

Uređaj za korekciju hoda pacijenta

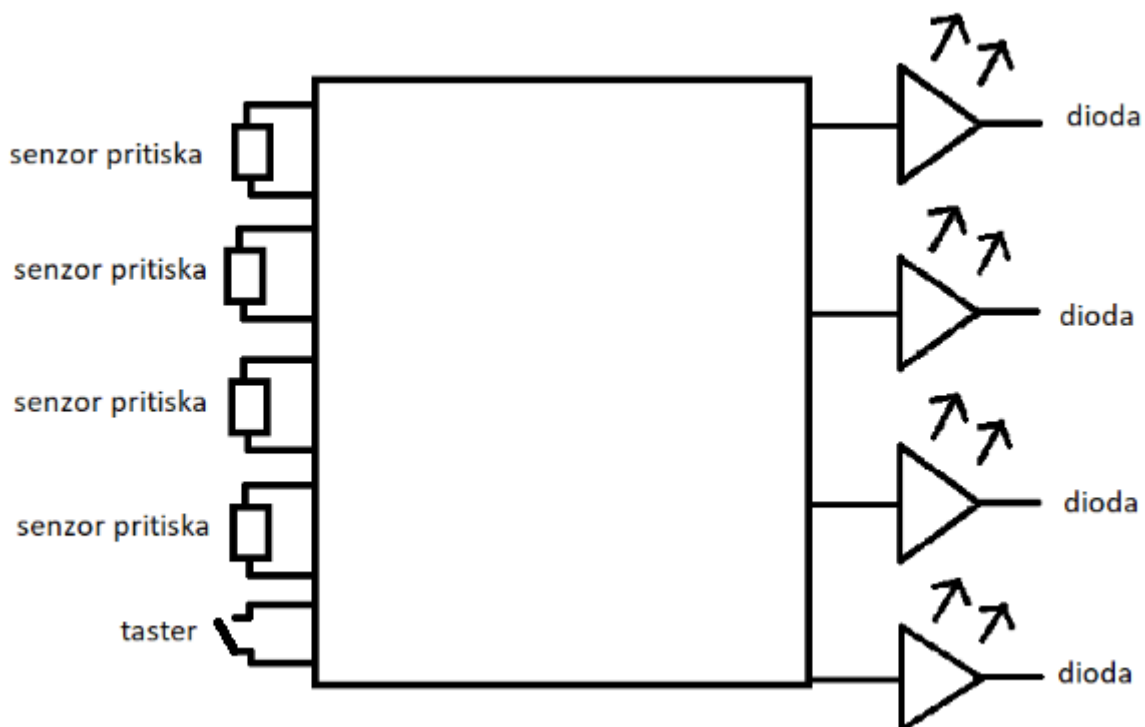
Autor: Munćan Simon

Pritisak koji noga ostvaruje na podlogu meri se pomoću 4 senzora koji su raspoređeni u ulošku cipele tako da mere pritisak koji noga ostvaruje na prednji levi, zadnji levi, prednji desni i zadnji desni deo cipele. Postoji i taster koji se aktivira kad se pacijent osloni na nogu na kojoj se vrše merenja.

Kad se aktivira taster u cipeli (kad se pacijent osloni na nogu na kojoj se vrši merenje rasporeda opterećenja), treba izmeriti pritisak na sva četiri senzora. Senzori su otporni, linearni i identični, otpornosti $15\text{ k}\Omega$ kad su neopterećeni i sa pozitivnim nagibom od $2\text{ k}\Omega/\text{kg}$ opterećenja. Na osnovu razlike pritisaka treba upaliti dve LED diode od četiri, koje pokazuju da li je pacijent više opteretio levu ili desnu stranu (uključuju se leva, odnosno desna LED dioda), odnosno da li je više opteretio prednju ili zadnju stranu (uključuju se prednja, odnosno zadnja LED dioda). Signal za uključivanje LED dioda napraviti korišćenjem diferencijalnih pojačavača i komparatora koji porede razliku dva napona sa nulom, i ako je razlika manja od nule, pali jednu, a ako je veća od nule, pali drugu LED diodu. Obezbediti prelaznu zonu oko nule (histerezis) u kojoj neće biti upaljena LED dioda.

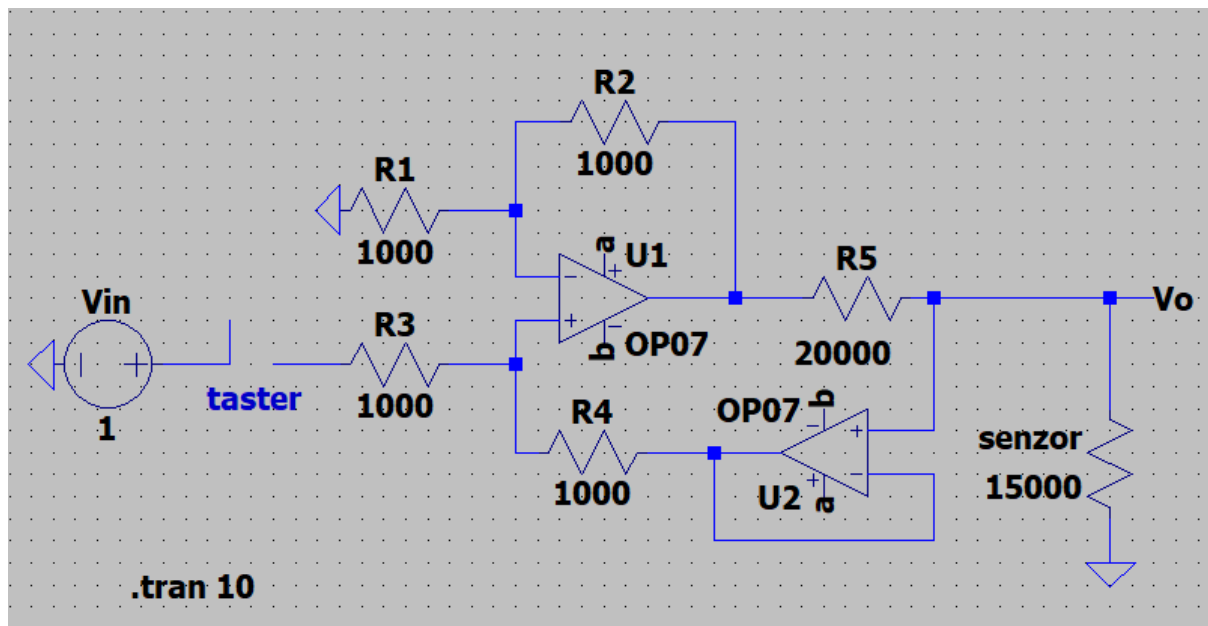
Kad taster u cipeli nije aktiviran (pacijent nije oslonjen na tu nogu), sve LED diode treba da budu ugašene.

Blok dijagram



slika 1.1

Na slici 1.1 nalazi se blok dijagram sa ulazima i izlazima. Na ulazu kola imamo 4 linearna senzora na pritisak kao i jedan taster. Dok na izlazu imamo 4 LED diode.



slika 1.2

Na slici 1.2 nalazi se strujni izvor pomoću kog učitavamo podatke sa senzora. U grani gde se nalazi otpornik R5 dobijamo konstatnu struju I koju računamo po formuli:

$$I = V_{in} \cdot R_2 / R_1 \cdot R_5 \Rightarrow I = 50 \mu A$$

Na osnovu struje I možemo izračunati izlazni napon Vo.

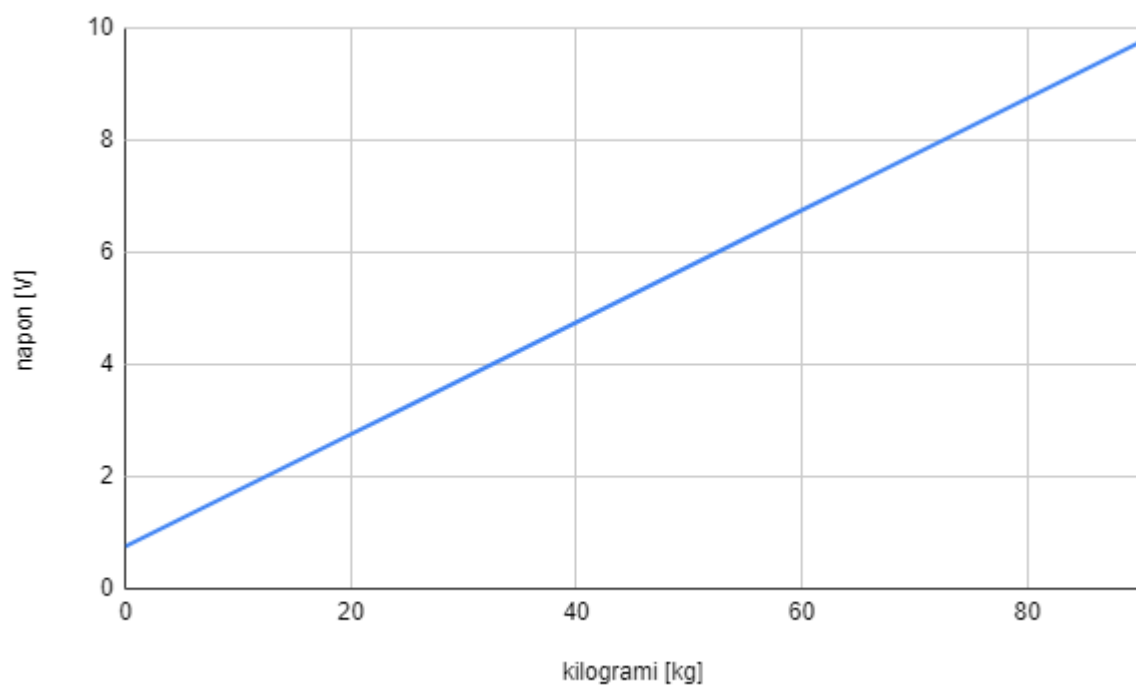
U neopterećenom režimu pri otpornosti od 15kΩ, Vo = 750mV

Maksimalan napon je 10V, što odgovara težini od 92.5kg.

Senzor je linearan i sa pozitivnim nagibom od 2kΩ/kg

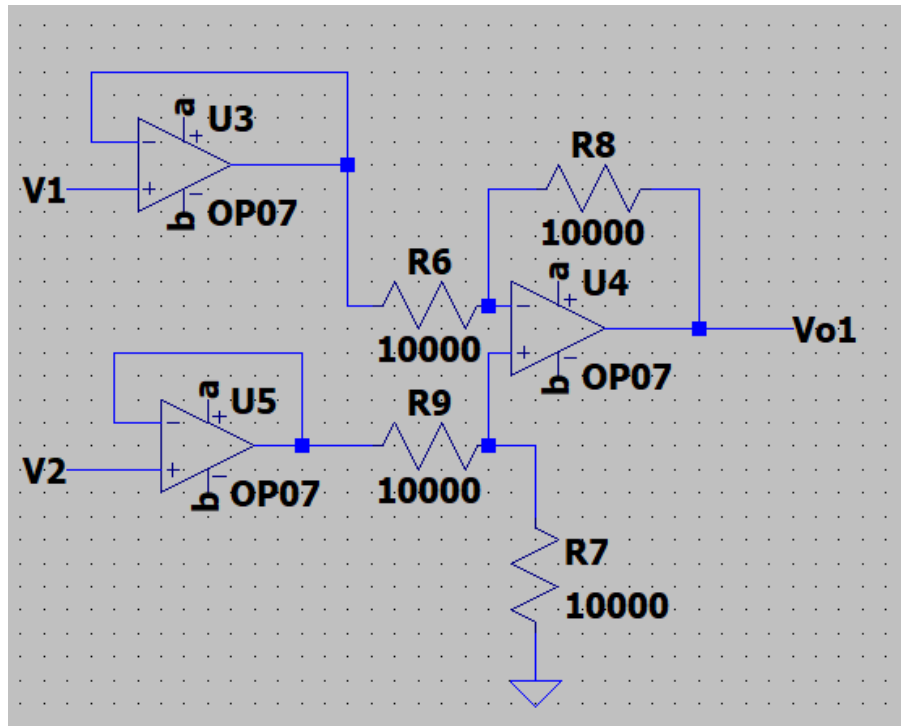
Kilogrami [kg]	Otpornost [Ω]	Napon [V]
0	15000	0,75
5	25000	1,25
10	35000	1,75
15	45000	2,25
20	55000	2,75
25	65000	3,25
30	75000	3,75
35	85000	4,25
40	95000	4,75
45	105000	5,25
50	115000	5,75
55	125000	6,25
60	135000	6,75
65	145000	7,25
70	155000	7,75
75	165000	8,25
80	175000	8,75
85	185000	9,25
90	195000	9,75
92.5	200000	10

slika 1.3



slika 1.4

Na slici 1.3 i 1.4 možemo videti odnos težine i napona, odnosno linearni odnos napona na senzoru sa kilogramima osobe.



slika 1.5

Na slici 1.5 prikazan je diferencijalni pojačavač. Napon V1 je napon očitán na senzoru sa leve strane, dok napon V2 je očitán sa desnog senzora.

Operacioni pojačavač U3 i U5 služe kao bafer, odnosno da razdvojimo impedansu od strujnog izvora i diferencijalnog pojačavača.

Dobijeni napon Vo1 može biti pozitivan odnosno negativan u zavisnosti da li smo opteretili više levi ili desni deo stopala.

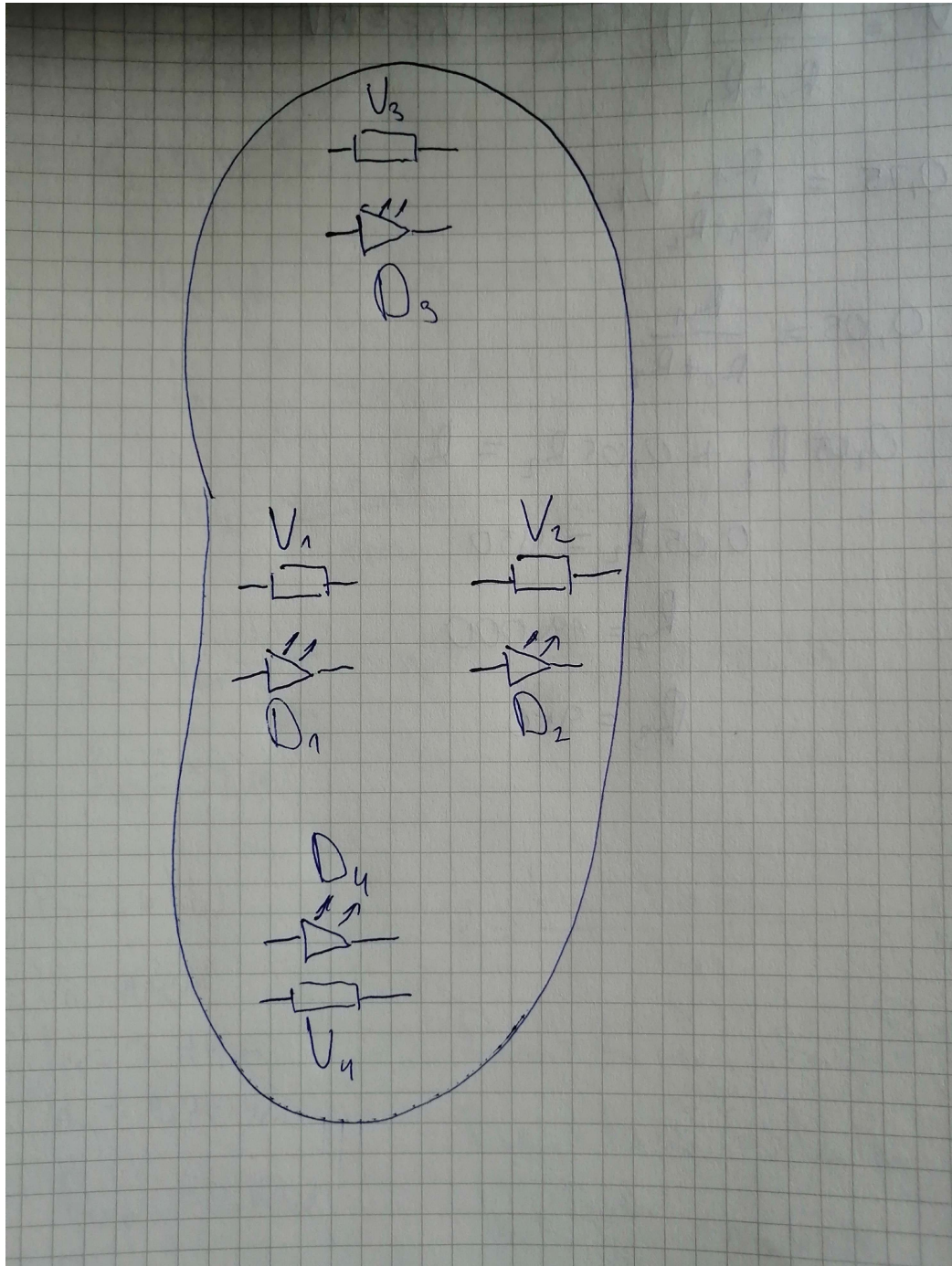
Ako je razlika napona Vo1 u rasponu od -0.75V do 0.75V, može se reći da smo ravnomerno opteretili gornji deo stopala.

Isti princip koristimo kod poređenja prednjeg i zadnjeg dela stopala.

Navešćemo 5 osnovnih slučajeva za paljenje dioda:

1. Levi i desni deo je u rasponu od -0.75V do 0.75V, prednji i zadnji deo su isto u rasponu od -0.75V do 0.75V, nijedna dioda ne svetli.
2. Ako je razlika prednjeg i zadnjeg dela je veća od 0.75V, pali se zadnja dioda.
3. Ako je razlika prednjeg i zadnjeg dela je manja od -0.75V, pali se prednja dioda
4. Ako je levi i desni deo je veći od 0.75V pali se desna dioda.
5. Ako je prednji deo je manji od -0.75V pali se leva dioda.

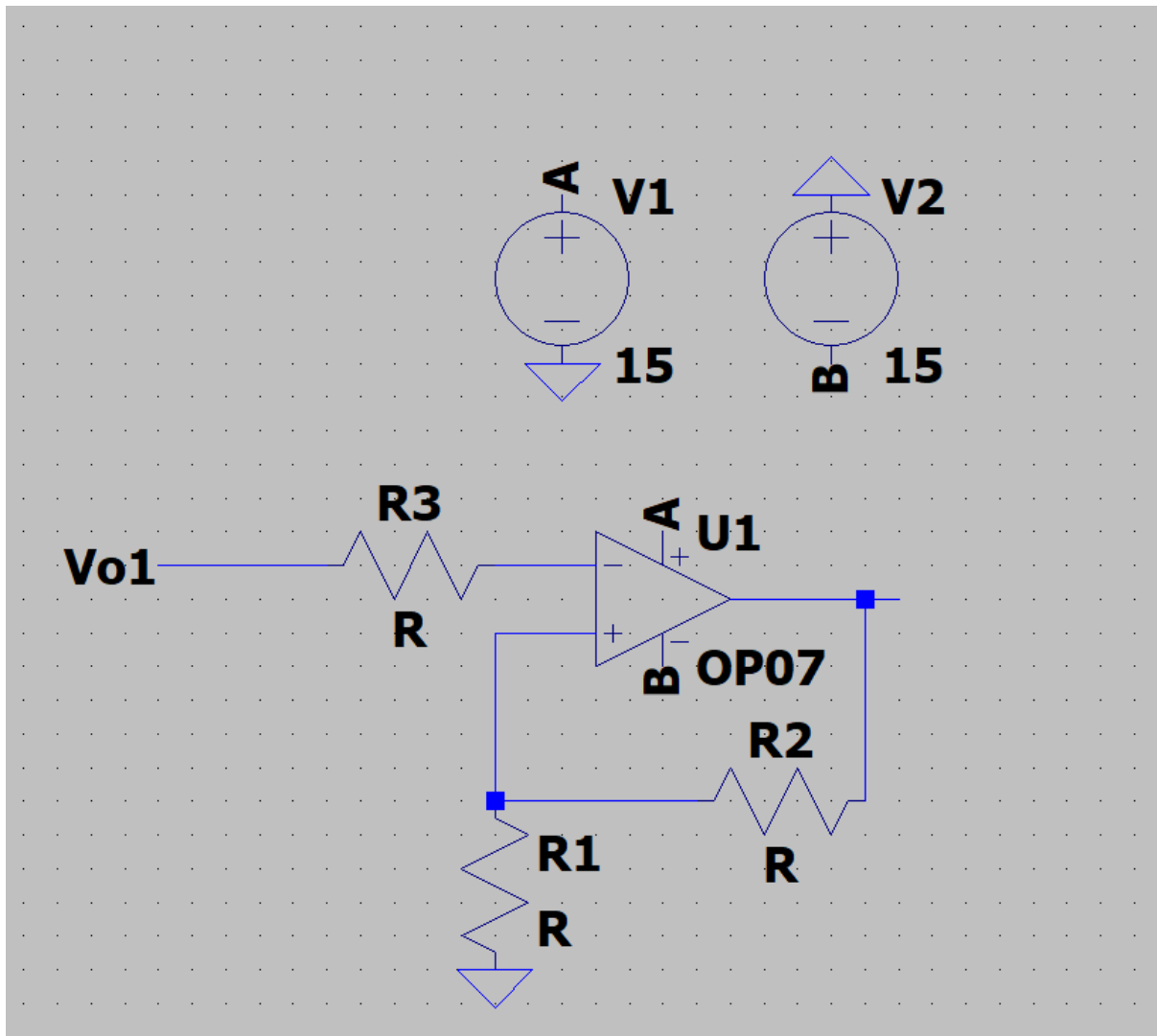
*Napomena istovremeno se mogu uključiti maksimalno dve diode



slika 1.6

Na slici 1.6 vizualno možemo uočiti raspored senzora odnosno dioda.

Napon se proverava između V1 i V2 i na osnovu toga će se upaliti diode D1 ili D2. Napon se proverava između V3 i V4 i na osnovu očitavanja upaliće se dioda D3 ili D4.



slika 1.7

Na slici 1.7 nalazi se jedan komparator sa histerezisom. Komparatore sa histerezisom ćemo koristiti za komparaciju napona dobijenog diferencijalni pojačavačem. Komparator sa histerezisom služi da se suzbiju smetnje na ulaznom signalu.

Naponi V1 i V2 (A i B) su naponi napajnja operacionog pojačavača. Otpornik R2 ćemo vezati u povratnu spregu na plus ulaz, dok otpornik R1 ćemo vezati na masu. Sada je potrebno da proračunamo prag provođenja komparatora, odnosno da izračunamo granice histerezisa. Nama je potrebno da granice histerezisa budu od -750mV do 750mV.

Za izračunavanje potrebne vrednosti otpornika ćemo koristiti formulu razdelnika napona.

$$V_+ = R_1 / (R_1 + R_2) * V_i$$

V_i može imati samo dve vrednosti, ili +15V ili -15V.

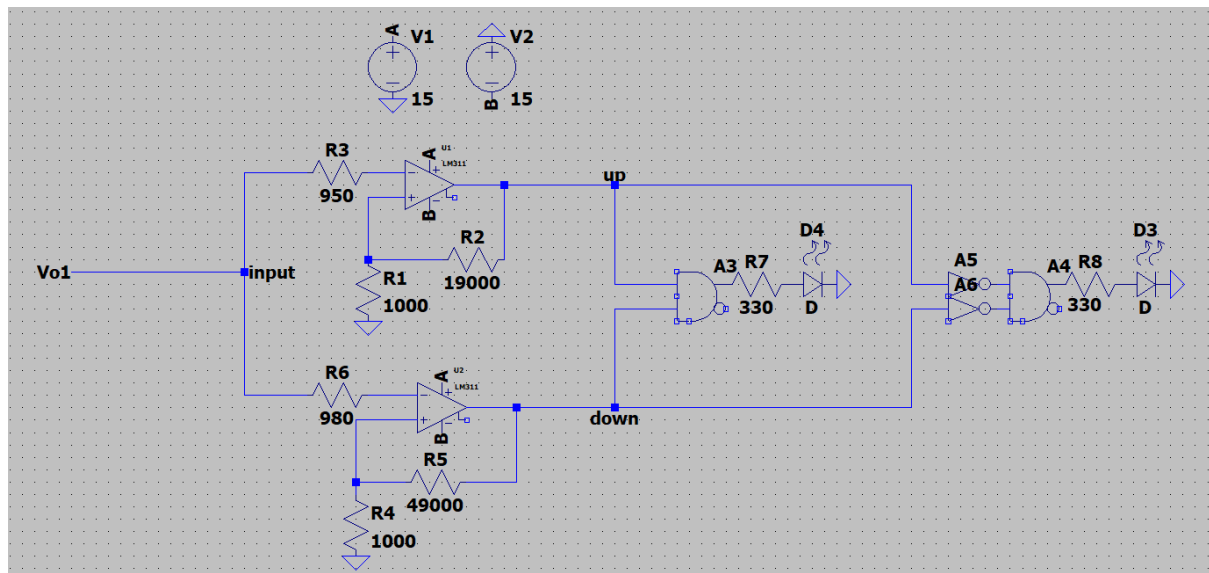
Na osnovu toga možemo računati vrednosti otpornika.

Za R_1 uzećemo proizvoljnu vrednost od 1000Ω , dok za R_2 ćemo izračunati po gore navedenoj formuli.

Za R_2 ćemo dobiti vrednost od $19k\Omega$.

Izračunaćemo i vrednost R_3 što je zapravo paralelna veza otpornika R_1 i R_2 .

$$R_3 = 950\Omega$$



slika 1.8

Na slici 1.8 je nacrtano kolo sa komparatorom sa histerezisom i kolo sa običnim komparatorom, kao i kolo sa i-kolima. Ulazni napon V_{o1} dovodimo na dva ulaza. Komparator U_1 ima vrednosti histerezisa od -750V do 750V, dok komparator U_2 ima vrednosti histerezisa od -300V do 300V. Kada je ulazni napon pozitivan i veći od 750mV na izlazima oba komparatora će biti logička 1 i i-kolo će provesti i uključiće se dioda D_4 (prednja). Kada je napon između 750mV i -750mV na izlazima će biti različiti napon odnosno 0 i 1 i neće provesti i-kola. Kada je negativan napon na i-kolu A_4 će pomoću invertora biti 1 na izlazu i sijaće dioda D_3 (prednja).

Isti princip je i za levu i desnu diodu.