

Subwoofervahvistin aktiivisella suotimella

Näiden ohjeiden avulla voi rakentaa edullisen ja kompaktin subwoofervahvistimen, joka sisältää kaikki komponentit RCA-sisääntulosta aina kaiutinulostuloon. Ja työlleen saa hyvän palkan, jos vertaa tämän vahvistimen kokonaishintaa ja ominaisuuksia vastaaviin markkinoilla kaupan oleviin laitteisiin.

Vahvistin sopii hyvin ns. aktiivisubbarin vahvistinyksiköksi - samaan koteloon kaiutinelementin kanssa - jolloin ulkoisina liitäntöinä tämänkaltaiselle subwooferille tarvitaan ainoastaan RCA-liittimet ja verkkojohto.

Yhdelle pienelle piirilevyllä on sijoitettu sekä päätevahvistin että aktiivinen jakosuodin. Jakosuodin on toteutettu kahdella ketjutetulla RC-suotimella, joissa syntyvä häviö on eliminoitu vahvistimena toimivilla transistoreilla.

Sisääntulossa on ensimmäisenä mikseriaste, joka yhdistää tarvittaessa subwooferille tuotavan vasemman ja oikean kanavan signaalit perinteisissä stereojärjestelmissä. Suuriarvoiset summausvastukset (100k) yhdessä yli 200Hz taajuudet maahan oikosulkevan 10nF kondensaattorin kanssa pitävät huolen siitä että miksausaste ei aiheuta ylikuulumista kanavien kesken (eli stereokuvan sekoittumista) siinä laitteistossa, josta subwooferille haaroitetaan signaali.

Summasignaali kulkee tämän jälkeen jakosuotimen läpi, joka määrittää sekä ylimmän- että alimman rajataajuuden. Vahvistin toistaa edellisten rajataajuuksien välisen alueen, eli jakosuodin toimii kaistanpäästösuotimena. Ylärajataajuus on DIP-kytkimillä valittavissa välille 66Hz - 160Hz. Alarajataajuudeksi asetettu 30Hz estää tehokkaasti subwooferelementin vaurioitumisen. Markkinoilla kun ei olekaan kaiutinelementtiä joka kestäisi DC-virtaa. Vaikka elementillä olisi kokoa tai ilmoitettua tehonkestoa miten paljon tahansa, loppuu puhti yleensä kaikilla elementeillä 30Hz alapuolella.

Kaiutinelementin tehonkesto tarkoittaa aina tehonkesto ilmoitetulla taajuusalueella. Ilmoitetun taajuusalueen alapuolella tehonkesto laskee hyvin jyrkästi.

Päätevahvistinpiirinä on SGS-Thomsonin TDA7294, josta saadaan 70W RMS teho 0.5% säröllä. Tämä on erittäin hyvä arvo ja huom. useampien vahvistimien kohdalla tuo RMS ilmoitetaan 10% särölukemasta, joka on jo puuroa. Piiri on lisäksi suojattu oikosulkujen ja ylikuumenemisen varalta.

Rakentaminen

Piirilevy - 1. vaihe

Juota ensin piirilevyllä kaikki hyppylangat, vastukset, kondensaattorit, kytkimet, puolijohteet - mieluummin juuri tässä järjestyksessä. Vain pääteaste TDA7294 jätetään juottamatta tässä vaiheessa.

Piirilevyllä merkittyjen CX1 ... CX5 paikoille tulevat suotokondensaattorit, joita valitaan DIP-kytkimillä halutun jakotajuuden mukaan. Merkinnät ovat samat kahteen kertaan, koska kondensaattoreiden arvot ovat samat kummassakin suotimen osassa. Jos on aivan varma jakotajuudesta jonka vahvistimelle haluaa, voi CX5:n paikoille juotetuilla kahdella kondensaattorilla asettaa jakotajuuden kerralla paikalleen. Kapasitanssi valitaan seuraavan sivun taulukosta.

Verkkomuuntaja

Verkkomuuntajaksi sopii parhaiten 2x20 ... 2x30VAC alueella oleva 100VA rengassydänmuuntaja, jolloin vahvistimesta saadaan tehoja 70W RMS / 4 ohm ... 70W RMS / 8 ohm. Jotta vahvistimesta saataisiin mahdollisimman paljon tehoa onkin siis ensin päätettävä tehdäänkö vahvistin neljän vai kahdeksan ohmin kuormalle. Katso tarkemmin taulukosta osaluettelon jälkeen tiedot eri muuntajavaihtoehdoista. Kannattaa myös tutustua SGS-Thomsonin TDA7294 piirin teknisiin tietoihin.

Mikäli vahvistin tulee testikäyttöön tai ei ole aivan varma tulevista kaiutinsuunnitelmista, kannattaa vahvistimesta tehdä "neljäohminen". Tällöin hyvin yleinen 2x22VAC toisiojännitteellä varustettu muuntaja on sopiva.

Muuntajan johtimien emalieristys tulee ensin poistaa huolellisesti. Sitten muuntajan johtimien järjestys tarkistetaan muuntajan kyljestä. Muuntajassa on aina oltava merkintä (mieluummin kuva) käämien johtimien napaisuuksista eli vaiheiden järjestyksestä, silloin kun muuntajassa on kaksi toisiokäämiä. Johtimet on merkitty eri värein tai kirjaimin. Käämien keskellä, katkokohdassa vierekkäin olevat johtimet kytketään yhteen keski- eli maapotentiaaliksi, kun tehdään kaksoisjännitteistä +/- virtalähdettä. Kotimaisissa muuntajissa näiden johtimien väreinä on yleensä keltainen ja vihreä. Käämien vaihejärjestys ilmoitetaan väripareina Punainen/Keltainen ja Vihreä/Sininen. Sarjaan kytkettyjen käämien päissä (punainen ja sininen) pitäisi tällöin vaikuttaa 44VAC jännite kun muuntaja on 2x22VAC.

Muuntajan jäykkiin johtimiin kannattaa juottaa ensin monisäikeiset notkeat johdot, varsinkin maajohtimien keltainen ja vihreä yhdistämiseksi ja viemiseksi piirilevyllä. Tämä järjestely ehkäisee tilannetta jossa jokin muuntajalta tuleva johto väsymisen takia irtoaisi piirilevyllä (voi tapahtua jo testausvaiheiden aikana piirilevyn kääntelyn takia). Irtoava johto tuhoaa paitsi vahvistimen, myös kaiuttimet.

Kätevintä on kytkeä muuntaja ensin kolmiosaiseen ruuviliitosrimaan, jonka kautta monisäikeiset johdot sitten kytketään kulkemaan piirilevyllä. Tämä helpottaa sekä asennusta että testausta. Käytä johtosuojalla- tai (muuntajan puolella) juotoskorvin varustettua rimaa, jotta ruuvit eivät vaurioittaisi tai leikkaisi muuntajan kovia lankoja poikki.

Verkkokytkin ja remotelinja

Häiriöttömän käynnistuksen varmistamiseksi TDA7294 -piirin kaiutinulostulon katkaiseva tai -salliva remotetoiminto on liitetty verkkokytkimen käyttöön. Verkkokytkimen onkin oltava ns. TV-verkkokytkin jossa on apukärjet käynnistystä varten. Remotelinja kytkeytyy apukärkien kautta joko plusjännitteeseen (kun kytkin painetaan päälle ja myös verkkojännite kytkeytyy) tai maahan (kun kytkin palautuu). Remotelinjassa olevien elektrolyyttikondensaattoreiden ja vastusten muodostama RC-viivepiiri pitää vahvistimen mykkänä käyttäjännitteiden nousun ja "rauhottumisen" aikana. Sammutus tapahtuu vastaavasti jo ennen kuin käyttäjännitteet häviävät vahvistimesta. Tuloksena on paukahtamaton käynnistys ja sammutus, joka monissa muissa vahvistimissa on toteutettu erilaisilla ulostulon estävillä relekytkennöillä, joissa on samainen viive.

Apukärkiin juotetaan piirilevyiltä tulevat johtimet siten että sijoittelukuvan vihreä johto tulee keskimmäiseen nastaan, musta painikkeen puolella olevaan nastaan ja punainen toiselle puolelle.

Sulakepesältä tuleva 230VAC verkkojännite kytketään vielä verkkokärkien kautta muuntajalle.

Huom. suojaa kaikki paljaat ja kosketeltavissa olevat verkkojännitteelliset osat kuten johtimien päät, juotoskorvat ym. kutistemuovilla tai muilla tavoin ennen seuraavaa vaihetta / vahvistimen verkkojännitteeseen liittämistä!

Piirilevy - 2. vaihe, ensimmäinen mittaus

Kun muuntaja sekä verkkokytkin on johdotettu piirilevyyn ja kaikki muukin on laitettu virtalähdepuolella valmiiksi, on syytä tehdä ensimmäiset mittaukset, jotka on esitetty jäljempänä, mutta ensin:

Kokemusta on jo siitä että onnistuneiden mittausten jälkeen kiirehditään TDA7294-piiriin kiinni juottamiseen ja loppujen johdotusten tekoon. Vahvistimen 4700µF puskurikondensaattoreihin on varautunut kuitenkin tuhti lataus ja näiden kondensaattoreiden purkautuminen tyhjäksi testin jälkeen on varmistettava. Näin on tietenkin meneteltävä aina laitteen kuin laitteen kanssa ennen huoltotoimenpiteitä. Tässä vahvistimessa varsinkin miinusjännitettä puskuriva 4700µF kondensaattori pitää pienen kuorman takia jännitteensä pitkään. Mikropiiriin juottaminen kondensaattoreiden ollessa vielä jännitteelliset voi tuhota päätepiiriin.

Helppommin pääsee kun miinusjännitteen puolelle on jo ennen testivaihetta liitetty purkuvastus (R21) ja sen kanssa sarjaan ledi (D4), joka samalla toimii vahvistimen päälläolon indikaattorina. Kun ledin sammumisen jälkeen odottaa vielä pari minuuttia, niin mitään vaaraa ei ole.

Mittauskohteet ja mitattavat jännitteet ovat:

- 1) Kondensaattoreiden C10 ja C9 ± napojen välillä tulisi kummassakin olla tasainen n. 30V jännite (kun muuntaja on 2x22VAC).
- 2) Regulaattorilta pitäisi tulla 15V jännite, mittaus esim. <Remote plus> johdosta maata vasten.
- 3) Transistoreiden kollektoreilla olevan jännitteen tulisi olla 6...8V luokkaa.

Päätepiiriin jäädytys

TDA7294 piiriin kotelon pienuuden / jo valmiiksi suuren termisen vastuksen vuoksi on jäädytysselementin oltava varsin iso ja lämmönsiirtotahnan levitys ja piiriin kiinnitys on tehtävä huolella. Alle 1 K:n tai pienemmän arvon omaava jäädytysselementti on minimivaatimus normaalikäyttöön.

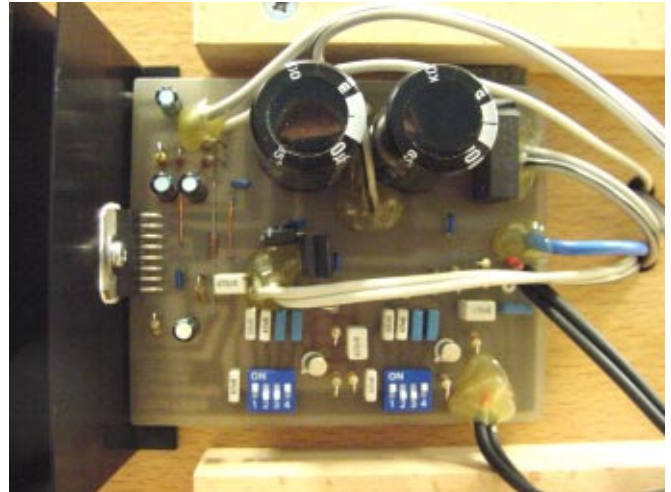
Piiriin selkään on levitettävä tasainen ja ohut kerros piitahnaa. Kerroksen vahvuus on riittävä silloin kun koko pohja häipyä täysin näkymättömiin tasaisen piitahnakerroksen alle. Piiri tulee kiinnittää mieluummin läpiporatun reiän avulla, koneruuvilla ja mutterilla. Suoraan alumiiniin porautuva ruuvi saattaa pursottaa kiinnitysreiän reunat ylös, jolloin lämpökontakti heikkenee huomattavasti. Ruuvia ei saa myöskään kiristää liian lujaa kiinni, koska muuten piiriin kiinnityskorvakkeen alue taipuu ja piiriin toinen reuna nousee ylös.

Vaihtoehto lämmönsiirtotahnalta on silikonikumia sisältävät eristeet, joilla saadaan myös eristettyä jäähdyslevy mikropiiristä.

Mikropiiriin selkäpuoli on suoraan yhteydessä miinusjännitteeseen, joten jäähdytyslevyissä voi vaikuttaa jopa -40V jännite suhteessa maatasoon. Tämän jännitteen oikosulkeutuminen vaikkapa RCA-johdon tai kaiutinjohdon pään hipaisessa jäähdytyslevyä, aiheuttaa leiskauksen joka voi samalla tuhota myös muita laitteita kuin subwooferyksikön!

Jäähdytyslevy on siis mieluummin eristettävä mikropiiristä, ellei jäähdytyslevy tule koteloiduksi siten että siihen ei pääse koskettelemaan.

Kuva vahvistimesta jäähdytyslevyyn kiinnitettynä



Ylläolevassa kuvassa kaikki johtimet on tuotu takalevyn läpi suoraan piirilevyille. Toinen tapa on tuoda kaikki johtimet sisältä ensin pinnalle piirilevyn sivuun sitoitettuun ruuviliitosrimaan. Piirilevyille juotetaan tällöin vain ruuviliitosrimaan ulottumaan mitatut siistit pätkät. Näin johtimiin ei tarvitse jättää turhaa ylimääräistä löysää sotkeutumaan vahvistinkotelon sisällä. Ja jos rakennellessa joutuu yllättäviin huoltotoimenpiteisiin, on piirilevyn irroittaminen muualle tarkemmin tarkasteltavaksi helpompaa.

Kaikki johtojen läpiviennit on tiivistettävä! Kätevimmin tämä onnistuu kuumaliimalla.

Suotimen kondensaattorit (CX) ja kytkimien asennot

Suosittelvat arvot

CX1	68nF
CX2	47nF
CX3	22nF
CX4	10nF
CX5	47nF

Ylläolevilla arvoilla saavutettavat jakotaajuudet

Kun DIP-kytkimissä asetetaan

ON-asentoon numero(t)*:	Yhteisarvo	Taajuus
ei mitään	47nF	= 160Hz
no. 4	57nF	= 145Hz
no. 3	69nF	= 120Hz
no. 2	94nF	= 105Hz
no. 1	115nF	= 85Hz
no. 1 ja 4	125nF	= 80Hz
no. 1 ja 3	137nF	= 75Hz
no. 1 ja 2	162nF	= 66Hz

*DIP-kytkimien numerot viittaavat napoihin kummassakin DIP-kytkimessä, jotka asetetaan identtisesti.

Sitä mukaa kun kytkimiä kääntää ON-asentoon, pienenee jakotaajuus.

Kuvia valmiista subwooferista

Tatu Toukomies on ottanut omasta projektistaan oheiset kuvat, jotka antavat vinkkiä vahvistimen asennustavoista. Yksinkertaisin tapa asentaa vahvistin on kuvien ns. reppuselkämenetelmä, jossa vahvistin läntätään kaiutinkotelon taakse ja vahvistimen piirilevyosalle tehdään erillinen kotelointi. Huom. muuntajaa ei saa sijoittaa aivan piirilevyn alle vaan esim. jäähdytyslevyn puolelle. Näin vältetään muuntajasta lähtevän vaihtuvan magneettikentän aiheuttama hurina. Varsinkin esivahvistimen/suotimen alueen alle asennettu muuntaja voi aiheuttaa voimakkaan hurinan.

Jos vahvistin asennetaan kaiutinkotelon sisään, tarvitsee se silti oman tiiviin kotelon, jos DIP-kytkimillä haluaa asetella jakotaajuuden haluamakseen tai säätää piirilevyllä mahdollisesti olevaa trimmeripotentiometriä. Samoin jäähdytyslevy pitää saada ulkopuolelle. On kuitenkin vaikeata tehdä ilmatiivis sisäinen kotelointi, jonka saisi joskus ehkä avattuakin jos tulee yllätyksiä.

Vahvistimesta voi tietenkin tehdä erillisen oman laitteensa kotelointeen, jolloin eri kaiuttimien kokeilut onnistuvat helpoiten. Tällöin tarvitaan kuitenkin eniten roinaa esim. liittimiä ja johtoja, joissa säästää kun tekee kompaktin aktiivisubbarin. Isot siistin näköiset kotelot ovat jo nekin hinnoiltaan kymmeniä euroja.

Laskelmat kuntoon ennen elementin ostoa

Kotelo-ohjeita on olemassa käytännössä yhtä monta kuin on olemassa erilaisia kaiutinelementtejä. Tässä artikkelissa kuvattu malli on Rightin 6.5" elementillä W065C4 tehty subwoofer, joka elementin "pienestä koosta" huolimatta tuottaa vakuuttavat jyllinät. Hyvää subbaria ei useinkaan saa ostamalla mahdollisimman isoa elementtiä, niin kuin nuorten parissa monesti luullaan.

Kotelon ja elementin sovitus on lopultakin aina tärkein hyvän bassontoiston tuottamisessa. Kaiutinelementti - ja varsinkin iso elementti - ei sitä tee ja iso elementti pienessä kotelossa on harvoin onnistunut ratkaisu, vaikka speksit niin antaisivat ymmärtääkin.

Kaiutinkoteloiden laskemiseen tarkoitettujen ohjelmien käyttö kannattaa. Ohjelmia ei edes tarvitse ostaa, koska ilmaisia ohjelmia on netti pullollaan. Yksi hyvä nettisivulla toimiva ohjelma on AutoSound-lehden sivuilla <www.auto-sound.net>.

Parhaat ohjelmat - kuten edellä mainittu ohjelma - piirtävät graafin, jolla voi hyvin näyttää vain isoon elementin kokoon luottaville touhottajille realiteetit. Todella moni "Super Explode XYZ" tms. "hyvännäköisen" 15-tuumaisen subbarin ostaja olisi säästynyt rahan hukkaukselta opiskelemalla etukäteen asiaa. Eri kaiuttimia kannattaa testata ohjelmilla vaikka huvikseen, koska hakuammunnalla saattaa löytyä todellisia helmiä. Samalla kertyy kokemusta niin että jo kaiuttimen speksejä vilkaisten pystyy antamaan karkean arvion siitä minikälaiseen käyttöön elementti soveltuu.

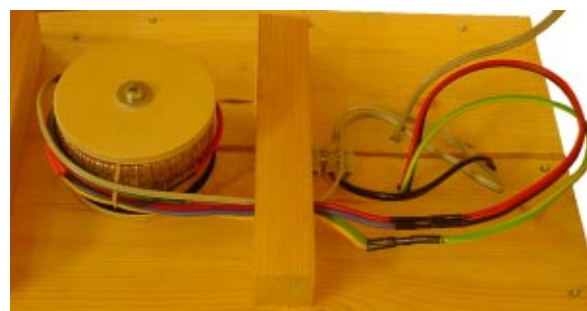
Jokaisen elementtejä myyvän kauppiaan tai maahantuojan on pystyttävä antamaan kotelon mitoittamiseen tarvittavat Thiele-Small parametrit kaiuttimen mukana tai erikseen niitä pyydettyäessä. Kaiutinta ei kannata ostaa ellei näitä parametreja löydy.

Malli: *Bulldog 6.5"* - kaiutinelementti: *Right W065C4*

Koska subwoofer on yleensä hyvin esillä ja osana sisustusta, kannattaa sen viimeistely tehdä huolella. Muuten voi kotona tulla riitaa "romun" paikasta. Alla kuvissa olevaa Tatu Toukomiehen tekemää subwooferia voi pitää malliesimerkkinä siitä että vaivannäkö kannattaa. Kun Tatu on vielä valinnut kotelomateriaaliksi pyökin, voi tätä subwooferia hyvin sanoa "niin kauniiksi kuin huonekalu voi yleensä olla".



Vahvistin mallia "reppuselkä"



Rengassydänmuuntaja on sijoitettu kotelon sisään, irroitettavaan takakanteen kiinni. Samoin ovat myös kaikki verkkojännitteellisetkytkennät kotelon sisäpuolella.

Osaluettelo

Piirilevylle tulevat osat

C 1	-----	10nF Polko
C 2	-----	470nF Polko
C 3	-----	100nF Polko
C 4	-----	220nF Polko
C 5, 6	-----	22µF 63V Elko
C 7, 8	-----	47µF 25V Elko
C 9, 10	-----	4700µF 50V Elko
C 11 - 15	-----	100nF 50V Kerko
R 1, 2	-----	100k Ohm
R 3, 9	-----	220k Ohm
R 4, 7, 10, 13	-----	27k Ohm
R 5, 11, 20*	-----	2.2k Ohm
R 6, 12	-----	220 Ohm
R 8, 14	-----	82k Ohm
R 15	-----	680 Ohm
R 16, 17	-----	22k Ohm
R 18	-----	3.3k Ohm
R 19	-----	47k Ohm
R 21	-----	3.9k Ohm 0.6W
T 1, 2	-----	BC 107B / BC 547B - Transistori
D 1	-----	1N 4148 - Diodi
D 2	-----	KBU 4 tai 8 - Tasasuuntaussilta
D 3	-----	1N 5347 - Zenerdiodi 10V 5W
D 4	-----	Led, väri oman maun mukaan
IC 1	-----	TDA 7294 100W - Vahvistin-IC
IC 2	-----	7815 CT +15V - Regulaattori-IC
S 1, 2	-----	DIP-kytkin 4-napainen

* R20 on poikkeuksellisesti virtakytkimen yhteydessä

Huom. kaikki vastukset ainakin 1/4W

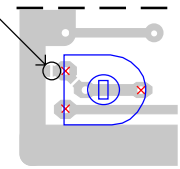
Sijoittelupiirros

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

Trimmerisäätö

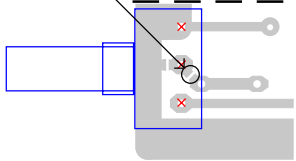
Huom. piirilevylle sopii sekä makaava että pystymallinen trimmeri (10mm koko)

Yhteen juotettava kohta foliossa !



Potentiometrisäätö

Yhteen juotettava kohta foliossa !



Potentiometrisäätö kauempana johtimien päässä



Koaksiaaliset tulojohtimet

2 x 22VAC

Potentiometri äänenvoimakkuuden säätöön

- 47k-50k (log.) potentiometri tai trimmeri
- 10mm vaaka tai pystymalli

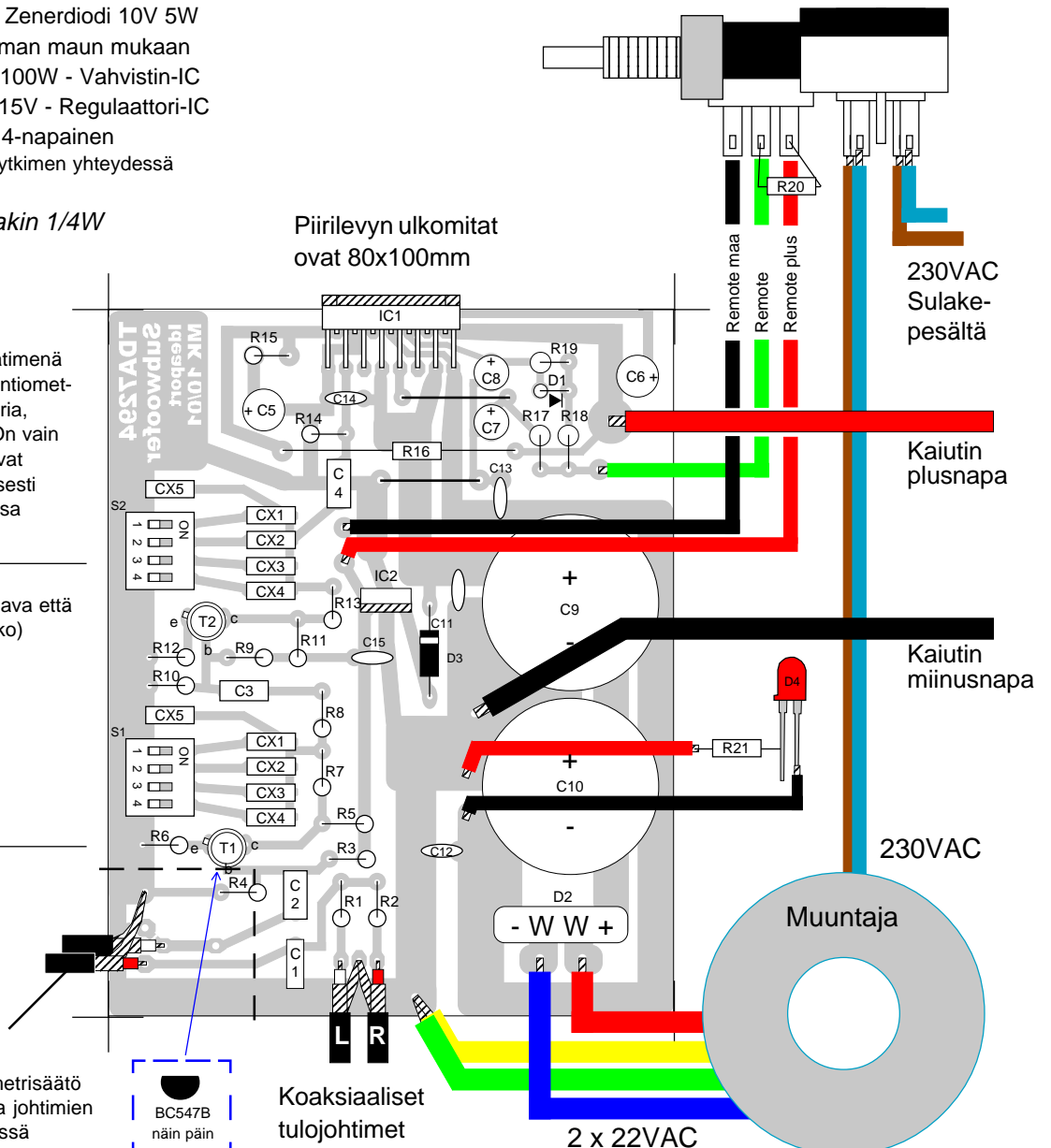
Virtalähdeosat

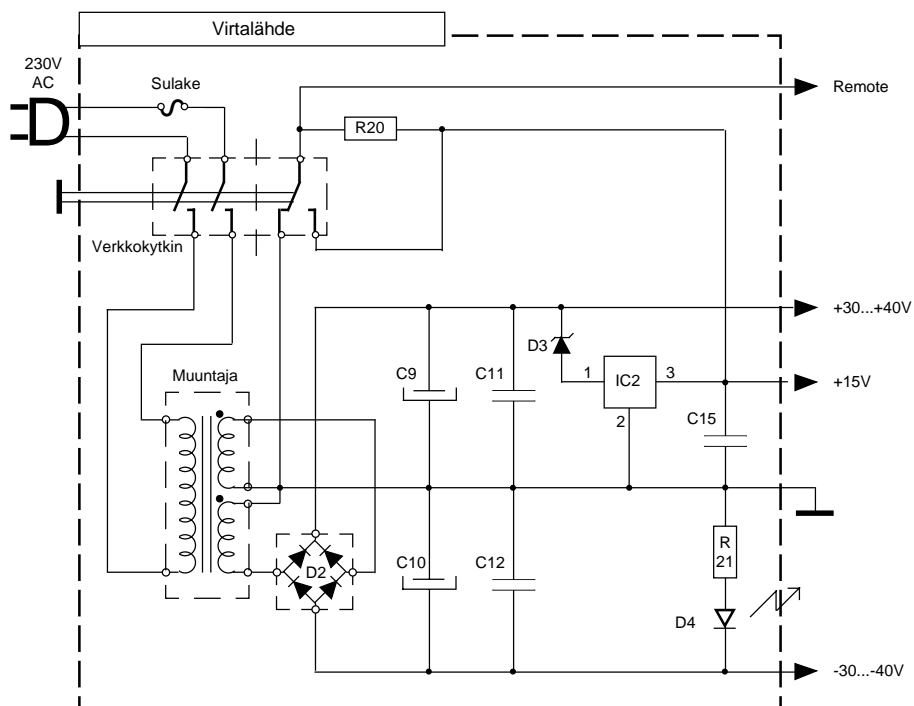
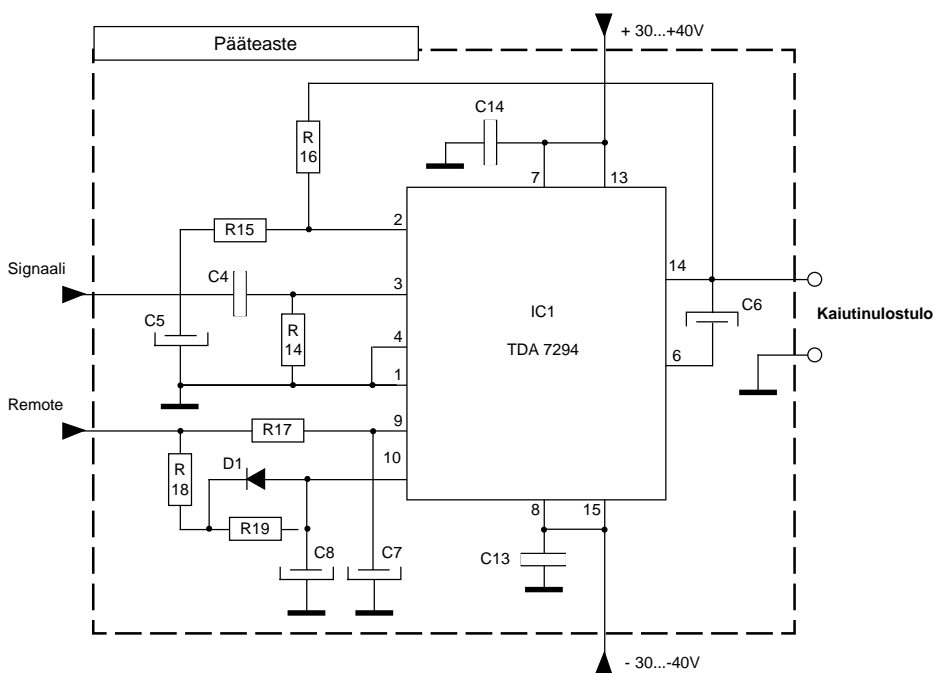
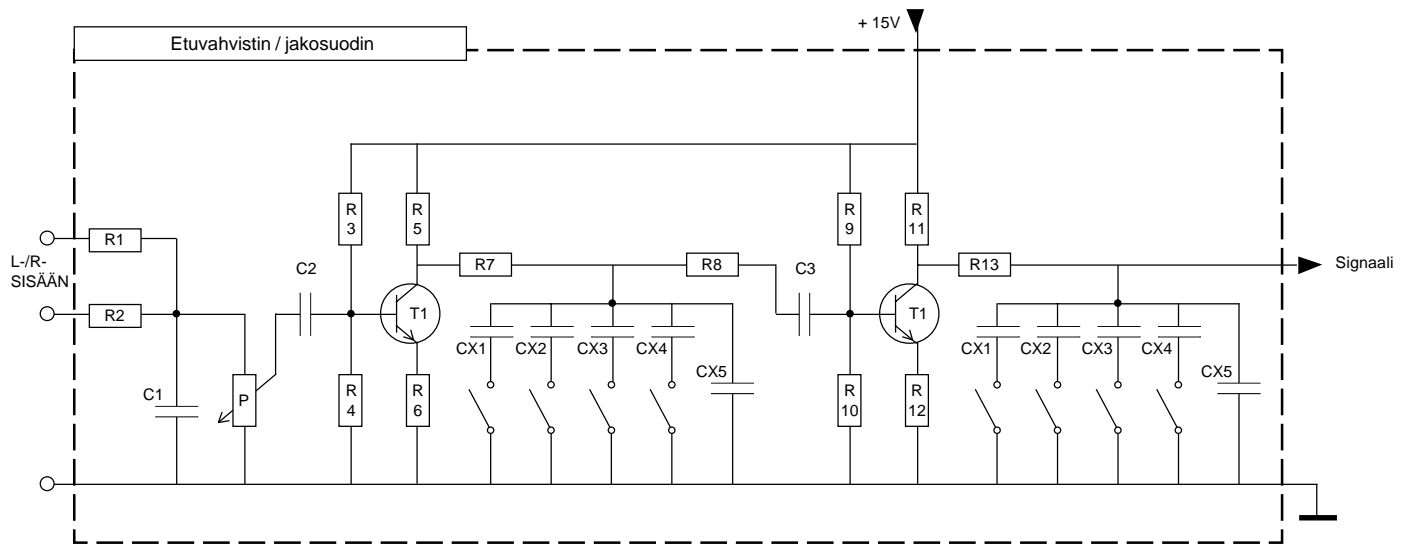
- Sulakepesä + 630mA hidas sulake
- Verkkokytkin remote-vaihtokärjillä
- Muuntaja: 2x22VAC/100VA - 4 ohm kuormalle
- 2x25VAC/100VA - 6 ohm kuormalle
- 2x28VAC/100VA - 8 ohm kuormalle

Huom. muuntajaa ei kannata valita korkeimman jänniteluvun mukaan jos vahvistinta halutaan käyttää 4 ohmin kaiuttimien kanssa. Päätepiirin lämpöhäviö/rasitus kasvaa liian suureksi.

Muita tarvittavia mekaanisia lisäosia, liittimiä yms:

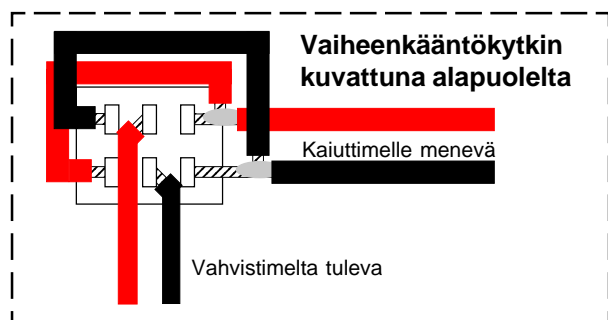
- Jäähdytyslevy <1K arvo
- Rca runkoliittimiä tuloon 2 kpl
- Kaiutinpikaliitin lähtöön, 2-napainen
- Kaksinapainen vipukytkin kaiuttimen vaiheen kääntöön





Vaiheenkääntökytkin

Kaiutinlähdön osalta kannattaa vielä huomioida mahdollinen vaihevirhe, joka voi esiintyä pääkaiuttimien ja subwooferin välillä. Tämä saadaan tietoenkin korjatuksi kaiuttimen lähtöliittimessä johtojen paikkaa vaihtamalla, mutta aktiivisubwooferin osalta vaihtaminen on hankalaa kun liitintäkään ei välttämättä ole vahvistimen ja kaiuttimen välillä. Siksi on suositeltavaa laittaa kaiutinlähtöön vaiheenkääntökytkin eli tavallinen kaksinapainen vaihtokytkin, joka nopeuttaa oikean vaiheen löytämistä.

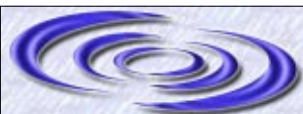


Vahvistimen foliokuva

Piirilevyn foliokuva on erillisessä PDF-tiedostossa Ideaportin sivuilla. Piirilevy on mitoitettu niin että kaksi vahvistinpiirilevyä á 100x80mm voi tehdä yhdestä Euro-1 koon piirilevystä 100x160mm, joka on yleisin standardi piirilevykoko. Jos tulosteen piirilevyn rajat eivät vastaa kooltaan tässä mainittua kokoa, katso että tulostuksen skaalaus on asetettu varmasti 100% kokoon. Tämä asetus löytyy tulostettaessa kirjoittimen ominaisuuksien alta useimmiten kohdista: *Grafiikkatai Koko ja lähde*.

Ja valotuksesta pitää muistaa vain motto:
*Myös kuviot ovat aina oikein päin kun tekstit näkyvät kupari-
puolelta oikein päin.*

Ideaport - 4.02.2004



Suunnittelu, tekstit, piirroskuvat:
Markku Kauppinen - alk. 10/2001

Protoja myös kasaili ja valokuvat otti:
Tatu Toukomies, Pohjois-Helsingin yläaste