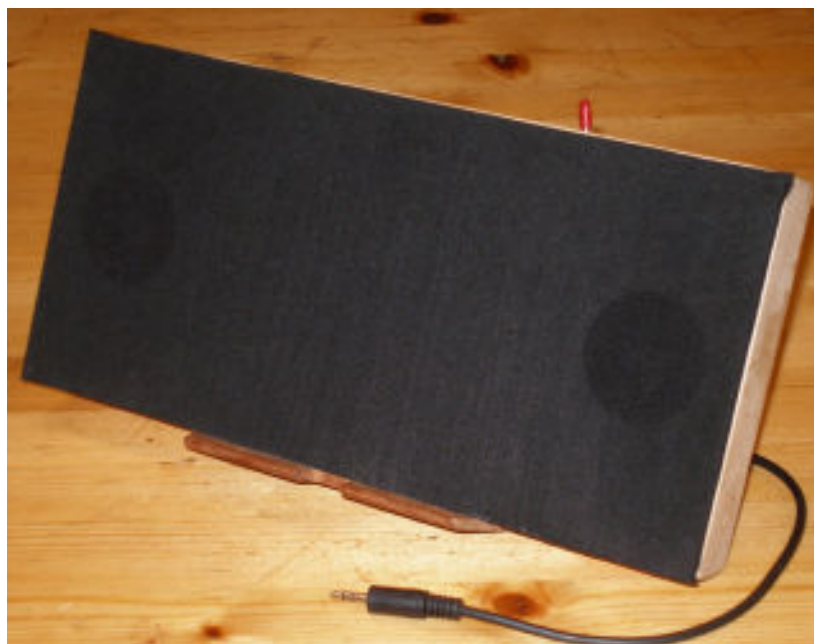


# Stereokaiutin tableteille tai puhelimille

Markku Kauppinen



Pieni litteä stereokaiutin vahvistimella. Toimii 4xAA paristoilla/akuilla tai virtalähteellä.

## Ominaisuudet

Tämä pieni litteä stereokaiutin on suunniteltu älypuhelin- ja tablettikäyttöön, pöytä tai sylikäyttöä ajatellen. Kaiuttimessa on keskellä pieni teline jonka päälle tabletti voidaan laittaa nojaamaan. Pöydällä tabletti/kaiutin voidaan asettaa sopivaan kulmaan kaiuttimessa olevan säädettävän jalan avulla. Kaiuttimen koko on 140x280mm ja siihen mahtuu juuri ja juuri 7" tabletti vaakatasoon siten että tabletin reunat jo hieman peittävät kaiutinaukkoja, mutta vaikuttamatta ääneen. Kaiutinta voi soittaa neljällä AA-paristolla ja myös virtalähteellä, jos kaiuttimen varustaa DC-liittimellä. Tällöin kaiutinta voi soittaa ja saa soittaa varsin kovalla volyyminä.

Kaiuttimen vahvistimena on max. 2x7W TDA7266 tai 2x15W TDA7297 vahvistin, joka on sijoitettu kokonaan kaiutinkotelon sisään. Vaikka kaiutinta on käytetty 12V jännitteellä ja jäähdytyselementtinä on ollut vain tulitikkuaakin kokoinen alumiinilevy, on piiriä vaikea saada kuormitettua niin paljon että lämpösuoja katkaisee vahvistimen toiminnan. Säröille menevä ääni saa kuuntelutuokion loppumaan aiemmin.

Kaiutinelementtinä on käytetty minikuutiokaiutimesta tuttua 50mm 8Ω kaiutinelementtiä, jonka äänenpaine päihittää useimmat vastaavan kokoiset 4Ω kaiutinelementit samalla käyttöjännitteellä. Näin vahvistimen tehohukka/lämpeneminen on pienempää ja samoin paristojenkin kulutus, joka on puolet siitä mitä se olisi 4Ω kaiutinelementeillä.

Pieni kotelo hankaloittaa matalien taajuuksien toistoa ja tässä kaiuttimessa kahdelle elementille on vain litra yhteistä tilavuutta. Elementin vasteessa on lisäksi 1,5kHz alkaen 10dB nouseva ramppi aina 15kHz asti. Kaiuttimeen onkin lisätty taajuuskorjain aivan matalimpien taajuuksien vahvistamiseksi ja aivan korkeimpien taajuuksien vaimentamiseksi. Ilman tätä kaiuttimeesta olisi tullut rasittavan nasaali. Saman kaltaisia korjaimia käytetään myös kaupallisissa kaiuttimissa. Korjattu matalien taajuuksien toistokyky ylitti reilusti odotukset tämän projektin kohdalla. Kaiutin kuulostaa reilusti "isommalta" kuin mitä siitä odottaisi.

## Rakentaminen

Kotelo muodostuu 280mmx140mm kokoisesta vaneripohjaisesta "kaukalosta" ja vastaavan kokoisesta irrottavasta etulevystä. Etulevy kiinnitetään pohjan kautta ja läpi kotelon kulkevilla kuudella 40mm ruuvilla. Ruuveja varten etulevyyn liimataan pienet vastapalikat, joihin porataan alkureikä ja tehdään pieni senkkaus. Pieni senkkaus ohjaa ruuvien pään helpommin reikään, kun ruuvien asemointia kokeillaan ensin sormin. Etulevyn ja takalevyn väliin keskialueelle tulee lisäksi neljä vaimenninpalasta, joiden päihin laitetaan P-tiivisteiden patkat. Näin kotelorakenne on melko ohuen vanerin käytöstä huolimatta resonoimaton. Irrotettava etulevy mahdollistaa kaiutinkankaan käytön etulevyn reunojen yli kauttaaltaan kääntäen, jolla kaiuttimen etupuolen saa hyvin siistiksi. Kun pohjaosan reunojen päällä käytetään melko paksua P-tiivistettä, sallii se pienehköt rypytkin kankaassa.

Kaiutinelementit kiinnitetään etulevyyn liimaamalla ne pahvireunastaan etulevyssä olevien aukkojen huulille. Liimaa pitää olla kattava ja sormella tasattu kerros aukon reunalla, jotta liima tiivistäisi mutta ei valuisi kaiutinelementin kartioon. Tämän jälkeen etulevy lasketaan hitaasti ja varovasti kiinni kaiutinelementin pahvireunaan, tarkkaillen aukon kautta keskitystä. Itse käytin toista kaiutinelementtiä etulevyn toisessa päässä tasaajana kun liimasin ensimmäistä. Sitten vielä tarkistus ettei liimaa pursunut kartioon ja paino päälle.



## Sointi kuntoon taajuuskorjaimella

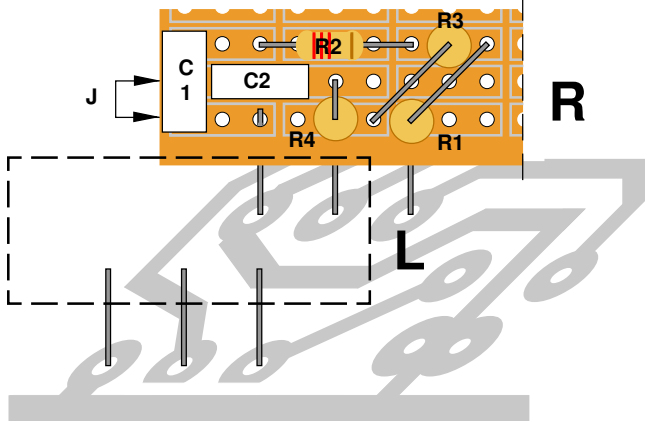
Sointia tasapainoittava taajuuskorjain on kaksivaiheinen suodin, joka sekä korostaa matalimpia taajuuksia että vaimentaa aivan korkeimpia. Suotimia tarvitaan kaksi kappaletta, yksi kumpaakin kanavaa varten. Kun tabletti on ajateltu rakennettavaksi ilman potentiometriä, oli järkevää kuitenkin käyttää 2x7W vahvistimen sitä piirilevyversiota joka mahdollistaa potentiometrin käytön, mutta tehdä potentiometrin paikalle pienet suodinmodulit. Edellinen tuntui paremmalta ratkaisulta sen sijaan että olisi suunnitellut erillisen suodinpiirilevyn, joka olisi tuonut lisää johtimia.

Suotimet on helppo tehdä koekytkentälevystä, jonka kuparirajoitteissa on jokaisen kolmen reiän jakson jälkeen katkot. Yhden kanavan suotimeen tarvitaan vain 9 jaksoa alla olevassa 3x3 jakson muodossa, eli yksi koekytkentälevy on hyvin riittävä, mahdollistaen 50 yksittäisen suotimen valmistamisen tai 25kpl stereomallina.

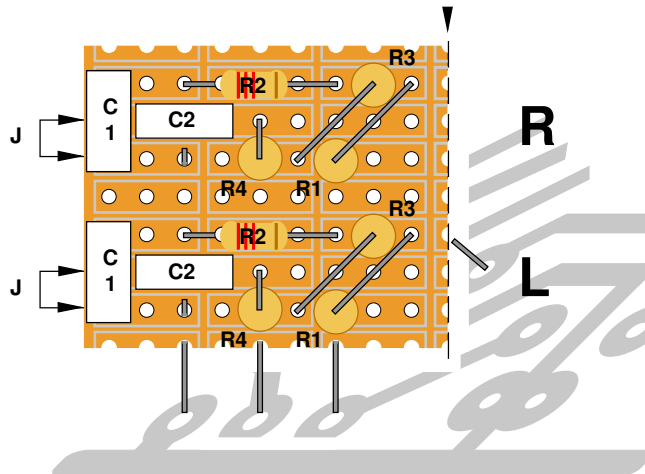
Piirilevy tulee oikealta puoleltaan katkaista kuvassa nuolella ja katkoviivalla kuvatusa kohdasta, koska oikealla puolella on tulojohtimien paikat, jotka muuten ahdistavat jos näissä kohdoin haluaa käyttää piikkejä liittiminä. Vasemmalla puolella on kyllä tilaa. Eli katkot kannattaa tehdä koko levyaihiolle matkalle aina siten että ne katkotaan kuvassa R1:n paikkaa seuraavasta reikäsarakeesta ja piirilevyn vasemmalle puolelle voi jättää huoletta parikin reikävarvia. Koekytkentälevy on helpointa paloitella aina reikäriiviä pitkin siten, että kummallekin puolelle veistetään haavat ja sitten taitetaan sitä pitkin poikki.

### Yksittäiset suodinmodulit

Kumpaankin kanavaan tehdään ko. mallilla oma moduli, joka tulee piirilevylle pystyyn.

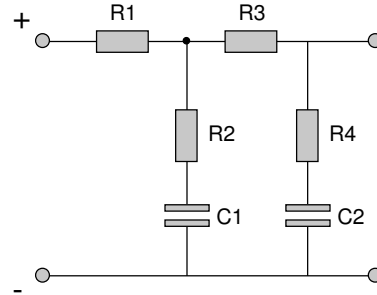


### Kaksi suodinta yhdellä piirilevyllä



## Osaluettelo 1/2

C 1	220nF Polko
C 2	2,2nF Polko
R 1, 2	2,2k Ohm
R 3	6,8k Ohm
R 4	15k Ohm



### Toimintaselustus:

Suodin koostuu kaksiportaisesta R/C-suotimesta. Ensimmäinen aste C1, R1 ja R2 vaimentaa n. 160Hz taajuudesta ylöspäin korkeimpia taajuuksia. R2:n tehtävä on asettaa vaimennustaso vain tiettyyn voimakkuuteen, jotta aivan kaikki korkeat taajuudet eivät oikosulkeutuisi C1:n kautta maihin. Jakotaajuudesta alaspäin C1:n vaikutus pienenee ja matalimmat taajuudet eivät vaimene juuri lainkaan. Tämä suodinaste korjaakin paremmaksi ensin matalimmat taajuudet, jotka pienen kotelon takia vaimentuisivat voimakkaasti. Kyseessä on "bass-boost" joka sopisi myös moneen muuhunkin vastaavaan projektiin. Huom. suodin sopii tällaisenaan kuitenkin vain pienellä lähtöimpedanssilla oleviin laitteisiin, joista signaali on tarkoitettu kuulokkeille.

Toinen aste R3, R4 ja C2 toimii samankaltaisesti, mutta huomattavasti korkeammista taajuuksista lähtien ylöspäin. Kyseinen aste vaimentaa ohjeissa käytetyn kaiutinelementin korkeimpia taajuuksia 5kHz taajuudesta ylöspäin, jotta kaiutin ei kuulostaisi liian diskanttivoittoiselta. Tämä korjaus on räätälöity hienosäätö juuri käytetylle kaiutinelementille ja kannatti kuitenkin lisätä vaikka osia tuli hieman lisää, koska ko. osat eivät maksa juuri mitään.

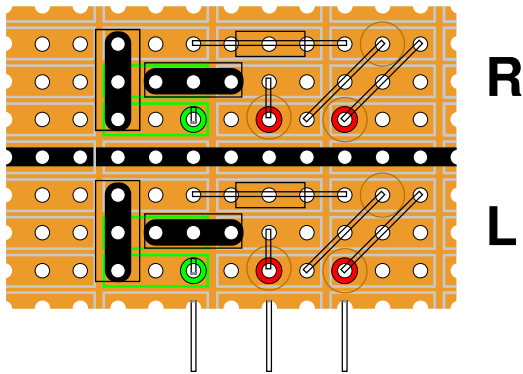
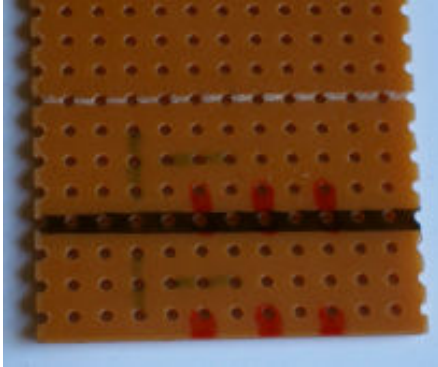
Se tekeekö suodinmodulit kanavakohtaisina yksikköinä tai stereona on makuasia. Yksittäisten modulin kapeat piirilevyt ovat kyllä hankalampia taittaa poikki. Yksittäiset modulit on suunniteltu kuitenkin myös siksi että monet haluavat rakentaa hyvin pieniä monomallisia/yhden kaiutinelementin purkkeja 7W vahvistimella, joita silmälläpitäen tuo yhden kanavan suodin on myös suunniteltu.

Piirrosten kohta "J" tarkoittaa hyppylankaa, eli kyseiset kulmassa olevat kaksi johdepätkää tulee yhdistää. Käytännössä kyseisten kulmassa olevien johteitten väliin tehdään tinasilta sen jälkeen kun C1 ja C2 on juotettu paikalleen.



## Suotimien käytännön teko-ohjeet

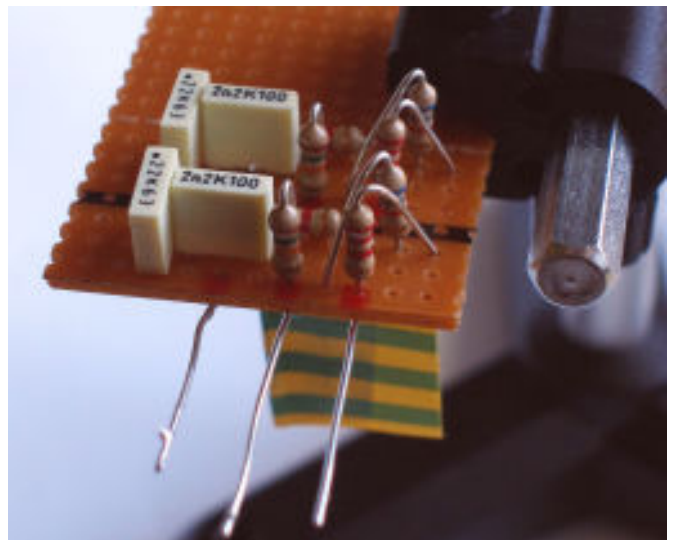
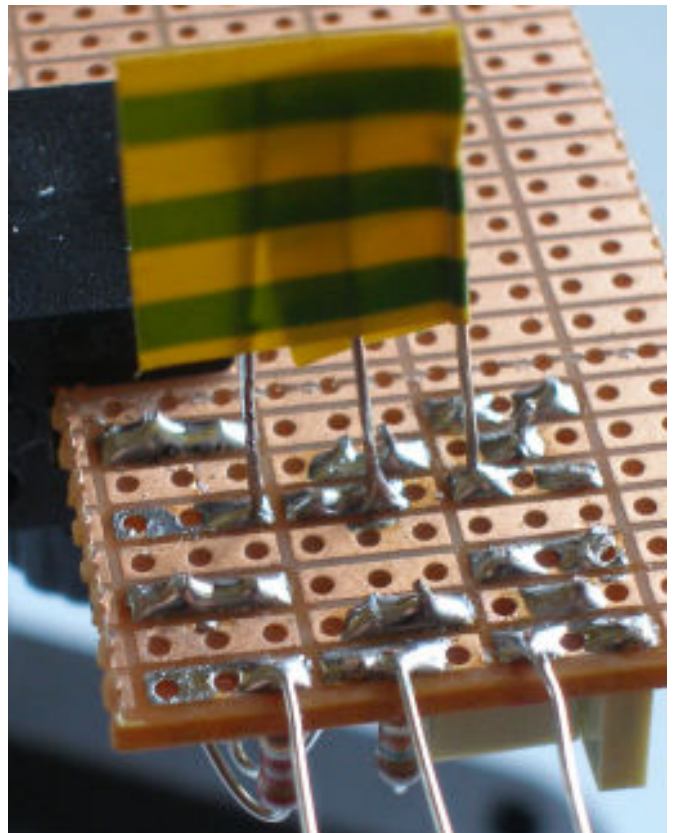
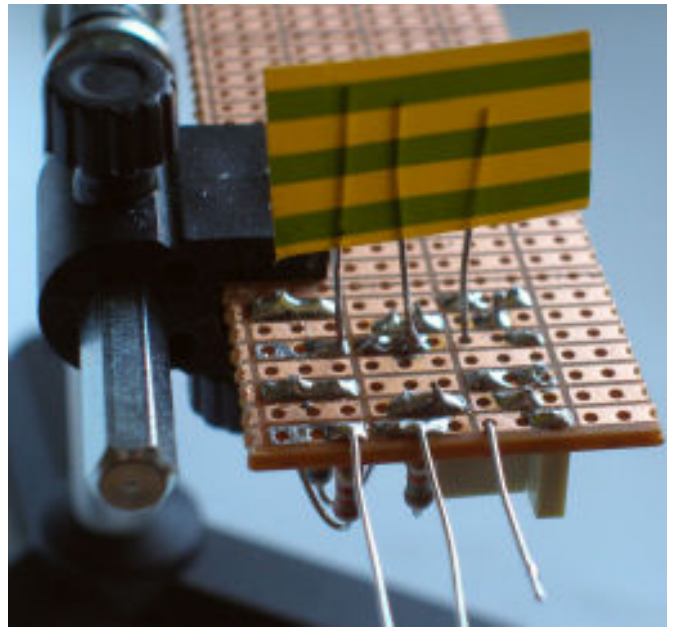
Tärkein vaihe suotimien tekovaiheessa on huolellinen merkintöjen teko piirilevyille. Kuten kuvassa alla, on vastuksien R1 ja R4 sekä näiden viereisen kytkentälangan paikka merkitty punaisella (lueteltuna oikealta vasemmalle). Piirroksessa alempana kytkentälangan paikka on merkitty vihreällä. Kondensaattoreiden C1 ja C2 paikat kannattaa merkitä myös esim. mustalla tussilla. Kun suodin tehdään stereomallina kuten oheisissa kuvissa ja piirroksessa, jätetään piirilevyllä yksi reikäriivi välissä käyttämättä ja myös kyseinen rivi merkataan (kuvassa musta viiva keskellä). Tämän jälkeen on komponenttien paikkojen hahmottaminen huomattavasti helpompaa.



Koekytkentälevyn katkot tehdään veitsellä raaputtaen kummaltakin puolelta. Piirilevyyn pitää saada ihan kunnon viillot ja kuparipuolen folioitten tulee olla poikki. Näin piirilevy katkeaa kevyesti käsin taittamalla. On kuitenkin hyvä pitää piirilevyt yhdessä kunnes komponentit on juotettu, jotta piirilevyn kiinnipito juotostelineessä olisi helpompaa.

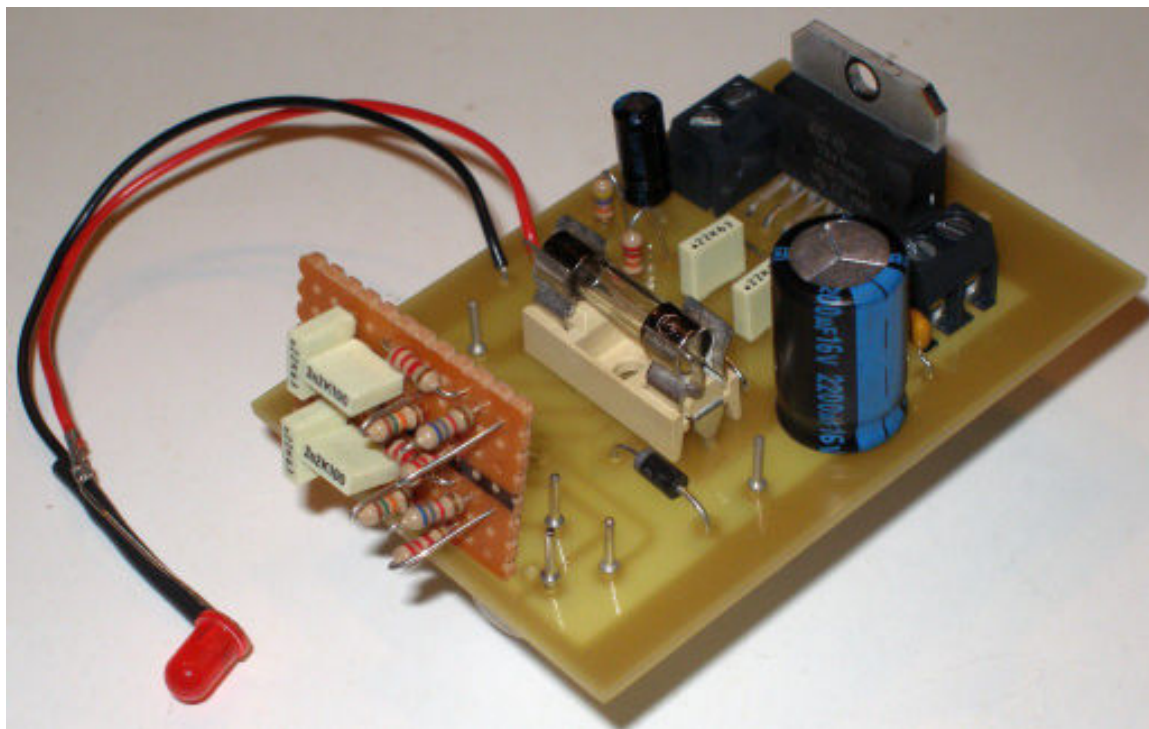
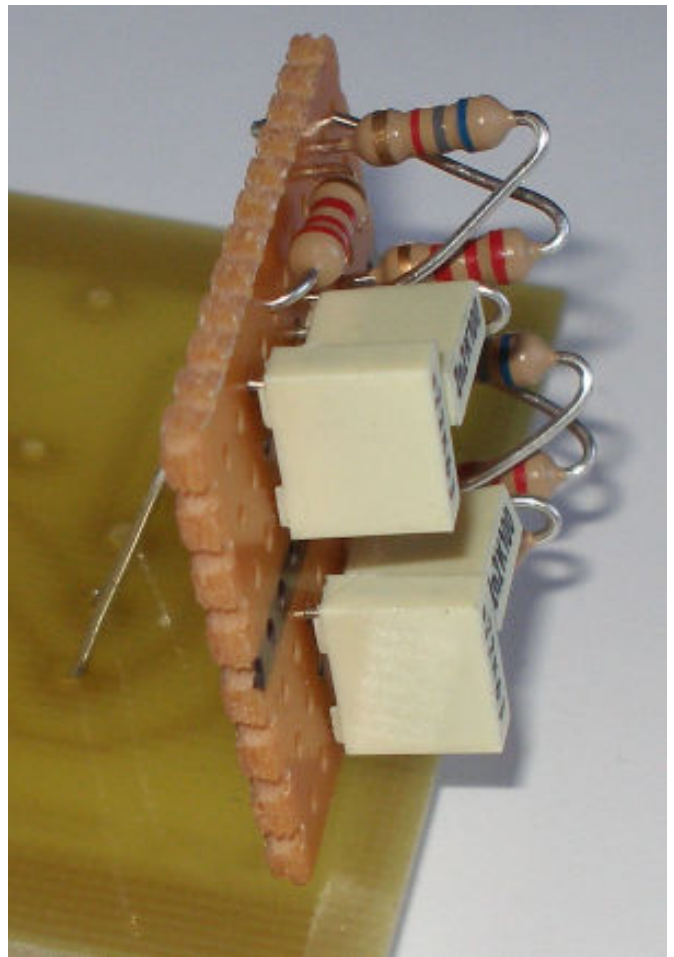
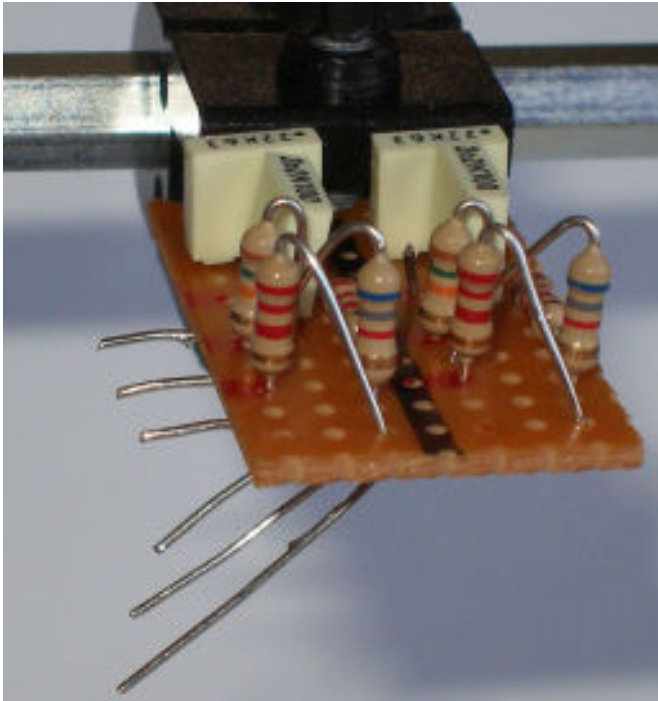
Komponentit kannattaa juottaa järjestyksessä C1, C2, R2 ja R3. Vastuksien R3 pitemmät langat otetaan katkaisun jälkeen talteen. Toista niistä voidaan käyttää vahvistinpiirin luona hyppylangaksi ja toista tarvitaan R-kanavan maatasen kytkemiseksi vahvistinpiirilevyille. Kyseinen piste on piirroksessa yllä merkitty vihreällä. Vihreällä reunalla on merkitty myös ne kaksi folionpätettä pääosin C1 ja C2 alla, jotka tulee oikosulkea keskenään yhteen.

Edellisen jälkeen juotetaan paikalleen R1 ja R4. Piirilevyn reunalla L-kanavassa kyseisten vastusten jalat taitetaan kuten kuvissa. Piirilevyn keskellä R-kanavassa on nyt tärkeää muistaa olla katkaisematta vastusten kohdalta kyseisiä lankoja. Niihin on siksi hyvä laittaa vaikkapa teipinpalanen muistuttamaan että kyseisiä lankoja ei saa katkaista. Teipinpalaa voi sitten käyttää rinnalle tuotavan kytkentälangan pätkän kiinnittämiseksi. Tuolloin teippi kiepautetaan kokonaan ko. langanpätkän ympärille, koska juotettaessa kuumentuva lanka tipahtaa irti vain pinnalle liimattuna.



### Suotimen liitos vahvistinpiirilevylle

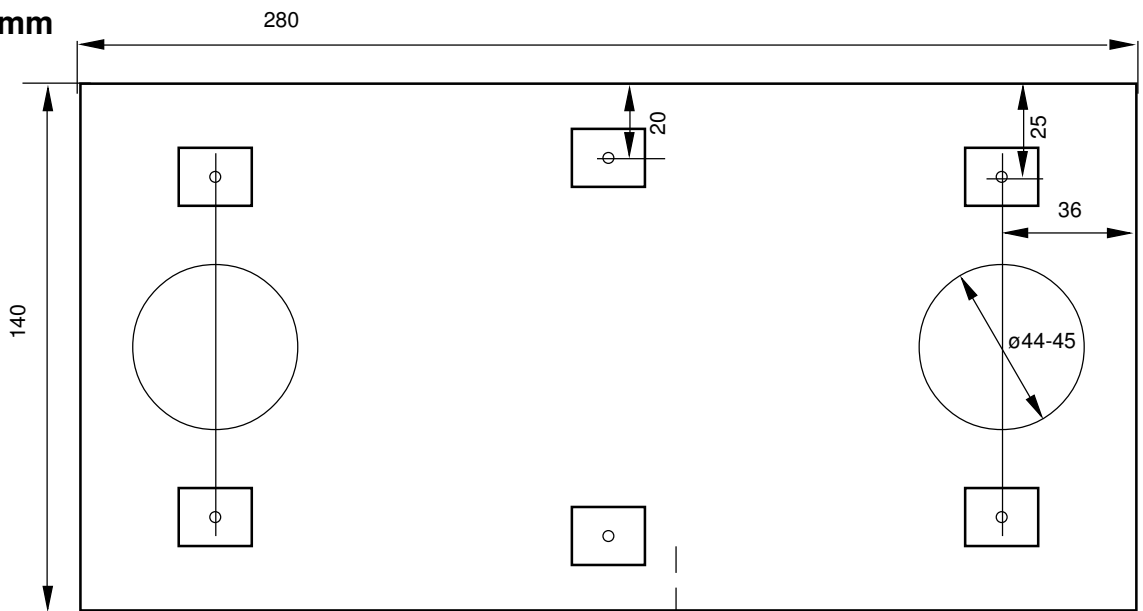
Suotimessa reunalla olevat langat siistitään sen verran lyhyiksi että riittävät kuitenkin piirilevyn läpi. Kuvan suotimes-  
sa keskellä sijaitsevat pitkät langat taitetaan kuvan mukai-  
sesti. Ne liitetään potentiometrin reikiin jotka ovat vahvistin-  
piirilevyllä etäämpänä reunasta.



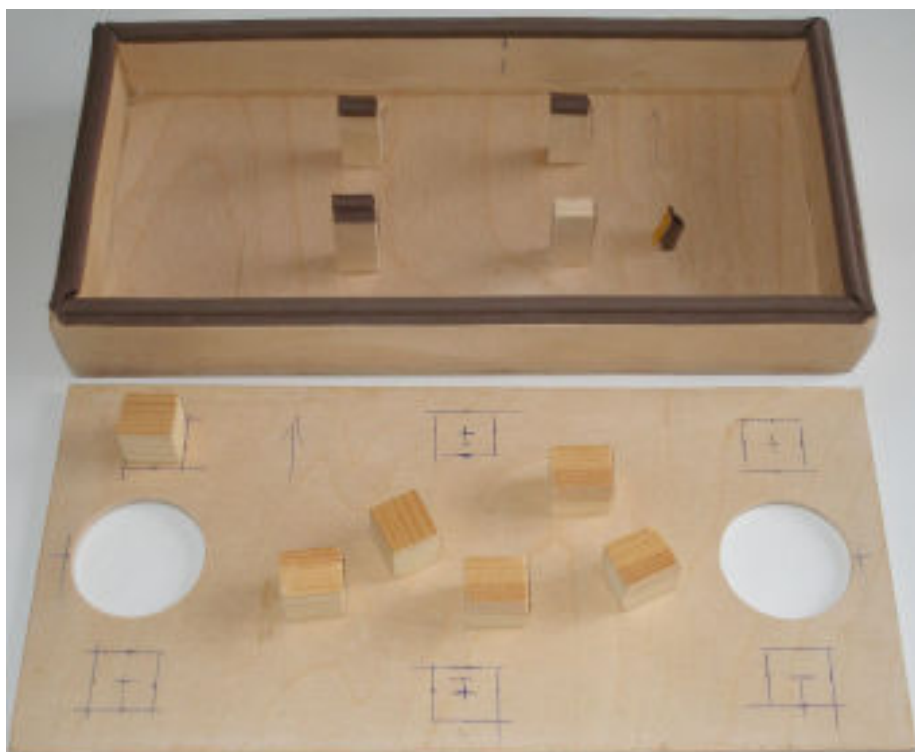
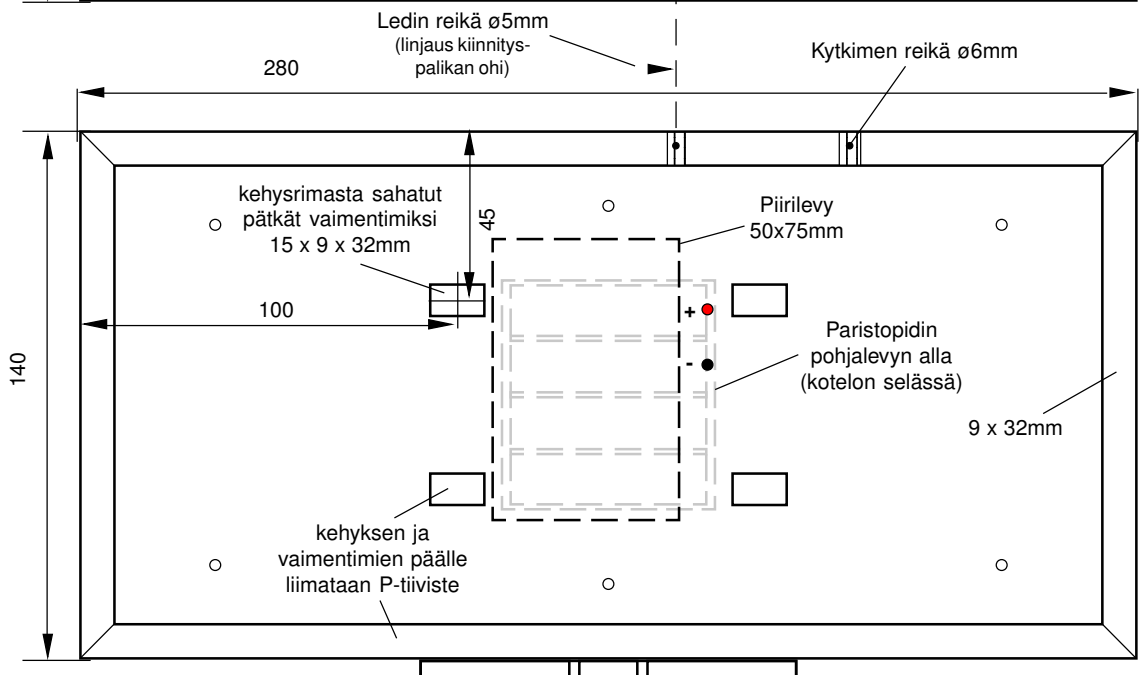
### Kotelon mitat, mm

### KOTELON ETULEVY

Vaneria / vahvuus 4mm, kuten myös pohjapuolella



### KOTELON POHJA

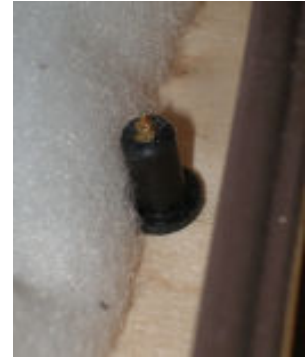




## Kaiuttimen villoitus



Villat lähtevät helposti kiertymään ruuvien ympärille. Itse suojasin ruuvit tästä syystä kuvien kumi-suojilla.



## Vahvistimen jäähdytys

Jos kaiutinta käytetään vain neljällä paristolla, on jäähdytys tarpeeton. Mikäli kaiuttimeen asennetaan DC-liitin ja kaiutinta on ajateltu soittaa välillä kovempaa ja pitkäänkin, saattaa vahvistin sammua sen sisäisen lämpötilarajoittimen toimiessa. Toimintavarmuuden parantamiseksi kannattaa vahvistin varustaa jäähdytyslevyllä. Kun pelkkä piiri kestää normaali kuunteluvai- makkuuden pari wattia ilman jäähdytystä, niin melko pieni lisä jäähdykseen auttaa jo melkoisten jamien yli. Kuvissa on näy- tetty jäähdytyslevy, joka riittää 12V käyttöön.

Jos jäähdytyslevy laitetaan, niin myös se tulee liimata yhdes- sä piirilevyn kanssa kuumaliimalla kiinni huolella, jotta väräh- tely kotelon sisällä ei nitkauta vähitellen päätepiirin pinnejä poikki tai pinnejä irti piirilevystä.



## Kankaan liimaus



## Puhelimen kannatin

Puhelimen kannattimen muoto on aika vapaavalintainen. Reu- naa tulee olla sen verran että puhelin ei tipu, mutta ei kyllä yhtään liikaakaan. Liimauskohta kannattaa kokeilla ja merkata ihan puhelimen tai tabletin kanssa, kun etulevy kankaiseen ja välissä olevine tiivisteineen ovat paikallaan. Laitoin protoon lo- ven keskelle, jotta olisin voinut käyttää latausliitintä tai 3.5mm liitintä myös niiden osoittaessa alaspäin. Kulmamallinen 3.5mm- liitin jäi kuitenkin vielä vielä hakuseen ja kuvien suora liitin ei oikein toimi kuin vasta sitten kun kaiutin on todella takakenos- sa tai sylissä.



## Paristotilan kansi ja ...

Kaiuttimen selässä olevan paristopitimen kansi voisi toki olla jokin tyhjämuovattu kuppi, jonka lisäksi tarvittaisiin vain jonkinlainen takakenojalka mukavan asennon saamiseksi kaiuttimelle. Ohessa on kuitenkin piirroksiset ja kuvia omasta monimuotoisemmasta ratkaisustani, joka toimii sekä jalkana, paristototilan kantana että signaalihoitimen suojakotelona silloin kun kaiutin on reissussa.

Saranariman ruuvien paikat saa tarkasti paikalleen kun saranarima tuunataan paikalleen leukojen puristuksessa, käyttäen apuna toista 80mm pitkää tukipalikkaa (kuvassa takana, pyöreä). Saranaruuvien alkureiät porataan vasta kun saranarima on aavistuksen korossa sivuihin nähden.



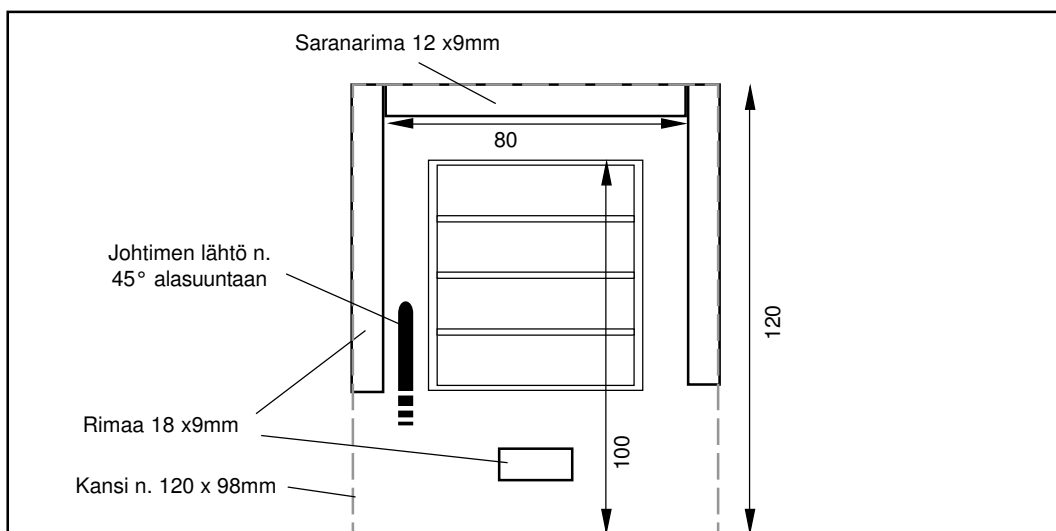
Selvät merkinnät pitävät huolen siitä että homma toimii. Levyn päällä näkyy myös magneettisalpa ja sen palikka. Kuvan magneetti on erittäin vahva  $\varnothing 5\text{mm}$  samarium-kobolttimagneetti.



SmCo-magneetti tulee upottaa aavistuksen verran jollain tylpällä esineellä puuhun, jotta magneetti ei murenisi napsahtaessaan takakannen ruuvin kantaan, joka on sen vastakappale.



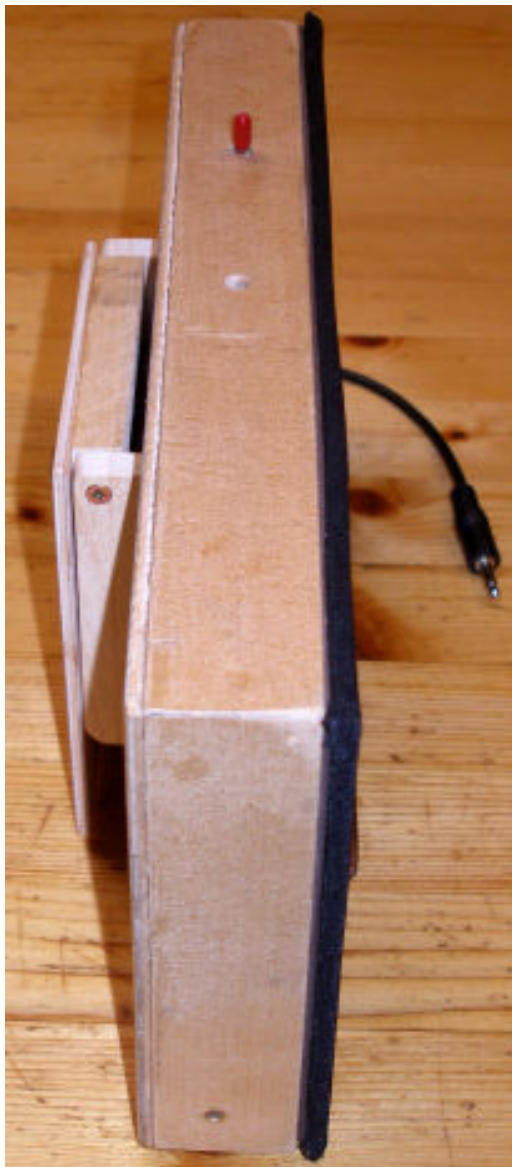
## Tärkeimmät mitat



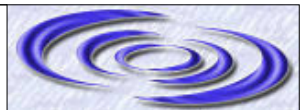




Magneettisalpa liimataan siten, että se asetetaan ruuvin kannan päälle ja kansi lasketaan kiinni saranariman ja magneettisalvan päälle, joissa on liimat pinnalla (ks. seuraava sivu).



**Ideaport** - 6.10.2016  
[www.ideaport.edu.hel.fi](http://www.ideaport.edu.hel.fi)



Markku Kauppinen