

## POJAČALA TUTORIAL by Juraaa

Pošto dosta ljudi zbunjuju silne struje i silni naponi koje treba računati kod pojačala, postoji lakši način a to je preko potencijala čvorova.

Dakle kod potencijala čvorova gledamo samo napone i otpore. Ako su zadani otpori, kondenzatori, zavojnice možemo izračunati potencijal čvora u kojem se nalazi a kad nađemo napon, preko ohmovog zakona se lako nađe struja.

Sve se svodi na određivanje 2 do maksimalno 3 napona koja će se na kraju izraziti kao pojačanje ili na nekakav konkretni napon koji se traži, a gotovo uvijek će jedan dio jednadžbe otpasti pošto u 99% slučajeva je 1 čvor zbog virtualnog kratkog spoja uzemljen.

Kod potencijala čvorova se koristi vodljivost grane odnosno ako je između čvora 1 i čvora 2 otpor  $R_1$  onda je vodljivost grane  $1/R_1$ , ako su u seriji recimo  $R_1$  i  $R_2$  onda je otpor grane  $R_1+R_2$  odnosno vodljivost iznosi  $1/(R_1+R_2)$ .

Predpostavljam da znate što su grane a što su čvorovi pošto ste svi slušali OE, a za one koji ne znaju shvatit će iz primjera ☺

Dakle da započnemo sa jednostavnim primjerom pa ćete skužiti sve preko konkretnog rješavanja, da ne pišem teoretski dio.

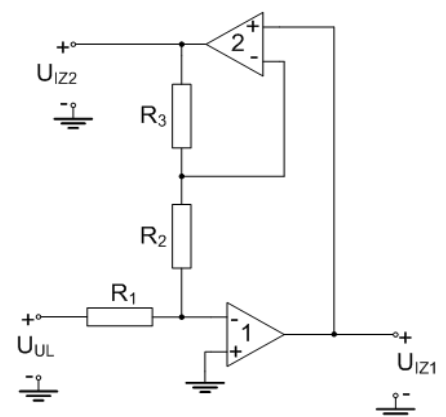
---

### ZAVRŠNI 2008/2009.

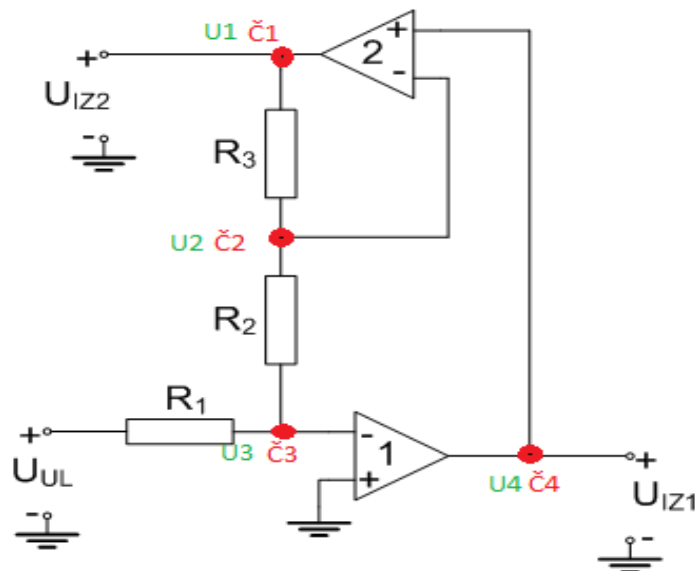
#### 5. ZADATAK

Za sklop na slici zadano je  $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$  i  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ . Operacijska pojačala su idealna.

- 5.1. Odrediti vrijednost otpornika  $R_1$ , ako je izlazni napon  $U_{IZ2} = 7,5 \text{ V}$  i ulazni napon  $U_{UL} = -0,225 \text{ V}$ . (1 bod)
- 5.2. Odrediti vrijednost otpornika  $R_1$ , ako je izlazni napon  $U_{IZ1} = 2,5 \text{ V}$  i ulazni napon  $U_{UL} = -0,225 \text{ V}$ . (1 bod)
- 5.3. Odrediti vrijednost napona  $U_{IZ1}$ , ako je ulazni napon  $U_{UL} = 0,3 \text{ V}$  i  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)
- 5.4. Odrediti vrijednost napona  $U_{IZ2}$ , ako je ulazni napon  $U_{UL} = 0,3 \text{ V}$  i  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)



Samo slika sa označenim čvorovima (uzmite si nazive kako želite, meni je ovako najlakše:



Dobro, krećemo sa zadatkom. Prvo što vrijedi kod potencijala čvorova da se ne pišu jednačbe za izlaze iz pojačala. Dakle čvorove Č1 i Č4 ne pišemo u jednačbu (dakle da ne bi bilo zabune, ne pišemo ih u jednačbu ali ćemo ih koristiti dalje).

Čvorovi koji su nam ostali su Č2 i Č3. Naponi na tim čvorovima su U2 i U3.

Sada slijedi najvažniji dio iz kojeg se sve izvlači. Pošto imamo 2 čvora biti će dvije jednačbe koje se postavljaju na sljedeći način:

**Napon Čvora \* Vodljivost – Naponi na susjednim čvorovima \* vodljivost = 0**

Pa idemo primjeniti to na čvor 2:

Napon na Č2 je U2, otpori u susjednim granama su R3 i R2 a naponi koji se nalaze na drugom kraju su U1 i U3. Sad, što se može reći za U1?

$U_1 = U_{IZ2}$  pošto su spojeni samo žicom bez ikakvih elemenata između. Za U2 ne vrijedi da je  $U_2 = U_U$  jer je između njih otpor R1. Kad smo ustanovili sve poznate otpore i napone, uvrstimo sve u gornju formulu:

$$U_2 * (1/R_3 + 1/R_2) - U_1 * (1/R_3) - U_3 * (1/R_2) = 0$$

Sada U1 zamijenimo sa  $U_{IZ2}$

$$\underline{U_2 * (1/R_3 + 1/R_2) - U_{IZ2} * (1/R_3) - U_3 * (1/R_2) = 0}$$

1. jednačba

Preostao nam je čvor **Č3**. Pogledamo grane koje se spajaju u njega. To je grana sa otporom  $R_1$  i sa naponom na drugom kraju koji iznosi  $U_{UL}$  te  $R_2$  na čijem se drugom kraju nalazi napon  $U_2$ . Opet sve stavimo u gornju formulu:

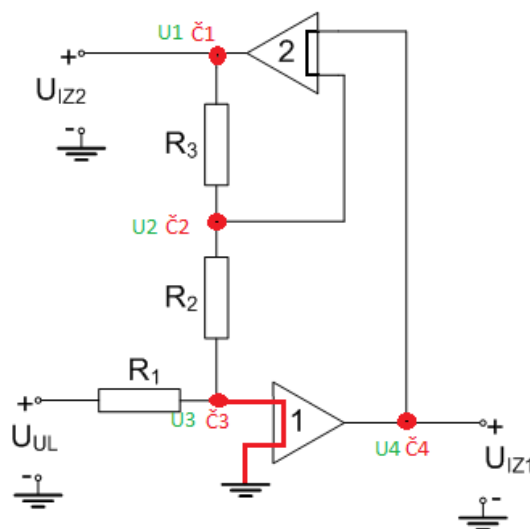
$$U_3 \cdot (1/R_1 + 1/R_2) - U_{UL} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0 \quad 2. \text{ jednažba}$$

Ono što smo sada dobili je sustav od 2 jednažbe:

$$U_2 \cdot (1/R_3 + 1/R_2) - U_{IZ2} \cdot (1/R_3) - U_3 \cdot (1/R_2) = 0$$

$$U_3 \cdot (1/R_1 + 1/R_2) - U_{UL} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0$$

Sada sljedi sljedeći korak a to je primjena virtualnog kratkog spoja. Virtualni kratki spoj znači da su + i – stezaljke pojačala na istom potencijalu odnosno vizualno bismo si to predložili ovako:



Što vidimo sada sa slike? Vidimo da je sada čvor **Č3** uzemljen odnosno napon  $U_3=0$

Sada svugdje gdje se nalazi  $U_3$  u gornjih 2 jednažbe, zamjenjujemo sa 0 i dobivamo podosta skraćene jednažbe:

$$U_2 \cdot (1/R_3 + 1/R_2) - U_{IZ2} \cdot (1/R_3) - \cancel{U_3 \cdot (1/R_2)} = 0 \rightarrow U_2 \cdot (1/R_3 + 1/R_2) - U_{IZ2} \cdot (1/R_3) = 0$$

$$\cancel{U_3 \cdot (1/R_1 + 1/R_2)} - U_{UL} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0 \rightarrow -U_{UL} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0$$

I to je praktički 90% posla. U 1. djelu zadatka se traži  $R_1$ . Jednostavno se  $R_1$  iz druge formule iz nazivnika prebaci u brojnik i iz 1. jednažbe izrazi  $U_2$  i ubaci u 2.

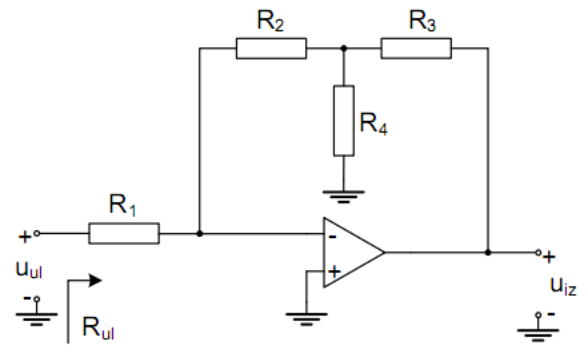
Dobivamo da je  $R_1 = -U_{ul}/(U_{iz}/40)$  odnosno  $R_1 = (-40 \cdot U_{ul})/U_{iz} = \dots$  uvrstimo vrijednosti... = 1.2 kOhma. U sljedećim se zadacima vrti jedno te isto a kad se traži  $U_{iz1}$ , možete primjetiti da je on jednak  $U_2$  zbog virtualnog kratkog spoja ☺

## PONOVLJENI ZAVRŠNI 2008/2009

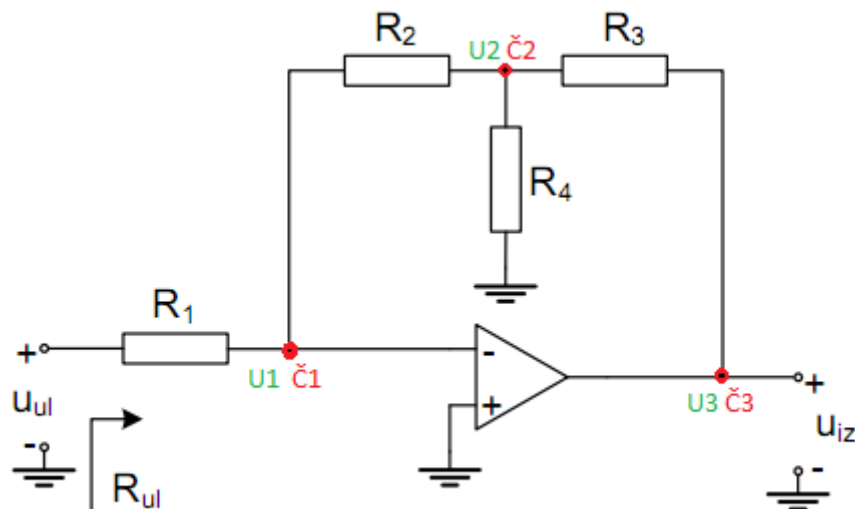
### 5. ZADATAK

Operacijska pojačala su idealna.

- 5.1. Odrediti naponsko pojačanje  $A_V = u_{ul}/u_{iz}$ . Zadano je  $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 6,8 \text{ k}\Omega$  i  $R_4 = 6,8 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)
- 5.2. Odrediti ulazni otpor  $R_{ul}$ . Zadano je  $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 6,8 \text{ k}\Omega$  i  $R_4 = 6,8 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)
- 5.3. Odrediti vrijednost izlaznog napona  $U_{iz}$ , ako je ulazni napon  $U_{ul} = 0,55 \text{ V}$ . Zadano je  $R_1 = 22 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 6,8 \text{ k}\Omega$  i  $R_4 = 6,8 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)
- 5.4. Odrediti vrijednost ulaznog napona  $U_{ul}$ . Zadano je  $U_{iz} = 13 \text{ V}$ ,  $R_1 = 11 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 6,8 \text{ k}\Omega$  i  $R_4 = 6,8 \text{ k}\Omega$ . (1 bod)



Idemo ponovo na prvi korak, a to je označavanje čvorova:



Rekli smo da prvo pogledamo koji su čvorovi izlaz iz nekog pojačala. U ovom slučaju to je samo čvor  $\text{Č3}$  i za njega ne pišemo jednačbu.

Dalje smo rekli da pogledamo napone, te u ovom slučaju  $U_2$  i  $U_1$  ostaju isti a  $U_3$  možemo zamijeniti sa  $U_{iz}$  jer su na istom potencijalu i povezuje ih samo žica.

Pišemo za  $\text{Č1}$ : Napon čvora \* vodljivost okolnih grana – Napon okolnih \* vodljivosti = 0

$$U_1 \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - U_{ul} \cdot \left( \frac{1}{R_1} \right) - U_2 \cdot \left( \frac{1}{R_2} \right) = 0$$

Prva jednačba

Pišemo za Č2:

$$U_2 \cdot (1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4) - U_{iz} \cdot (1/R_3) - U_1 \cdot (1/R_2) = 0$$

Druga jednačina

Rekli smo da sada primjenjujemo princip virtualnog kratkog spoja odnosno kratko spajamo + i – stezaljke pojačala. Ako to napravimo za naše pojačalo vidjet ćemo da je napon  $U_1$  uzemljen pa je njegov iznos jednak nuli. Sada opet to uvrstimo u jednačine koje smo postavili. Dobivamo:

$$\cancel{U_1 \cdot (1/R_1 + 1/R_2)} - U_{ul} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0 \rightarrow -U_{ul} \cdot (1/R_1) - U_2 \cdot (1/R_2) = 0$$

$$U_2 \cdot (1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4) - U_{iz} \cdot (1/R_3) - \cancel{U_1 \cdot (1/R_2)} = 0 \rightarrow$$

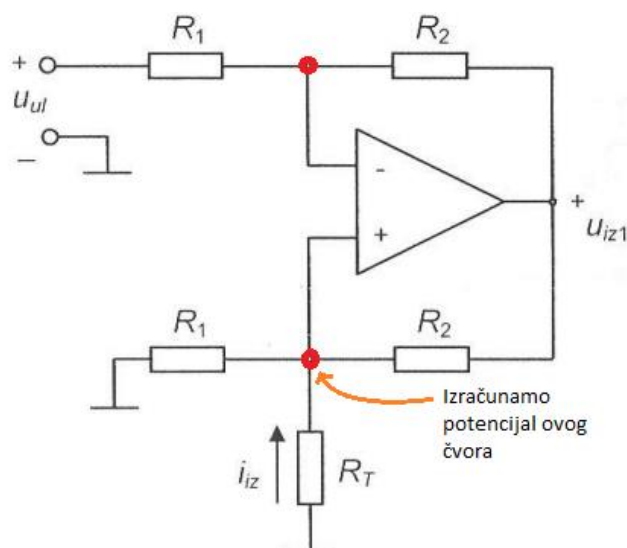
$$U_2 \cdot (1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4) - U_{iz} \cdot (1/R_3) = 0$$

Opet smo dobili 2 jednačine iz kojih nam je gotovo sve poznato. Prebacivanjem sa jedne strane na drugu iz jedne jednačine u drugu dobit ćete pojačanje  $A_v = (-64.9)$ .

Dalje se traži ulazni otpor a to je otpor  $R_1$  koji iznosi 2.2kOhma

Ostalo se sve svodi na drugačije nepoznanice i baratanje sa matematikom.

Jedina stvar koja je ostala za kraj jest računanje struja. Kao što je sada u završnom 2010/2011 došlo da se izračuna struja kroz neki otpor, na prvi pogled je malo zbunjujuće ali je riječ samo o 1 dodatnoj formuli. To je formula Ohmovog zakona odnosno  $I = U/R$ . Pogledajmo zadatak:



Ako pogledate bolje ova 2 označena čvora su na istom potencijalu zbog virtualnog kratkog spoja. Izračunamo koliko on iznosi i podjelimo ga sa otporom  $R_T$  jer je po definiciji napon u grani jednak  $U_2 - U_1$ .  $U_2$  bi ovdje bio donji čvor a  $U_1$  bi bila masa. Zato je napon ove grane jednaka  $U_2 - U_1 = U_2 - 0 = U_2$ . Primjenimo Ohmov zakon i dobivamo da je  $I_{iz} = U_2 / R_T$ . Ja sam tako riješio i dobio sve bodove.

Ako nešto nije jasno ili sam krivo napisao slobodno me ispravite pa ću nadopuniti.

Sretno sa ovim zadatkom, trebali bi svi skupiti ovih laganih 5 bodova 😊