

MIKROFONIVÕIMENDI

Praktiline elektroonika 5

Martin Jaanus

Disklaimer. Järgnevates näidetes ja arvutustes on palju kasutusel ligikaudsust !

Eesmärk

Vaja on võimendada elektreetmikrofonikapslist signaali tavaliste nööpkõrvaklappide jaoks.

- Alustame lõpust ehk eesmärgist !
- Kõrvaklapid takistusega 32Ω ja võimsusega 1 mW

Võimendi väljund peab seda kannatama !

- Kuna tegemist monovõimendiga, ühendame klapielemendid jadamisi (saaks ka paralleelselt)

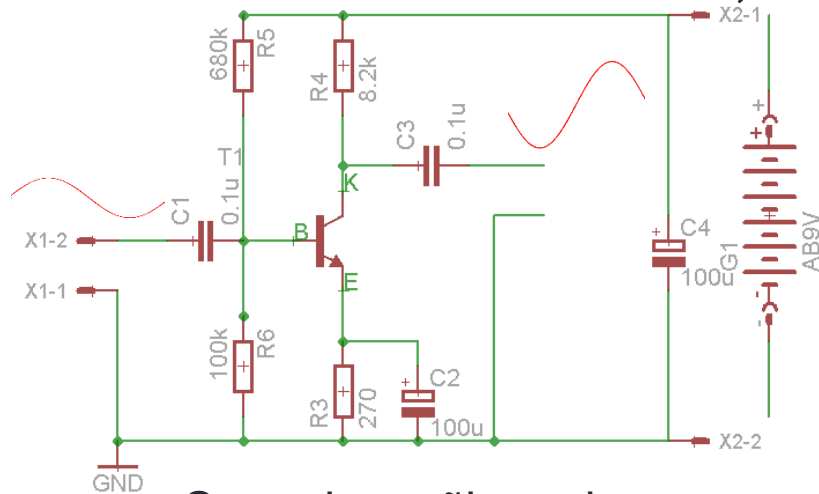
Võimsused liituvad igal juhul, ehk saame 64Ω ja 2 mW

Oluline on võimendi **väljundpinge** ja **väljundvool** ,

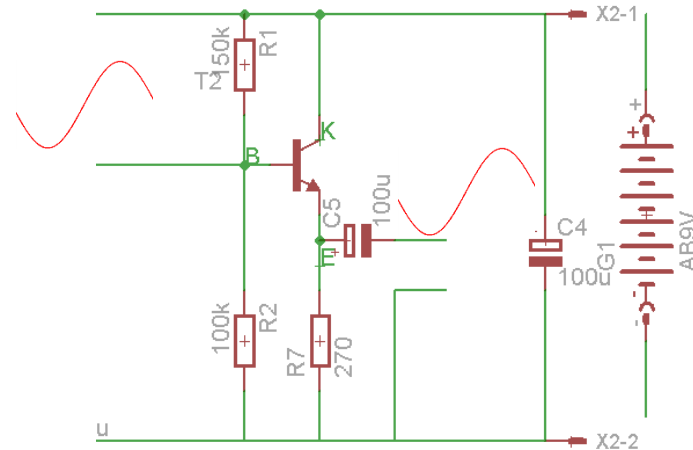
- Võimendi peab sellega toime tulema, muidu tekivad moonutused !
- Hea kui oleks ka veidikene võimsusvaru.

Võimendi struktuur (1)

- Kaheastmeline
- Esimene transistor ÜE, teine ÜK



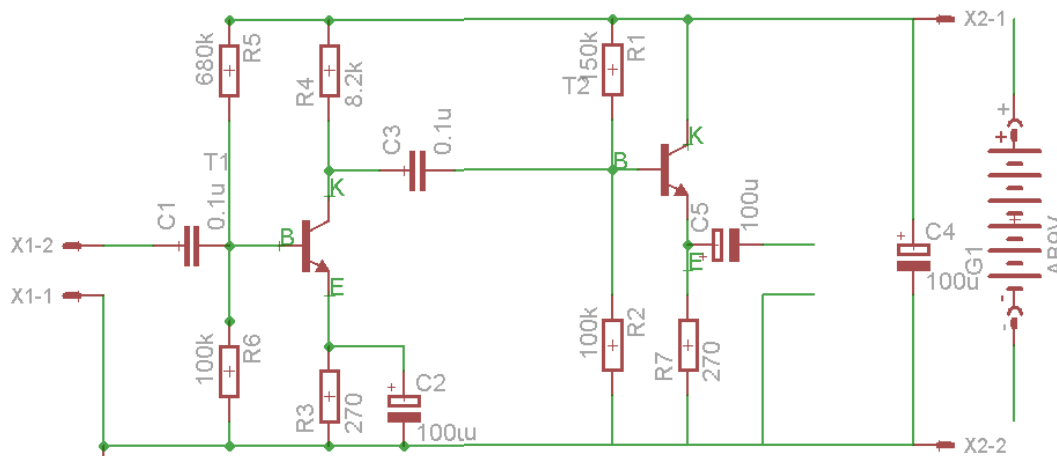
Suur pingevõimendus
Ei talu koormust !!!



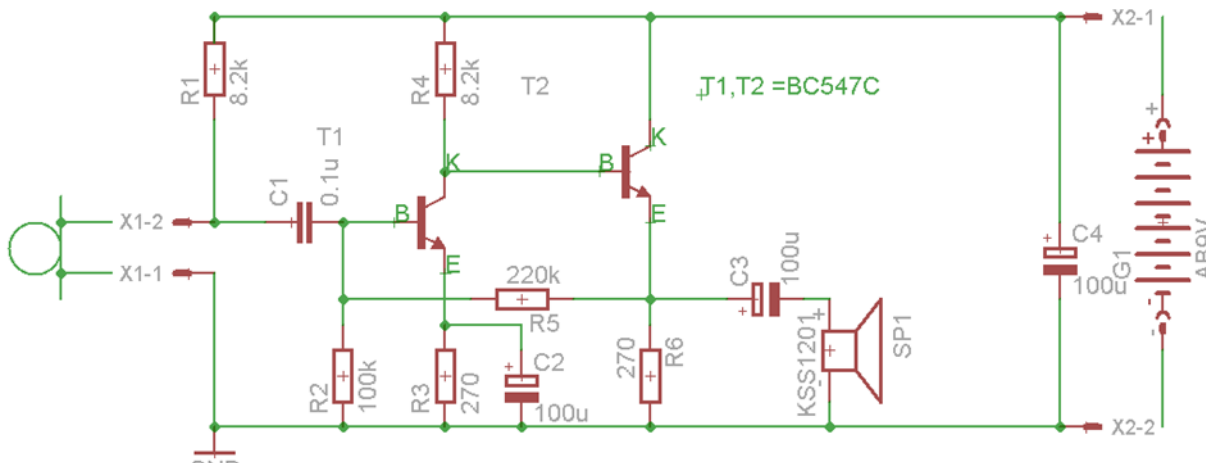
Suur vooluvõimendus
takistuse sobitamine

Võimendi struktuur (2)

- Astmeid saab ühendada kaskaadühendusse. Näiteks



Mahtuvusliku sidestusega võimendi.
Esimene transistor „tunneb“ ennast hästi.
Mõnel juhul saab kasutada otsesidestust.



Otsesidestuses võimendi-
transistorite töörežiimid
mõjutavad teineteist.

Arvutus (1)

Väljund

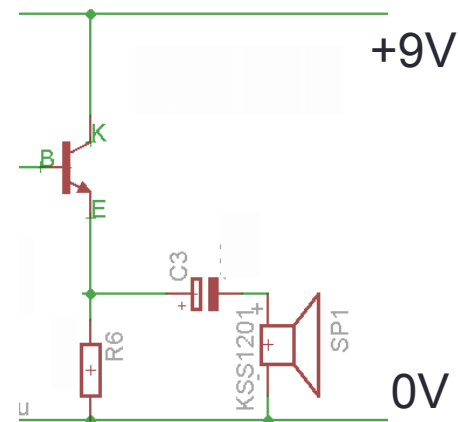
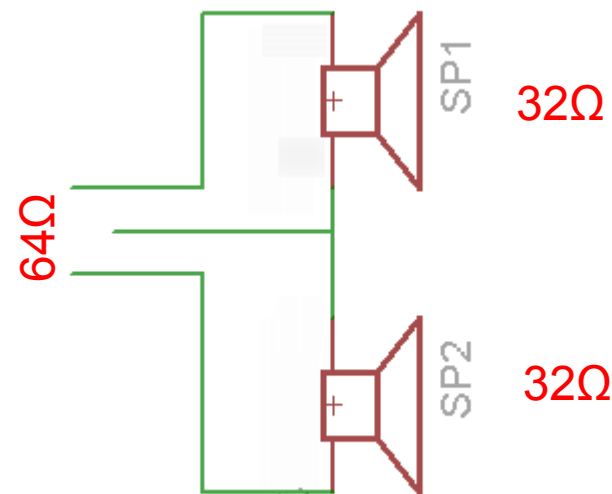
- 64Ω ja 2mW annab pinget 358 mV (RMS) $V = \sqrt{P * R}$
- Amplituud on siis $\sqrt{2} * V_{rms}$ ehk 504 mV
- Tipust-tippu on 2x suurem ehk ligikaudu **1 V**

Toitepingest peab jätkuma selleks ja veel skeemi pingelangudeks !

- Väljundvool $I = \frac{V}{R} = \frac{504\text{mV}}{64\Omega} = 7,8\text{ mA}$

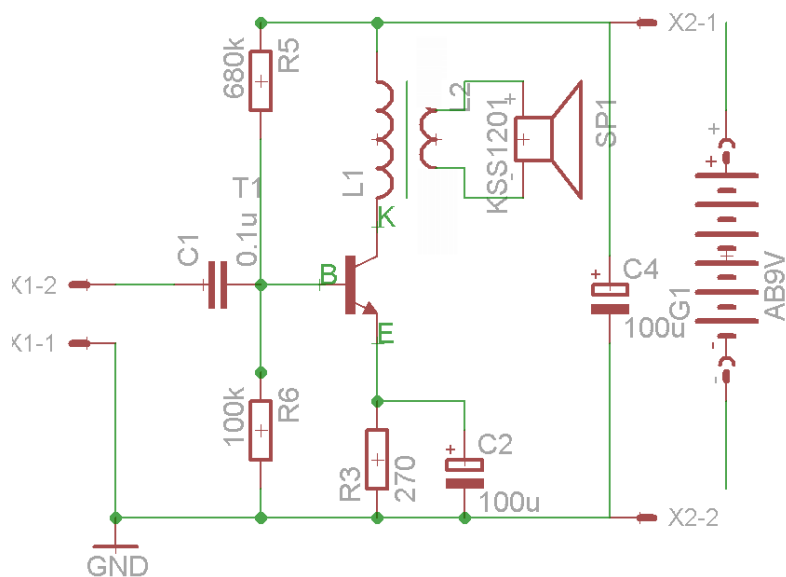
Oleks klapielemendid rööbiti , oleks pinget 2x väiksem aga vool 4x suurem ehk $31,5\text{ mA}$, mis on A klassi lõppastme jaoks juba palju.

- Isegi $7,8\text{ mA}$ on tavalise ühise emitteriga väikevõimsus astme jaoks liiga palju. Seepärast kasutame **emitterjärgurit** !
- Tähtis on valida ka skeemi toitepinge, sageli lähtutakse „mugavusest“ 9V patarei on enam kui küll.

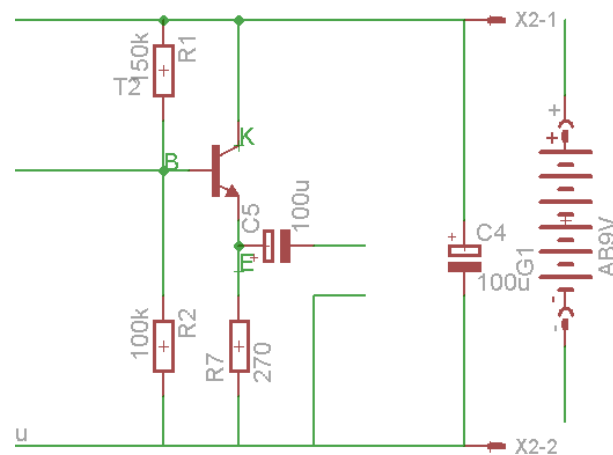


Arvutus (2)

- Kui me emitterjärgurit ei kasuta, tuleks kasutada trafosidestust. Lamptehnikas on see enamlevinud. Pooljuhttehnika peamiselt kõrgsagedusel. Aga seal ka muud põhjused.



Trafo on pinget madaldav ehk
voolu suurendav, sobitab takistust !



Transistor on odavam kui trafo

Arvutus (3)

Vaja leida C3 ja R6

C3 eesmärk on tõkestada alaliskomponendi

Pääsu kõrvaklappidesse ja määrab koos

Kõrvaklappide takistusega ära võimendi

alumise sageduspiiri $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$, ehk 20 Hz

puhul oleks see 124 μF .

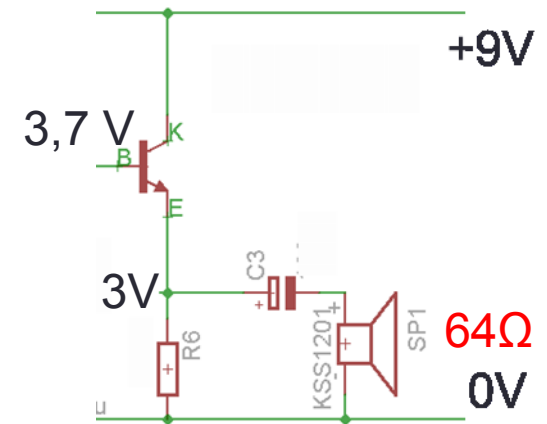
Valime, C3 100 μF , siis tõuseb sagedus 24 Hz juurde.

R6 valikuga tuleb minna kompromissile, hea kui oleks see koormusega

võrdne või väiksem, aga see on energiakulu. Samuti on hea valida emitterpingeks pool toitepinget, aga kuna plaanis on detailide kokkuhoiu pärast otsesidestus, valin selle veidi väiksema, näiteks 3V.

Valime transistoriks BC547C ja andmelehte kasutades (pikem jutt) emittervooluks suurusjärgus 10 mA. Siis tuleks R6=300 Ω . Kuna levinum lähedane väärtus on 270 Ω , kasutame seda. Vool tuleb siis veidi suurem ehk 11,1 mA

Kuna määrasime ära emitterpingeks 3V, siis baasil on 3V+0.7V (emittersiire on diod).



Arvutus (4)

Ühendame külge eelmise astme, oletame, et baasivool=0

Esimese transistori kollektortakisti arvutus, sellele jääb pinge $9V - 3,7V = 4,3V$.

ÜE võimendusastme kollektorvool on vahemikus 0.5 -- 1mA. Valides väiksema voolu, saame suurendada R4 takistust, sest see määrab ära pingevõimenduse.

(ligikaudu $K = R4/R3$) Valime kollektorvooluks 0.5mA, R4 on siis 8,6 k Ω , valime **8,2 k Ω** (seda toodetakse). Loeme baasivoolu nulliks ja valime mugavuse mõttes emittertakistiks sama, mis teisel astmel (stabiilsuse huvides peaks seda suurendama).

Nüüd T1 pinged

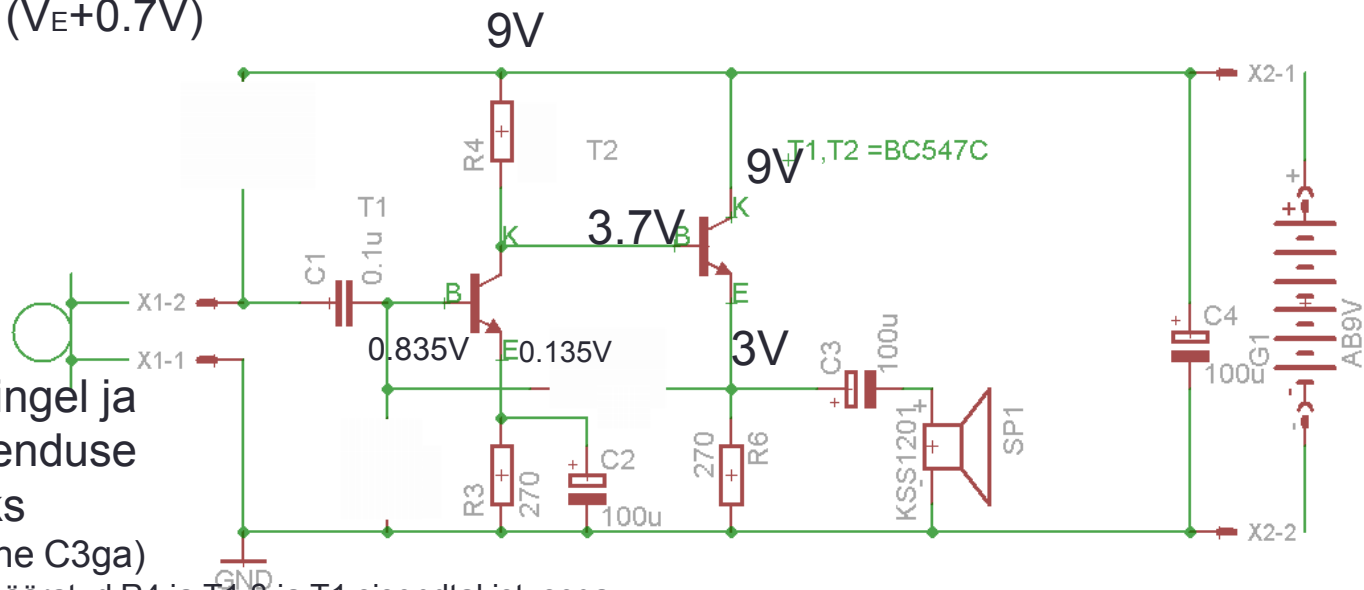
$V_E = 0.135V$ ($R3 \cdot I_K$)

Ja $V_B = 0.835V$ ($V_E + 0.7V$)

C2 lühistab
R3 vahelduvpingel ja
muudab võimenduse
maksimaalseks

(arvutus analoogne C3ga)

- Võimendus siis määratud R4 ja T1 β ja T1 sisendtakistusega

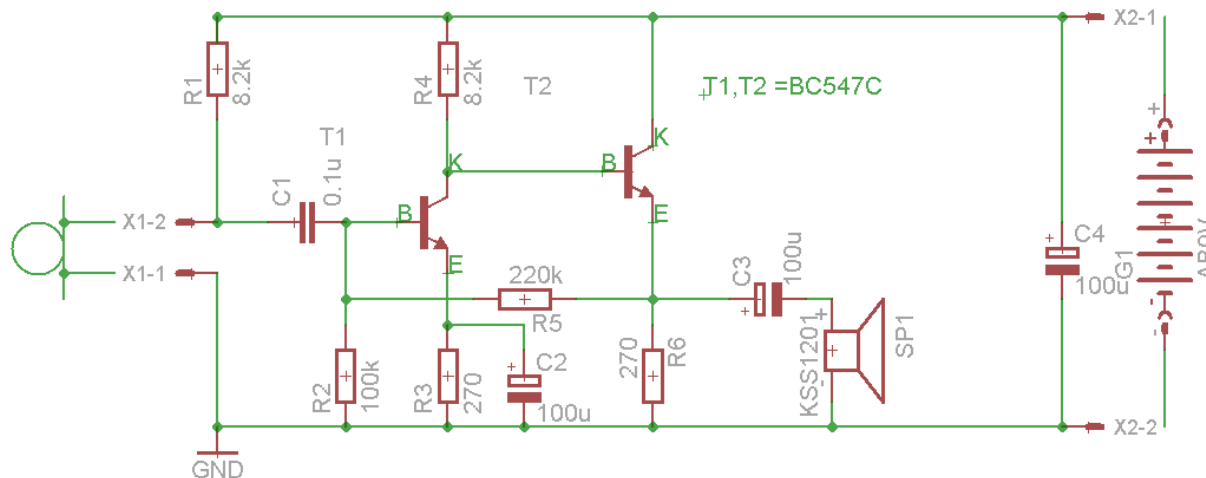


Arvutus (6)

V1 baasile on vaja saada 0.835V Kasutame selleks pingejagurit.

R2 ja R5. Põhimõtteliselt võib R5 parempoolse otsa + toitesse ühendada, aga ühendamine T2 emitteriga tekitab negatiivse tagasiside ja suurendab temperatuuristabiilsust, vähendab veidi ka võimendust.

R2 ja R5 arvutus $V_{B(T1)} = \frac{R2}{R2+R5} * V_{E(T2)}$ Valime R2=100 kΩ (valitakse tegelikult baasivoolu järgi, hetkel oluline on suurusjärk, et oleks eelmise astme väljundtakistusest ca 10x suurem. Ja arvutame R6=259 kΩ



Valin 220 kΩ kuna need on mul olemas.

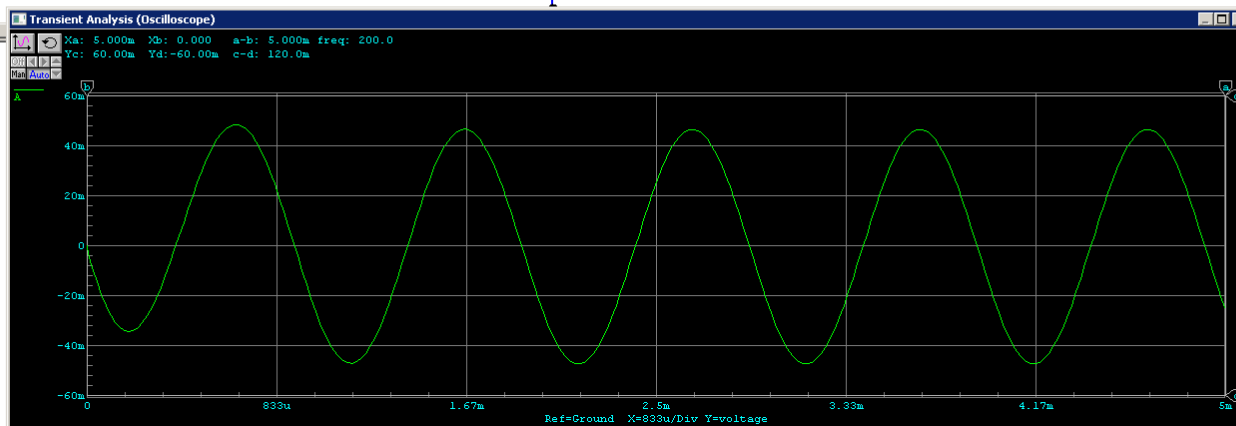
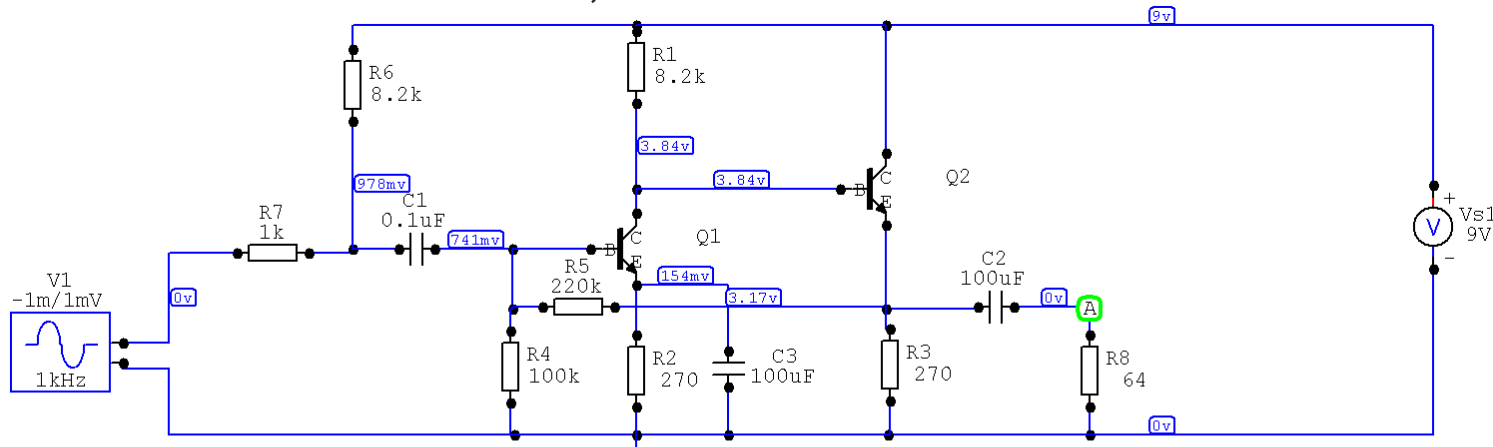
(võiks olla 240kΩ)

R1 on vajalik mikrofone toitmiseks ja väärtus võetud andmelehest

C1 lahutab mikrofone ja T1 alaliskomponendid. Määrab Ka madalama edastatava sageduse, arvutus nagu C2 ja C3

Simulatsioon

- Lihtsamatel arvutustel kasutatakse rusikareegleid ja sobitamist toodetavate elementidega. Võib hiljem üle arvutada valitud komponentidega kuid mugavam on kasutada **simulaatorit**.
- Ettevaatust kasutamisel, simulaator võib eksida !



Nagu näha
Pinged erinevad veidi
aga mitte oluliselt !

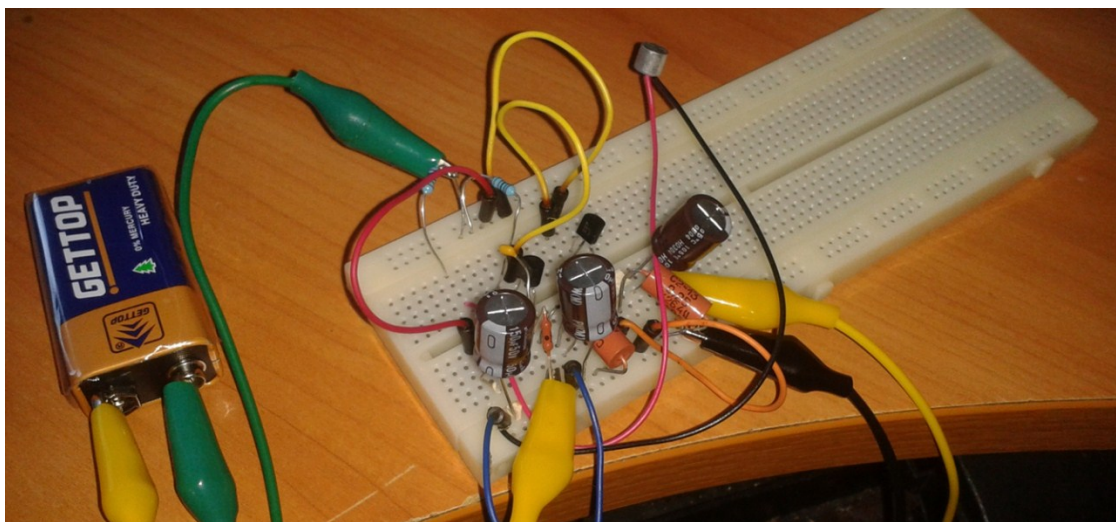
Arvestatakse transistoride
reaalseid parameetreid.

Katsetus

- Simulaatorid võivad eksida !
- Katsetamisel avaldavad mõju ka nähtamatud komponendid !
- Kui ei tööta, vaadata mis viga, täiustada skeemi, muuta väärtusi !
- Katsetada tuleb ka skeemi töötamist erinevates tingimustes.

Eriti kui asi läheb masstootmisesse, siis võib viga maksta PALJU !

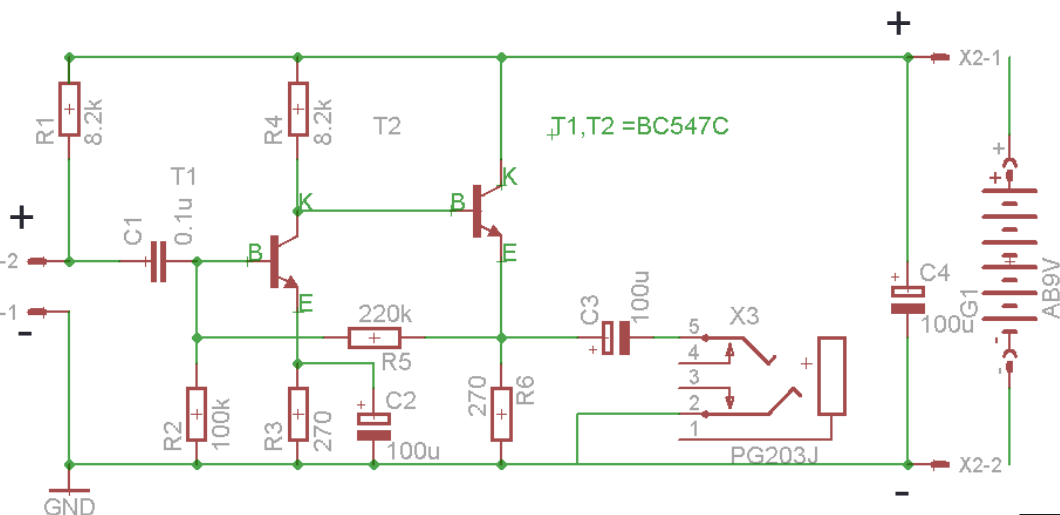
Kas saab kasutada komponente mis on odavad (standardväärtused) !



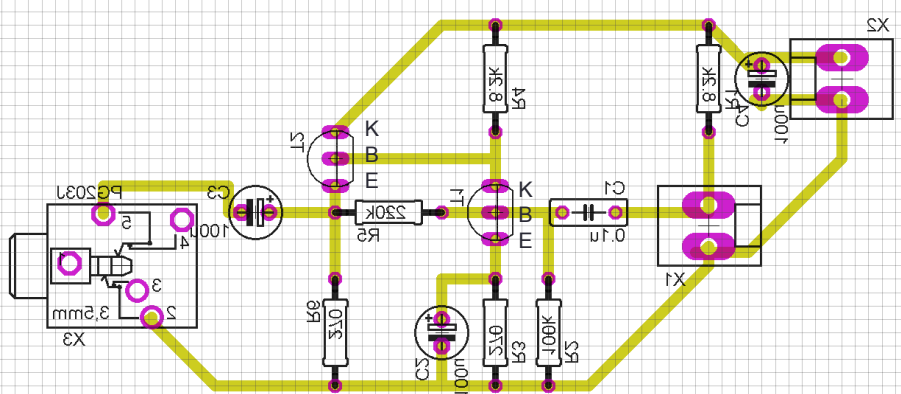
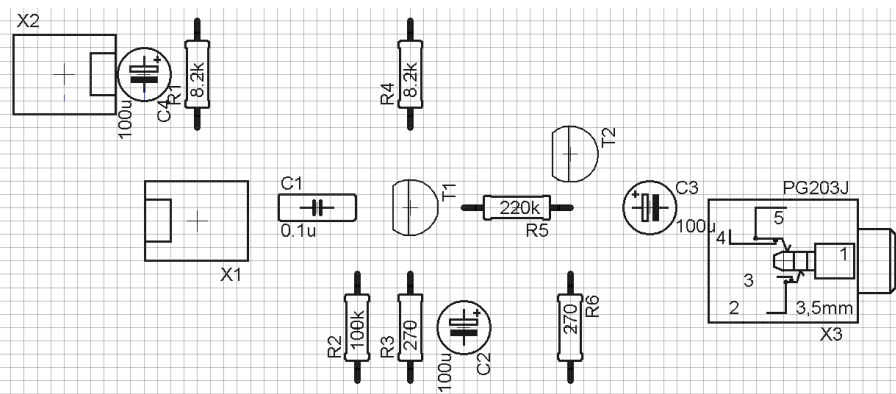
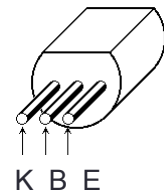
Mikrofonivõimendi

Nimekiri

- Takisti 8.2 k Ω – 2tk
- Takisti 270 Ω – 2tk
- Takisti 100 k Ω – 1tk
- Takisti 220 k Ω – 1tk
- Kondensaator 0.1 μ F -1 tk
- El. kondensaator 100 μ F -3 tk
- Transistor BC547C – 2tk
- Elektreetmikrofon
- Kõrvaklapipesa
- Patareipesa

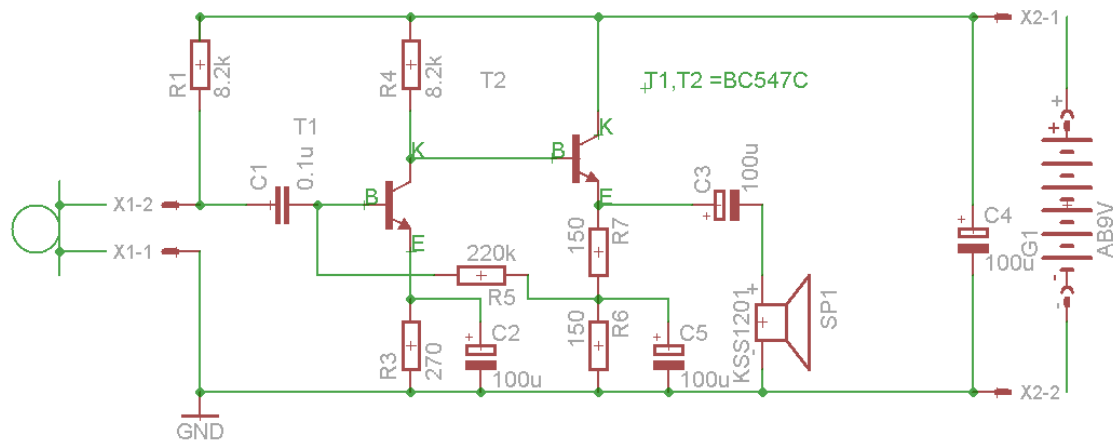


Pealtvaade soovituslikule montaažile Altvaade soovituslikule montaažile

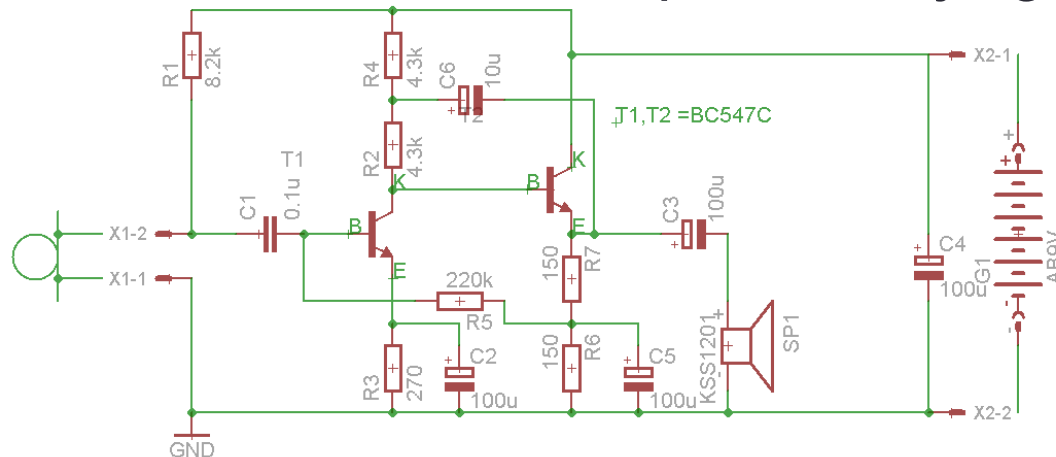


Kui jääb puudu....

Võimendusest . Kaotame ära signaali negatiivse tagasiside



Ja ikka on vähe ! Lisame positiivse järgivtagasiside.



Kõrvaklappide asemele kõlar

A-klassi väljundaste ei ole väikse kasuteguri ja sobitusraskuste tõttu mõistlik.
Kasutegur <25%

AB klassi võimendi. Enamik helivõimsusvõimendeid töötab sedasi.
Väljundis kasutatakse erineva juhtivustüübiga transistoreid.
Kasutegur 75%

