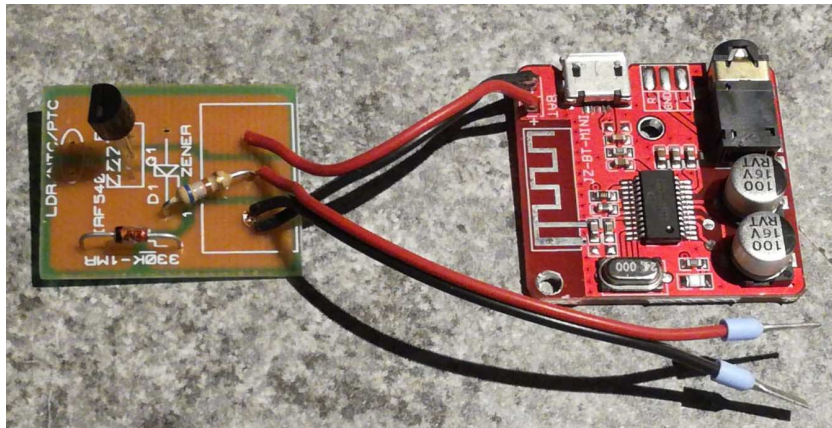


Ohjeita Bluetooth-audiomoduleitten kytkentöihin

Markku Kauppinen

Harrastepohjaista rakentelua varten on ilmestynyt myyntiin varsin hyvälaatuisia ja edullisia Bluetooth-audiomoduleita musiikin siirtämiseksi langattomasti musiikkilaitteisiin ja erityisesti itserakennettaviin aktiivikaiuttimiin. Nämä ohjeet tarjoavat kytkentämallit moduleitten käyttämiseksi valtaosassa rakentelukohteita.



Jännitelähde

Itserakenneltavien vahvistimien (ja kaiuttimien) osalta on toivottu jo muutama vuosi ohjeita Bluetooth (myöh. BT) audiomoduleille.. Liittämisessä on ainakin kaksi tärkeintä ratkaistavaa asiaa, nimittäin käyttöjännitteen muodostaminen ja sitten vahvistinpiiriin herkkyyden huomioiminen.

Ensin jänniteasiaa. Suosituimmat BT modulit tai -donglet on varustettu 3.5mm stereojakilla tai plugilla, ja niitä käytetään yleisesti äänen saamiseksi autostereoihin tai vahvistimiin / kaiuttimiin, joissa Bluetooth-yhteyttä ei ennestään ole. Modulit joissa on myös jokin USB-liitin, myös toimivat yleensä alle 5V jännitteellä (yleisin 3,3-5V). Tällöin tasan tai korkeintaan 5V jännite on saatava jostain modulille.

Riippuen vahvistimen tehosta on vahvistimessa tehosta riippuen ja sen kasvaessa pakko olla paljon suurempi käyttöjännite, joka ei useimmiten sovi BT-modulille. Tarvitaan siis lähes aina jonkinlainen regulaattori tiputtamaan vahvistimen käyttöjännite BT-modulille sopivaksi.

Sivuilla 2-4 on ensin esitelty tavat ottaa virta modulille sen mukaan mikä on vahvistimen jännitelähde. USB-jännitteellä toimiva vahvistin/(kaiutin) on-kaikista yksinkertaisin ja ainoa johon regulaattorikytkentöjä ei tarvita. Vahvistinteho jää tällöin kuitenkin melko pieneksi, mutta riittää hyvin peruskuunteluun.

Vahvistimen herkkyys

Vahvistimen herkkyyteen (miten suuri vahvistus on) liittyy myös höiriöasiaa. Modulit on tarkoitettu monesti kuitenkin kuulokkeille (ne joissa on jakkiliitin). Kun BT-modulit on tehty kuulokkeita varten, olisi mokuksen lähtöä hyvä kuormittaa ja samalla vaimentaa vastaavasti enemmän, kuin mitä vahvistimet kuormittavat. Erityisesti (2x15W) TDA7297-vahvistin on hyvin herkkä ja sen ottoimpedanssi on suuri, joka ikäänkuin kuuntelee liian herkästi jo pohjakohinaa. Musiikin voimakkuutta ei saa juurikaan käskettyä kovemmalle puhelimesta kun vahvistin jo leikkaa. Lisäksi suuri ottoimpedanssi erityisesti korostaa häiriösignaalien osuutta.

Kyse on ihan samasta ilmiöstä kun ottaa yleismittarin yleisellä 10 megaohmisella ottoimpedanssilla niin jo ilmasta saa jännitelukemia, koska mittarin kuormitus on niin olematon.

Tarvittava vaimennus voi olla jopa 1/10. Sen voi tehdä vastuksilla potentiometrin paikalle (ainakin 2k2/1k). Tablettistereojutun bassboost tekee pitkälle saman kuormittaessaan mokuksia.

Potentiometrillä säädön voi tehdä tarkemmin ja häiriöt minimoida parhaiten. Potikka säädetään mahdollisimman pieneksi ja puhelin täysille. Sitä käännetään potikkaa hiljalleen kovemmalle, samalla kun soitellaan musiikkia. Siinä kohtaa kun ääni alkaa säröytymään lopetaan potikan kääntö. Asetus on tällöin valmis.

Tämä keino pätee kaikille käyttöjännitteille. Esim. USB-jännitteellä toimivan vahvistimen maksimi saavutetaan aiemmin kuin korkeammilla jännitteillä toimivissa vahvistimissa. Asetus tulisi siis tehdä sillä korkeimmalla jännitteellä jolla vahvistinta käytetään, eli mikäli virtaa otetaan eri lähteistä kuten välillä 4xAA paristot, mutta joskus virtalähteellä jopa 12V. Säädön aikana tulee käyttää jälkimmäistä käyttöjännitettä.

Mikäli vahvistimena on 2x35W TDA7375 vahvistin tai muu, on se jo alunperin paljon epäherkempi, mutta vaimennin on hyvä tehdä / ja ehkä kätevin tehdä käyttäen potentiometriä. Piirilevyn ulkopuolisissa kytkennöissä auttaa Ideaportin sivuilla oleva "Potentiometrin apupiirilevy" -ohje. Myös mikäli vahvistin on jokin tehdastekoinen, saadaan erillisellä potikalla varustetulla BT-yksiköllä paras tulos.

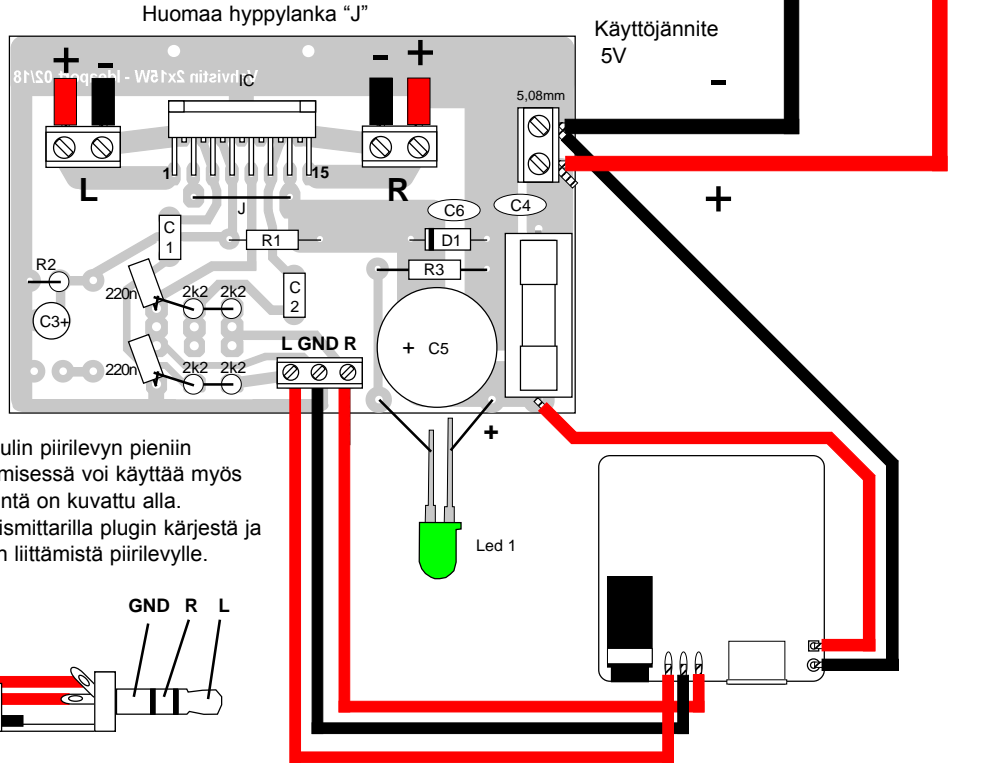
Kytkentämalli kun käyttöjännitteenä vain USB (5V)

Käyttö USB-varavirtalähteellä tai -kännykkälaturilla. Malli myös BT modulin käytöstä, jonka kytkentä on kaikista yksinkertaisinta silloin kun vahvistinkin toimii 5V käyttöjännitteellä.

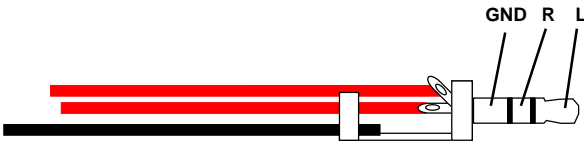


USB-liittimeltä

Huomaa että plusjännite regulaattorille kannattaa ottaa sulakepään- tai ledin plussanavasta, jotta vahvistimen suojadiodi ja sulake suojaisivat myös regulaattoria ja BT-modulia väärältä napaisuudelta. Tämä siksi jos testatessa vahvistimen tulojännite onkin käänteinen, niin väärä napaisuus tuhoaa BT-modulin.



Signaalijohtimien juottaminen BT-modulin piirilevyn pieniin juotostäpliin voi olla haastavaa. Kytkeisessä voi käyttää myös halpaa muoviplugia, jonka oikea kytkentä on kuvattu alla. Kanavien kytkennän voi varmistaa yleismittarilla plugin kärjestä ja johdon pään väliltä ennen johdon pään liittämistä piirilevylle.



Bluetooth-moduli ja USB

Jos tablettistereon virtalähteenä käytetään myös hyvin paljon yleistyneitä ja helppokäyttöisiä USB-varavirtalähteitä (tai USB-seinäalaturia), on jännite yleensä sellaisenaan käytettävissä myös BT-modulin käyttöjännitteenä kannettavia vahvistin/kaiutinviritelmiä varten. Moduilit vievät vain n. 20mA virtaa jatkuvasti, joten ne eivät juuri verota varavirtalähdettä vahvistimen lisänä.

Piirroksen malli on vain yksi malli monista BT-moduleista, joka on käytötavaltaan yleinen 3.5mm jakilla ja mikro-USB-liittimellä varustettu malli 3.3V - 5V käyttöjännitteellä.

Varavirtalähdekäyttö

Varavirtalähde eli "Power Bank" alkaa olemaan hyvin yleinen kapistus ja helppokäyttöinen ladattava paristojen vaihtoehto. Kun (alkali)paristoista on käytetty 25%, niin neljän pariston yhteisjännite (alk. 6V) tippuu varavirtalähteiden 5V jännitteen tasolle ja on koko ajan pienempi siitä eteenpäin.

Virtaliitoksen osalta leveä A-tyyppin USB-pistoke lyhyellä johdolla on yksinkertaisin ja varmin liitostapa varavirtalähteeseen. Varavirtalähteelle tehdään tapauskohtainen suojakotelointi kaiuttimen takalevyyteen ja kaiuttimessa kiinni oleva johdonpätkä liitetään varavirtalähteeseen kun kaiutinta halutaan käyttää. Edellisellä tavalla kaiuttimen rakentelussa voi säästää jopa erillisen virtakytkimen asennuksesta, jos virtalähteen ottaa aina irti kun kuunteluhaltu loppuvat.

Kaikista kestävimpien liitäntäjohdon saa tehtyä aivan itse, palmikoimalla supermonisäikeisestä johtimesta. Palmikointi lisää joustavien kohtien määrää mutkiensa johdosta ja johtimen pituuden kasvaessa. Tehdasteisissä USB-johdoissa saattaa pinta-alaa olla vain 0,08mm² eikä säikeidenkään määrässä ole hurraamista.

Alla olevan kuvan johtimissa pinta-alaa on kussakin 0.25mm² mutta säikeitä 128kpl á ø0.05mm. Johdinta on hyvin vaikea saada yksittäisenäkään väsyttettyä piirilevyltä irti, saatika sitten moninkertaisena palmikkona. Johdin tunnetaan useimmalla toimittajalla tyyppinä LiFY 0.25mm² ja n. 0,20eur metrihintaan. On protoilijan ihanne johdin, joka ei väsy kesken kaiken.



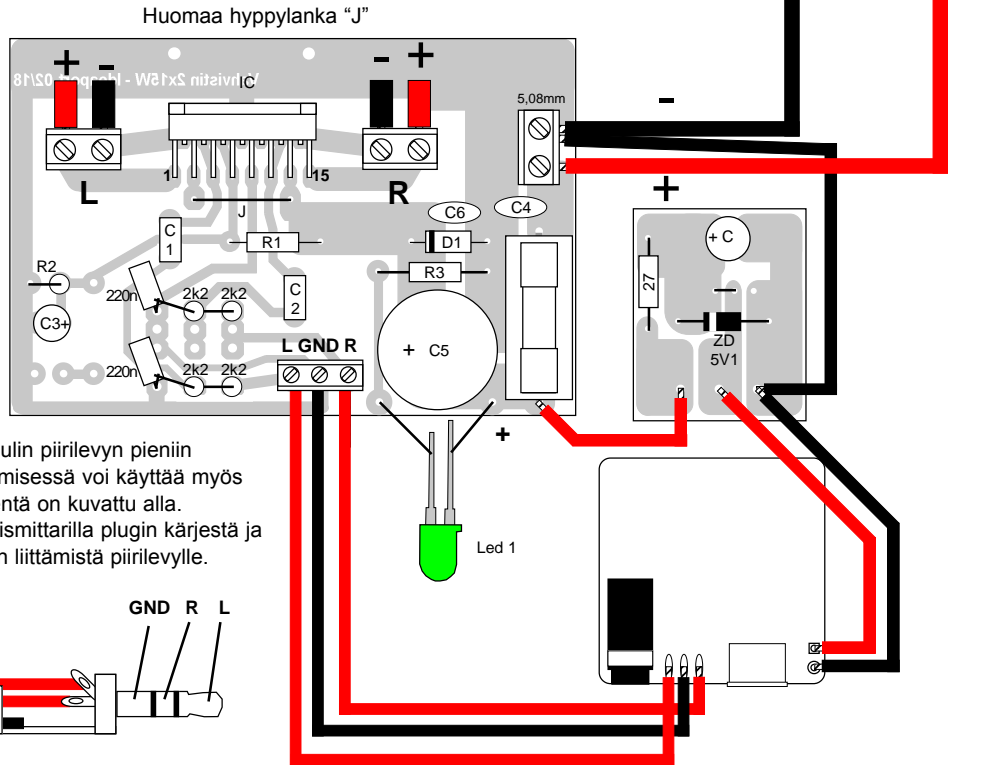
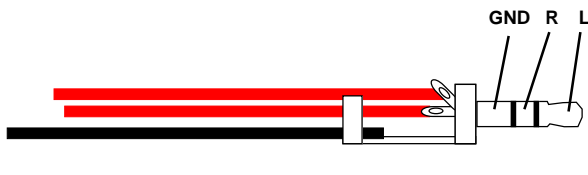
Vahvistimen kytkentämalli 4xAA-paristot (6V)

Kun kaiuttimen jännitelähteeksi on valittu 4xAA paristot, voi huippujännite aivan uusilla alkaliparistoilla olla 6,6V. Tätä jännitettä BT moduli ei kestä. Neljän NiMH akkupariston huippujännitteen 5,5V moduli kestää juuri ja juuri.

Mutta jos akkujen tilalla joskus kuitenkin käytettäisiin joskus alkaliparistoja, niin kävisi huonosti.

Huomaa että plusjännite modulle kannattaa ottaa sulakepesän päästä tai viereisestä ledin plusanavasta oheisen piirroksen mukaisesti. Tämä jotta vahvistimen suojaodiodi ja sulake suojaisivat myös regulaattoria ja BT-modulia väärältä napaisuudelta. Tämä siksi jos testatessa vahvistimen tulojännite onkin käänteinen, niin väärä napaisuus tuhoaa BT-modulin.

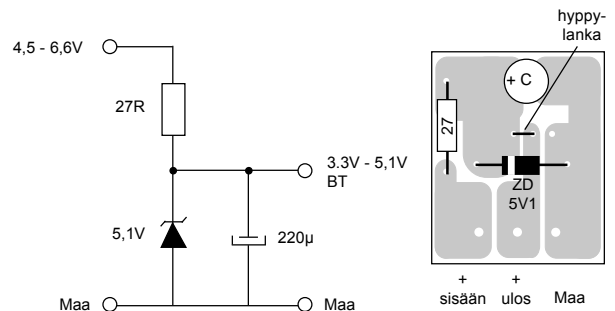
Signaalijohtimien juottaminen BT-modulin piirilevyn pieniin juotostäplisiin voi olla haastavaa. Kytkeä muoviplugia, jonka oikea kytkentä on kuvattu alla. Kanavien kytkennän voi varmistaa yleismittarilla plugin kärjestä ja johdon päästä ennen johdon päästä liittämistä piirilevylle.



Regulaattorin kytkentäkaavio

Tarvittava jännitteen pudotus on melko pieni ($6,6V - 5,1V = 1,4V$) ja maksimivirta n. 40mA. Regulaattorin voikin tehdä vastuksella, zeneriodilla ja elektrolyyttikondensaattorilla.

Regulaattori on niin yksinkertainen että se syntyy helposti pienelle koekytkentälevyn palaselle, mutta ohessa on malli joka on tehty modauksena piirilevylle, joka on alunperin suunniteltu Fet transistoria käyttävälle sensorille (yksinkertainen hämäräkytkin tai lämpöanturi / Ideaport).



Paristojen jännitteistä

Alkaliparistojen (t. sinkkikloridi) jännitteen alenema niiden käyttökapasiteetin aikajanalla on S-kirjaimen muotoinen käyrä. Heti alussa jännitteen tippuminen on suurinta siten, että jännite tippuu 20% kun paristojen kapasiteetista on käytetty 10%. Siinä vaiheessa kun 25% on käytetty, tasaantuu jännitteen lasku seuraavalle 50% aikajaksolle. Neljän pariston yhteenlaskettu jännite on tällöin pitkään vain 5V eli sama tai huonompi kuin USB-jännite. Kun enää loput 25% ovat käytettävissä, alkaa jyrkkenevä jännitteen lasku kohti yksittäisen pariston 1V

jännitettä, jonka valtaosa paristovalmistajan ilmoittaa jännitteeksi sille, että pariston kapasiteetti on täysin kulutettu.

Huippujännitteen 6,6V takia onkin käytettävä jotain regulaattoria. Koska paristojen alin jännite pitää myös huomioida (4V) ja siis mahdollisuus käyttää paristot aivan loppuun, ei transistori ym. muita regulattoreita voi käyttää niiden liian suuren jännitehäviön takia. Regulaattoriksi valjastetaan suhteellisen pienen yli jännitteen takia vain yksinkertainen zenerin ja vastuksen kytkentä. Vas-

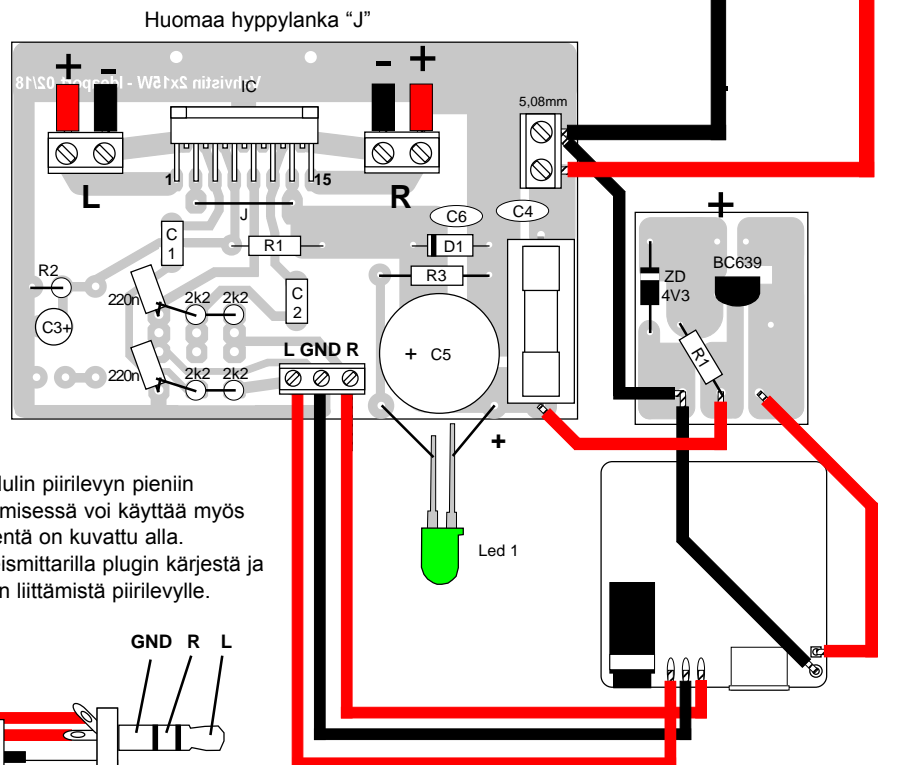
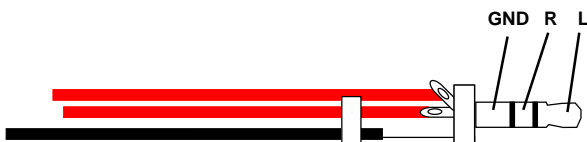
tus tiputtaa pois paristojen huippujännitteen yhdessä 5,1V zenerin kanssa. Vastus kuitenkin tiputtaa jännitettä edelleen myös vaihtelevan virrankulutuksen mukaan. BT modulin digitaalisen osan pulssimaisen virrankiskunnan takia kytkennässä on myös elektrolyyttikondensaattori puskurina, jotta pulssit eivät aiheuttaisi vastuksessa jännitehäviöitä. Ilman kondensaattoria BT-yhteys alkaisi pätkimään aivan liian aikaisin pariston jännitteen tippuessa niiden kapasiteetin loppupäässä. Huom. tätä kytkentää ei voi käyttää suuremmille jännitteille!

Vahvistimen kytkentämalli 5V - 15V

Kun vahvistinta halutaan käyttää laajemmilla käyttöjännitealueilla ja/tai korkeammilla kuin 5V jännitteillä esim. 6kpl AA paristo ja/tai virtalähteellä, on BT modulin käyttöä varten lisättävä regulaattori, jona toimii kuitenkin yksinkertaisempi transistorikytkentä.

Huomaa että plusjännite modulille kannattaa ottaa sulakepesän päästä tai vieeisestä ledin plussanavasta oheisen piirroksen mukaisesti. Tämä jotta vahvistimen suojadiodi ja sulake suojaisivat myös regulaattoria ja BT-modulia väärältä napaisuudelta. Tämä siksi jos testatessa vahvistimen tulojännite onkin käänteinen, niin väärä napaisuus tuhoaa BT-modulin. Myös jos kaiuttimessa jossain vaiheessa käytetään vaihtopäillä varustettua "universaalia" virtalähdettä, voi napaisuus vaihtua vahingossa vääräksi.

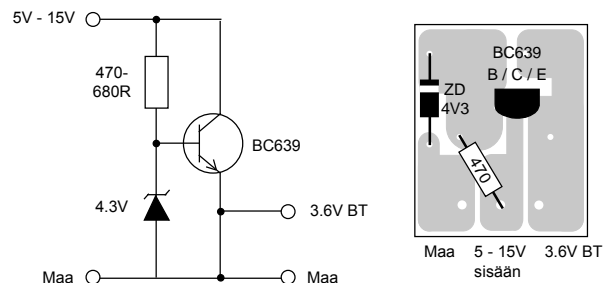
Signaalijohtimien juottaminen BT-modulin piirilevyn pieniin juotostäpliin voi olla haastavaa. Kytkemisessä voi käyttää myös halpaa muoviplugia, jonka oikea kytkentä on kuvattu alla. Kanavien kytkennän voi varmistaa yleismittarilla plugin kärjestä ja johdon pään väliltä ennen johdon pään liittämistä piirilevylle.



Regulaattorin kytkentäkaavio

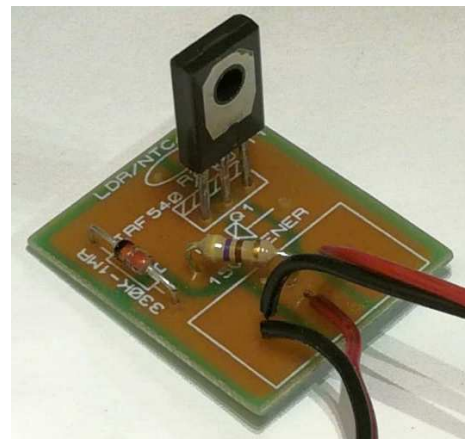
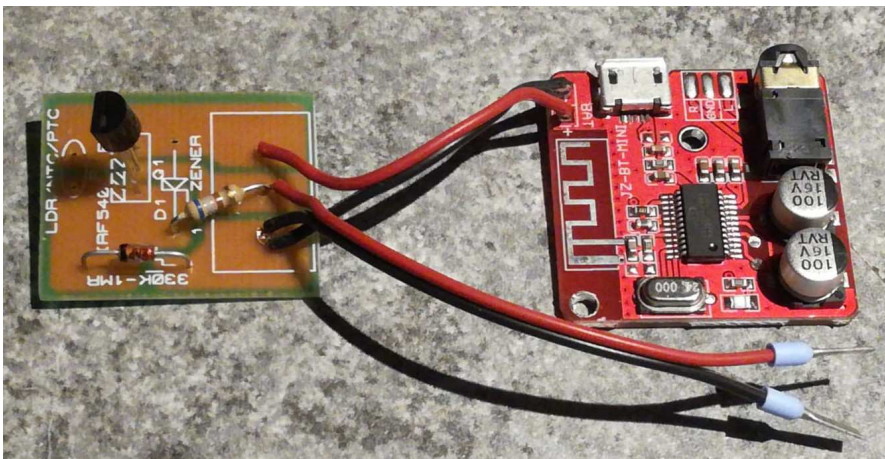
Regulaattorin voi tehdä yhdellä pikku transistorilla, koska nykyiset BT-modulit vievät korkeintaan vain kymmeniä milliampeereita.

Regulaattori on niin yksinkertainen että se syntyi helposti pienelle koekytkentälevyn palaselle, mutta ohessa on malli joka on tehty modauksena piirilevylle, joka on alunperin suunniteltu Fet transistoria käyttävälle sensorille (yksinkertainen hämäräkytkin tai lämpöanturi / Ideaport).



Kuvan alareunassa oleva käyttöjännitteen tulojohto on varustettu testausyistä johtosuojilla.

Sama kytkentä 2SC4046E transistorilla. Oleellista transistorityypissä on vain sama pinnijärjestys ja kohtuullinen vahvistuskerron.



Herkkyyden pienentäminen

Kuten ohjeiden etusivulla on kerrottu, on vahvistimen herkkyyttä hyvä pienentää, jotta signaali/häiriösuhdetta saisi paremmaksi. Etusivulla kerrottiin potentiometrime-
netelmästä, mutta vastaavanlaisen muutoksen voi tehdä myös vastuksilla, vaikka asetusta ei saa ihan niin tarkalleen kohdalleen. Yleensä kannettavaan kaiuttimeen halutaan harvoin ainakaan kotelosta ulos töröttävää potentiometrisäätöä BT-modulin perään, vaan kännykällä tehtävä etäsäätö katsotaan ainoaksi tarpeelliseksi.

Edellisillä sivuilla 2-4 olevissa kytkennöissä on ollut tarkoitus kuvata ainoastaan BT-modulin ja vahvistimen virran ja signaalin liitäntöjä. Potentiometrin kohdalla olevat 220n polkot ja 2,2k vastukset ovat vain yksi kytkentäesimerkki ohjeista "Tablettistereo". Kyseiset polko ja vastukset muodostavat ko. kaiuttimessa "bass boost" kytkennän, joka sellaisenaan vaimentaa signaalia eli heikentää vahvistimen herkkyyttä ja juuri häiriöiden osalta, eli korkeilla taajuuksilla.

Monokytkentä

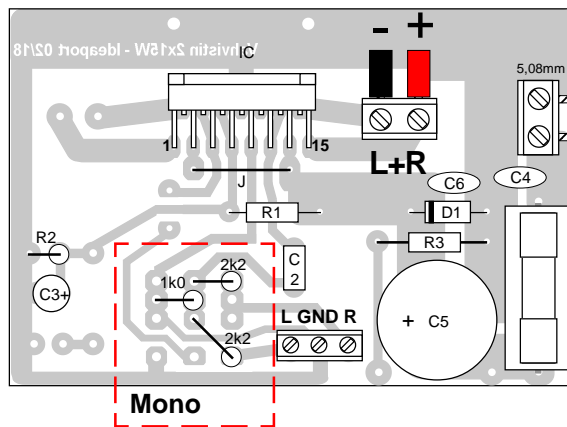
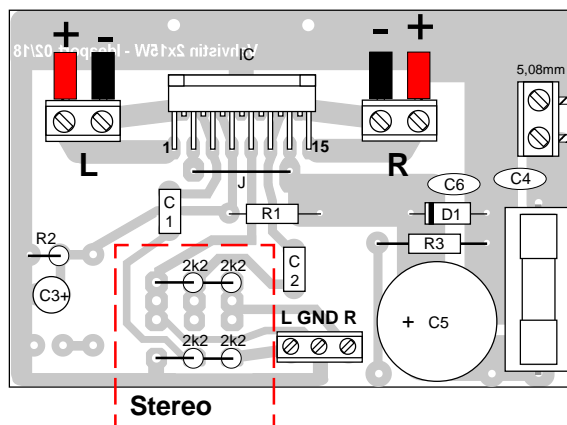
BT-modulia on haluttu myös vain yhdellä kaiutin-elementillä varustettuihin kaiuttimiin. Mikäli kaiuttimeen ei myöskään haluta potentiometriä, on vaimennuskytkentä helppoa tehdä 2x15W vahvistimen nykyiselle piirilevylle.

Potentiometrin lisäämiseen tarkoitetulla alueella voidaan tehdä sekä vasemman- ja oikean signaalin yhdistäminen että vaimennus. Kytkennässä miksataan ensin vasen- / oikea signaali vastuksin ja sitten vaimennetaan ko. signaali yhteisellä vastuksella, jonka arvo on n. puolet miksausvastuksista.

Huom. tämä kytkentä ei ole yhteensopiva TDA7266M (7W) piirin kanssa, jolle sama piirilevy on myös tarkoitettu.

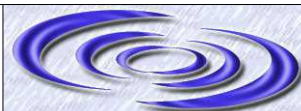
Alla on kuvattuna sitten kytkentä jossa ei ole suodintointoa, mutta joka hoitaa vaimennuksen TDA7297-piiriin osalta siten että häiriöetäisyys paranee.

Vaimennuskytkentä on siis punaisen katkoviivaneliön sisällä olevat samanarvoiset vastukset, joiden arvo voi hyvin olla mitä vain 100 Ohm alkaen.



Ideaport - 1.12.2019

www.ideaport.edu.hel.fi



Tekstit ja kuvat:
Markku Kauppinen