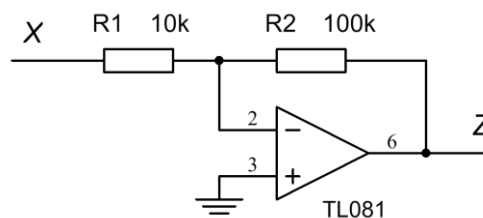


## 8 Ojačevalnik

### 8.1 Ozadje

Operacijski ojačevalnik (OPAMP) ima veliko ojačenje (100000), a je precej odvisno od izdelave, zato se nanj ne gre zanašati. OPAMP zato raje opremimo z dodatnimi uporniki, ki določajo in zmanjšajo ojačenje. Ker so uporniki izdelani precej natančno (nekaj odstotkov tolerance, morda bolje), je ojačenje takega vezja konstantno in neodvisno od lastnosti OPAMP. Shema vezja ojačevalne stopnje (invertirajoči ojačevalnik) je na sliki 8.1. Ojačenje  $G$  določa razmerje upornikov:  $G = -R_2/R_1$ . Ojačenje je sicer bistveno manjše, kot ga zmore operacijski ojačevalnik, a je stabilno in neodvisno od variacij med različnimi operacijskimi ojačevalniki istega tipa.

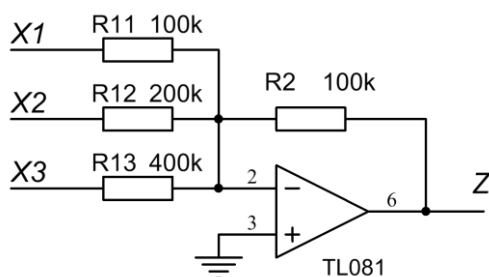


SLIKA 8.1: OPERACIJSKI OJAČEVALNIK V VEZJU, KI POVEČA IN OBRNE SIGNAL

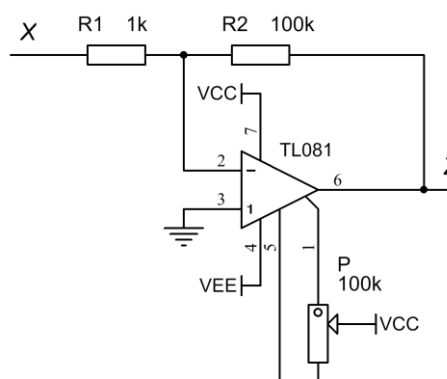
**Pozor!** Na shemi niso narisani priključki za napajalno napetost. V našem primeru sta nožici za napajanje vezani enako, kot v prejšnji vaji »Komparator«: nožica 7 je vezana na +12V, nožica 4 je vezana na -12V. Obakrat sta dodana dva kondenzatorja med napajanja in ozemljitev; razlogi so bili podani pri vaji »Komparator«. Isto velja za dodan upornik od izhoda OPAMP do kabla proti osciloskopu: ta preprečuje oscilacije, ki jih povzroča kabel. Če uporabimo prave sonde za osciloskop z delilnim razmerjem 10:1, upornik ni potreben.

Stopnjo lahko dopolnimo tako, da sešteva več vhodnih signalov. Treba je le dodati več upornikov od invertiranega vhoda OPAMP do preostalih vhodnih signalov. Za vsakega od vhodnih signalov je ojačenje določeno z razmerjem  $G_x = -R_2/R_{1x}$ . Tako lahko na primer sestavimo vezje po sliki 8.2, kjer je ojačenje za prvi vhodni signal X1 enako -1, za drugi vhodni signal X2 enako -1/2 in za tretji vhodni signal X3 enako -1/4.

Pri stopnji z OPAMP bi morala biti izhodna napetost natanko nič takrat, ko je vhodna napetost enaka nič. Žal za vezja realnim OPAMP to ne drži popolnoma; izhodna napetost je zaradi nepopolne izdelave OPAMP (to lastnost imenujemo »offset«) od nič različna, a jo lahko spravimo nazaj na nič s potenciometrom, ki ga vežemo med temu namenjene priključke OPAMP po sliki 8.3.



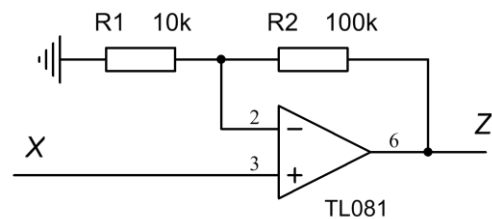
SLIKA 8.2: STOPNJA, KI SEŠTEVA SIGNALE



SLIKA 8.3: KOMPENZIRANJE »OFFSETNE« NAPETOSTI

Zgoraj opisana ojačevalna stopnja obrača signal, njena vhodna upornost znaša  $R_1$  ( $R_x$ ). Če nam ti dve lastnosti ne ustrezata, sestavimo ojačevalnik po shemi na sliki 8.3; sestavili smo neinvertirajoči

ojačevalnik. Tokrat je ojačenje definirano z:  $G = 1 + R2/R1$ . Takšna stopnja ima teoretično neskončno vhodno upornost (ne jemlje toka iz vira signala), zato je zelo primerna za ojačevanje signalov iz senzorjev z veliko vhodno upornostjo.



SLIKA 8.4: OPERACIJSKI OJAČEVALNIK V VEZJU, KI POVEČA IN NE OBRNE SIGNALA

## 8.2 Naloga

### 8.2.1 Sestavi vezje po shemi 8.1. in ga preskusi

- Na vhodno sponko vezja X priključi harmonski signal iz funkcijskega generatorja, frekvenca naj bo blizu 1kHz, amplituda pa okoli 100mV ter opazuj izhodni signal. Nato spreminjaj obliko, velikost in frekvenco vhodnega signala X.
  - ✓ Kako je videti izhodni signal v relaciji z vhodnim? Kdaj lahko govorimo o ojačevalniku?
  - ✓ Izmeri ojačanje vezja?
  - ✓ Opazuj relacijo Z-X na zaslonu osciloskopa pri majhni frekvenci (harmonskega) vhodnega signala. Kako se relacija navidezno spremeni pri večjih frekvencah? Zakaj?

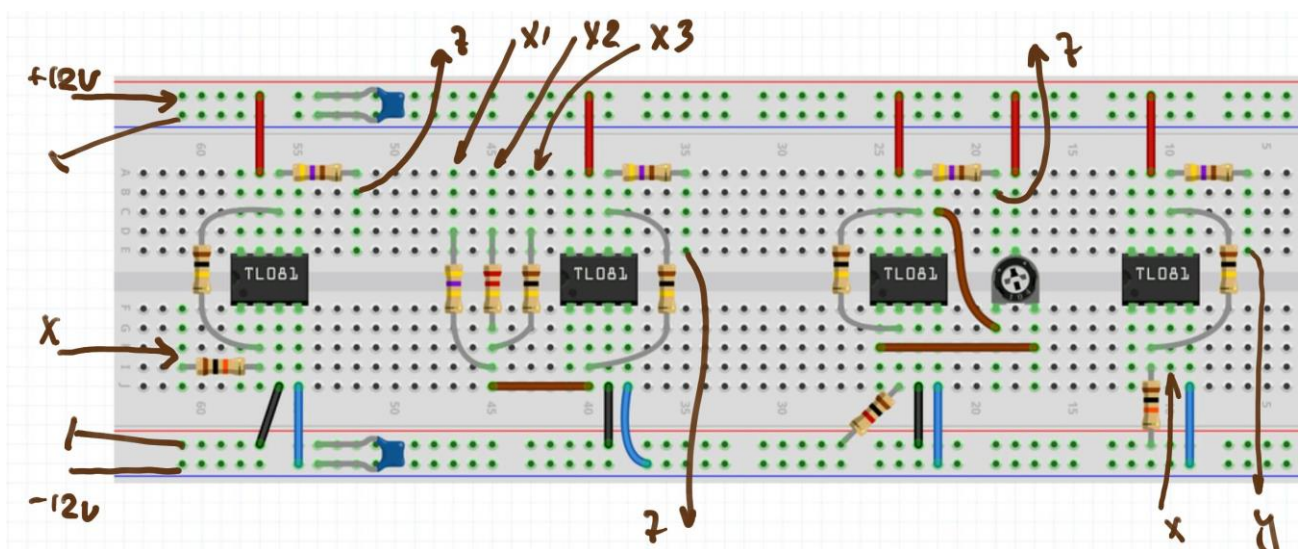
### 8.2.2 Sestavi vezje po sliki 8.2 in ga preskusi

- Ojačevalniku s slike 8.1 smo dodali dva upornika, zdaj vezje z različnimi utežmi ojačuje tri vhodne signale. Za vhodne signale uporabi konstantno napetost +5V.
  - ✓ Izmeri izhodne napetosti za različne kombinacije vhodnih signalov:

X1[V]	X2[V]	X3[V]	Z[V]	X1[V]	X2[V]	X3[V]	Z[V]
0	0	0		+5	0	0	
0	0	+5		+5	0	+5	
0	+5	0		+5	+5	0	
0	+5	+5		+5	+5	+5	

### 8.2.3 Sestavi vezje po sliki 8.3 in preskusi kompenziranje »offsetne napetosti«

- ✓ Preveri, kako daleč je mogoče spraviti izhodno napetost (kompenzirati »offset«) z vrtenjem potenciometra P pri vhodni napetosti X 0 0V.
- ✓ Ker je območje nastavljanja preveliko, navadno v serijo z drsnikom vstavimo upornik R = 47k.



SLIKA 8.5: PREDLAGANI RAZPORED ELEMENTOV NA PROTOTIPNI PLOŠČI

✓ *Pozor! Različni tipi operacijskih ojačevalnikov imajo vsak svoj način kompenzacije. Pred sestavljanjem vedno preveri navodila proizvajalca!*

8.2.4 Sestavi vezje po sliki 8.4 in preveri delovanje

✓ Z meritvijo potrdi, da je izhodni signal enajstkrat večji od vhodnega signala.