

Herkkä kolmitransistorinen vahvistin elektreettimikrofonille

Ominaisuudet

Tämä elektreettimikrofonin vahvistin on tarkoitettu käytettäväksi eri projekteihin, joissa tarvitaan vain pienitehoista ja yksinkertaista peruskytkentää tuottamaan elektreettimikrofonista ääni pienoiskaiuttimelle tai kuulokkeille. Käyttökohteita ovat sisä- ja ovipuhelimet sekä kaukokuuntelulaitteet, joita ei käytetä kuin hyvin lyhyissä jaksoissa ja joiden pariston kulutus koostuu lähinnä pariston iän loppuunkulumisesta.

Vahvistin toimii 6V jännitteellä ja paristoina kannattaa käyttää neljää 1.5V sormi- eli AA/LR6-koon (alkali) paristoa, jolle löytyy halpoja paristopitimiä.

Kytkenän selostus

Huom. viittaukset ovat seuraavan sivun kytkentäkaavioon.

Elektreettimikrofonin sisällä oleva esivahvistin käyttäytyy ulkoapäin mitattuna kuin se olisi äänen mukaan muuttuva vastus. Kun ko. mikrofonille syötetään jännitettä jonkin toisen vastuksen läpi, syntyy virtaa syöttävän vastuksen yli jännitehäviö, joka vaihtelee mikrofonin vastaanottaman äänen mukaisesti. Seuraavan sivun kytkentäkaaviossa R1 ja mikrofonin muodostavat jännitejakokytkennän, jonka välipisteestä kondensaattori C1 johtaa vain jännitevaihtelun vahvistimen ensimmäiselle transistoriasteelle T1.

Ensimmäisen transistoriasteen tarkoitus on nostaa välittömästi mikrofonin signaalitasoa ja häiriöetäisyyttä ennen äänenvoimakkuuden säätöpotentiometriä. Jos säätö olisi sijoitettu heti mikrofonin perään, laskisi mikrofonin signaalitaso niin pieneksi, että ulkoa

tulevien häiriöiden vaikutus ja osuus signaalissa kasvaisi merkittävästi. Ja kaikki häiriöt vain vahvistuisivat seuraavissa transistoriasteissa. Signaalitaso on myös sen verran matala, ettei T1 ainakaan yliohjaudu, vaikka potentiometri puuttuukin tästä välistä.

Seuraava transistoriaste T2 vahvistaa edelleen signaalia ja toimii pääteasteena ohjaavana puskurina. Vahvistus ei ilman tätä astetta vielä riittäisi. Juuri ennen transistoria on ke-raaminen kondensaattori C3, joka estää mikrofonin nappamia korvalle kuulumattomia korkeita taajuuksia ja muita ulkoisia radiotaajuisia häiriöitä pääsemästä tästä eteenpäin. C3 oikosulkee ne kaikki mahaan.

Transistoriaste T3 toimii pääteasteena, joka ohjaa suoraan kaiutinta. Tämän ns. A-luokassa toimivan pääteasteen hyötysuhde on varsin huono. Sen jatkuva lepovirta kaiutinkäytössä on n. 50mA. Tällä ei ole kuitenkaan esim. sisäpuhelin-käytössä merkitystä, koska virta kulkee vain silloin kun puhutaan ja painetaan "tangenttia". Käyttö kun on useimmiten lyhytaikaista, kutsumis- ja tiedoitetyypistä. Harva kun höpöttää tuntikausia tällaisella puhelimella.

Pääteasteen kannalla on trimmerivastus ja sillä on tarkoitus trimmata pääteasteen lepovirta mahdollisimman pieneksi, mutta silti sellaiseksi että ääni kuuluu kaiuttimesta selkeästi. Trimmeri myös mahdollistaa sen että kaiuttimen impedanssin voi valita laajalta 8-100 Ω alueelta. Sisäpuhelin-käytössä suositeltava ja tarpeeksi voimakkaasti ja selkeästi kuulu-

van kaiuttimen impedanssi on kuitenkin 16 Ω tai enemmän.

Jos käytetään 50-100 Ω kaiutinta, ei vastusta R10 tarvita lainkaan ja pääteasteen hyötysuhdekin paranee merkittävästi. Tässä tapauksessa kaiutinjohdon miinus kytketään suoraan T3:n kollektorille, eli piirilevyn sijoittelukuvassa R10:n vasemmanpuoleiseen juotostäplään.

Kuulokkeiden kanssa R10:n arvon voi nostaa aina 220 Ω suuruisiksi. Kuulokkeet ovat sen verran herkkä. Ja näin vahvistimen virrankulutus myös laskee. Huomioi myös että tällöin P2:n arvon tulee olla 100 kΩ eikä 47 kΩ. Kuulokkeita ei myöskään kytketä samalla tavalla suoraan T3:n kollektorin ja käyttöjännitteen plussan väliin kuten kaiuttimia, vaan signaali otetaan R10:n ja kollektorin välisestä jännitejakopisteestä C8:n läpi.

R10 arvoista ja muusta tulee tarkennuksia kuhunkin kytkennän sovellukseen, joista tullaan tekemään omat juttunsa. Edellä kerrotut on tarkoitettu vinkeiksi omiin kokeiluihin ja kukin keksiköön vahvistimelle vapaasti omia sovelluksia.

Vaikka paristojen antaman jännitteen luulisi olevan erittäin tasaista, pääteasteen kuormitus aiheuttaa pariston sisäisestä vastuksesta johtuen vaihtelua jännitteeseen. Vaihtelua ehkäisemään on lisätty elektrolyyttikondensaattori C7. Tämän lisäksi käyttöjännite tuodaan vahvistin-ketjun hyvin herkkään alkupäähän vastuksen R8 kautta kondensaattoriin C5, joka toimii jännitetä edelleen tasaavana "välivarastona". Näin estetään signaalin kierto (oskillointi) pääteasteelta etuasteelle.

Vahvistimen testaus

Vahvistimen toimintakuntoon saattamisessa tarvitaan pakol-ti muutamia mittauksia. Aina-

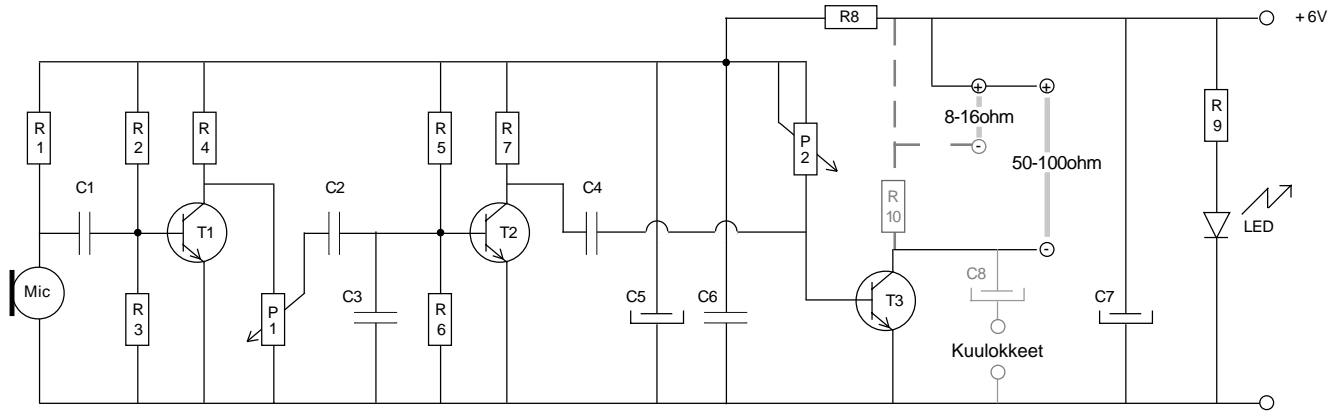
kin pääteaste T3 on mittamalla saatettava toimintakuntoon, mutta vahvistimen toiminnan varmistamiseksi on hyvä aloittaa mittaukset vahvistin-ketjun alkupäästä. Seuraavissa mittauksissa oletetaan että vastukset on juotettu pystyyn juuri niin päin kuin osasijoittelupiirroksessa on kuvattu, jolloin ylhäältä piirilevylle (vasemmalle) taivutuvat langat toimivat testipisteinä. Kaikissa mittauksissa jännitettä verrataan nollatasoon, esim. langaan vastuksen R3:n päässä.

Ensin mitataan että käyttöjännite on todella +6V mitaten R8:n päästä. Tämän jälkeen mitataan jännitteet transistorien T1 ja T2 kollektoreilta vastusten R4 ja R7 päistä. Jännitteiden tulisi olla 3V luokkaa. Jos jännitteet ovat alle 2V tai yli 4V, tarkista että transistorien ympärillä olevat vastuksien arvot ovat oikein ja että transistorit ovat oikein päin.

Jos edelliset olivat kunnossa, mitataan lopuksi jännite päätetransistorin T3 kollektorilta vastuksen R10 vasemmalta puolelta eli kaiutinlähden miinusnavasta. Huom. tässä mittauksessa on kaiuttimen ol-tava kytkettynä vahvistimeen (kuulokekäytössä ei tarvitse). Jännitteen tulisi olla kollektorilla noin 3V. Jos jännite on jotain muuta, säädä trimmeriä P2 kunnes jännite on lähelle oikeata luokkaa ja kokeile onko ulos tuleva ääni puhdas kun puhut mikrofonin (huom. säädä myös P1 sen vasemmasta ääri-asennosta noin kolmanneksen auki).

Huom. jos vahvistin alkaa kiljumaan, on kaiutin liian lähellä mikrofonin ja se on vietävä kauemmaksi. Kaiutinkäytössä on testaus tehtävä parin kaverin yhteistyönä, kun ollaan rakentamassa esim. ovi- tai sisäpuhelinta.

Vahvistimen kytkentäkaavio



Osaluettelo ja sijoittelupiirros

Huom. kaikki vastukset ainakin 1/4W tehoisia ja elkot ainakin 10V jännitekestoltaan, ellei toisin mainita.

* = optio, käyttö riippuu sovelluksesta

MIC ----- Elektreettimikrofoni
 R 1, 4, 7, 9 ----- 4.7k Ohm
 R 2, 5 ----- 220k Ohm
 R 3, 6 ----- 27k Ohm
 R 8 ----- 100 Ohm
 R 10 ----- 47 Ohm 2W *
 - kuulokekäytössä 220 Ohm 1/2W *

C 1, 2 ----- 100nF Polko
 C 3 ----- 1nF Kerko
 C 4 ----- 330nF Polko
 C 5, 7 ----- 470µF Elko
 C 6 ----- 100nF Kerko
 C 8 ----- 100µF Elko *
 T 1, 2 ----- BC 547B Transistori
 T 3 ----- BC 639 Transistori
 LED ----- Superkirkas led

P 1 ----- 47k Ohm
 Potentiometri tai trimmeri
 P 2 ----- 47k Ohm *
 - kuulokekäytössä 100k Ohm *
 Trimmeripotentimetri

Lisäksi tarvitaan:
 - paristopidin 4kpl AA/R6 koolle
 (+mahdollinen paristoneppari)

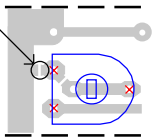
Äänenvoimakkuuspotentimetri

Äänenvoimakkuuden tason (herkkyyden) säätö voidaan toteuttaa useammalla tavalla. Säätimenä voidaan käyttää joko trimmeripotentimetriä tai akselilla olevaa potentimetriä, suoraan piirilevylle asennettuna. On vain huomioitava piirilevyn foliossa olevat kapeat raot jotka on tapauskohtaisesti juotettava yhteen, kuten allaolevissa kuvissa on näytetty.

Trimmerisäätö

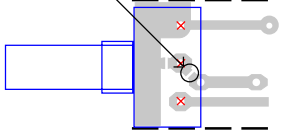
Huom. piirilevylle sopii sekä makaava että pystymallinen trimmeri (10mm koko)

Yhteen juotettava kohta foliossa !

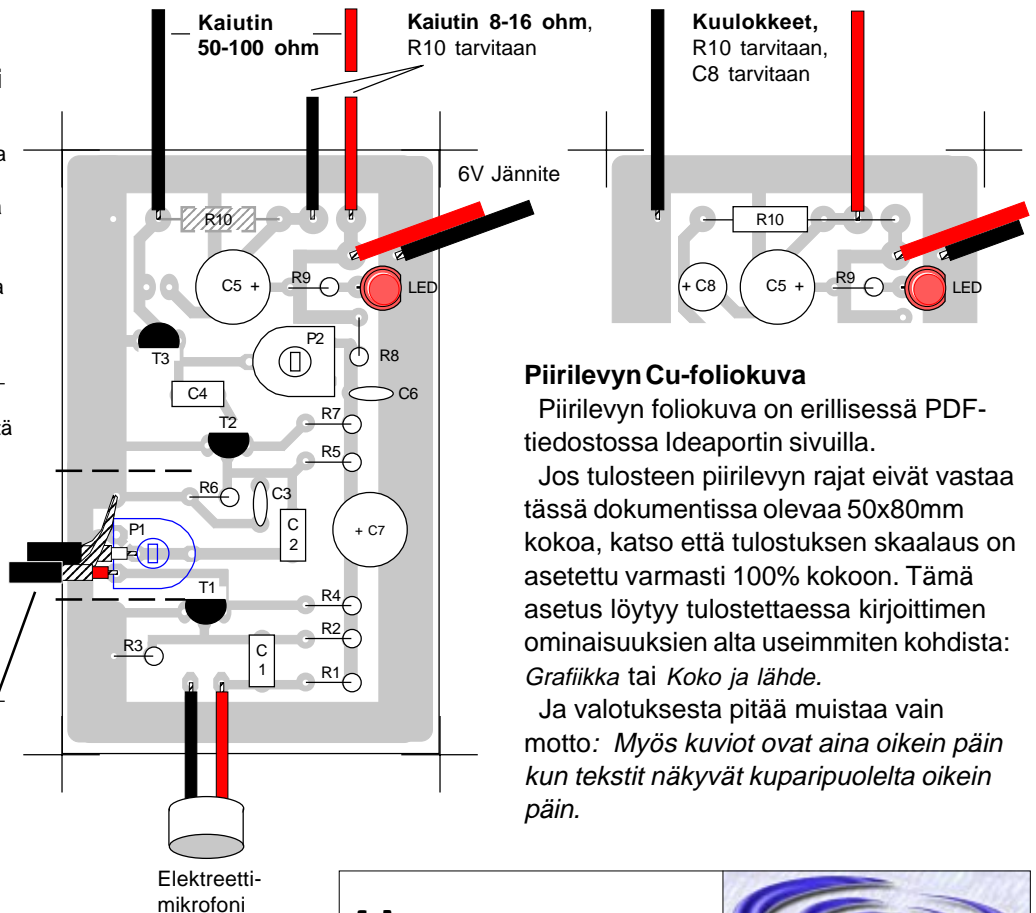


Potentimetrisäätö

Yhteen juotettava kohta foliossa !



Potentimetri johtimien päässä
 Folion katkokohdista ei tarvitse välittää



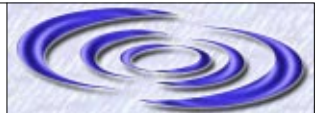
Piirilevyn Cu-foliossa

Piirilevyn foliokuva on erillisessä PDF-tiedostossa Ideaportin sivuilla.

Jos tulosteen piirilevyn rajat eivät vastaa tässä dokumentissa olevaa 50x80mm kokoa, katso että tulostuksen skaalaus on asetettu varmasti 100% kokoon. Tämä asetus löytyy tulostettaessa kirjoittimen ominaisuuksien alta useimmiten kohdista: *Grafiikka* tai *Koko ja lähde*.

Ja valotuksesta pitää muistaa vain motto: *Myös kuvat ovat aina oikein päin kun tekstit näkyvät kuparipuolelta oikein päin.*

Ideaport - 5.11.2003



Markku Kauppinen - alkaen 09/2003
 Piirilevyn valotusmaski pdf-muodossa:
www.welcome.to/ideaport