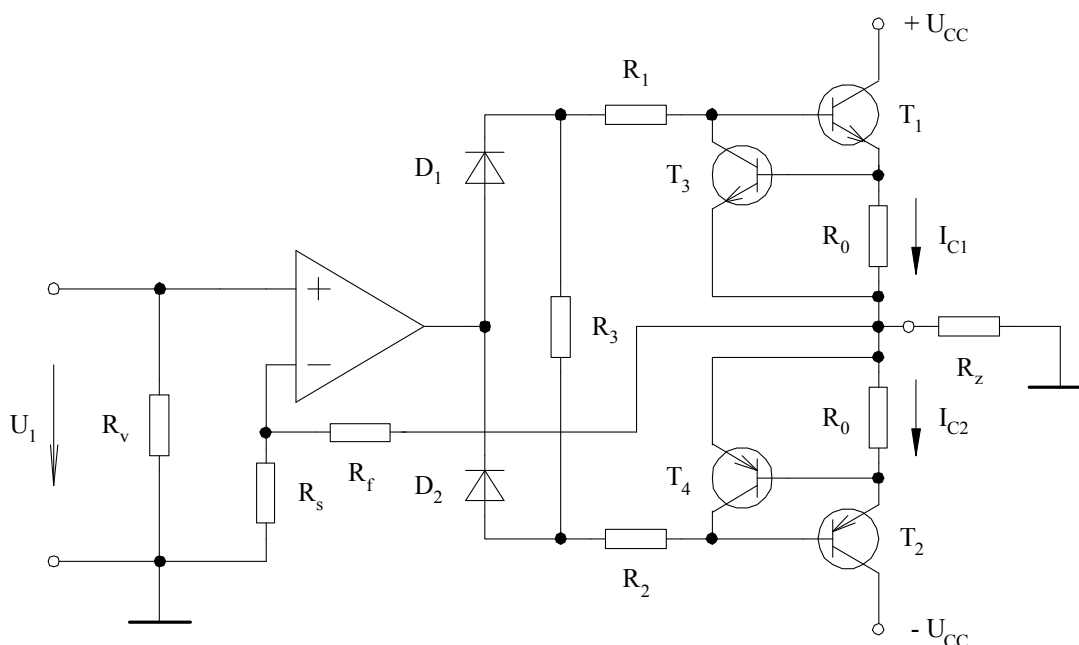
Obr. 26

Zesílení je dáno vztahem

$$A_u = 1 + \frac{R_f}{R_s}$$

R_z je zatěžovací odpor, jeho hodnotu musíme volit tak, abychom nepřekročili mezní parametry operačního zesilovače. Pro zajištění stability operačního zesilovače je nutné zapojit co nejbližže vývodů napájení OZ kondenzátory C_n s kapacitou přibližně 100 nF.

Proudový booster



Obr. 27

Činnost **proudového boosteru** (obr. 27) je následující: Při kladném výstupním napětí OZ je otevřena dioda D1 a výkonový tranzistor T1, při záporném napětí dioda D2 a výkonový tranzistor T2. Nadproudová ochrana je tvořena odpory R_0 a tranzistory T3 a T4.

Pokud proud I_{C1} , resp I_{C2} vyvolá na odporu R_0 úbytek napětí 0,6V, otevře se tranzistor T_3 , resp. T_4 a tím sníží buzení koncového tranzistoru T_1 , resp. T_2 .
 Odpory R_1 a R_2 jsou ochranné, zajišťují aby nebyl přetížen výstup operačního zesilovače. Volí se v rozmezí 100Ω až $1\text{ k}\Omega$, podle budicího proudu koncových tranzistorů T_1 a T_2 .
 Obvod tvořený prvky D_1, D_2, R_3 nastavuje pracovní třídu koncového zesilovače a snižuje přechodové zkreslení zesilovače, odpory R_s a R_f nastavují zesílení celého stupně, odpor R_v nastavuje definovanou hodnotu vstupního odporu celého zesilovače.

b) měřicí metody

Při měření přístrojového zesilovače, napěťového zesilovače a proudového boostru je třeba dbát na to, aby nebyly překročeny mezní parametry daných součástek (U_{cc} , $I_{zatěžovací}$, P_{dov}).

Pro měření kmitočtové závislosti přístrojového zesilovače je nutné zvolit kmitočtově vhodné měřicí přístroje, pracující alespoň do 1 MHz.

Při měření zatěžovací charakteristiky proudového boostru musíme volit vhodný zatěžovací rezistor, vzhledem k výkonovému zatížení. Dále musíme dbát na to, aby neměl velkou indukčnost, pracujeme na kmitočtu 1kHz.

5. Instrukce k postupu měření

Jako zdroj proměnného symetrického napájecího napětí můžeme použít např. dvojitý zdroj BS 525, jehož obě poloviny vhodně propojíme. Přitom je nutné připomenout, že zelené svorky na tomto zdroji jsou spojeny pouze s krytem zdroje (ochranným vodičem sítě) a nemá smysl je proto používat jako výstupní svorky.

Pro buzení přístrojového zesilovače při měření rozdílového zesílení můžeme použít buď dvě soufázová napětí odebíraná z jednoho zdroje např. pomocí potenciometru nebo jeden ze dvou vstupů připojit na nulu a přivádět signál pouze na druhý vstup zesilovače.

Při měření na různých zapojeních OZ si musíme taktéž uvědomit, že operační zesilovač není schopen dát na svém výstupu libovolnou velikost napětí ani proudu. Hodnoty těchto veličin jsou omezeny jednak velikostí saturačního napětí OZ (závisí na napájecím napětí a platí

$U_{sat} < U_B$), jednak velikostí jeho zkratového proudu. Proto je vždy nutné sledovat, jestli jsou s dostatečnou rezervou splněny podmínky

$$U_1 \cdot A_u < U_{2sat} \quad I_2 < I_{2k}$$

Vliv kmitočtu a mezní rychlosti přeběhu na dosažitelnou velikost výstupního napětí byl již rozebírán v příslušné části Teoretického rozboru úlohy „Měření základních vlastností OZ“.