Aktiivikaiutin “Minikuutio”

Markku Kauppinen

Pieni 1.5 litrainen kaiutin vahvistimella. Toimii joko 5V (USB) tai 4xAA paristoilla/akuilla ja virtalähteellä.

Ominaisuudet

Tämä pieni aktiivikaiutin on suunniteltu kännyköiden, tablettien, MP3-soittimien ym. lisäkaiuttimeksi matkakäyttöä tai muuta väliaikaista viihdekäyttöä varten vaikkapa pihalle grillaushetkiin ja kemuihin mukaan. Kaiutinta voi sanoa vielä minikokoiseksi, ollen kanteiltaan vain 145mm kokoinen.

Kaiuttimen vahvistimeksi on tarjolla nyt kaksi erilaista. Vanhempi TDA7297 piiriin perustuva vahvistin pystyy antamaan jopa 15W tehon. Tähän tehoon pääsemiseksi kaiutin vaatii kuitenkin 15V virtalähteen. Jos kyseiseen vahvistimeen haluaa nykyään paljon toivotun Bluetooth-modulin, on modulille rakennettava aina erillinen jänniteregulaattori max. 5V käyttöjännitteen takia. Tämä tekee kytkennästä paljon monimutkaisemman. Kaiutinta on myös hyvin paljon rakennettu vain 4xAA paristoilla (ilman DC-liitintä). Kaiutin toimii toki silläkin ihan mainiosti. Matalalla jännitteellä tehokkaan TDA7297:n kyvyt menevät kuitenkin hiukan hukkaan.

Tietynlaisen "tehokriisin" aiheuttaa myös paristojen jännitteen tippuminen. Kun paristoista on käytetty vain n. 20%, tippuu paristojen (4xAA) jännite samaan 5V tasoon kuin mitä USB-liitännästä saa. Paristojen loppujännite - jolloin ne katsotaan loppuun käytetyksi - on vain 1V eli neljällä AA paristolla 4V. Sillä ei juurikaan enää ääntä lähde tai vahvistin säröää helposti. Olipa laite melkein mikä vain, niin käytännössä paristoja heitetään pois reilusti ennen kuin niiden koko kapasiteetti on käytetty. Erilaisissa kannettavissa käyttökohteissa onkin nykyään järkevämpi käyttää ladattavia USB-varavirtalähteitä, joista saa aina tasaisen 5V jännitteen.

Uusi vahvistin "2038" antaa matalilla käyttöjännitteillä ulos suhteellisesti suuremman kaiutinjännitteen ja siten suuremman tehon kuin TDA7297-vahvistin. "2038" vahvistimen lähes "rail-to-rail"-piiri antaa lähes maksimaalisen tehon, mitä matalalla 5V-jännitteellä voi yleensäkään saavuttaa ja reilusti suuremman tehon kuin “digitaaliset” PAM-vahvistimet. Vahvistin on myös valmiiksi suunniteltu Bluetooth-modulin helppoa liittämistä varten. Ohjeet vahvistimen “2038” soveltamisesta Minikuutioon alkavat sivulta 7.

Kaiutinelementtinä on kuvissa käytetty herkkää 50mm 8 Ohmin kaiutinelementtiä, jonka äänenpaine päihittää useimmat vastaavan kokoiset 4 Ohmin kaiutinelementit samalla käyttöjännitteellä. Näin vahvistimen tehohukka/lämpeneminen on pienempää ja samoin paristojenkin kulutus, joka on puolet siitä mitä se olisi 4 Ohmin tapauksessa. Kaiuttimen taajuusvaste (kotelossa) on laaja 55Hz - 20kHz.

Kaiuttimen muoto on tilatehokas 1,5 litrainen kuutio. Piirustusten mukainen koko on jopa minimikoko osien mahtumisen kannalta ja myös matalimpien taajuuksien kohtuullisen soinnin kannalta.

Huom. Jos kaiuttimessa käytetään vahvistinta “2038” ja tämä varustetaan vain Bluetooth-audiomodulilla, jätetään potentiometri pois ja ohitetaan tietty myös kaikki siihen liittyvät asiat kotelopiirustusten osalta.

Rakentaminen

Kotelon perusrakenne on hyvin yksinkertainen ja muodostuu 145mmx145mm etu- ja takalevyistä sekä kotelokehikosta, jonka syvyys on 115mm. Etulevyn ja kotelokehikon vahvuus on 12-15mm.

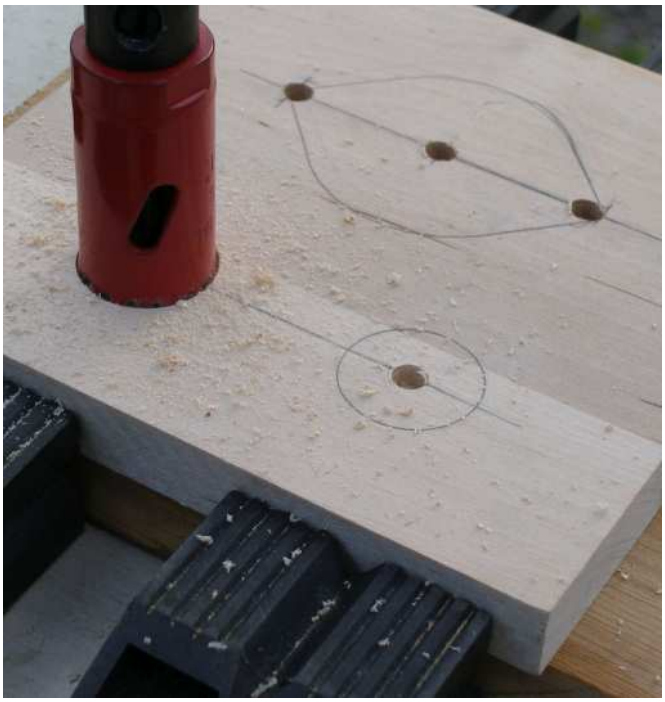
Kun käytetään TDA7297-vahvistinta paristoilla:

Takalevyn vahvuuden tulee olla 18mm. Takalevy on siksi vahvempaa materiaalia, jotta siihen voitaisiin upottaa paristopidin paristoineen ja sen päälle voi sitten laittaa hyvin yksinkertaisen ja tasaisen kannen. Paristopidintä ja sulakepesää varten tehdään ilmatiivis levypohjainen potero.esim. kovalevyn palasella. Jos paristopidin on painopiirimallinen, sen juotospinnit saa kovalevyn läpi paristopitimen alla kotelon sisäpuolelle ilman eri johtimia. Kun myös DC-liitin, kytkin ja 3.5mm signaalin tuloliitin ovat takalevyssä, ovat ne mukavasti kasassa myös vahvistimen testauksia varten. Vahvistimessa kannattaa käyttää ruuviliitintä kaiutinulostulon osalta, johon testivaiheessa voidaan liittää jokin testikaiutin.

Kun käytetään “2038”-vahvistinta:

Takalevy voi olla 12-15mm vahvuista. Jos vahvistinta käytetään USB-varavirtalähteellä, pitää sille tehdä jonkinlainen reppumallirakenne (tasku), koska pituuden vuoksi poteron teko ei onnistu. Tila sulakepesälle kuitenkin tarvitaan.

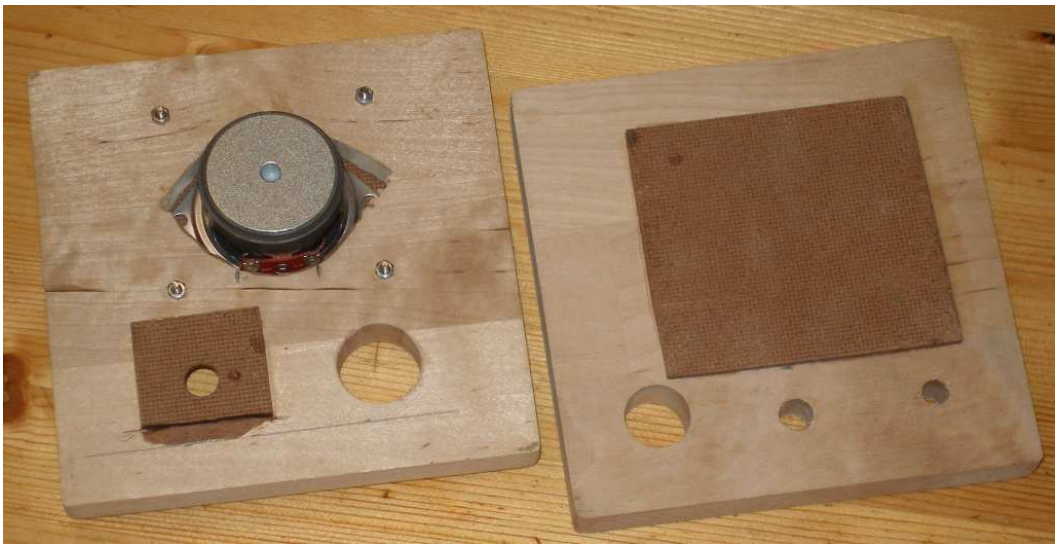
Piirrotusten jälkeen on hyvä tehdä puuporalla ohjausreiät aukkosahaa varten. Näin aukot tulevat prikulleen paikalleen kun aukkosahan oma pora keskellä ei vetele sinne sun tänne. Tässä vaiheessa aukkosahalla tehdään vain refleksiputken ja potentiometrin aukot !



Edellisen vaiheen jälkeen kiinnitetään kaiuttimen asennuslaippa paikalleen. Käytä 25mm M3 uppokantaruuveja. Upotukset ruuvin kannoille voi tehdä metalliporalla vastapäivään poraamalla. Kaiuttimen asennuslaippaan tehdään ensin aukkosahan ohjausreikä, poraamalla ohjausreikä yllä olevassa kuvassa tehdyn ohjausreiän kautta, mutta käänteiseltä puolelta. Näin asennuslaippaan saadaan ohjausreikä tarkasti paikalleen ja kaiutinaukko (ø44mm) tulee keskitettyä tarkasti varsinaisen kaiuttimen etulevyn kanssa, johon tulee hieman isompi aukko (ø50mm).
Huom. kotelon aukkoa ei tarvitse tehdä soikioksi kuten kuvissa on tehty. Reiät (ø4mm) kaiuttimen kiinnitysruuveille ja upotukset (ø7mm) muttereille riittävät. Ks. piirros.

Potentiometrin aukon kohdalle liimataan kovalevyn palanen. Potentiometrin tarvitseman reiän saa keskitettyä/porattua tarkasti sillä samalla aukkosahalla mitä jo edellä käytettiin, mutta nyt poraten läpi tietenkin vain keskiössä olevalla poranterällä. Lopuksi käytetään kalvainta reiän kasvattamiseksi potentiometrin tarvitsemaan 10 milliin. Vaihtoehtoisesti aukkosahan keskiporalla tehdään vain merkintä keskelle ja reikä porataan 10mm puuporalla.

Etu- ja takalevyt aukotettuina ja peitelevyt paikoillaan



Alla olevassa kuvassa mallataan kaiutinta paikalleen. On hyvä varmistua siitä että kaiutin ei kanita etulevyyn nähden. Huomaa että etulevyyn pitää viilata kaiutinelementin juotoskorvien kohdalle jonkin verran lisätilaa, koska juotoskorvat ovat varsin ulkonevat. Kun näyttää siltä että kaiutinelementti saadaan keskitettyä asennuslaipan reiän suhteen keskelle, tiedetään varmasti että kaiutinelementti voidaan myöhemmin liimata ja ruuvata kiinni asennuslaippaan. Ensin kuitenkin valmistellaan laipan tiiviste.

Asennuslaippaan tehdään nyt reiät kaiutinelementin kiinnityskorvien kohdalle. Ohuesta vaahtomuovista tehdään asennuslaipan muotoinen tiiviste, joka voi olla n. 5mm pienempi kuin laippa, jos asennuslaippaan laitetaan myöhemmin myös kaiutinkangas. Tiiviste voidaan laittaa väliaikaisesti kaiutinelementin ja asennuslaipan väliin, kuten alla olevassa kuvassa. Sitten piirretään elementin ääriviivapiirros vaahtomuoviin. Samoin vaahtomuoviin merkataan ja puhkaistaan laipan neljän ruuvikiinnityspisteen kohdat.

Tiivisteen valmistelun jälkeen voidaan kaiutinelementti liimata asennuslaippaansa kiinni. Itse tein tuon niin että liimasin uppokantaiset ruuvit ensin kannoistaan kiinni. Kun olin levittänyt liiman kaiutinaukon reunalle, laskin laipan kaiuttimen etureunan päälle, ruuvien osittain ohjatessa paikalleen. Ja sitten vain pieni viilaus asentoon.

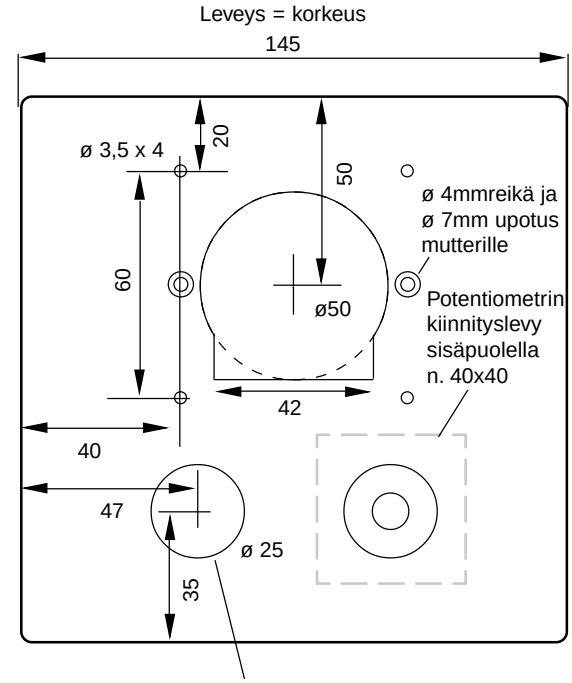
Laippa imaisi itsensä varsin nopeasti kiinni kontaktiliimaa käyttäessä. Asennon hienosäädössä onkin pidettävä kiirettä. Lopuksi kierretään mutterit varmistukseksi ja annetaan kuivua.

Vaahtomuoviin leikataan kauttaaltaan n. kolme milliä pienempi aukko kuin mitä oli aiemmin tehty ääriviivapiirros. Esim. ruuvien kohdat vain juuri kierretään. Tämä varmistaa tiiviyden.

Tiiviste asetetaan tämän jälkeen kaiutinelementin päälle alla olevan kuvan mukaisesti. Mikäli kaiutinelementti ei ole laippaansa (liimaus) tai etulevyyn nähden tiivis, se heikentää väistämättä matalien taajuuksien toistoa ja voi aiheuttaa ylimääräisiä ääniä. Kuvissa esitetty kaiutinelementin tiivistämistapa on kuitenkin varmin- ja ainoa oikea tapa saada kapeareunainen kaiutinelementti asennetuksi tiiviisti ja tuoduksi mahdollisimman lähelle kotelon pintaa, kuten on toivottavaa. Helpompi vaihtoehto edellisen järjestämiseksi on kotelon pintaan kiinteästi liimattava kaiuttimen asennuslaippa, mutta kaiutinkankaan asentamiseen tarvitaan sitten muita ratkaisuja.

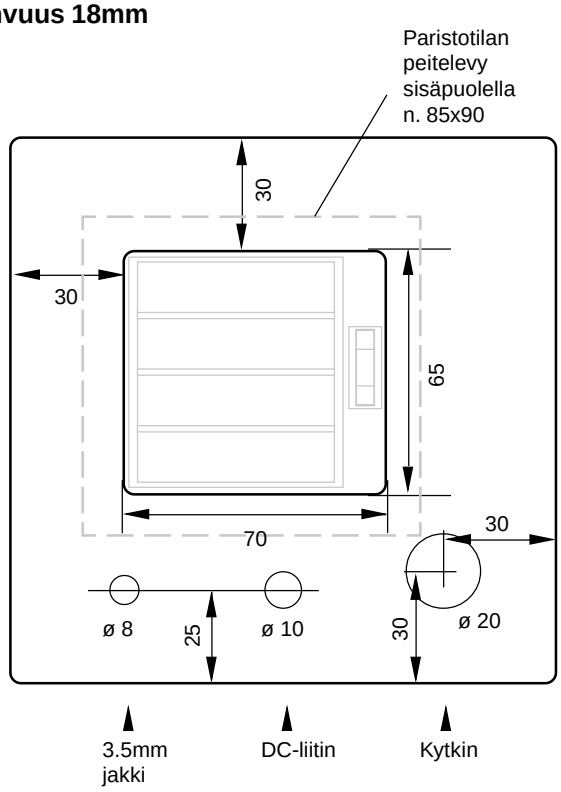
Kotelon mitat, mm

KOTELON ETULEVY
Vahvuus 15mm

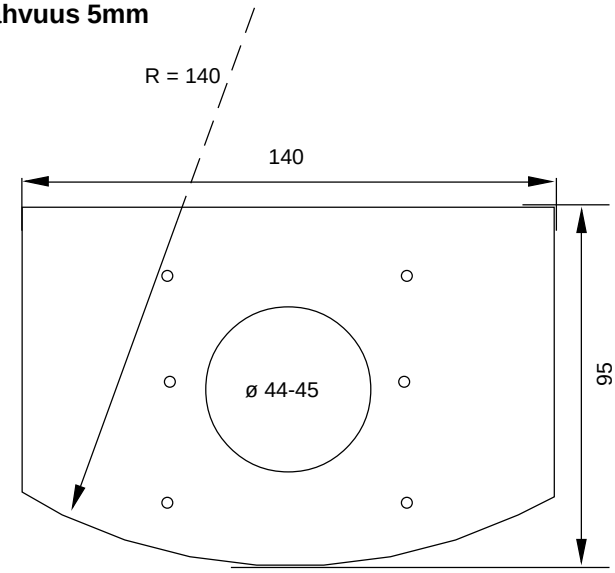


Refleksiputki: Ulkohalkaisija 25mm, sisä 21mm. Pituus 90mm.

KOTELON TAKALEVY
Vahvuus 18mm



KAIUTINELEMENTIN ASENNUSLEVY
Vahvuus 5mm

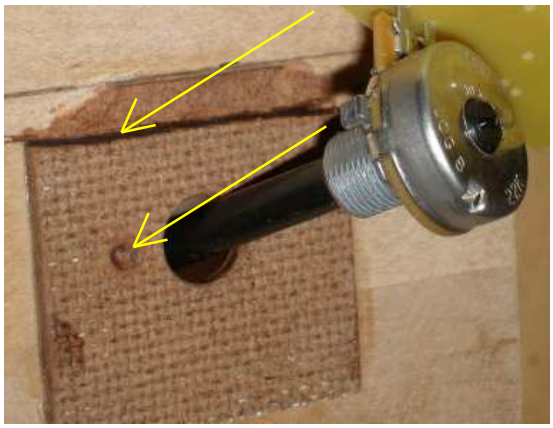


Jos kaiuttimessa käytetäänkin vahvistinta "2038" ja tämä varustetaan vain Bluetooth-audiomodulilla, ei potentiometria käytetä ollenkaan. Katso ohjeet sivulta 7.

Potentiometrin nupin osittainen upotus on tyylillinen temppu, jolla nuppi saadaan kaiuttimen naamataulua vähemmän hallitsevaksi. Nuppi upotetaan sen verran että sen kiinnittäminen vielä onnistuu.

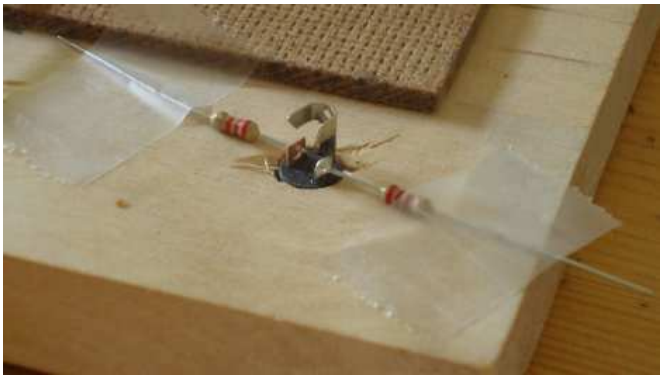
Kovalevyn palanen johon potentiometri kiinnitetään pitää viimeistellä siten että piirilevyn reuna ei kanna ja että potentiometrin kiertymistä estävälle pinnille tulee vastaupotus. Eli piirilevy tuodaan paikalle ja merkataan sen reuna palaseen. Siitä kohtaa ylimääräinen osa kalvataan pois vaikka puukolla tai taltalla.

Edellisten toimien jälkeen liimataan refleksiputki paikalleen ja etulevy on valmis liimattavaksi paikalleen kotelokehikkoon.



Takalevyyn tulevien 3.5mm stereojakin ja DC-liittimen tulee olla ilmatiiviitä tai ne joutuu koteloimaan. Järkeilin liittimiksi sellaiset jotka ulottuvat läpi asti takalevyn 18mm vahvuudesta ja jotka pystyisi yksinkertaisesti kiertämään puuhun paikalleen (varmistus liimalla myöhemmin).

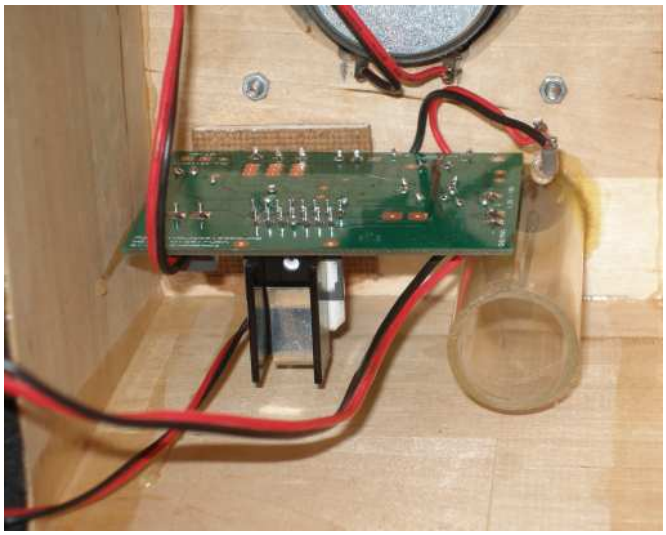
3.5mm runkojakkina onkin kuvissa umpinaisella sisäosalla varustettu jatkojakin sisus, josta kuoriosa heitetään menemään. Jakkiosa on tarpeeksi pitkä rungoltaan ja ø 8mm reikään kierrettynä se on jo varsin tukevasti ki inni sellaisenaan. Liittimen juotoskorvat ylettyvät läpi ja juotoskorviin juotetuilla vastuksilla voi helposti tehdä tarvittavan vasemman- ja oikean kanavan yhdistävän mikserin. Alla olevassa kuvassa on juotosapuna teipinpalat ja kyseiset teippien alla olevat langanpäät yhdistetään piirilevylle meneväksi monosignaaliksi.



DC-liitin on kuvissa myös umpinainen, 10mm reikään kierrettävissä ja siinä varsin lujasti sellaisenaan kiinni pysyvä malli.

Ylläolevasta kuvasta on jätetty paristojen peitekansi tarkoituksellla pois. Se voi olla täysin tasainen levynpala, koska 4xAA paristopidin paristoineen mahtuu 18mm levyyn tehtyyn poteroon. Sulakepidin on myös samassa poterossa ja se onkin siirretty pois vahvistimen piirilevyltä, jonne se normaalisti kuuluu. Kytkin on ø 20mm reikään painettava malli, jonka kytkentä on On-Off-On tyyppiä. Sillä voidaan valita käyttöjännite paristoilta tai DC-liittimestä (johon voidaan liittää max. 15V virtalähde tai tupakansytytinjohto yms).

Alla on havainnekuva ledin suuntauksesta. Jos halutaan että led valaisee akryyliputken suuta, on se suunnattava kuvan mukaisesti ja mieluusti alaviistoon, ettei led killitä silmään putken suuta tiiraillessa.



Vahvistin TDA7297piirillä - kytkentämalli

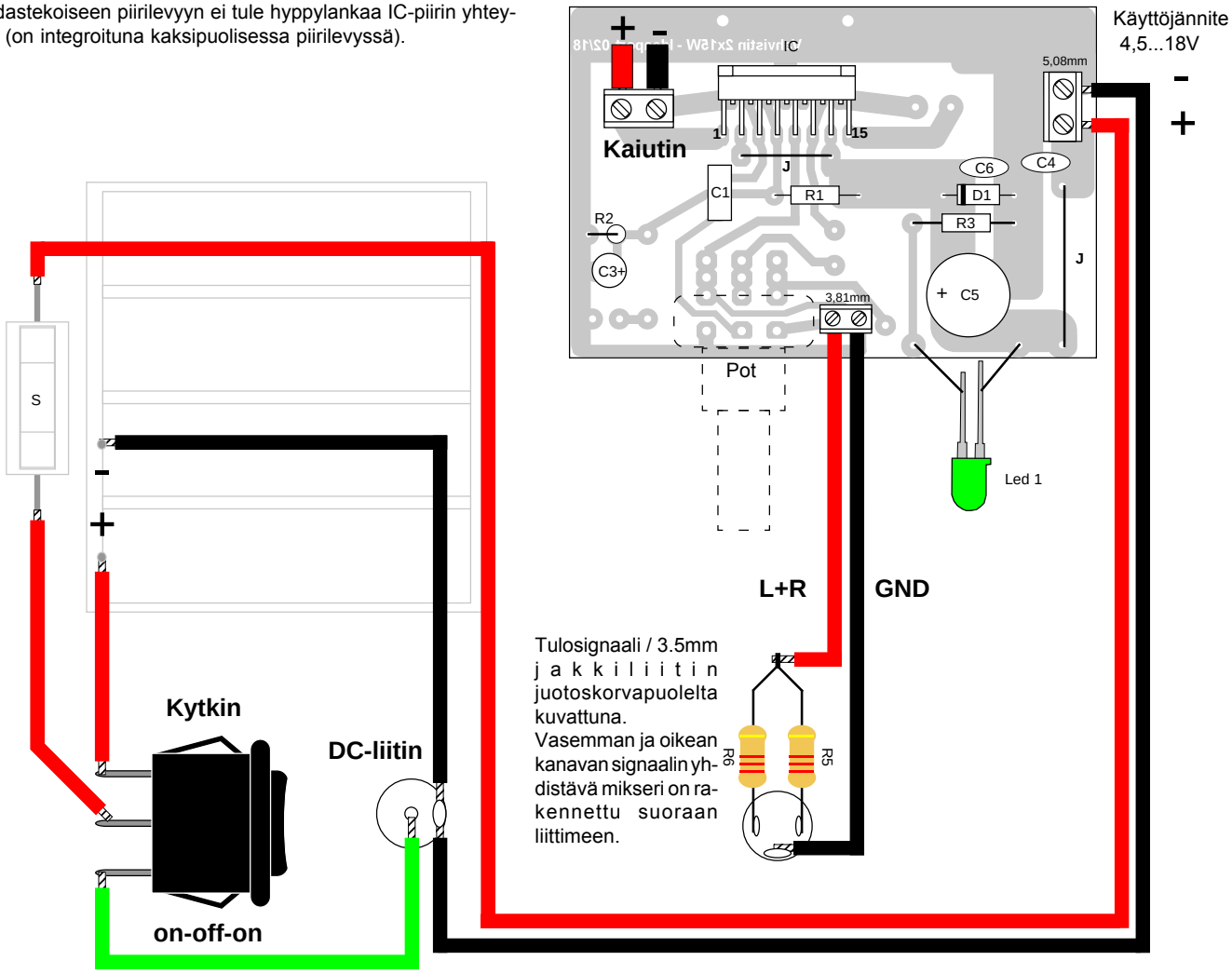
Alla oleva sijoittelupiirros on johdinten ja takakannen osien kannalta se mikä näkyy sisäpuolelta katsottuna, kun osat ovat ohjeen kuvien mukaan aseteltu takakanteen. Paristopidin on hahmotussyistä näytetty (harmaana) takakannen läpi kuultavana mallina.Mikäli käytetään painopiirimallista paristopidintä, on napaisuus kannen sisäpuolella piirroksen mukainen.

Mikäli kaiuttimeen ei asenneta DC-liiitintä, jää kytkennästä vihreä johdin pois ja kytkimeksi tulee perus on-off malli.

Huomaa hyppylanka sulakepesän ja IC-piirin yhteydessä = “J”. Tehdastekoiseen piirilevyyn ei tule hyppylankaa IC-piirin yhteyteen (on integroituna kaksipuolisessa piirilevyssä).

Osaluettelo

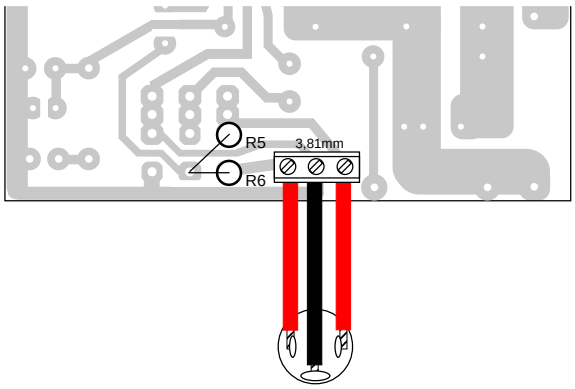
C 1	220nF Polko (C2 jätetään pois)
C 3	10µF 25V Elko
C 4, 6	100nF Kerko
C 5	1000µF Elko
R 1	22k Ohm
R 2	47k Ohm
R 3, 5, 6	2k2 Ohm
	(R 4 jätetään pois)
Pot	10k-22k Log Monopotentiometri
Led 1	Led, esim. vihreä > 100mcd
	(=virta päällä-led)
IC	TDA 7297 (TDA 7266)
S	Sulake ja sulakepidin
D 1	Schottkydiodi 1N5819...



Vahvistin ilman potentiometria

Jos kaiutn tehdään yksinomaan puhelinkäyttöön, on melko turha laittaa toista äänenvoimakkuuden säädintä heti puhelimen perään. Siitä voi syntyä jopa hetkellisiä ihemetyksen aiheita, että mistä johtuukaan kun ääntä ei kuulukaan. Mikäli potentiometria ei laiteta, voidaan ko. tapauksessa vasemman ja oikean kanavan miksausaste tehdä piirilevylle. Miksausaste tehdään oheisen piirroksen mukaisesti potentiometrin paikalle vastuksilla R5 ja R6 = 2,2k.

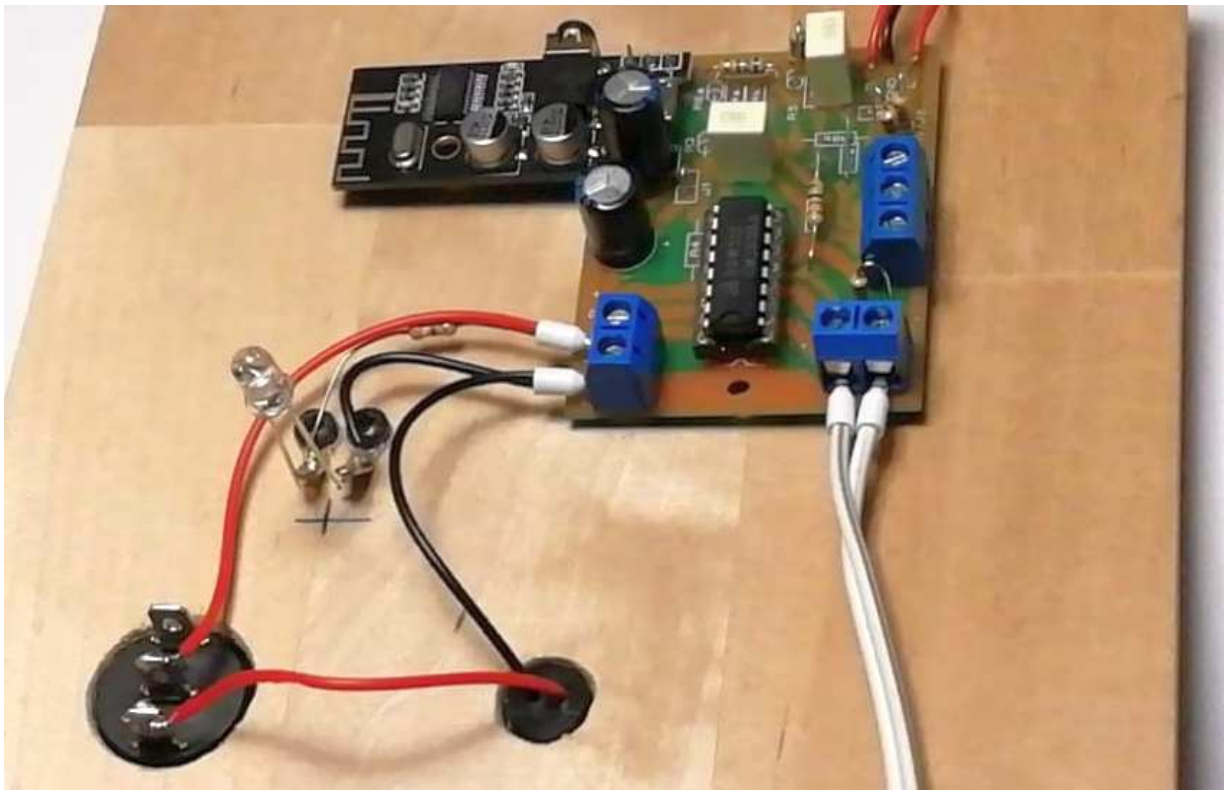
Vastusten toiset päät yhdistyvät piirilevyllä samaan reikään. Potentiometrin pinnille tarkoitettu reikä on kuitenkin niin iso, että temppu onnistuu ilman reiän avartamista.



Vahvistin mallia “2038”

Vahvistin “2038” mahtuu myös Bluetooth(BT)-modulin kera helposti minikuution takakanteen. Vahvistimen ulkomitat ovat BT-modulin kanssakin vain 57x77mm. Takakannen päällä myös koko vahvistinkokonaisuuden testaus käy helposti. Huomaa että vahvistin joka on kuvassa alla, on varustettu sekä BT-modulilla että -kuulokeliitännällä. Jos kuulokeliitäntä jätetään pois, jätetään luonnollisesti myös potentiometri pois. Äänen voimakkuutta halutaan säätää useimmiten vain puhelimesta, jolloin kytkentä on paljon yksinkertaisempi.

Takakannen sisäpuolella on allaolevassa kuvassa kaikki osat lopputestausta varten. Sekä kaiutinulostulon- että kuulokeliitostulon potentiometrin paikalla on käytetty ruuviliittimia. Niihin voi liittää testikaiuttimen ja tarvittaessa myös potentiometrin. Samoin sitten kun kaikki näyttää olevan kunnossa, on kotelossa olevan kaiutinelementin ja potentiometrin liittäminen helppoa. Kyseisten johtimien tulee olla sen verran pitkiä että ne ylettyvät liittimiin, mutta häiriötekijöitten välttämiseksi, muiden johtimien pituuksien tulisi olla yhtä lyhyitä kuin mitä kuvassa. Ei spagettikasoja!

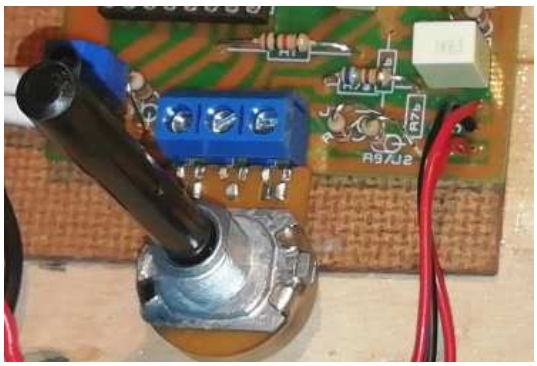


Akryyliputken valaisemiseksi on tässä mallissa turvauduttu erillisiin lediä varten tarkoitettuihin juotoskorviin. Vahvistimesta haaroitetaan niihin etuvastus ja miinus. Mitä tahansa haaroituksia teetkin, on ne aina kätevintä tehdä kuvan johdonpääholkeilla.

Juotoskorvien kärjet sijoittuvat hieman akryyliputken yläpuolelle. Akryyliputken paikka näkyy kotelopiirroksissa. Alla led juotetaan kohta kiinni. Teipin poistamisen jälkeen led taitetaan kohti putkea.

Kuvan vahvistin toimii 5V USB-jännitteellä, jota varten kuvan takakannessa on “mutterikiinnitteinen” ja johdollinen USB-C-runkoliitin. Tässä tapauksessa kun takalevy on reilusti paksumpi kuin mihin USB-C liittimen kierre riittää, on liitin vain liimattu kiinni. USB-C liittimen plusjohto kulkee ensin kytkimelle ja siitä vahvistimen plusnapaan.

Kuvassa alla näytetään kuulokelinjan testi potikan kanssa. Huom. tässä asennossa voimakkuus säätyy vielä käänteiseen suuntaan. Lopullisen johtojen järjestyksen tulee olla peilikuva.



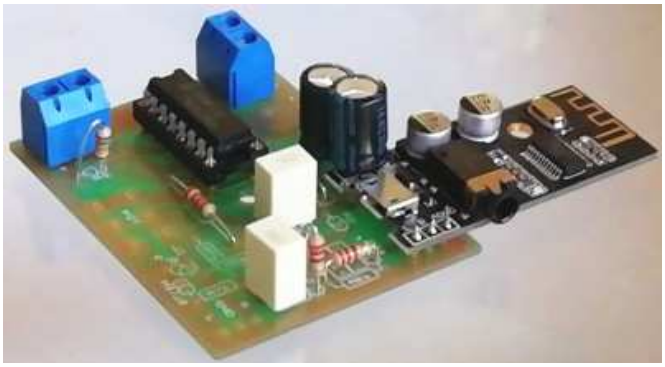
Puhelimien ym. latureitten osalta USB-C liitin on valittu ainoaksi hyväksytyksi latausliittimeksi, jonka johdosta ne ovat alkaneet yleistyä hyvin ripeästi. Pian myös niitä on jouten käytettäksi näitä pikku kaiuttimia ja muita kytkentöjä varten. Kaiuttimen varustaminen näinä päivinä USB-C liittimellä mahdollistaa kaiuttimen käyttämisen pitkään tulevaisuuteen. Alla kuva kaiuttimen takaa, sen alalaidasta. Keinukytkimen aukko ø20mm kuten ennenkin ja USB-C liittimen ø11mm.

USB-C runkoliittimen tulee olla mallia joka on konfiguroitu virtaa vastaanottavaksi liittimeksi eikä virran antopuoleksi! Muuten USB-C liittimellä varustettu laturi ei avaa 5V lähtöä.

Linkki vahvistimen ohjeisiin

www.boreaselectronics.fi/esarjat/vahv2038/VAHV2038.html

Valitse Minikuutioon monovahvistimet ja sitten äänilähteen tulo haluamasi mukaan. Aloitussivulla on linkki vahvistimen tarkempaan selostukseen.



Osat, piirilevyt ja Bluetooth-modulin ym. saat tilattua:
Boreas Electronics Oy
www.boreaselectronics.fi

Ideaport - 15.11.2025
www.ideaport.fi

Markku Kauppinen

Viimeisin muutos:päivitetty kaiuttimen koteloon tulevan aukon muotoa, koska kaiutinelementin juotoskorvien rakenne on muuttunut.