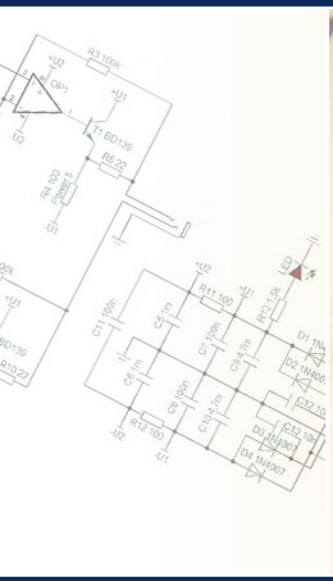
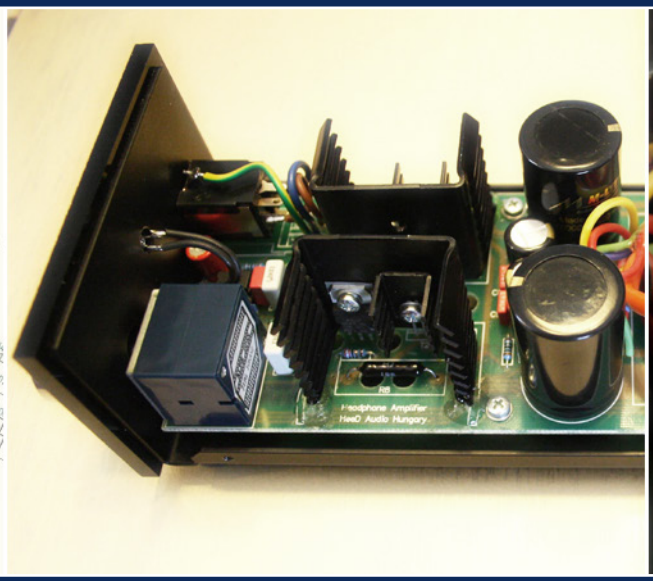




HEED AUDIO CANAMP -PARANNUKSET I & II

ILKKA MARTIKAINEN

HEED AUDIO CANAMP PARANNUKSET
Kirjoittanut: Ilkka Martikainen

www.hifiharrastajat.org

OSA I

© 2007 ILKKA MARTIKAINEN (HELSINKI)

YLEISTÄ

Unkarilaisen Heed Audion Canamp-kuulokevahvistin on melko yksinkertaiseen tekniseen toteutukseensa nähden todella hyvälaatuinen raskaamman hifi-kaluston lisälaite. Laitteen pääteaste toimii A-luokassa lämmittäen laitekoteloa, mutta kuulokevahvistimen ääni on myös A-luokan ääni! AKG K601 kuulokkeilla testattu vakiolaite antaa syvän basson, heleät korkeat ja hyvälaatuisen ja tasaisen stereokuvan.

Mikään High End -laite kuulokevahvistin ei kuitenkaan ”vielä” ole, vaikka se onkin useissa vahvistintesteissä menestynyt erinomaisesti. Laitteen kotelon kannen alta paljastuvat järkevästi suunniteltu painokytkentälevy – sekä tavanomaista kotielektroniikkalaatua olevat vakiokomponentit. Pienellä rakentelulla vahvistimen äänenlaatua saadaan parannettua melkoisesti, mutta laitteiden parantelua – yleensäkin – voidaan suositellaan vain tätä todella osaaville.

Tavanomaisesti hifilehtien ja Internetin rakenteluartikkeleissa kerrotaan jonkin hyvin pienen muutoksen parantaneen laitteen äänenlaatua todella merkittävästi. Käytännössä muutos ei kuitenkaan ole näin merkittävä ja muutoksen kokeminen onkin usein pelkästään muihin kuin fysiikan lakeihin perustuvaa. Tässä kuulokevahvistimen muutosprojektissa kuitenkin parannetaan niin monen komponentin laatutasoa, että muutoksen on ”oltava” helposti havaittava – ei siis pelkästään uskomusasia.

Canamp kuulokevahvistimen "paranneltu" malli. Etualalla näkyvä kondensaattori Mundorf M-Lytic 10000 µF/35 V, näiden välissä ELNA Silmic II 220 µF/25 V.

VIRTALÄHDE

Canamp´in suurin puute on helposti havaittavissa vahvistimen teknistä toteutusta tarkastelemalla: yksinkertainen ja stabiloimaton virtalähde. Toki pääteasteen A-luokan tasainen, ulostulotehosta vain vähän riippuva virrankulutus pitää laitteen lepovirran ja samalla käyttöjännitteen kohtuullisen stabiilina, mutta käytetyllä ratkaisulla heikosti tasatun käyttöjännitteen vaihtovirtakomponentti on valitettavan suurta luokkaa heikentäen toiston dynamiikkaa. Myös mahdolliset verkkojännitteen vaihtelut voivat tällöin omalta osaltaan vaikuttaa haitallisesti (moduloida), etenkin esivahvistinpiiriin.

Käyttöjännitteen stabiilisuutta ja tasaisuutta parannetaan vaihtamalla käyttöjännitteen suotokondensaattorit parempilaatuisiin ja kapasitanssiltaan suurempiin. Kondensaattorit ohitetaan niiden napojen yli juotetuilla 100 nF kondensaattoreilla (rf-suoto).

- 2 x 4700 µF/16 V ELKO Jamicon => 2 x 10000 µF/35 V ELKO, Mundorf M-Lytic SI Audio Grade
- 2 x 100 nF/63 V, Wima/MKS (lisätään ELKOjen napojen yli alustan alla)
- 2 x 100 µF/35 V ELKO Jamicon => 2 x 220 µF/25 V ELKO, ELNA Silmic II Audio Grade
- 2 x 100 nF/63 V, Wima/MKS (lisätään ELKOjen napojen yli alustan alla)

Virtalähteen 1N4000-sarjan diodit vaihdetaan vähemmän kohinaa ja häiriöitä vahvistimen käyttöjännitteeseen aiheuttaviin. Modifikaatiota toteutettaessa on huomattava, että tasasuuntausdiodeina ei pidä käyttää nopeita shottky-diodeja, jotka aiheuttavat verkkojännitteen kerrannaistaajuuksien häiriöitä. Ainoa oikea diodilaji hyvänlaatuiseen tasasuuntaukseen on nopea, mutta loivan laskuajan omaava ja pienikapasitanssinen "soft recovery" -diodi.

- 4 x 1N4002 diodit => 4 x MUR1100E (ultra fast, soft recovery), Motorola tai ON Semi

Virtalähteen "rf-häiriönpoistokondensaattorit" on hyvä vaihtaa parempilaatuisiin, toki saman kytkentäpiikkien välisen rasterijaon omaaviin. On huomattava, että suuremman jännitekeston omaavilla (esim. 400 v) kondensaattoreilla ei ole mitään etua pienjännitekytkennöissä.

- 2 x 10 nF/100 V kondens. => 2 x 10 nF/63 V, Wima/MKS
- 2 x 100 nF/63 V kondens. => 2 x 100 nF/63 V, Wima/MKS

ETUVAHVISTINPIIRI

Kuulokevahvistimen alkuperäisenä etuvahvistinpiirinä toimi audiopiiri NE5532. Piirissä ei sinänsä ole mitään vikaa, mutta löytyy toki monta syytä korvata tämä parempilaatuisella. Järkevä ratkaisu on poistaa entinen IC-piiri ja juottaa tämän tilalle hyvänlaatuinen keraaminen, kullatuilla liittimillä varustettu kanta, jolloin eri vahvistinpiirien (esim. OPA2134, OPA2604, AD823) eroja voidaan helposti vertailla. Lopulliseksi vahvistinpiiriksi on useiden kuuntelutestien jälkeen valittu National Semiconductors´in huippuluokan kaistaleveydellä, nousuajalla ja säröominaisuuksilla varustettu LM4562.

- 1 x operaatiovahvistin NE5532 => LM4562NA (National Semiconductor)
- 1 x keraaminen kanta (kulta)
- 1 x 100 nF/100 V kondens. => 1 x 470 nF/63 V, Wima/MKS

Välikannallisia, kahdella IC-piirillä toteutettuja ratkaisuja ei tässä yhteydessä suositella (esim. 2 x OPA627), sillä pidentynyt johdotus ja liitokset lisäävät häiriömahdollisuuksia sekä voivat myös aiheuttaa vahvistinpiirin epästabiilisuutta, jopa itsevärähtelyä.

Modifioitu Canamp-vahvistin. Huomaa uusittu jäähdytyslevy, Mills 100 ohmin vastukset (musta) ja Black Gate 10 µF kondensaattorit (punainen).

MUUT KOMPONENTIT

Kuulokevahvistimeen vaihdettiin parannusten yhteydessä mustat, eloksoidut ja hieman entistä suuremmat alumiiniset jäähdytyslevyt, jotka kiinnitettiin painokytkentälevyyn Aralditilla. Päätetransistorien ja jäähdytyslevyn välissä on käytetty tietokoneista tuttua ns. hopeatahnaa (Arctic Silver 5). Edellinen muutos parantaa hieman vahvistinkomponenttien jäähdytystä.

- 2 x uusi jäähdytyslevy, rivoitettu, musta eloksointi, hieman entistä korkeampi

Suhteellisen paljon lämpenevät pääteasteen 100 ohmin kuormitusvastukset (lankavastus!) vaihdettiin induktanssittomiin Mills Resistors´in audioluokan vastuksiin. Passiivisen 100 ohmin kuormitusvastuksen tilalla voidaan käyttää ”aktiivista vakiovirtakuormaa” (CCS), esim. jänniteregulaattoria LM317. Myös Caddock´in valmistamat pienikokoiset keraamiset Kool-Pak vastukset (15 W/30 W) voisivat olla hyvä ratkaisu, mutta vaatisivat oman erillisen jäähdytyslevynsä.

- 2 x 100 ohm/5 W (lankavastus) => 2 x 100 ohm/5 W, Mills Resistor MRA-5 Audio wirewound

Etuvahvistinpiirin input-napojen erotuskondensaattorien kapasitanssia voidaan nostaa hieman (0,47 µF => 1 µF). Muutos parantaa jonkin verran vahvistimen matalien taajuuksien tasoa. 10 µF elektrolyyttikondensaattori rajaa etuvahvistinpiirin toistotaajuutta, se vaihdettiin ”maailman parhaaseen” Black Gate bipolar N –malliin. Kovin eksoottisia (paitsi ELKOt!) ja suurikokoisia kondensaattoreita tässä ei ole käytetty, sillä esim. suotokondensaattoreilla on kuitenkin suhteellisen pieni vaikutus lopulliseen äänenlaatuun.

- 2 x 470 nF/63 V kondens. => 2 x 1 µF/63 V, Evox Rifa/MMK
- 2 x 10 µF/63 V ELKO Jamicon => 2 x 10 µF/50 V ELKO, Black Gate Type N (bipolar)

YHTEENVETO

Edellä esitetyillä muutoksilla saadaan Canamp-kuulokevahvistimen ominaisuudet nostettua alkuperäistä kertaluokkaa paremmaksi, jo hyvin lähelle High End –tasoa. Vahvistimen signaali/kohinasuhde ja dynamiikka paranevat huomattavasti ja etenkin matalien äänien tasossa tuntuu olevan entistä enemmän potkua. Rakentelu siis kannattaa!

Vahvistinta ei valitettavasti ole päästy vertaamaan alkuperäiseen, mutta kuuntelutesteissä parannellun mallin ääni on todettu todella eritteleväksi ja tasapainoiseksi. Korkealaatuisten musiikkilähteiden CD-painosten – Telarc, XRCD, Mobile Fidelity, Mosaic, Reference Recordings, Japanin painokset – keräilijälle fiilattu Canamp antaa nyt mahdollisuuden huippuluokan dynamiikkaan ja äänentoistoon kerrostaloasunnossa aamuyölläkin.

Laadukkaiden audiokomponenttien hankkiminen vaatii myös jonkin verran asiantuntemusta ja selvittelytyötä. Tähän rakenteluprojektiin Black Gate –kondensaattorit ja MUR-tasasuuntausdiodit tilattiin Hifi Collective (UK) -firmalta, ELNAt Audio-Cube´lta Hollannista. Parts ConneXion (Kanada) myi Mills-vastuksia kohtuuhintaan. Mundorf-kondensaattorit toimitti kotimainen Niinimaen.com, Wima ja Evox-kondensaattorit ELFA. Nationalin vahvistinpiiri LM4562NA on tilattu suoraan valmistajan (Texas Instruments) näytemyynnistä postikulujen hinnalla.

LISÄTIETOJA

http://www.heedaudio.hu/en/products/modular-line/canamp

http://www.profundo.us/heed/canamp.htm

http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm4562.pdf

http://www.head-fi.org/t/192190/heed-canamp

http://www.head-fi.org/t/228051/heed-canamp-mods-thread

http://rockgrotto.proboards.com/thread/1461/heed-canamp-mods-registered-users

http://rockgrotto.proboards.com/thread/892

http://mihalcz.ingyenweb.hu/keret.cgi?/headamp/HeedCanamp.html

http://www.hificollective.co.uk/

http://www.audio-cube.nl/

http://www.partsconnexion.com/

https://www.elfaelektroniikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?toc=0

http://www.banzaimusic.com/

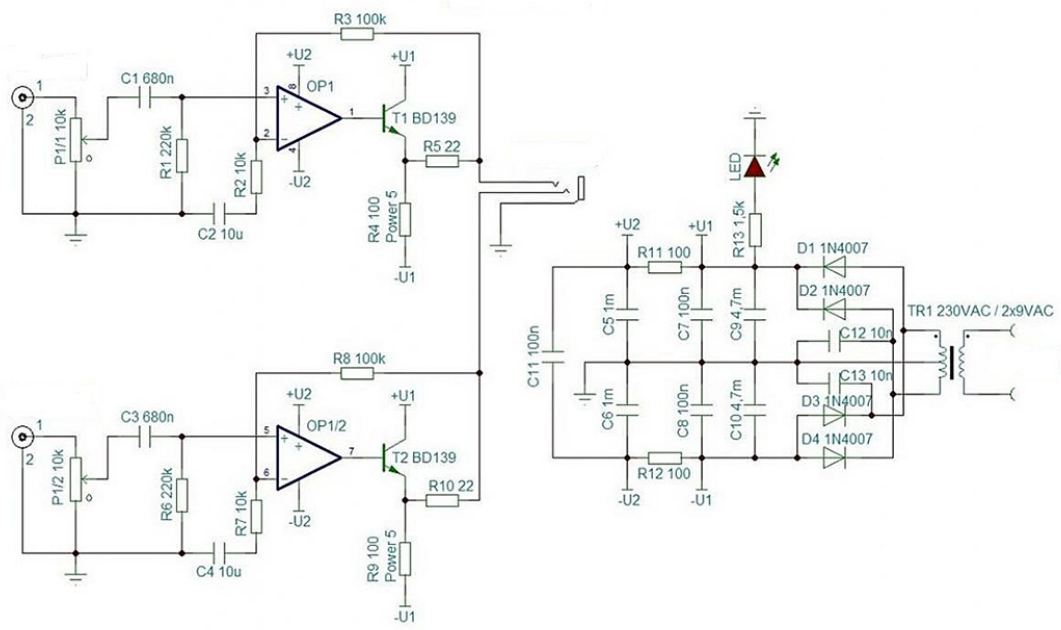
OSA II

© 2015 Ilkka Martikainen (vantaa)

YLEISTÄ

Seitsemän vuoden sisäänajon jälkeen päätettiin Canampista tehdä se lopullinen versio. Laitteiden ns. sisäänajosta muutoin: HiFi-laitteiden komponenttien (vastukset, kondensaattorit, diodit, transistorit ja mikropiirit) ominaisuudet ja parametrit eivät todellakaan muutu merkittävästi muutaman sadankaan tunnin käytön jälkeen, muutosta voi tapahtua vain elektrolyyttikondensaattoreille. Ja jos muuttuvat, niin miksi aina vain parempaan suuntaan? Muutamien satojen tuntien ”sisäänajo” on siis vain audiofiililehdistön ja keskustelupalstojen ylläpitämä illuusio, johon ei ole todellista tarvetta.

Canampin kotelo on suhteellisen pieni, umpinainen peltikotelo ja tämä aiheuttaa ongelmia A-luokan laitteen lämpötilan ylläpitämisessä kohtuullisena. Alkuperäisessä kytkennässä päätetransistorit BD139 ja 100 ohmin/5 watin kuormitusvastukset lämmittävät koteloa kanavakohtaisella 100 mA virralla yhteensä noin 5–6 watin teholla. Tämä ei ole kovin paljon, mutta kertautuu pidemmän kuunteluajan kuuntelussa. Jäähdytysreiät kotelossa auttaisivat asiaa merkittävästi.



Heed Audio Canampin alkuperäisen version kytkentäkaavio. OP1/2 = NE5532.
Kuvan lähde: www.hiend-audio.com (Strategy for success in DIY).

Modifikaatiossa mahdollisesti vaihdettavat komponentit pitäisi valita myös hyvää lämmönkestävyyttä ajatellen, etenkin elektrolyyttikondensaattorit. Näiden jatkuvan lämpötilankeston raja on tavanomaisesti 85 astetta. Paremman lämpötilankeston omaavien raja-arvo on 105 astetta ja parhaimmilla, esim. Mundorfin M-Lytic-sarja, jopa 125 astetta. Vuosien mittaan (liian) lämpimässä olleet elektrolyyttikondensaattorit kuivuvat ja alkavat menettää kapasiteettiään. Tämä voi heikentää äänenlatua todella merkittävästi.

KYTKENNÄSTÄ

Canampin kytkentä on yllättävän yksinkertainen ja päätetransistori BD139 toimii emitteri-seuraajana, jota kuormitetaan 100 ohmin vastuksella. Alkuperäisen kytkennän A-luokassa toimiva pääteaste vie virtaa 100 mA ja luovuttaa kanavakohtaisesta noin 1,3 watin ottotehosta lähes 90 prosenttia lämpönä jäähdytyslevyyn. A-luokan hyötysuhde ”vastuskuormalla” on enimmilläänkin 12–13 prosentin luokkaa. Kytkennän jännitevahvistus toteutetaan etuasteen IC-piirillä NE5532/LM4562, jolle myös viedään takaisinkytkentä pääteasteelta.

Canampin sisääntulovastus muodostuu 10 kilo-ohmin äänenvoimakkuuden säädön potentiometristä. Vahvistinpiirin sisääntulon kuormitusvastus R1/R6 (220 K) on tarpeettoman suuri ja voidaan pienentää arvoon 47 K. Tavanomaisesti käytettyjä ko. vastuksen arvoja ovat 33–100 K. Muutos laskee jonkin verran vahvistinasteen häiriötasoa. Eräässä Internetissä olleessa kytkennässä erotuskondensaattorit C1/C3 (0,47 µF) on korvattu 1 K vastuksilla ja vastusten R1/R6 (220 K) paikalle on sijoitettu 220 pF kondensaattorit.

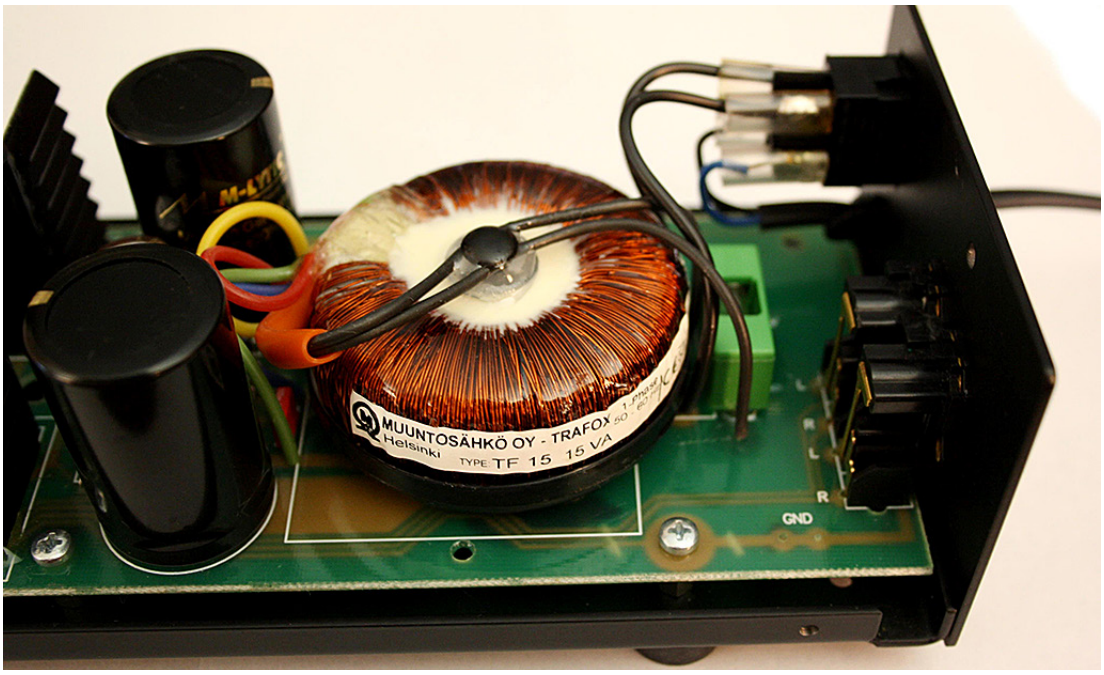
Mikäli LM4562-piirin S/N-arvoja (häiriötasoa) halutaan parantaa, takaisinkytkentäketjun vastusarvoja voidaan muuttaa pienemmiksi, esim. R2/R7 10K => 1 K ja R3/R8 100 K => 4,7–10 K. Tällöin ylätaajuuksia rajaava elektrolyyttikondensaattori C2/C4 (10 µF) olisi kuitenkin vaihdettava arvoon 100–220 µF. Nykyinen ”suuriohminen” kytkentä toimii kuitenkin täysin tyydyttävästi.

Vahvistinpiiri LM4562 toimii normaalisti A/B-luokassa ja muutetaan A-luokkaan lisäämällä negatiivisesta jännitenavasta 4 (–U2) 4,7 K vastukset piirin ulostulonapoihin 1 ja 7. Tämä tekee vuorovaiheasteen ”alemman” PNP-transistorin kokonaan johtavaksi ja muuttaa piirin lepovirraksi noin 3 mA. Toinen vaihtoehto olisi käyttää vastuksen tilalla yhtä tai kahta JFET´tiä (2N5484 tai 2N5486), jotka stabiloivat lepovirran paremmin kuin yksittäinen vastus. Muutos A-luokkaan lisää jonkin verran piirin lämpökuormitusta, mutta parantaa kokonaisdynamiikkaa ja korkeimpien äänien puhtautta. Muutoksen negatiivisena puolena voidaan pitää vahvistinasteen käyttöjännitteen ripple-vaimennuksen vähenemistä (Power Supply Rejection Ratio, PSRR). Tätä kompensoidaan suotokondensaattorin muutoksella C5/C6 (220 µF/25 V) => 1000 µF/25 V.

Etuastepiirin LM4562 ja pääteastetransistorin BD139 kannan väliin olisi hyvä sijoittaa 47–100 ohmin vastus (”base stopper”), joka sovittaa komponentit paremmin toisiinsa ja vähentää mahdollista pääteasteen värähtelytaipumusta. Tähän sopii hyvin esim. 0805- tai 1206-sarjan SMD-vastus, joka juotetaan paino-kytkentälevyn alapuolelle mahdollisimman lähellä päätetransistoria.

TOROIDIMUUNTAJA

Pyöreän toroidimuuntajan magneettikentän voimaviivat kulkevat sen rungon sisällä ja täten häiritsevät tavanomaista ns. pakkamuuntajaa vähemmän rakenneympäristön muita komponentteja. Kriittisimpiä mahdollisia häiriötaajuuksia ovat verkkojännitteen taajuus (50 Hz) ja sen kerrannaistaajuudet (100, 150, 200, jopa 300 Hz). Vastaavia toroidimuuntajia näkee ns. paremman luokan audiolaitteissa. Huippuluokan laitteissa virtalähde muuntajineen voi olla sijoitettu omaan eri koteloonsa, tämä pienentää häiriötasoa merkittävästi.



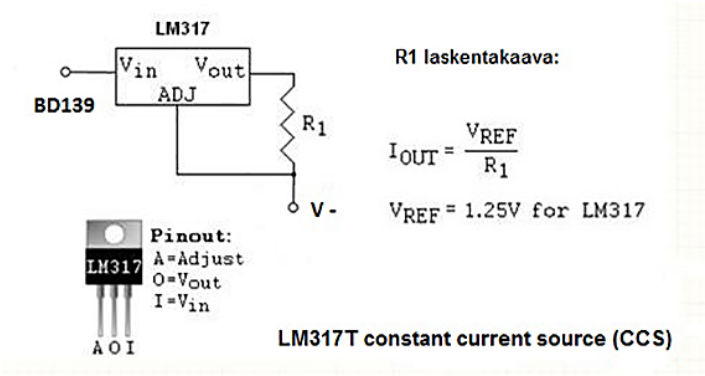
Canampin uusittu toroidimuuntaja TRAFOX TF15 (15 VA).
Sulakkeenpidintä on jouduttu hieman siirtämään lähemmäs takalevyä muuntajan tieltä.

Alkuperäinen muuntaja on epoksiin valettu painokytkentälevylle tarkoitettu MAKRAI 2 x 9 volttia, 14 VA. Täysin vastaavaa, sopivankokoista koteloitua toroidimuuntajaa ei löytynyt Helsingin elektroniikkaliikkeistä. Partcolta hankittiin kuitenkin lähes vastaava, Trafox TF15 (15 VA), 2 x 10 volttia. Tämä antaa suodatetuksi käyttöjännitteeksi lähes 1,5 volttia alkuperäistä enemmän ja aiheuttaa itsessään pientä muutoksen tarvetta alkuperäiseen kytkentään. Muuntaja on kiinnitetty painokytkentään 4 mm ruuvilla sekä epoksihartsilla ja jännitejohdoille on porattu uudet asennusreiät. Alkuperäinen sulakepesä on siirretty hieman lähemmäs takalevyä toroidimuuntajan tieltä.

Canampin esitteen mukaan sen painottamaton signaali/häiriötaso (S/N) on vain keskinkertainen, lähellä 85 dB:n luokkaa oleva. Toroidimuuntajaa ja myöhempänä esitettyä CCS-piiriä käyttäen tämä kasvaa reilusti 90 dB:n paremmalle puolelle, jopa lähelle 100 dB –arvoa. Ilman ohjausta, suurimmalla mahdollisella äänenvoimakkuudella ei parannellusta Canampista AKG K702 -kuulokkeilla kuulu todella mitään, ei edes etuasteen (laajakaistaista) kohinaa!

CCS

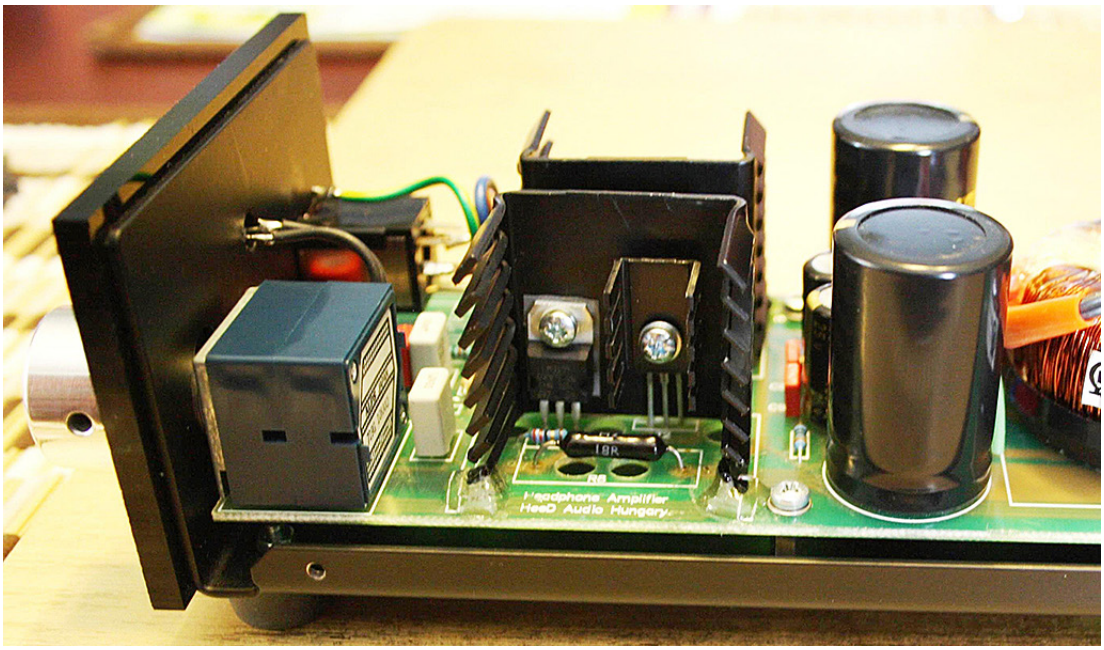
CCS eli Constant Current Source – suomeksi ehkä ”vakiovirran lähde” tai ”vakiovirta-komponentti” – on kytkentä, jota on suositeltu etenkin A-luokan vahvistimien suuritehoisen kuormitusvastuksen korvaavana aktiivisena kytkentänä. Tämä voidaan toteuttaa monella tavalla, tässä yhteydessä käytetään kolmipiikkistä jännitestabilointipiiriä LM317T.



CCS ELI CONSTANT CURRENT SOURCE –KYTKENTÄ JA VIRTARAJOITUSVASTUKSEN R1 LASKENTAKAAVA. 60–100 MA LÄPIMENOVIRROILLE RIITTÄÄ 1 W TEHOINEN VASTUS, MIELUIMMIN RESONANSSITON.

A-luokan pääteasteessa käytettävän CCS-piirin LM317T hyviä puolia ovat

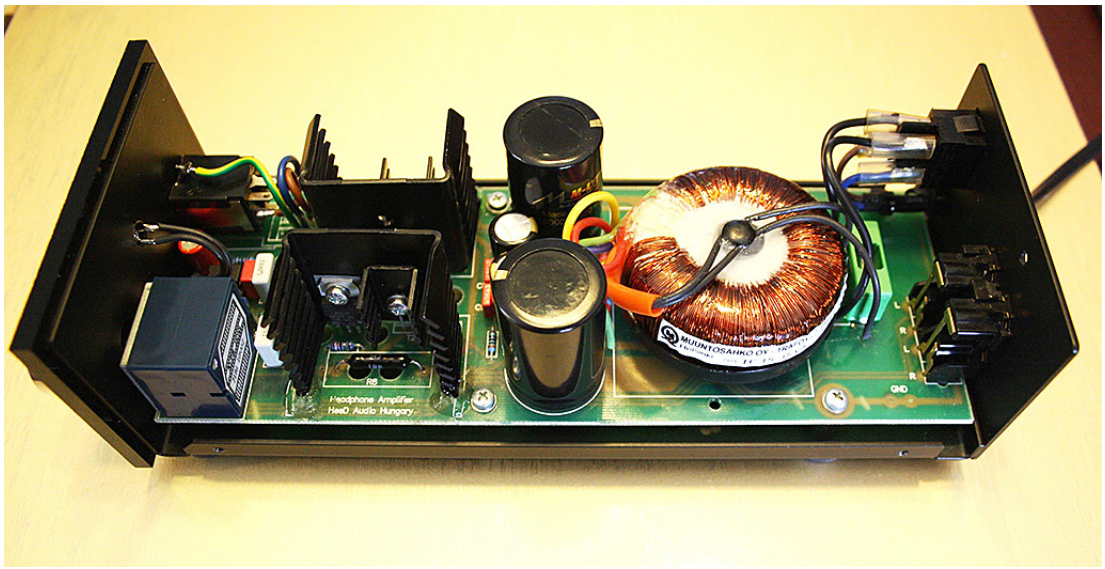
- stabiloi ja vakioi päätetransistorin BD139 lepovirran
- vakioi stabiloimattoman virtalähteen virta- ja jännitetason
- vähentää käyttöjännitteen mahdollisen vaihtovirtakomponentin (PSRR, ripple) tasoa
- vähentää ulostulossa esiintyvien harmoonisten tasoa noin 8–10 dB (THD)
- nostaa pääteasteen hyötysuhdetta kaksinkertaiseksi (max. 12,5 % => max. 25 %).
- lepovirtaa on helppo säätää (vain yhdellä vastuksella)
- sisäinen lämpötila- ja virtarajoitus sekä oikosulkusuojaus.



PÄÄTETRANSISTORI BD139 JA CCS-PIIRI LM317T ON MODIFIOIDUSSA CANAMP-VERSIOSSA KIINNITETTY SAMAAN JÄÄHDYTYSLEVYYN. SUURIKOKOISET KONDENSAATTORIT OVAT MUNDORF M-LYTIC –SARJAA, 10000 µF/35 VOLTTIA.

CCS-piiri LM317T on sijoitettu samalle jäähdytyslevylle päätetransistori BD139:n kanssa. Sen jaloille on porattu omat sijoitusreikänsä ja kytkentä on toteutettu painokytkentälevyn alapuolella muutamasta kohdasta piirilevyä katkomalla sekä parilla kytkentälangalla. LM317T on eristetty jäähdytyslevystä silikonieristeellä (TO-220 -eristyssarja).

LM317T-piirin läpi menevää virtaa ja samalla koko vahvistimen lepovirtaa voidaan säädellä piirin ADJ ja OUT -napojen välissä olevalla vastuksella. Vastuksen arvolla 12,5 ohmia lepovirta on 100 mA, arvolla 15 ohmia noin 80 mA, arvolla 18 ohmia noin 70 mA ja arvolla 22 ohmia noin 60 mA. 70 mA on testeissä tuntunut sopivalta lepovirran arvolta ja muutoksen ei ole huomattu vaikuttaneen Canampin äänenlaatuun millään tavalla. Päätetransistorin toimintapiste pysyy tällöin vielä hyvin lineaarisen vahvistuksen piirissä ja särö¬tulokset ovat -120 dB:n luokkaa (THD, toinen harmooninen).



CANAMPIN LOPULLINEN, PARANNELTU EXTRA-VERSIO (2015). HUOMAA TOROIDIMUUNTAJA SEKÄ PÄÄTETRANSISTORIN BD139 RINNALLE JÄÄHDYTYSLEVYYN KIINNITETTY CCS-PIIRI LM317T.

Canampin esitteen mukaan sen alkuperäisen kytkennän särötulokset (THD) eivät ole huippuluokkaa, 1 kHz taajuudella, 100 mW teholla ja 100 ohmin kuormalla ”vain” alle 0,05 prosenttia. Tämä johtuu todennäköisesti ensimmäisen parillisen harmoonisen suuresta osuudesta. Yksittäiskomponentilla toteutettu pääteaste (single ended) tuottaa sekä parillisia että parittomia harmoonisia, A/B-luokan vuorovaihepääteaste puolestaan vaimentaa parillisia. A/B-luokalla on tosin muita heikkouksia, esim. ylimenosärö (crossover distortion). Paremman etuastepiirin LM4562 ja CCS-piirin käytöllä edellinen särötulos todennäköisesti laskee ko. parametreilla hyvin lähelle 0,01 prosenttia. LM4562 itsessään on erittäin korkealaatuinen vahvistinpiiri, joka maksimi säröarvot joissain kytkennöissä voivat olla jopa 0,00003 prosentin luokkaa (THD+N, 1 kHz, 3 V rms).

VAHVISTUS

Canampin ongelmana on ollut etenkin pieniohmisia kuulokkeita käytettäessä liiallinen herkkyys, suuri äänenvoimakkuus saavutetaan vain hyvin vähän äänenvoimakkuus-nuppia kiertämällä. Kirjoittajan mielestä herkkyyden pitäisi olla sellainen, että normaali tavanomainen kuulokekuuntelun voimakkuustaso saavutetaan noin puolessa välissä voimakkuussäätöä. Tällöin ko. tason kummallakin puolella on riittävästi säätövaraa. Jos kovin pienellä säädöllä saavutetaan suuri äänenvoimakkuus, säätövara ei ole riittävä.

Joissain tapauksissa voi siis olla tarpeellista hieman pienentää Canampin etuastepiirin (NE5532/LM4562) vahvistusta, etenkin pieniohmisia kuulokkeita käytettäessä. Etuasteen vahvistus riippuu vastuksien R3/R8 (100 K) ja vastuksien R2/R7 (10 K) suhteesta, tarkempi laskukaava on R3/R2 + 1. Alkuperäisillä arvoilla Canampin vahvistus on 11 ja muuttamalla vastukset R3 ja R8 esim. arvoon 47 K vahvistus putoaa kuuteen. Päätetransistorilla BD139 ei tässä emitteriseuraaja-kytkennässä ole jännitevahvistusta lainkaan.

JÄÄHDYTYS

CCS-piiriä testattiin rajoitusvastuksen arvolla 12 ohmia. Tällöin pääteasteen lepovirta oli 105 mA ja BD139:n ja CCS-piirin LM317T yhteinen jäähdytyslevy lämpeni merkittävästi – jopa liikaa. Levy tuntui todella tulikuumalta. CCS-piiri todennäköisesti vaatisi oman jäähdytyslevynsä, mutta valitettavasti Canampin kotelossa ei ole tilaa toisella tai suuremmalle yhteisellekään levylle. Lämpötason muutos johtuu osaksi kohonneesta käyttöjännitteestä, osaksi CCS-piirin sijoittamisesta samalle jäähdytyslevylle. Kuormitus¬vastuksen (100 ohmia/5W) entinen lämmitysvaikutus on ”siirtynyt” CCS-piirin myötä jäähdytyslevylle.

Koska CCS-piiri on parantanut merkittävästi BD139:llä toteutetun A-luokan pääteasteen hyötysuhdetta ja pienentänyt säröarvoja, on tässä hyvä mahdollisuus kohtuulliseen ulostulotehon pienentämiseen ja samalla lepovirran alentamiseen. CCS piiri lisää ulostulotehoa lähes kaksinkertaiseksi. 70 mA:n lepovirta eli noin 2/3 entisestä tuntuu olevan sopiva arvo ja pitää laitteen vahvasti A-luokassa entisillä tehoarvoilla. Canampin teho on muutoinkin ollut etenkin pieniohmisille kuulokkeille (esim. AKG K601 = 120 ohmia, K701 = 62 ohmia) tarpeettoman suuri. Sen esite lupaa 300 mW ulostulotehoa 100 ohmin kuormaan, puoletkin tästä olisi vielä täysin riittävä arvo. Myös suuriohmisille kuulokkeille, esim. Sennheiser (500–600 ohmia), tehoa on riittävästi.

70 mA lepovirralla jäähdytyslevyn mitattu pintalämpötila on puolen tunnin lämpenemisen jälkeen hieman alle 45 astetta kotelo avoimena. Suljetun kotelon sisälämpötila nousee puolessa tunnissa 42–45 asteeseen ja saavuttaa stabiilin lämpötilan noin tunnin kuluttua. Tämän jälkeen kotelon sisälämpötila ei enää nouse merkittävästi. Valittu 70 mA:n lepovirta tuntuu siis sopivalta lämmön muodostumisenkin suhteen ja lisää kotelon sisällä olevien komponenttien elinkaarta.

YHTEENVETO

A-luokan vahvistimen ääni on A-luokan ääni. Tässä suhteessa Heed Audion modifioitu Canamp alkaa olla ”uransa huipulla”, so. tehdyillä parannuksilla on saatu toteutettua lähes kaikki, mitä tällä perusrakenteella on mahdollista toteuttaa. Tarvetta voisi enää olla vain stabiloidulle virtalähteelle, mutta se ei jäähdytyslevyineen valitettavasti mahdu Canampin koteloon.

Lopulliseen Canamp Extra-versioon muutetut komponentit ovat

- R1/R6 (220 K) => 47 K
- R3/R8 (100 K) => 47 K
- R4/R9 (100 ohm/5 W) => CCS LM317T
- CCS-rajoitusvastus (R1, kuva 3) = 18 ohmia/1W Holco, lepovirta 70 mA
- 100 ohmin SMD-vastus (0805) välille LM4562 – BD139:n kanta
- C5/C6 (220 µF/25 V) => 1000 µF/25 V Panasonic FM-sarja (105°)
- 4,7 K vastukset LM4562:n napojen 4 ja 1 sekä 4 ja 7 välille = siirto A-luokkaan, lepovirta 3 mA
- 4,7 K/1 W kuormitusvastukset 10000 µF Mundorf-elkojen (C9/C10) napojen yli.

Monien vertailujen testivoittaja (Hifimaailma, HiFi Choice) on nyt saatu lopulliselle laatutasolle, merkittävästi alkuperäistä parempana. Raskasta HiFiä, voisi väittää. Kuulokevahvistin ei kuitenkaan kuulosta mitenkään erityiselltä tai loistavalta tai jotain osa-aluetta korostavalta – se vain toistaa musiikin mahdollisimman alkuperäisenä, ilman mitään omaa väritystä ääneen, sävyyn tai dynamiikkaan. Ja tämän tehtävänsä modifioitu Canamp täyttää todella kiitettävästi.

LÄHDEARTIKKELEITA

http://www.heedaudio.hu/en/products/modular-line/canamp

http://www.profundo.us/heed/canamp.htm

http://www.techradar.com/reviews/audio-visual/hi-fi-and-audio/amplifiers/heed-can-amplifier-480853/review

http://www.electronics-tutorials.ws/amplifier/amplifier-classes.html

http://www.andiha.no/articles/audio/classa.htm

http://sound.westhost.com/class-a.htm

http://www.head-fi.org/t/192190/heed-canamp

http://www.head-fi.org/t/228051/heed-canamp-mods-thread

http://rockgrotto.proboards.com/thread/892

http://mihalcz.ingyenweb.hu/keret.cgi?/headamp/HeedCanamp.html

http://tangentsoft.net/audio/opamp-bias.html

http://www.headfonia.com/matrix-m-stage-class-a-biasing/

https://en.wikipedia.org/wiki/Current_source

http://diyaudioprojects.com/Technical/Current-Regulator/

http://hifisonix.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/02/A-Universal-Small-Signal-Class-A-Buffer-V1.0.pdf

http://diyaudioprojects.com/Solid/IRF610-Class-A-Headphone-Amp/

http://waltjung.org/PDFs/Sources_101_P1.pdf

http://waltjung.org/PDFs/Sources_101_P2.pdf