

Použití OZ v měřicí technice

1. Zadání

A. Na realizovaných přípravcích:

- a) Stejnoseměrný mikroampérmetr pro rozsahy od $10 \mu\text{A}$ do 10 mA
Maximální přípustný úbytek napětí mezi svorkami mikroampérmetru $\Delta U = 10 \text{ mV}$.
Jako indikátor je použit ručkový měřicí přístroj na rozsahu 1 mA
- b) Ohmmetr s lineární stupnicí pro rozsahy od 100Ω do $100 \text{ k}\Omega$
Maximální přípustný ztrátový výkon na měřeném rezistoru $P_R = 100 \text{ mW}$.
Jako indikátor je použit ručkový měřicí přístroj na rozsahu $100 \mu\text{A}$ nebo 10 V .

B. Proved'te tato měření:

- a) nastavte nulu a citlivost přístrojů
- b) změřte korekční křivky přístrojů na dvou zadaných rozsazích
- c) určete maximální procentní chybu přístrojů na proměřovaných rozsazích a zařaďte je do odpovídající třídy přesnosti
- d) zhodnoťte dosažené vlastnosti přístrojů z hlediska požadavků zadání a možného použití přístrojů

2. Popis měřeného předmětu

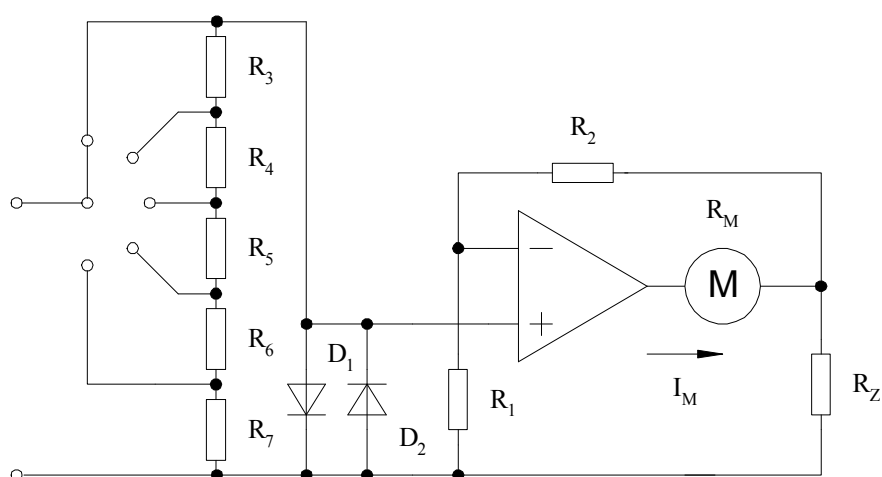
Zde se uvedou schemata realizovaných přípravků, dále pak důležité parametry použitých OZ. Vzhledem k v některých případech kladeným vysokým požadavkům na OZ, je nutné věnovat dostatečnou pozornost výběru vhodného operačního zesilovače, jeho napájení, způsobu kompenzace napěťového a proudového ofsetu, případně volbě vhodné kmitočtové korekce. Tato opatření vychází z obecných zásad práce s OZ, z výrobcem doporučených katalogových zapojení a měla by studentům být v dostatečné míře známa. Proto již dále nejsou v teoretickém rozboru uváděna.

3. Teoretický rozbor

a) vlastností měřeného předmětu

Měření proudu

Stejnoseměrný mikroampérmetr



Obr. 28

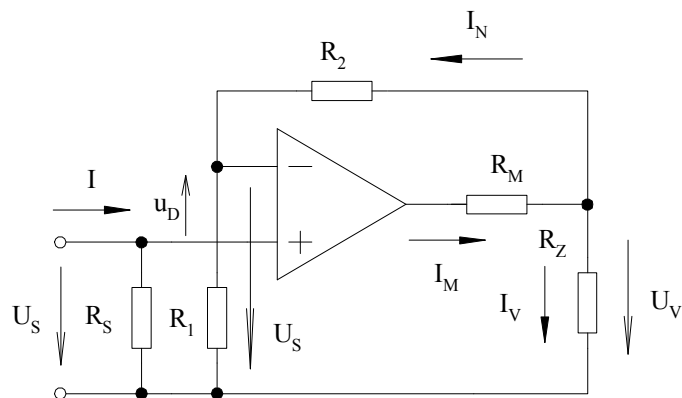
Základem zapojení je operační zesilovač v neinverující zapojení s ručkovým měřicím přístrojem (0 až I_M) na výstupu. Diody D_1 a D_2 chrání vstup OZ proti přetížení, dále je nutné ještě použít kompenzaci vlivu napěťového ofsetu OZ.

Zapojení můžeme pro účely odvození zjednodušit podle obr. 29. R_S je odpor spodní zařazené části vstupního odporového děliče.

Vliv horní, nezařazené části odporového děliče můžeme vzhledem k velkému vstupnímu odporu OZ zanedbat. Platí:

$$U_S = R_S \cdot I$$

Proud I_N tekoucí zpětnou vazbou je proudem větve s odporem $(R_1 + R_2)$ proudového děliče $(R_1 + R_2) \parallel R_Z$ napájeného proudem I_M . I_N vytvoří na odporu R_1 úbytek napětí, který se rovná úbytku napětí U_S na odporu R_S vzniklému průchodem měřeného proudu I .



Obr. 29

Měřicím přístrojem tedy prochází proud:

$$I_M = I \cdot R_S \cdot \left(\frac{R_Z + R_1 + R_2}{R_Z \cdot R_1} \right)$$

Zvolíme-li např. $R_2 = 147 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ a $R_Z = 150 \text{ }\Omega$ platí po dosazení a zaokrouhlení:

$$I_M = I \cdot R_S \cdot \left(\frac{147\text{k} + 3\text{k} + 150}{3\text{k} \cdot 150} \right) = \frac{I \cdot R_S}{3}$$

a odpor zařazené části děliče je:

$$R_S = 3 \cdot \frac{I_M}{I}$$

Přesnost měření závisí na přesnosti rezistorů vstupního děliče a třídě přesnosti měř. přístroje. Při výpočtu odporů vstupního děliče postupujeme u vícerozsahového ampérmetru od největšího rozsahu. Přitom vycházíme ze zvoleného úbytku napětí mezi vstupními svorkami mikroampérmetru, který musí být menší než je úbytek maximálně povolený. Malý úbytek (několik mV) je výhodný vzhledem k signálovému zdroji, ale klade značné nároky na napěťový ofset použitého OZ (zesilovač musí být kvalitní s malým vstupním zbytkovým napětím). Frekvenční korekce je standardní podle doporučení výrobce.

Měření odporu

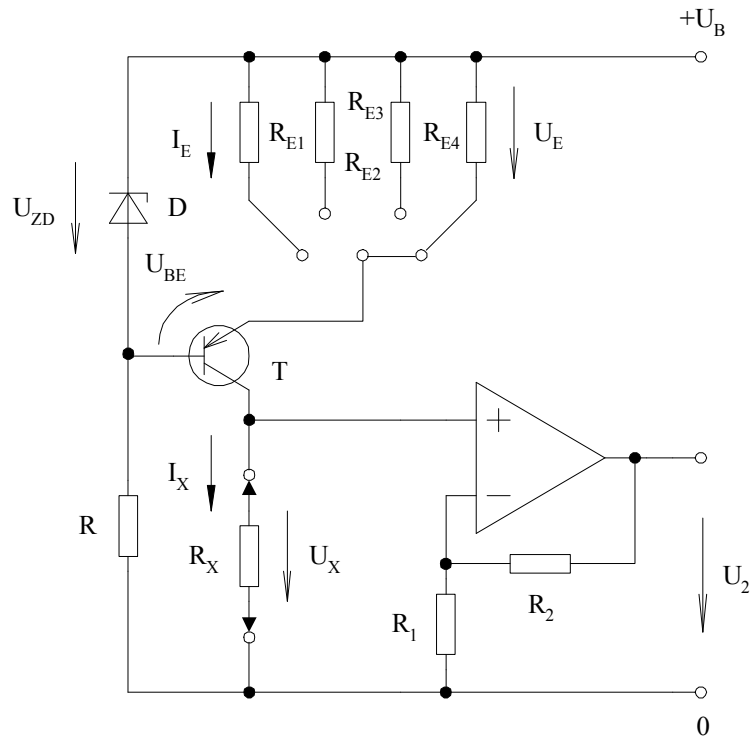
Ohmmetr s proudovým zdrojem

Proud vhodné velikosti z proudového zdroje protéká měřeným rezistorem. Úbytek napětí na něm je zesílen OZ v neinvertujícím zapojení.

Proudový zdroj se skládá z tranzistoru T, příslušného odporu R_E , určujícího měřicí rozsah a parametrického stabilizátoru se Zenerovou diodou D, stabilizujícího rozdíl napětí $U_E - U_{BE}$. Vhodný pracovní bod Zenerovy diody je nastaven odporem R. Pro napájení proudového zdroje je použito kladné napájecí napětí OZ. Při návrhu proudového zdroje vycházíme na každém rozsahu ze zvolené hodnoty proudu, která vytvoří na měřeném odporu výkonovou ztrátu menší než je maximálně povolená. Dále je nutné počítat a tomu přizpůsobit i návrh s

takovým úbytkem napětí na R_x , který nezpůsobí uzavření tranzistoru T, tím že potenciál jeho kolektoru bude kladnější než potenciál jeho báze.

Neinvertující zesilovač s OZ je určen k zesílení úbytku napětí na R_x na úroveň napěťového rozsahu indikátoru bez zatížení měřeného odporu R_x .



Obr. 30

b) měřicí metody

Z hlediska použitých metod měření se jedná o základní metody hodnocení přesnosti a cejchování měřicích přístrojů, které jsou studentům známy již ze 3. ročníku. Přitom je třeba si uvědomit, že u přístrojů s analogovým výstupem je korekční křivka závislost korekce v dílcích stupnice indikátoru na výchylce indikátoru opět vyjádřené v dílcích. Dále připomínám, že veškerá tato měření nemají smysl, není-li před vlastním ověřováním zkontrolována a nastavena nula přístroje a požadovaná citlivost (maximální výchylka přístroje na příslušném rozsahu).