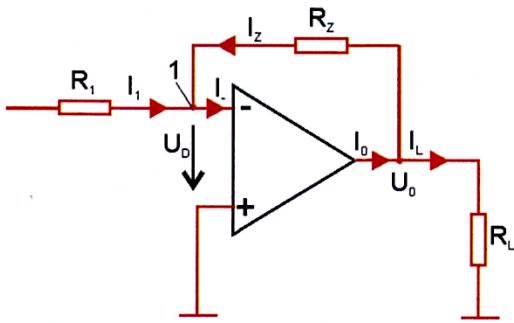


## Invertujúci napäťový zosilňovač :)

Zapojenie na obrázku 3 predstavuje jednu z najčastejšie používaných operačných sietí.



Obrázok 3 - Invertujúci napäťový zosilňovač

$R_1$  - vstupný odpor

$R_L$  - záťaž

$R_Z$  - spätnoväzbový odpor

$U_1$  - vstupné napätie

$U_D$  - diferenčné napätie

$U_0$  - výstupné napätie

Napätie  $U_1$  je privádzané na invertujúci vstup (-) cez odpor  $R_1$ . Do tohto uzla (bod 1) je súčasne zapojený cez odpor  $R_Z$  výstup zosilňovača. Odpor  $R_L$  pripojený z výstupu na zem predstavuje záťaž. Neinvertujúci vstup (+) je uzemnený.

Bod (uzol) 1 sa nazýva nulový bod (virtuálna zem) a má proti zemi nulové napätie. Za predpokladu, že ide o ideálny operačný zosilňovač, musí pre bod 1 platiť:

$$U_D = 0$$

$$I_- = 0$$

Ak má byť prúd  $I_- = 0$ , musí byť prúd kompenzovaný prúdom a musí teda platiť (I. Kirchhoffov zákon):

$$I_1 + I_Z = 0$$

a z toho

$$I_1 = -I_Z \text{ (a)}$$

**Vstupné napätie  $U_1$**  je celé vložené na odpor  $R_1$  (jeho pravý koniec je virtuálne uzemnený) a vyvoláva ekvivalentný vstupný prúd  $I_1$  (z Ohmovho zákona):

$$U_1 = R_1 \cdot I_1$$

a z toho:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \text{ (b)}$$

**Výstupné napätie  $U_0$**  je vložené na odpor  $R_Z$  a je príčinou vzniku spätnoväzbového prúdu  $I_Z$ . Podobne ako v predchádzajúcom prípade platí z Ohmovho zákona:

$$U_0 = R_Z \cdot I_Z \text{ (c)}$$

a z toho:

$$I_Z = \frac{U_Z}{R_Z}$$

Výstupným prúdom  $I_Z$  je napájaný tak spätnoväzbový odpor  $R_Z$ , ako aj odpor záťaže  $R_L$ , a teda platí:

$$I_0 = I_Z + I_L$$

Dosadením rovníc (b) a (c) do rovnice (a) dostaneme operačnú rovnicu invertujúceho napäťového zosilňovača:

$$I_1 = -I_Z$$

$$\frac{U_1}{R_1} = -\frac{U_0}{R_Z}$$

a po úprave:

$$U_0 = -\frac{R_Z}{R_1} \cdot U_1$$

prípadne:

$$\frac{U_0}{U_1} = -\frac{R_Z}{R_1}$$

Je zrejmé, že z poslednej rovnice platí:

$$A = \frac{U_0}{U_1} = -\frac{R_Z}{R_1}$$

čiže zosilnenie  $A$  obvodu je určené záporným pomerom odporov  $R_Z$  a  $R_1$ .

Rozborom predchádzajúcej rovnice dostaneme:

- pre spätnoväzbový odpor  $R_Z=0$  bude zosilnenie  $A=0$ ,
- pre vstupný odpor  $R_1=0$  bude zosilnenie nekonečné,
- vstupný odpor je daný veľkosťou odporu  $R_1$ ,
- výstupný odpor je nulový – operačná rovnica nezávisí od odporu  $R_L$ ,
- výstupná veličina má opačnú polaritu (prípadne fázu) ako veličina vstupná.

### Všeobecná rovnica invertujúceho napäťového zosilňovača

V operačnej rovnici možno ohmické odpory  $R_Z$  a  $R_1$  nahradiť všeobecnými impedanciami  $Z_Z$  a  $Z_1$ , ktoré sa môžu vytvoriť kombináciami tak pasívnych, ako aj aktívnych prvkov. Ideálna rovnica všeobecného invertujúceho zosilňovača bude mať tvar:

$$U_0 = -U_1 \cdot \frac{Z_Z}{Z_1}$$

[Operačný zosilňovač jednoducho](#)



## [Operačné zosilňovače](#)

Dobré, použiteľné stránky:

- [Operačný zesilovač - zapojení s neinverzijícím vstupem](#),
- [Operačný zesilovač - zapojení s inverzijícím vstupem](#).