

1. MĚŘÍCÍ PŘEVODNÍKY ELEKTRICKÝCH VELIČIN

1.1. MĚŘÍCÍ ZESILOVAČE

Častým úkolem v měřicí technice je zesílit el. signál - napětí nebo proud. K tomuto účelu se používají aktivní elektronické bloky tzv. zesilovače. Pro přesné zesílení signálu jsou využívány tzv. měřicí zesilovače. Měřicí zesilovače mohou plnit i řadu dalších funkcí např. impedanční oddělení, invertování (změnu polarity) signálu, sčítání několika signálů, integrování signálu, převádění napětí na proud nebo proudu na napětí, apod.

Základními požadavky na měřicí zesilovače jsou: definované zesílení a dosažení požadované hodnoty vstupní a výstupní impedance. Z hlediska zaručení požadované hodnoty zesílení (přenosu) A můžeme měřicí zesilovače rozdělit do čtyř základních kategorií:

1. zesilovač napětí (napětím řízený zdroj napětí):

2. převodník napětí na proud (napětím řízený zdroj proudu)

3. převodník proudu na napětí (proudem řízený zdroj napětí)

4. zesilovač proudu (proudem řízený zdroj proudu)

Požadovaných vlastností zesilovače dosáhneme pomocí vhodně zapojených vnějších prvků (pasivních součástek - rezistorů a kondenzátorů) k základnímu bloku zesilovače. Tyto součástky tvoří tzv. zpětnovazební síť zesilovače.

Z hlediska frekvenční závislosti zesílení A rozdělujeme zesilovače na zesilovače stejnosměrné a zesilovače střídavé.

Stejnosemnné zesilovače jsou schopny zesilovat stejnosměrný signál. Jejich napěťové zesílení A_u má průběh v závislosti na frekvenci přibližně podle obr. 1.1. A_{U0} je zesílení pro stejnosměrný signál.

obr. 1.1.
Frekvenční závislost zesílení
stejnosemného zesilovače

obr. 1.2.
Frekvenční závislost zesílení
střídavého zesilovače

Střídavé zesilovače nejsou schopny zesilovat stejnosměrný signál (např. v signálové cestě je zařazen kondenzátor). Mají mít konstantní zesílení v definovaném frekvenčním pásmu a minimální fázový posun výstupního napětí v tomto pásmu. (obr. 1.2.)

Základním blokem měřicího zesilovače je tzv. operační zesilovač.

Většina dnešních operačních zesilovačů má dvě vstupní svorky ("invertující vstup" označený - a neinvertující vstup" označený +) a jednu svorku výstupní. Základní symbol operačního zesilovače uvádí obr. 1.3.

obr. 1.3. Symbol operačního zesilovače

V obr. 1.3. jsou zakresleny pouze vývody důležité z hlediska zpracovávaných signálů. Zesilovač má ve skutečnosti ještě další vývody - pro napájecí zdroje (obvykle jeden pro kladné a jeden pro záporné napájecí napětí), pro tzv. frekvenční kompenzaci zesílení (kam se připojuje např. R-C člen pro dosažení stability obvodu) a pro kompenzaci vstupní napětíové nesymetrie. Tyto vývody se do funkčních schémat zapojení operačních zesilovačů obvykle nekreslí.

Napětíové zesílení zesilovače A_u je definováno vztahem

$$U_V = A_U(U_{1+} - U_{1-}) \quad (1.2.)$$

Operační zesilovače jsou stejnosměrné zesilovače se stejnosměrným napětíovým zesílením $A_U > 10^4$.

Chceme-li odvodit výraz pro přenos (zesílení A_{zv}) operačního zesilovače se zpětnovazební sítí, předpokládáme, že je operační zesilovač ideální, čili že je

Pak ovšem pro konečné výstupní napětí obvodu musí být , čili

$$(1.3.)$$

Dále předpokládáme, že do (ideálního) zesilovače neteče žádný proud, čili
(1.4.)

Základní zapojení operačního zesilovače jsou: **invertující zesilovač, neinvertující zesilovač, zdroj proudu řízený napětím a zdroj proudu řízený proudem.**

Schéma **invertujícího zesilovače** uvádí obr. 1.4.

Platí tedy

Odtud

obr. 1.4. Invertující zesilovač

Vstupní impedance obvodu je dána

$$R_{vst} =$$

Zvláštním případem invertujícího zesilovače je tzv. **invertor**, tj. invertující zesilovač s $R_1 = R_2$. Pro něj platí $U_2 = -U_1$ a používá se tehdy, když potřebujeme změnit polaritu signálu.

Jinou variantou je **převodník proudu na napětí**, kde je $R_1 = 0$. Pro výstupní napětí platí $U_2 = R_2 I_1$

Druhým základním zapojením je **neinvertující zesilovač**, jehož schéma uvádí obr. 1.5.

doplnit vzorce:

obr. 1.5. Neinvertující zesilovač

Obvod tedy nemění polaritu signálu. V důsledku platnosti (1.4.) je pro případ ideálního operačního zesilovače

$$R_{vst} \rightarrow$$

Prakticky je $R_{vst} > 10^9 \Omega$

obr. 1.6. Napěťový sledovač

Zvláštním případem tohoto obvodu je tzv. **napět'ový sledovač**, znázorněný na obr. 1.6.. Jde o neinvertující zesilovač při

$$R_1 \rightarrow \quad , \quad R_2 = \quad , \quad \text{a tedy} \quad U_2 =$$

Tento obvod má význam pro impedanční oddělení.

Zdroj proudu řízený napětím

můžeme realizovat dvěma základními způsoby, znázorněnými na obr. 1.7.

$$R_{Z\max} =$$

a)

$$R_{Z\max} =$$

b)

obr. 1.7. Základní zapojení zdrojů proudu řízených napětím

Je zřejmé, že jde o výše uvedená základní zapojení, v nichž je rezistor R_2 nahrazen zátěží R_Z , kterou prochází napětím řízený proud.

Platí: $I_2 =$ obr.1.7.a , resp. $I_2 =$ obr. 1.7.b

V obou případech nezávisí I_2 na velikosti odporu R_Z .

Nezávislost na R_Z musí ve skutečnosti platit pouze pro omezený rozsah hodnot R_Z . Omezení je dáno tím, že výstupní napětí zesilovače nemůže přesáhnout tzv. napětí nasycení (saturační napětí) U_{2s} .

Druhým omezením obou uvedených obvodů je to, že je lze použít pro neuzemněnou zátěž.

Zdroj proudu řízený proudem

Odpor R_1 a R_2 tvoří proudový dělič se vstupním proudem I_2 .

Proudový dělič a odvození :

obr. 1.8. Zesilovač proudu