

5.2. Jännitelähde - 15 V 10 A

Negatiivinen jännitelähde on puhtaimmillaan vastaavan positiivisen peilikuva. Tästä saattaa olla hyötyä ajatellen laitteen häiriöherkkyyttä. Pulmana on, ettei LM 723:lle löydy vastaavaa negatiivista paria. Lineaariteholähteitä käsittelevässä johdannossa jo mainitsin, miten LM 317:llä rakennettu kytkentä värähteli loputtomiin, vaikka kolmella eri piirikorttiratkaisulla kokeilin. En edes viitsinyt enää kokeilla vastaavaa negatiivista säädintä LM 337, vaikka rakensinkin sen. Motorolalta löytyy mikropiiri MC 1468, jossa on sekä positiivinen että negatiivinen säädin $\pm 15\text{ V}$, mutta datalehti jo juoruaa, että loisvärähtelyt ovat arkipäivää. Niinpä päätin käyttää mielikuvitusta ja yhtä integroitua piiriä, vanhaa kunnon LM 741:tä. Se ei ole jättänyt koskaan ennenkään pulaan. Lisäksi tarvitaan erilliskomponentteja. Yhtä hyvä ellei peräti parempi ratkaisu olisi ollut käyttää ainoastaan erillisosia. Sen verran kun olen selaillut kytkentäkaavioita laboratoriovirtalähteistä, ne on yleensä tehty erilliskomponenteista. Tästä piiriratkaisusta on helppo tehdä positiivinen peilikuva, jos haluaa symmetrisen parin!

Transistorit T1 ja T2 muodostavat tässäkin kytkennässä jännitelähteen laitteen omia tarpeita varten ja se on peilikuva positiivisesta jännitelähteestä. Valitaan hiukan isompi jännite kuin positiivisella puolella - $26,3 \text{ V} \pm 5 \%$.

Transistorien T3 ja T9 häviötehokäyrät ovat alaspäin aukeavia paraabeleita ja huip-
puarvot ovat äärirajojen välillä. Ne on laskettu ja ilmoitettu kytkentäkaaviossa.

Kondensaattori C19 tasaa kuormitushuippuja. Se purkautuu vastuksen R14 kautta, kun laite sammutetaan tai ulostulo ajetaan alas ilman kuormaa. Jos kytkennässä esiintyy loisivärähtelyjä, C19 kuumentuu voimakkaasti. Vastukset R20 ja R21 ovat tarpeen vain, jos MJ2955:ien kanta-kollektorivuotovirta on niin suuri, että se riittää käynnistämään transistorit. Jos R20 ja R21:tä käytetään (68 ohmia), on R14:n vastusarvoa pienennettävä 220 ohmiin ($P_d = 1\text{ W}$, vastus 2 W varmuuden vuoksi). Jos ulostulo ajautuu kuormittamattomana -31 V:iin (kondensaattorien jännite), on käytettävä vieläkin pienempää vastusarvoa.

Tehotransistorien T4 ja T5 emittereillä olevat vastukset R18 ja R19 ovat välttämättömiä, sillä ne tasaavat transistorien virtaa. Samalla saadaan karkea virranmittaus ylikuormituksen varalta. Ylikuormitusta vartioivat transistorit T6 ja T7. Koska raja-arvo riippuu tässäkin kytkennässä komponenttien ominaisuuksista, se ei ole säädettävissä. Kun piiriä kuormitettiin 10 A:in virralla ja sitä lisättiin vielä 12 ohmin vastuksella, ylikuormitussuoja toimi eli 10 - 11 ampeerilla. On tärkeätä huolehtia komponenttien riittävästä jäähdytyksestä. Diodit D2 ja D3 suojaavat poikkeustilanteissa jännitteiden vääriltä napaisuuksilta. (D4 on turha!)

Ulostulojännitteen vertailupiirin vertailujännite on aiheellista muodostaa referenssiodilla Z4 1N823. Näin siksi, että joudutaan käyttämään jännitteenjakajaa vertailussa. Kun halutaan hälytys 0.75 V eli 5 % jännitteenylityksestä, se tarkoittaa jännitejakajan jälkeen 310 mV:ia. Kun otetaan huomioon mikropiirin ottojen jänniteron (input offset voltage) ja tulojen virtojen eron (input offset current) ryömintä lämpötilan funktiona, pelivara ei ole suurensuuri. Voitaisiin tietysti valita parempi-kin mikropiiri tässä suhteessa, mutta pitäisin tätä menettelyä riittävänä. Vaikka syntyisi virhetoiminto, ei siitä seuraa erityistä vahinkoa. Tässäkin tapauksessa

tasapainotetaan ottojen vastukset: $R_{25} \sim (R_{22} + \frac{1}{2}P_2) \parallel (R_{23} + \frac{1}{2}P_2) = 3,3 \text{ kohm}$.

Kaavioon on tässäkin kohdassa pujahtanut virhe: p.o. $R_{25} = 3,3 \text{ k}$ (ei vakava).

Kondensaattori C20 estää virhetoimintoja, jos ulostulojännite huojuisi kuormituksen voimakkaiden muutosten seurauksena hetkellisesti.

Koska tyristoreita ei ole kahta tyyppiä kuten transistoreita pnp ja npn, täytyy tulla yhdellä mallilla toimeen, jos niitä käyttää. Tilanne on nyt vain mutkikkaampi, sillä tyristorien katodit on pakko kytkeä negatiivisen syöttöjännitteeseen, joka nollakuormalla voi laskea arvoon $-32,0 \text{ V}$ (Diodisillan ylimenojännite putoaa huomattavasti, kun virta menee olemattomiin!). Syöttöjännite puolestaan aaltoilee maksimissaan $10,6 \text{ V}$. Se siis voi liikkua molemmiin puolin vertailupiirin negatiivista syöttöjännitettä $-26,3 \text{ V}$. Tilanteesta selviydytään kuitenkin tekemälläni kytkennällä. Mikropiirin ulostuloon on liitettävä jännitteenjakaja, joka ei epäedullisimmassakaan tapauksessa liipaise tyristoria, kun laitteen ulostulojännite on sallituissa rajoissa. Jännite-ero mikropiirin ulostulon ja sen negatiivisen käyttöjännitteen välillä on epäedullisimmassa tapauksessa: $-26,3 \text{ V} + 3,0 \text{ V}$ (ulostulo ei laske negatiiviseen käyttöjännitteeseen) $- (-32,0 \text{ V}) = 8,7 \text{ V}$. Hilajännite on tällöin $8,7 \text{ V} \times R_{32} / (R_{28} + R_{32}) = 264 \text{ mV}$, mikä ei liipaise tyristoria. Kuitenkin laitteen käynnistyksen yhteydessä kävi niin, että SCR2:n hila sai aina liipaisupiikin ja laitteen ulostulojännite jäi nolnaan. Tämä saatiin estettyä kondensaattorilla C23. Sen kytkemisen jälkeen yhtään tällaista virhetoimintoa ei havaittu.

Transistorit T6 ja T7 antavat negatiivisen pulssin ylikuormituksen sattuessa. Tyristori vaatii kuitenkin positiivisen liipaisun. Tämä asia hoidetaan transistorilla T8.

Tyristorin SCR1 hilalle ei tarvita muuta, kuin jännitteenjakovastus R34, joka pitää hilan myös nollanjännitteisenä muulloin, kuin jännitelähteen ylikuormitustapauksessa.

Ylikuormituksen tai ylijännitteen sattuessa joko tyristori SCR1 tai SCR2 johtaa transis-

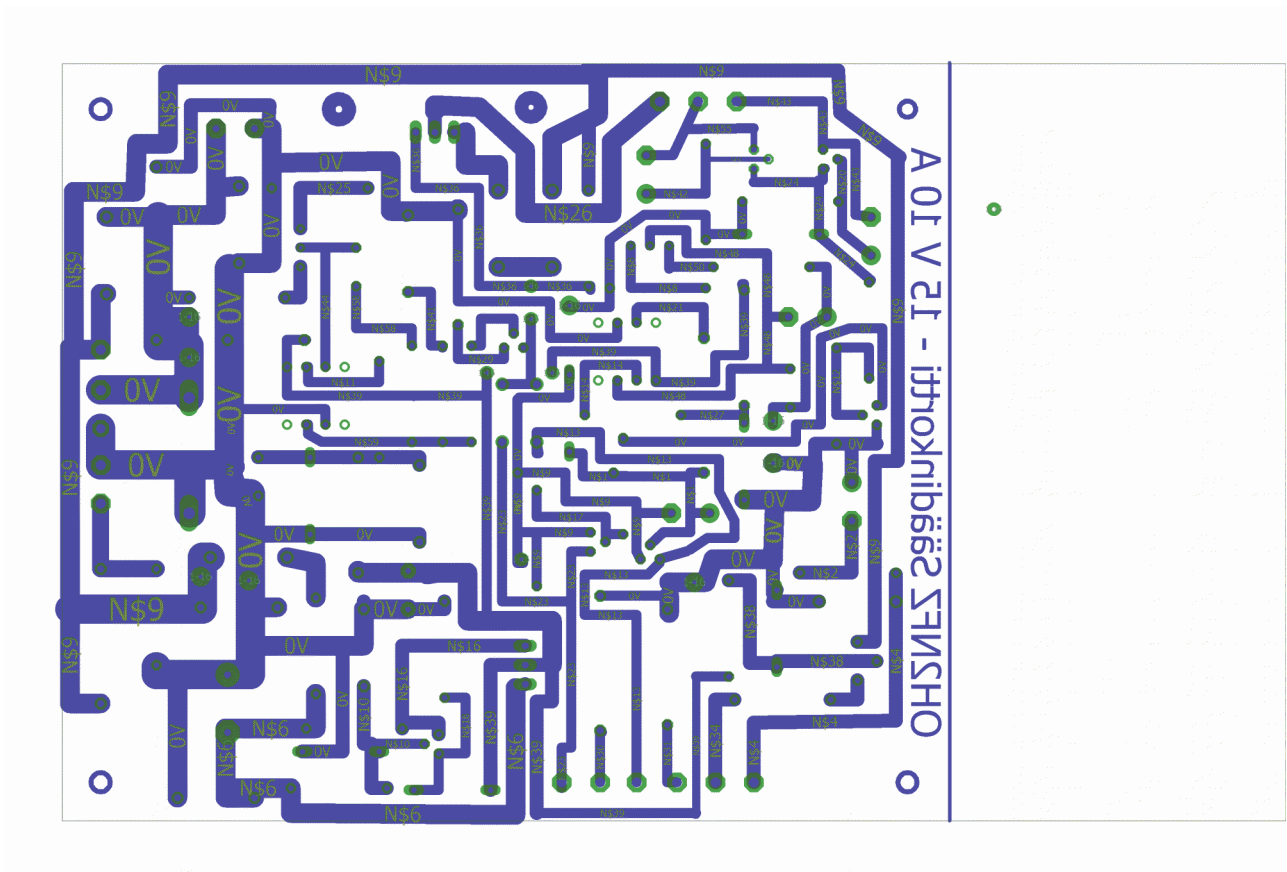
torin T9 kantavirran Schottky-diodin D6 tai D7 kautta pois riippuen kummasta tapauksesta on kyse. Puolijointeessa on kuitenkin kuljettava virta, jotta sen yli vaikuttaisi jännite. Juuri, ennen kuin T9 sulkeutuu, sen kannalla vaikuttaa negatiiviseen syöttöjännitteeseen nähden +1,64 V, josta diodien D8 ja D9 osuus on 1,14 V. Aluksi Schottky-diodien tilalla oli tavallinen piidiodi 1N4148. Piirissä kulkevilla virroilla sen sekä tyristorien yli vaikuttava jännite on luokkaa 0,8 - 0,9 V eli yhteensä 1,64 V, eikä kytkentä toiminut. Ratkaisu oli Schottky-diodi, sillä sen yli vaikuttava jännite 30 mA:in virralla on vain 250 mV:in luokkaa. Diodeja tarvitaan kaksi, sillä ne erottavat myös ylikuormitus- ja ylijännitetapaukset toisistaan. Kun tyristori nappaa transistorin T9 kantavirran, sen T9:n kantajännite romahtaa 1,2 volttiin.

Transistori T9:n jäähdytyslevy on tarkoitettu kiinnitettäväksi juottamalla. Siksi piirikortissa on kuparitäplät juotosta varten. Tehotransistorit tarvitsevat oman jäähdytysprofiilinsa. Kun automatiikka on ajanut uslostulon/t nollaan, laite saadaan jälleen toimintakuntoon käynnistämällä se uudelleen.

Kuva 5.3 Komponenttien sijoittelu -15 V. Hyppylankoja tuli kuusi kappaletta.

Tuuletinpiirin komponentteja en ole asentanut tälle piirikortille, koska ne ovat positiivisella puolella omassa laitteessani. (Komponenttisijoittelu -15 V.png)

KytKentäkaaviota piirrettäessä on käytetty pohjana aikaisempaa kytKentää. Ohjelma ilmoittaa hyppylankakuvassa, että LSP+ on 0 potentiaalissa, totta, mutta LSP1 ei ole nollapotentiaalissa. Se on ulostulo. Virhettä ei ole saatu poistettua.



Kuva 5.4 Valotusmaski -15 V

Kuormitusmittauksia

Ulostulot kulkivat aivan käsi kädessä kummankin piirin osalta. Jännitemittarina toimi yleismittari Appa 101. Virtamittauksessa turvauduttiin laitteen omiin taulumittareihin.

Ulostulovirta / A	Ulostulon jännite / V
0,0	15,00

1,2	14,96
2,5	14,94
4,9	14,88
6,0	14,84
7,5	14,80
8,8	14,78
10,0	14,74

Jännitepudotus on siten 260 mV

Kohina oskilloskoopin näytöltä katsottuna oli valkoista + 15 V 1 -2 mV_{h-h} ja
- 15 V 1 mV_{h-h} ja + ja - navan välillä 2 mV_{h-h}.

Kun laitetta kuormitettiin + ja - navan väliltä eli 30 V:lla 10 A:lla, oli jännite 29,59 V.

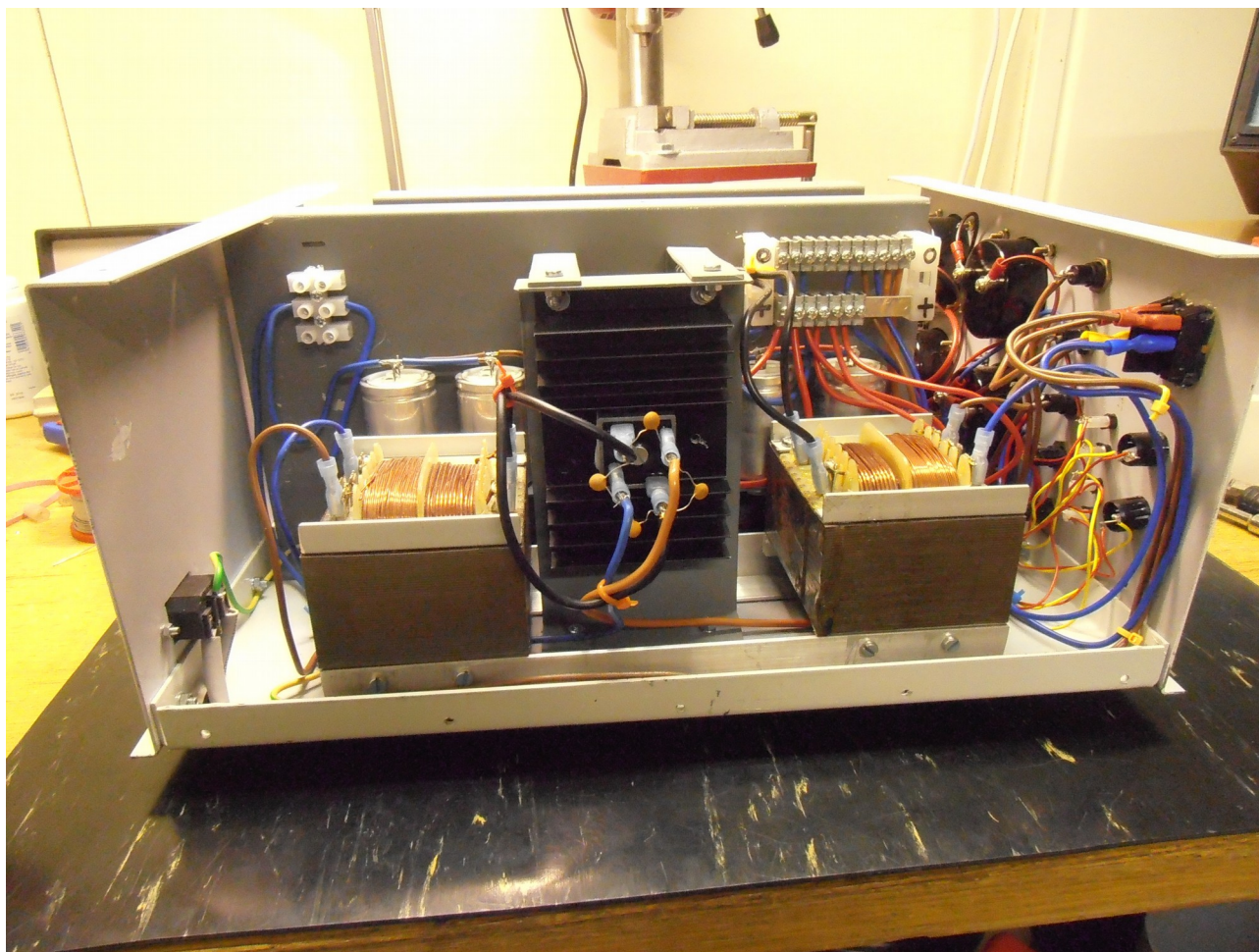
Jännitepudotus on siten 410 mV eli jakautunee puoliksi, jolloin se on 205 mV / säädin
eli vähemmin kuin, jos maatasen ulosottoa käytetään (vähemmin siirtohäviöitä)!



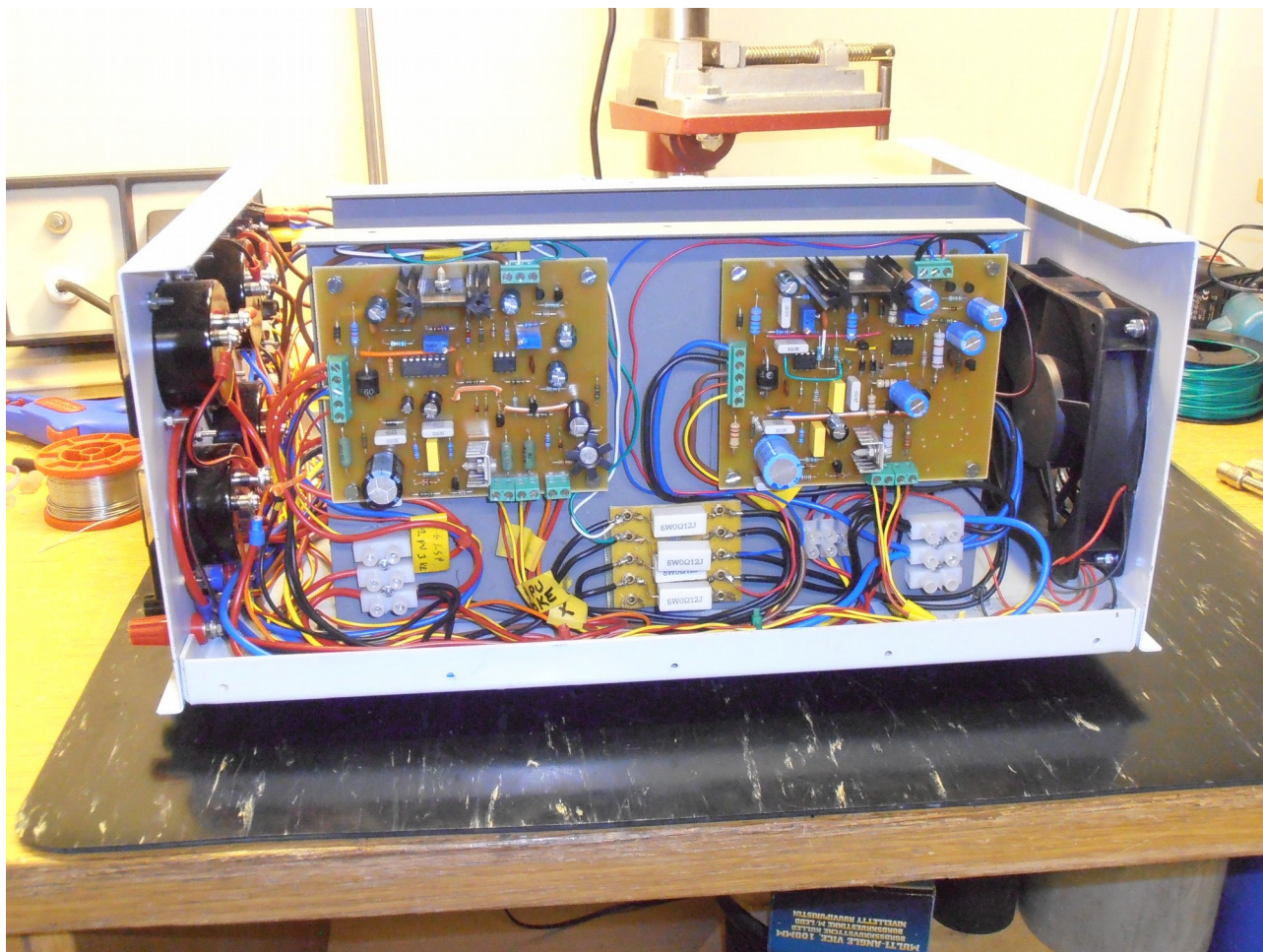
5.1 Kuva Jännitelähde +15 V edestä



Kuva 5.2 Jännitelähde +-15 V takaa



Kuva 5.3 Jännitelähde ± 15 V. Näkymä sisältä muuntajapuolelta.



Kuva 5.4 Jännitelähde ± 15 V. Näkymä sisältä säädinten puolelta.

OH2NFZ Kari Sirén