

OHJELMOITAVA BASSOSYNTETISAATTORI

D-E03 Bass Line

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ala

Tietotekniikan koulutusohjelma

Tietokone-elektroniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Peltonen Toni

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

PELTONEN, TONI : OHJELMOITAVA BASSOSYNTETISAATTORI
D-E03 Bass Line

Tietokone-elektroniikan opinnäytetyö, 38 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2010

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä suunniteltiin Roland TB-303:sen sekä Adafruit x0xb0xin kaltainen bassosyntetisaattori. Opinnäytetyön aloittamisen hetkellä näiden bassosyntetisaattoreiden toiminnasta ei ole julkaistu paljoa tietoa tai materiaalia. Tämän päivän lähinnä Roland TB-303:sen kaltainen laite on Adafruit x0xb0x, jota käytettiin tutkimuksen kohteena. Opinnäytetyön tavoitteena oli oppia ja suunnitella, miten bassosyntetisaattori toimii. Opinnäytetyö on mallina uudelle D-E03-bassosyntetisaattorille.

Tutkimustyö tehtiin Lahden ammattikorkeakoulun elektroniikkalaboratoriossa, jossa tutkittiin Adafruit x0xb0x -rakennetta sekä alkuperäisen Roland TB-303:sen kytkentäkaavaa. Tutkimuksen aikana Adafruit x0xb0x kaavoitettiin ja koottiin toimivaksi yksiköksi. Laitteiden samankaltaisuuksien ja korkean hinnan takia vain Adafruit x0xb0x rakennettiin kokonaan, jotta toiminnat saatiin tarkemmin kartoitettua D-E03:sen jatkokehittämistä varten. Opinnäytetyössä selvitetään lohkojen ja bassosyntetisaattorin toiminnat pienimmällä toimivalla perustasolla.

Opinnäytetyö käsittelee lohkot yksitellen ja selvittää ne ominaisuudet ja pääpiirteet, jotka ovat toiminnan kannalta ratkaisevia. Alkuperäinen Roland TB-303:sen emolevyn kytkentäkaava on lisätty opinnäytetyöhön liitteeksi syntetisaattoreiden yhtäläisyyksien ja poikkeavuuksien tarkastelua varten.

Laitteen prosessorin muistiin tallennettu ohjelmisto on hyvin laaja ja käyttää avointa koodia. Ohjelmiston suunnitteluun sekä toteutukseen on osallistunut useita alan ammattilaisia ja harrastelijoita. Laitteen ohjelmakoodia ja tietoja ei ole liitetty opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyö tulee olemaan malli uudelle bassokoneelle, joka on nimeltään D-E03 Bass Line. D-E03-bassosyntetisaattoria ei ole suunniteltu massatuotantoa varten.

Avainsanat: D-E03-bassosyntetisaattori, elektroninen musiikki-instrumentti

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

PELTONEN, TONI :

Programmable Bass Synthesizer
D-E03 Bass Line

Bachelor's Thesis in Computer Electronics 38 pages, 4 appendixes

Spring 2010

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to design a bass synthesizer, D-E03 BASS LINE, that is similar to Roland TB-303 and Adafruit x0xb0x. At the time of this project there was only a little information available of how this type of bass synthesizer works. The best Roland TB-303 type synthesizer available today for the research was the Adafruit x0xb0x. The goal of the research was to study these two synthesizers in order to fully understand how they work. Based on the results of the research a new design schematics were created for the D-E03 Bass Line.

The research was made in the university's electronic laboratory with Adafruit x0xb0x and with the original schematics of the Roland TB-303. Adafruit x0xb0x was reverse-engineered, modified and built during the process. Because of the similarities between Roland TB-303, Adafruit x0xb0x and D-E03, only the x0xb0x was built to see how the system blocks work and for further research. The thesis only explains the new design of the D-E03 Bass Line on a general level.

The thesis goes through the new design of the D-E03 schematics step by step and tells what each system block does. Special attention is given only to very critical blocks so that they can be understood correctly. The original schematic of Roland Corp. TB-303 main board and the new design schematics are included in the appendixes for comparison.

The processor software for this bass synthesizer is open source code software, which was programmed by multiple software developers. Therefore the software information is not included in the thesis.

The thesis will stand as an example for a new bass machine called D-E03 Bass Line. The D-E03 Bass Line synthesizer is not designed for mass production due to many obsolete components.

Key words: D-E03 Bass Synthesizer, electronic music instrument, sequencer, Roland TB-303, Adafruit x0xb0x, transistor bass line, transistor ladder filter

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 OHJAUSPANEELIN ESITTELY	4
3 LIITÄNTÄPORTIT	16
4 KESKUSYKSIKKÖ	18
5 AUDIOSIGNAALIN MUODOSTAMINEN JA KOROSTAMINEN	19
6 OHJAUSJÄNNITTEEN PITOPIIRI (SLIDE)	21
7 OSKILLAATTORIVIRITIN	22
8 JÄNNITEOHJATTU OSKILLAATTORI (VCO)	23
9 IMPULSSIGENERAATTORIT	25
9.1 Korostuspiiri	25
9.2 Porttipiiri	26
10 JÄNNITEOHJATTU ALIPÄÄSTÖSUODATIN (TL VCF)	27
11 JÄNNITEOHJATTU VAHVISTIN	28
12 MIKSERI	29
13 KUULOKEPORTTI	31
14 JÄNNITELÄHDE	32
15 HÄIRIÖIDEN POISTO	34
16 JOHTOPÄÄTÖKSET	35
LÄHTEET	37
LIITTEET	38

LYHENNELUETTELO

ACC	Korostuskomento
AT1	ATmega162 mikroprosessori
BYPASS	Ohitus
CLK	Kellosignaali
CP	Ohjauspaneeli
CV	Ohjausjännite
D-E03	Deep Electronic Acid Bass Synthesizer
ENV	Modulaatio
ENV.MOD	Amplitudimodulaatio-ohjaus
ENV DEC.	Modulaation kesto
GATE	Merkkisignaali
LPF	Alipäästösuodatin
LSB	Vähiten merkitsevä bitti
MSB	Eniten merkitsevä bitti
R/2R D/A	Vastusverkkomuunnin
SEQ	Sekvensseri
TB-303	Transistoribassosyntetisaattori
VCO	Jänniteohjattu oskillaattori
VCF	Jänniteohjattu suodatin
VCA	Jänniteohjattu vahvistin

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkittiin 80-luvun alussa tuotettua Roland TB-303:sen kaltaista bassosyntetisaattoria ja sen kloonina Adafruit x0xb0x:a. Opinnäytetyön tavoitteena oli saavuttaa käsitys, siitä miten Roland TB-303 toimii ja miten se oli kehitetty. Toisena tavoitteena oli suunnitella vastaavanlainen bassosyntetisaattori, joka olisi esikuvaansa parempi sekä käyttäjäystävällisempi. Lopputuloksena syntyisi TB-303:sen kaltainen bassosyntetisaattori.

Bassosyntetisaattorilla tuotetaan monotonisia audiosignaaleja, joita muokkaamalla saadaan aikaiseksi musikaalisia bassomelodioita. Bassosyntetisaattori toimii elektronisessa musiikissa kuin bassokitaraa soittava basisti, joka soittaa toistuvia matalataajuuksisia nuottikuvioita. Muut bassosyntetisaattoriin liitetyt tehosteet elävöittävät toistuvaa bassomelodiaa.

Tutkimuksen ohessa rakennettiin TB-303:sta lähes vastaava klooni nimeltään Adafruit x0xb0x. Tämän kloonin pohjalta tutkittiin, oliko bassosyntetisaattoria mahdollista kehittää eteenpäin, parannella sen toimintoja tai jopa toteuttaa vaihtoehtoisilla komponenteilla. Suunnittelun tuloksena syntyi D-E03-basso-syntetisaattori, johon myöhemmin liitettiin useita Roland TB-303:seen suositeltuja muokkauksia ja parannuksia. Nämä muutokset on esitetty vain uuden piirilevyn kaavioissa.

Opinnäytetyön laajuuden takia opinnäytetyössä käsitellään vain bassosyntetisaattorin perustoiminnot ja välttämättömät lohkot sekä niiden merkitykset. Muokkaukset ja mahdolliset elektronisesti toteutetut parannukset ovat vaihtoehtoista teknologiaa, josta syystä niiden esittäminen ei ollut kokonaisuuden kannalta merkittävää. Olennaiset tai hankalat lohkot ovat käsitelty yksityiskohtaisemmin.

Opinnäytetyö keskittyy miten D-E03-bassosyntetisaattori toimii, mutta ei keskity kuvailemaan TB-303:sta tai x0xb0xia, koska näissä syntetisaattoreissa on hyvin paljon tarkoituksella määriteltyjä yhtäläisyyksiä.

Merkittävää on se, että Roland TB-303 on opinnäytetyön aikoihin jo lähes 28 vuotta vanha keksintö ja sisältää huomattavasti vanhentunutta teknologiaa. Osa teknologiasta on poistunut tuotannosta kokonaan, eli niiden osien hankkiminen on lähes mahdotonta.

TB-303:sesta kloonattu Adafruit x0xb0x oli suunniteltu ja toteutettu hyvin yksinkertaisesti uusilla tai vaihtoehtoisilla komponenteilla, minkä takia D-E03-bassosyntetisaattorilla on hyvä mahdollisuus edistyä pidemmälle kehittyneempänä versiona. D-E03:sen kehittyminen jatkuu opinnäytetyön jälkeen.

D-E03:sen prosessoriohjelma oli ja yhä on tarkoituksella jätetty avoimeksi ohjelmakoodiksi, jotta sen tehokkuus saataisiin maksimoitua nykyiseen käyttöympäristöön. Tämä antoi ohjelmoinnin harrastajille mahdollisuuden kehittää D-E03:sta eteenpäin. Ohjelmakoodi jätetään pois opinnäytetyöstä sen laajuuden takia.

D-E03-bassosyntetisaattori on matalia taajuuksia tuottava elektroninen soitin, jota käytetään bassomelodioiden tuottamiseen elektronisessa musiikissa. Sitä voidaan käyttää yksiselitteiseksi rakennetun ohjauspaneelin tai USB-portin kautta kytketyn tietokoneen avulla. Tiedonsiirto on kaksisuuntaista, minkä takia tietokone voi myös lukea syntetisaattorin keskusyksikön lähettämät ohjaussignaalit.

Käyttämisen helpottamiseksi D-E03-bassosyntetisaattori tukee digitaalisia MIDI-, DIN-koodeja sekä ohjelmapohjaisia komentoja USB-väylän kautta. Syntetisaattorissa on myös oma mikro-ohjain ATmega162, joka tallentaa haluttuja bassomelodioita ohjelmamuistiin.

Tärkein ominaisuus D-E03:ssa on sen muodostaman äänen muokattavuus korostuksilla, jolloin sen todelliset ominaisuudet tulevat esille. Aktiivinen korostuksien käyttö elävöittää elektronista musiikkia ja tästä syystä D-E03 oli suunniteltu siten että sen sisältämät korostukset ovat helposti käytettävissä ja luovat laajan äänimaiseman.

D-E03:sen suunnitteluvaiheessa oli otettu huomioon se mahdollisuus, ettei käyttäjällä välttämättä ole minkään tasoista koulutusta bassosyntetisaattorin käyttämiseen, ja siksi ohjauspaneeli oli suunniteltu hyvin suoraviivaiseksi ja yksiselitteiseksi.

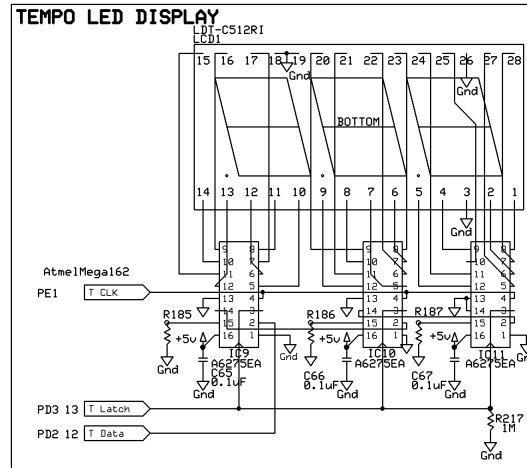
2 OHJAUSPANEELIN ESITTELY



KUVIO 1. Ohjauspaneeli

Ohjauspaneeli on kehitetty käyttäjäystävälliseksi ja yksiselitteiseksi. Siihen ei ole laitettu ylimääräisiä ominaisuuksia eikä ohjaimille ole annettu harhaanjohtavia nimityksiä. Sen pääasiallinen toiminta on ensisijaisesti olla rajapintana käyttäjän ja syntetisaattorin välillä tämän ymmärtäminen on erittäin tärkeää, jotta musiikkia voidaan elävöittää miellyttäväksi (kuvio 1).

Digitaalinen numeronäyttö (LCD1)



KUVIO 2. Digitaalisen numeronäytön kytkentäkaavio

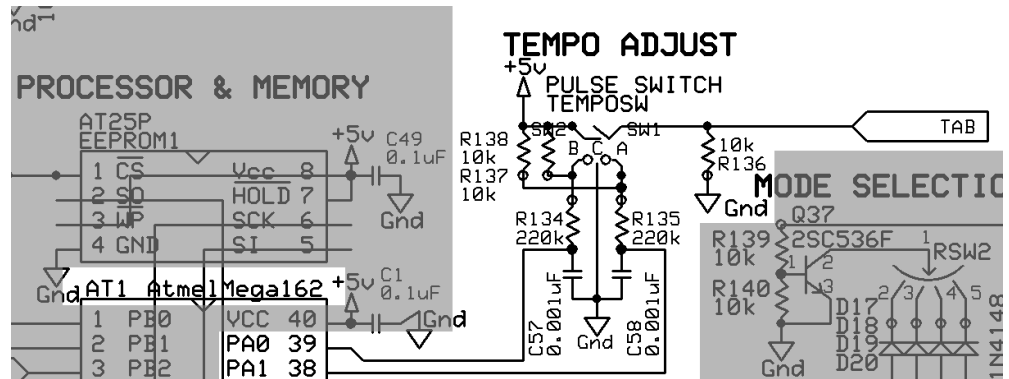
Digitaalinen numeronäyttö perustuu LDT-C512RI LED -näyttöön, joka sijaitsee ohjauspaneelin vasemmassa ylänurkassa. Numeronäyttö näyttää LED-ajureihin (IC9, IC10, IC11) ohjelmoituilla numeroilla kuinka monta tahtimerkkiä basso-syntetisaattori suorittaa minuutissa tai muita ohjelmointiin liittyviä merkkejä tai virhekoodeja.

A6275EA LED -ajurit vastaanottavat suoritettavan sarjakoodin (T DATA) väylältä rekistereihin keskusyksikkö ATmega162:n (AT1) lähettämänä. Kellosignaali (T CLK) tahdistaa bittijonon siirron, joka kulkee jonossa kaikkien LED-ajureiden siirtorekisterien läpi, kunnes ajoitettu lukkosignaali (T LATCH) pysäyttää siirron oikeaan kohtaan (kuvio 2.)

Lukkosignaalin ollessa päällä LED-ajurit dekodaaavat siirtorekistereissä olevan bittijonon ulostuloporteista binääriluvuksi, jonka LED-näyttö (LCD1) tulkitsee näytettävänä numerona.

R217 on alavetovastus lukkosignaalin väylällä olevan jäännösjännitteen purkamiseksi. Tämä vastus estää siirtorekisterien lukkiutumisen väärään asentoon.

Tempokytkin (TEMPOSW)



KUVIO 3. Tempokytkimen kytkentäkaavio

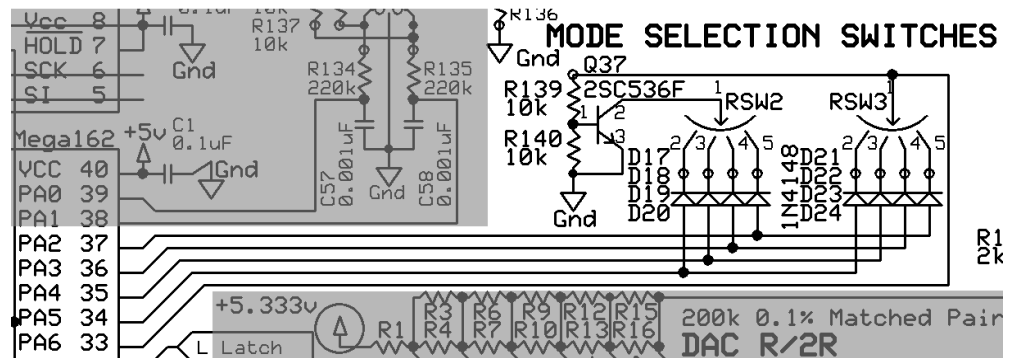
Tempokytkin on pulssikytkin, joka toimii kiertoanturina. Kytkimen kiertyessä vasemmalle tai oikealle sen antama hetkellinen kaksibittinen binääriluku kertoo keskusyksikölle (AT1) kumpaan suuntaan tempoa halutaan muuttaa. Esimerkiksi keskusyksikölle välitetty binääriluku 11 ei tee mitään, 10 laskee tempoa ja 01 nostaa tempoa. Binäärikoodi syntyy pulssikytkimen kiertyessä signaalin keskeytyksen avulla, koska AT1.38- ja 39-pinnit ovat vedetty ylös R137 ja R138 10 k:n vastuksien kautta.

Pulssikytkin (TEMPOSW) on sarjaan kytketty TAB-väylän kanssa siirtorekisteriin (IC1), jonka tehtävänä on välittää pulssikytkimestä lähtevä binääriluku keskusyksikölle (AT1). TAB-komennon kiertokytkimen käyttöä keskusyksikölle (AT1).

Pulssikytkimen portit on vedetty ylös ja kytkentään on asennettu esivastukset ja suodatinkondensaattorit, joiden tehtävänä on rajoittaa keskusyksikköön kytkettävien virtojen määrää ja varmistaa, ettei kytkennästä synny keskusyksikölle haitallisia virtapiikkejä (kuvio 3).

R136 toimii TAB-vedon alavetovastuksena signaalin jännösjännitteen purkamiseksi ja estää vaihelukittumisen aiheuttamasta häiriötä.

Ohjelmavalitsimet



KUVIO 4. Ohjelmavalitsimien kytkentäkaavio

Ohjelmavalitsimet pattern select ja mode select sijaitsevat ohjauspaneelin keskellä. Teknisesti RSW2 ja RSW3 ovat kiertokytkimiä, jotka muodostavat kahden binääriluvun summan, jonka keskusyksikkö analysoi summan switch case-ohjelmalla ja sen jälkeen siirtyy binääriluvulle valittuun ohjelmaan ja käytettävään ohjelmamuistiin. Ohjelmia ja ohjelmapankkeja on 16 kappaletta (kuvio 4).

Kytkenän diodit varmistavat sen, etteivät kiertokytkimet muodosta oikosulkuja ja että transistori puskuroi lähetettävän binääriluvun signaalit keskusyksikölle. Ne myös estävät kiertovirtojen syntymisen.

Pattern Select -kiertokytkin

Pattern Select -kiertokytkin valitsee sen askelpankin, jota käyttäjä haluaa käyttää, soittaa tai muokata. Tämä on keskusyksikköön suoraan kytketty binäärikiertokytkin.

Mode Select -kiertokytkin

Mode Select -kiertokytkin valitsee keskusyksikön ohjelman.

1. Pattern Sync Out

Soittaa valittua askelkuviota ja välittää kellosignaalia porteista.

2. Pattern (DIN Sync)

Soittaa valittua askelkuviota ja ottaa vastaan DIN-portin komennot.

3. Pattern (MIDI Sync)

Soittaa valittua askelkuviota ja ottaa vastaan MIDI-portin komennot.

4. Pattern Edit

Muokkaa valittua askelkuviota.

5. Track Sync Out

Soittaa valitun kappaleen ja välittää kellosignaalia porteista.

6. Track (DIN Sync)

Soittaa valitun kappaleen ja ottaa vastaan DIN-portin komennot.

7. Track (MIDI Sync)

Soittaa valitun kappaleen ja ottaa vastaan MIDI-portin komennot.

8. Track Edit

Muokkaa valittua kappaletta.

9. Computer Control (USB)

Kytkee USB-portin päälle ja ottaa vastaan komennot.

10. Bootload (Programming)

Kytkee ohjelmanpäivityksen päälle.

11. User C

Käyttäjän omat kuviot C-muistissa.

12. User B

Käyttäjän omat kuviot B-muistissa.

13. User A

Käyttäjän omat kuviot A-muistissa.

14. Keyboard Play

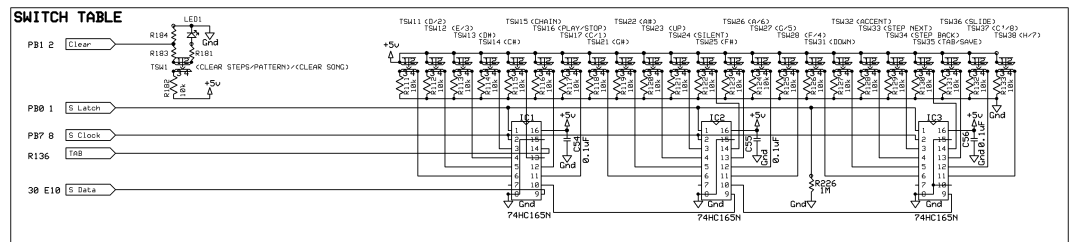
Syntetisaattoria voi soittaa sen omasta näppäimistöstä.

15. Random Notes

AtmelMega662 arpoo satunnaisia nuotteja ja tehosteita.

16. MIDI Play

Näppäimistö



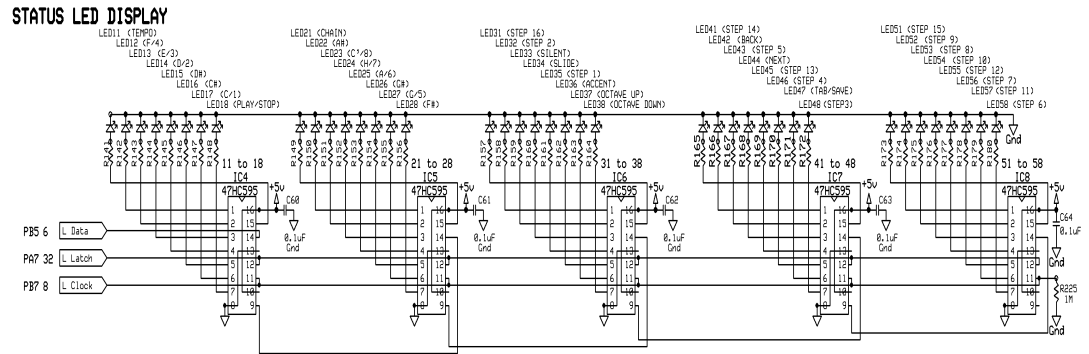
KUVIO 5. Näppäimistön kytkentäkaavio

Näppäimistö sijaitsee ohjauspaneelin alareunassa. Sen tehtävänä on välittää keskusyksikölle tiedot siitä, mitä taajuutta, oktaavia, nuottia ja mitä korostuksia halutaan käyttää kyseisen kohdan aikana. Käytettävyyden kannalta näppäimet ovat huolellisesti nimettyjä ja niiden toiminnot ovat yksiselitteisiä sekä helposti ymmärrettäviä (kuvio 5).

Teknisesti näppäimen painallus tallentuu siirtorekistereihin (IC1, IC2, IC3), joiden muisteissa oleva tieto siirretään sarjakoodina keskusyksikön luettavaksi. Keskusyksikkö tulkitsee sarjakoodin näppäimistölle kehitetyllä switch case-ohjelmalla ja suorittaa osoitetun ohjelman tai toiminnan.

Clear all-näppäin (TSW1) tyhjentää muistiin ja ohjelmapankkiin tallennetut näppäinkomennot. Tämän näppäimen tehtävänä on käytännössä nopeuttaa uusien melodiodien tallentamista ohjelmamuistiin.

LED-valot



KUVIO 6. LED-valojen kytkentäkaavio

LED-valojen tehtävänä (kuvio 5) on ilmaista käyttäjälle, mitä toimintoja keskusyksikkö on vastaanottanut. Kukin LED-valo on sijoitettu joko näppäimen päälle ilmaisemaan näppäimen painamista tai niillä ilmaistaan keskusyksikön ohjelman edistymistä.

Yksi LED-valoista vilkkuu asetetun tempoin tahdissa tempokytkimen vieressä ja ilmaisee keskusyksikön laskevan tahtimerkkejä. Alempana 16 kappaleen rivissä olevat LED-valot ilmaisevat, missä kohtaa siirtorekisteriä ohjelma etenee tai miten ohjelman muokkaaminen tai suorittaminen edistyy. Syntetisaattori voi rakentaa ilman LED-valoja, mutta tällöin laitteen ohjelmointi on hankalaa.

LED-valoja ohjataan siirtorekistereillä (IC4, IC5, IC6, IC7 ja IC8), jotka puskuroidvat käyttöjännitteen LED-valoille. Valot syttyvät ja sammuvat sarjakoodina (L Data) rekistereille lähetetyn informaation mukaan. Kellosignaali (L Clock) tahdistaa sarjakoodin siirtämisen eteenpäin, ja lukitussignaali (L Latch) asettaa puskurit ilmaisemaan rekisterissä olevat merkit bitteinä, joita LED-valot ilmaisevat (kuvio 6).

R225-vastus varmistaa, ettei lukitussignaali jää kellumaan lukkosignaalin välilyllylle. Tämä vastus ei ole välttämätön, koska ATmega162 sisältää alusvetovastuksen portissa 32.

Aaltomuodon valitsimet ja korostajat

Aaltomuodon valitsimet sijaitsevat ohjauspaneelin keskellä ohjelmavalitsimien yläpuolella ja oikealla. Näillä vipukytkimillä valitaan audiosignaalin lähteet, tulot ja menot, aaltomuodot sekä taajuusalueet, joita bassosyntetisaattori generoi.

Oskillaattorista valittavia perusaaltomuotoja on kaksi: saha- ja kanttiaaltomuoto. Näistä kahdesta perusaaltomuodosta syntyy bassosyntetisaattorin audiosignaali, jota muokkaamalla saadaan aikaiseksi bassosyntetisaattorille ominainen ääni.

Accent-potentiometri

Paneelin yläreunassa oleva accent-potentiometri ilmaisee tämän tehosteen voimakkuutta. Vasemmalle kierrettynä accent-tehoste pienenee ja oikealle kierrettynä se korostuu.

Accent-painokytkin

Accent-tehostetta ohjataan paneelin alareunassa olevasta accent-painonapista. Kun accent on pois päältä, accent-napin yläpuolella oleva LED-valo ei pala. Accent-tehosteen voi kytkeä päälle kyseisen nuotin kohdalle painamalla accent-nappia.

Accent Depth -potentiometri

Accent-tehosteen voimakkuutta voidaan säätää paneelin oikealla puolella olevasta accent depth -potentiometrasta. Normaalisti tätä potentiometriä ei ole ja tehosignaali kulkee vain valitun vastuksen läpi. Accentin kesto riippuu myös sille varatun kondensaattorin purkautumisen ajasta. Accent luonnostaan kestää vain sen ajan, mitä kondensaattori antaa jännitettä purkautuessaan. Jos accent-nuotteja on paljon peräkkäin ja tahti on tarpeeksi korkea, silloin kondensaattori virittyy, mutta ei kerkeä purkautumaan täysin, jolloin accent-komento alkaa korostaa edellistä tehostetta.

Envelope Modulaatio -potentiometri

Envelope Modulaatio ilmaisee, kuinka paljon amplitudia moduloidaan ja paljonko sen annetaan vaikuttaa signaalin muihin tehosteisiin. Kyseinen potentiometri ohjaa jänniteohjattua operaatiovahvistinpiiriä eli VAC-piiriä, jonka tehtävänä on määritellä nuotin ominaiskesto. Osa signaalista nostaa hetkellisesti alipäästösuo-
dattimen rajataajuutta. Vasemmalle kierrettynä envelope-modulaatio ei vaikuta signaalin muodostumiseen vaan päästää signaalia VAC-piirin läpi vähemmän muuttuneena. Oikealle kierrettynä amplitudimodulaatio vaikuttaa signaaliin radikaalisesti. Signaalin amplitudivaihtelu nousee ja selkeyttää nuottien sointia.

Envelope Decay -potentiometri

Envelope Decay -tehoste määrittelee nuotin keston eli, sen kuinka kauan signaali saa soida ennen kuin amplitudimodulaatio alkaa vaikuttaa nuotin voimakkuuteen. Piiri hyödyntää kondensaattorin kapasitanssia. Mitä suurempi jännite kondensaattoriin ladataan sitä kauemmin Envelope Decay -tehoste pitää amplitudimodulaation pois päältä, eli tämä tehoste määrittelee ohjaavan virtapiikin tehon huippuarvon, joka kondensaattorista purkautuessaan ohjaa envelope decay -tehostetta.

Tune-potentiometri

Tune toimii virittimen kantajännitteen ohjauspotentiometrina. Tämä arvo ratkaisee, värähteleekö oskillaattori matalalla tai korkealla taajuudella. Mikäli potentiometri on täysin vasemmalle käännettynä, oskillaattori soi hyvin matalilla taajuuksilla. Vastaavasti jos potentiometri on käännetty täysin oikealle, on taajuus tällöin hyvin korkea.

Cutoff-potentiometri

Cutoff määrittelee rajataajuuden, jonka yläpuolelta kaikki taajuudet leikataan pois. Vasemmalle käännettynä alipäästösuodatin suodattaa lähes kaikki korkeat taajuudet pois soivasta signaalista. Oikealle käännettynä cutoff ei suodata audio-signaalia ja antaa sen kiertää vapaasti uloslähdöstä sisääntuloon.

Cutoff Envelope -potentiometri

Cutoff Envelope -potentiometri määrittelee, kuinka paljon keskusyksikön ohjaama impulssi vaikuttaa rajataajuuteen. Tämä on ollut trimmeri, mutta tähän on nyt kytketty potentiometri (TB-303 Schematics).

Resonance-potentiometri

Resonance määrittelee alipäästösuodattimen ulostulosta tulevan signaalin voimakkuutta, joka kytketään takaisin VFC-suodattimen sisääntuloon. Tämä tehoste kirkastaa ylätaajuuksia ja täydellä voimakkuudella saa syntetisaattorin kuulostamaan viheltämiseltä.

Resonance Mode -kytkin

Resonance Mode valitsee alipäästösuodattimen alasetovastuksen koon. Eri vastuksilla saadaan määriteltyä kierron voimakkuuden maksimi. Tämä kytkin on valinnainen osa piirissä ja voidaan korvata yhdellä vastuksella.

VAC Decay -potentiometri

VAC Decay määrittelee impulssin keston pituuden, joka ohjaa signaalin amplitudia moduloivaa operaatiovahvistinta. Tällöin nuotin pituus ei välttämättä ole vakio, jos käyttäjä haluaa lyhentää tai pidentää nuotin kestoja. Vasemmalle kierrettynä nuotin pituus lyhenee ja oikealle käännettynä se pitenee.

Vintage Mode -kytkin

Vintage Mode -kytkin valitsee kahden erilaisen operaatiovahvistimen väliltä kumpaa käytetään. Tämä kytkin on täysin valinnainen, koska BA662A-operaatiovahvistin on äärettömän harvinainen ja kallis investointi. Suosittelen käyttämään BA6110-operaatiovahvistinta (Extremely Rare Parts of TB-303).

LPF In -potentiometri

LPF In säätelee bassosyntetisaattoriin alipäästösuodattimen sisääntuloporttiin kytkettävän ulkoisen audiosignaalin tehollisen voimakkuuden. Tämä suojaa sisäistä elektroniikkaa liian kovalta virralta ja ei vaikuta audiosignaaliin muulla tavalla.

VCF In -kytkin

VCF In -kytkin valitsee kanavan, mistä se ottaa alipäästösuodattimeen johdettavan signaalin. Tämä kytkin vastaa, siitä tuleeko signaali syntetisaattorin omasta oskillaattorista vai ulkoisesta audiosignaalinlähteestä. Tämä kytkin on valinnainen osa piiriä ja voidaan korvata hyppylangalla.

WAVE FORM -kytkin

WAVE FORM -kytkin valitsee joko saha-aaltomuodon tai kanttiaaltomuodon oskillaattorin kahdesta aaltomuotokanavasta. Tästä syntyy audiosignaali. Valittu aaltomuoto eli audiosignaali ohjataan alipäästösuodattimeen.

OSC-kytkin

OSC-kytkin on suora ohitus kaikille tehosteille. Tällöin signaali kytketään oskillaattorista mikseriin. Kytkin ei ole välttämätön toiminnan kannalta.

SUB-oskillaattori

SUB-oskillaattori puolittaa saha-aallon taajuuden kiikun avulla ja derivoi sen kanttiaalloksi ennen alipäästösuodatinta. SUB-oskillaattori perustuu vanha Roland MC-202:n bassotaajuuspiiriin. Tämä kytkentä on valinnainen osa piiriä.

1 LIITÄNTÄPORTIT

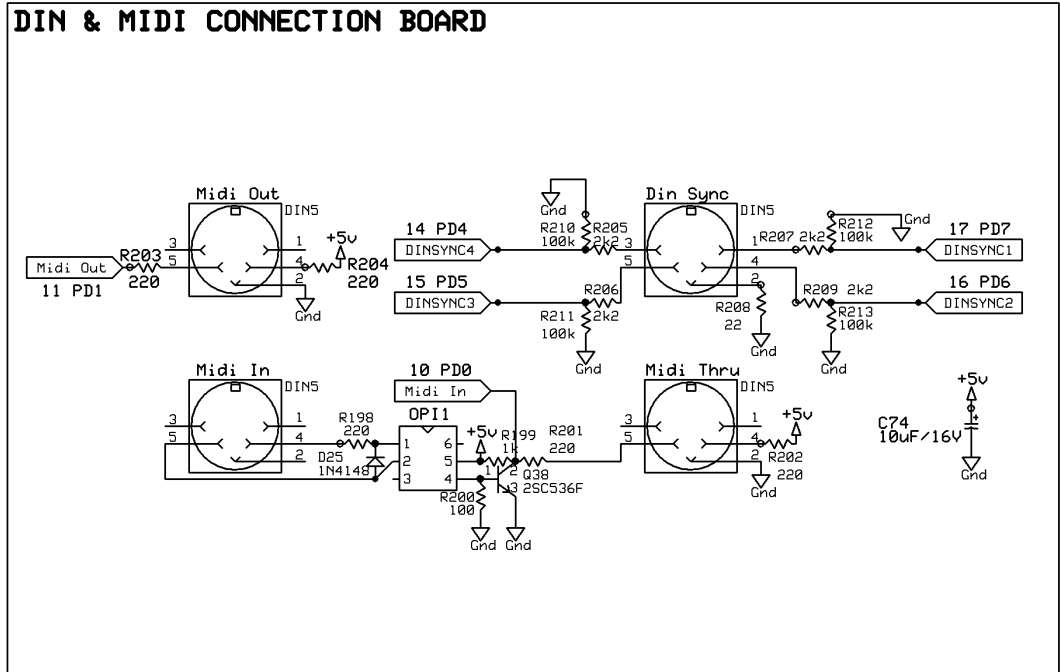
MIDI- ja DIN-portit

Liitäntäporttien kautta voidaan D-E03-bassosyntetisaattori kytkeä rinnan tai sarjaan sekvenserin, MIDI-soittimen, tai tietokoneen kanssa, jolloin D-E03-bassosyntetisaattori voi synkronisoida muiden verkossa olevien laitteiden kanssa. Porttien päätarkoitus on välittää tietoa eri laitteiden välillä esimerkiksi kappaleen tahdistuksesta, aloitushetkestä ja lopetushetkestä. USB-väylä on tarkoitettu ulkoisten tietokonepohjaisten ohjelmien hyödyntämiseen.

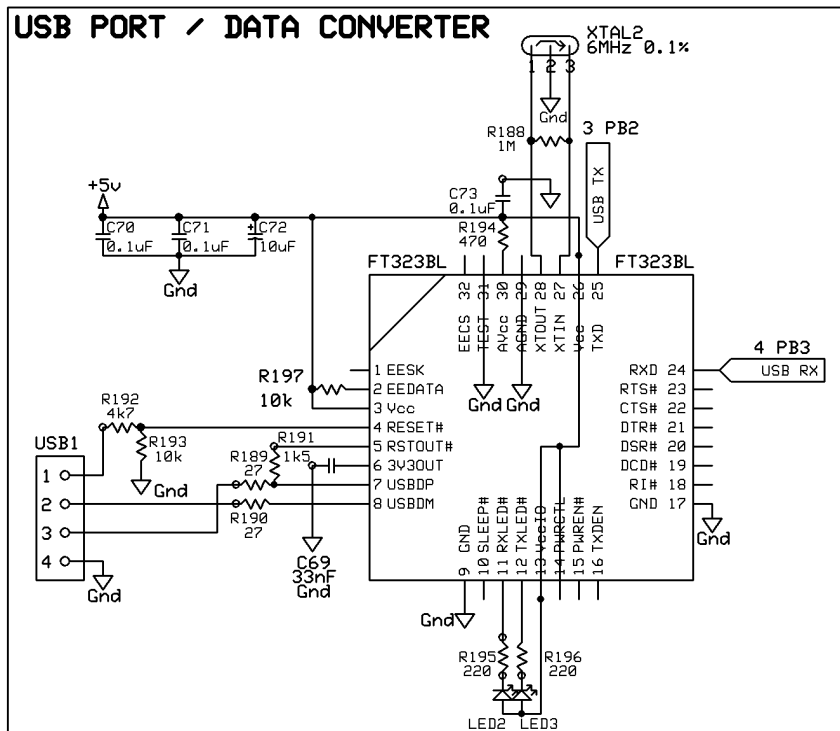
Optoisolaattorin (OPT1) tehtävänä on estää virtojen kiertämisen MIDI-laitteiden välillä (kuvio 7). Optinen kytkentä estää täydellisesti virran tai virtapiikkien läpäisyn MIDI In-portista laitteeseen. Mikäli MIDI-signaali ei toimi, ensisijaisesti vaihdetaan optoisolaattori ja vasta sitten esivastusta R198 on pienennetään.

Jotta MIDI- tai DIN-porttien kellottaminen toimisi, on ohjelmavalitsin oltava MIDI- tai DIN-syncasennessa riippuen ulkoisen laitteen porttistandardista.

USB-väylä ja kytkentäkaavio on esitetty FT323 USB -sirun datalehdissä ja siihen ei ole tarvinnut tehdä muutoksia. FT323 on kytketty suoraan keskusyksikön (AT1) ATmega162:sen 3- ja 4-portteihin datalehdissä ohjeistetulla tavalla (kuvio8).

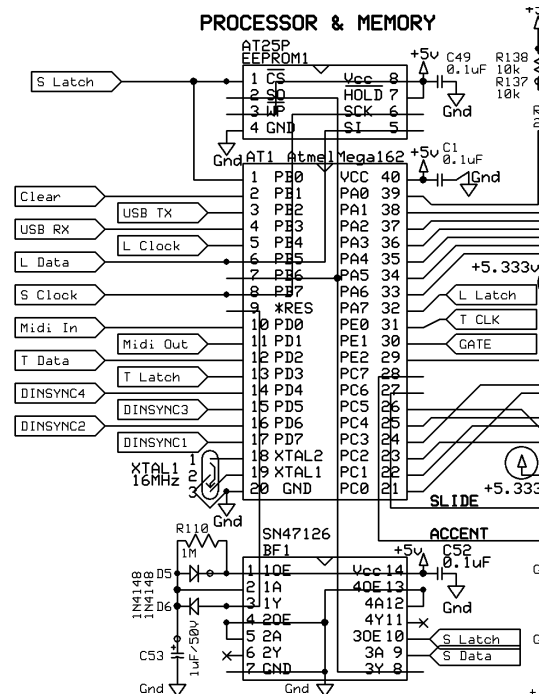


KUVIO 7. MIDI- ja DIN-porttien kytkentäkaava



KUVIO 8. FT323 USB -portin kytkentäkaavio

2 KESKUSYKSIKKÖ

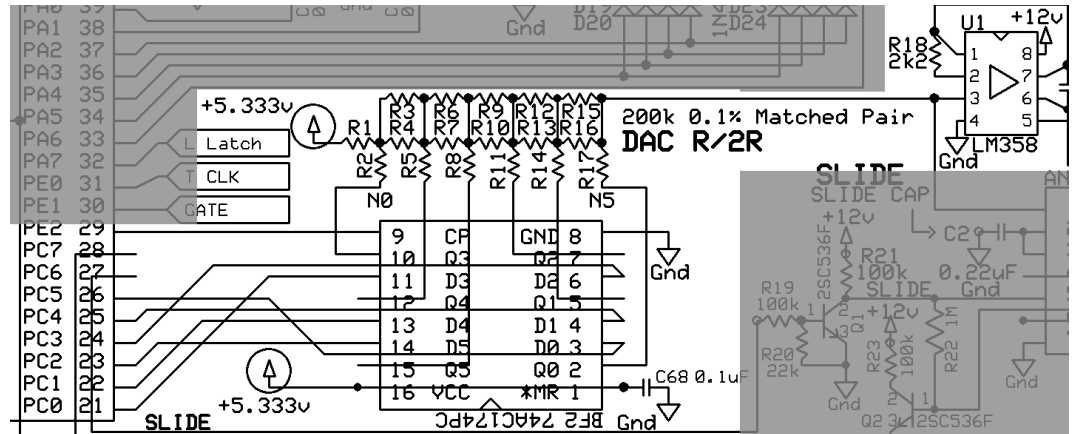


KUVIO 9. Keskusyksikön ATmega162:n kytkentäkaavio

D-E03-bassosyntetisaattorin keskusyksikkönä toimii ATmega162, johon on asennettu käyttöliittymän vaatimat ohjelmat, portit ja ulkoinen ohjelmamuisti AT25P EEPROM (kuvio 9). Keskusyksikön tehtävänä on käsitellä ja tallentaa tietoa sekä suorittaa hallitusti ohjelmoituja toimintoja, joita valitaan ohjauspaneelin tai liitäntäporttien kautta. Keskusyksikkö on vastuussa myös audiosignaalin taajuuden sekä korostuksien ohjaamisesta.

Keskusyksikössä käytettävät ohjelmat ovat avointa ohjelmointikoodia, ja niiden ohjelmointiin on osallistunut useita henkilöitä. Ohjelmia ei esitetä opinnäytetyössä, koska kaikkia tekijöitä olisi mahdotonta esittää opinnäytetyön vaatimalla tavalla.

3 AUDIOSIGNAALIN MUODOSTAMINEN JA KOROSTAMINEN



KUVIO 10. D/A-muuntimen kytkentäkaavio

D/A-muunnin

Bassokoneen analoginen toiminta alkaa D/A-muuntimesta. Tämän kytkennän jälkeen voidaan puhua retro-elektronikasta, koska suurin osa bassokoneen sisältämistä kytkentäkaavoista on kehitetty jo ennen 80 lukua (kuvio 10).

6-bittisen D/A-muuntimen tehtävänä on muodostaa virittimen ohjausjännite, josta oskillaattori virittyy tarkasti valitulle taajuudelle. Ohjausjännitteen tulisi vaikuttaa oskillaattoriin siten että yhden voltin muunnos vastaisi yhden oktaavin värähtelytaajuuden vaihtumista. Ennen oskillaattoriin kytkemistä ohjausjännite viritetään trimmereillä ja potentiometreilla, jotta sointi vastaisi musiikissa käytettävää virettä.

D/C-muunnin saa 6-bittisen koodin laitteen keskusyksiköstä ATmega162:sta (AT1). AT1:n portit PC0.21, PC1.22, PC2.23, PC3.24, PC4.25 ja PC5.26 kytetään väylänä D-kiikkuun (75AC174PC, BF2), jossa vastaanottavina portteina toimii D-portit. D-kiikku (BF2) virkistetään kellosignaalinalla, joka lähtee AT1:sen PE2.29 ja on kytketty BF2:sen CP.9-porttiin.

Jotta 6-bittinen koodi kytkeytyisi D-portteihin, D-kiikun reset-portti (*MR) on kytketty käyttöjännitteeseen (+5,333 V). D-kiikun *MR-portti on invertoitu sisään-tulo, jolloin D-portteihin kytketty 6-bittinen koodi virkistyy jokaisella kellolla ja välittyy D-kiikun Q-portteihin. D-kiikun tarkoitus on tasata 6-bittisen koodin jännite-erot, jotta R/2R D/A-muunnin toimisi mahdollisimman tarkasti.

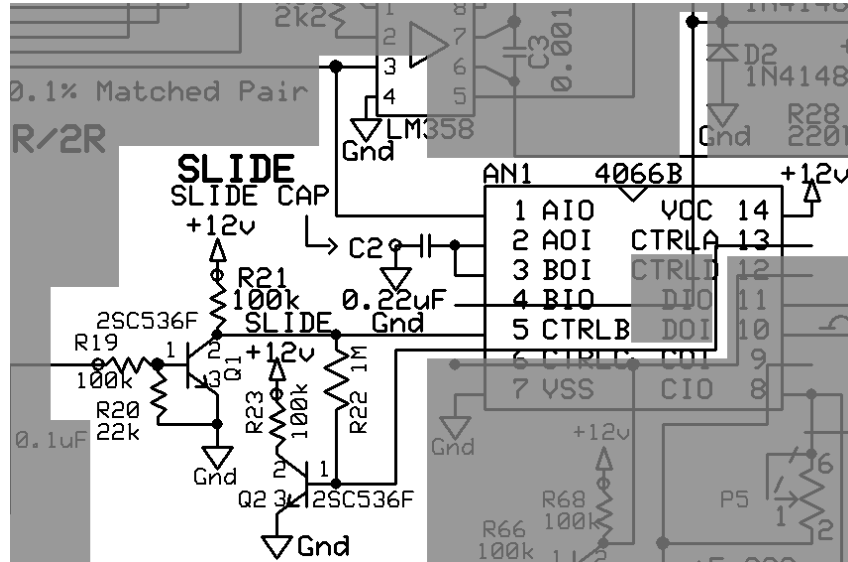
D-kiikku kytkee 6-bittisen koodin R/2R D/A-muuntimeen Q-porttien kautta, jolloin koodin ottaa vastaan vastukset R2 (LSB), R5, R8, R11, R14, R17 (MSB), jotka on mitattu tarkasti olevan yhtä suuria (0,6 W 200 k Ω).

R1 toimii ylösvetovastuksena käyttöjännitteeseen (+5,333 V), joka määrää D/A-muuntimen minimijännitteen ulostulolle. R3, R4, R6, R7, R9, R10, R12, R13, R15 sekä R16 muodostavat rinnakkain kytkettyjä vastuspareja joiden parittainen vastus on täsmälleen 100 Ω . ($1/200 \Omega + 1/200 \Omega = 100 \Omega$). Jokainen pari luo yhden askeleen D/A-muuntimeen. R3 ja R4 muodostavat 6-bittisen koodin LSB-kytkennän. R15 ja R16 muodostavat MSB-kytkennän.

D/A-muuntimen tulos lasketaan vastuksen R17 kantaan, josta se kytketään operaatiovahvistimen (U1.LM358) positiiviseen napaan (U1.3). Operaatiovahvistin vahvistaa ja puskuroi vastaanotetun jännitesumman ulostuloporttiin (U1.1). Ulostuloportti on maadoitettu virtuaalisesti vastuksella R18 (2,2 k Ω), joka vertailee jännite-eroa ja virkistää operaatiovahvistimen ulostulon U1.1 jännitteen U.13-porttiin kytketyn jännitteen vaihtuessa.

U1.1-porttiin muodostunut ohjausjännite menee jänniterajoittimen läpi joka muodostuu kahdesta diodista D1 ja D2 (1N4148). D1 on kytketty estosuunnasta +12 V:n käyttöjännitteeseen, jolloin ohjausjännite kytkeytyy ylös mikäli se mahdollisesti ylittää käyttöjännitteen. Tämä estää virheellisen ohjausjännitteen vahvistamasta itseään ja jännite rajoittuu korkeintaan 12 V:iin asti. D2 on kytketty päästösuunnasta maahan, jolloin ohjausjännite ei voi olla negatiivinen tai se kytkeytyy maahan. Tämä estää vahingollisen jännitteen kytkeytymisen oskillaattoriin ja jänniterajoittimen keskelle voidaan kytkeä ohjausjännitteen ulostuloportti (CV-OUT).

4 OHJAUSJÄNNITTEEN PITOPIIRI (SLIDE)

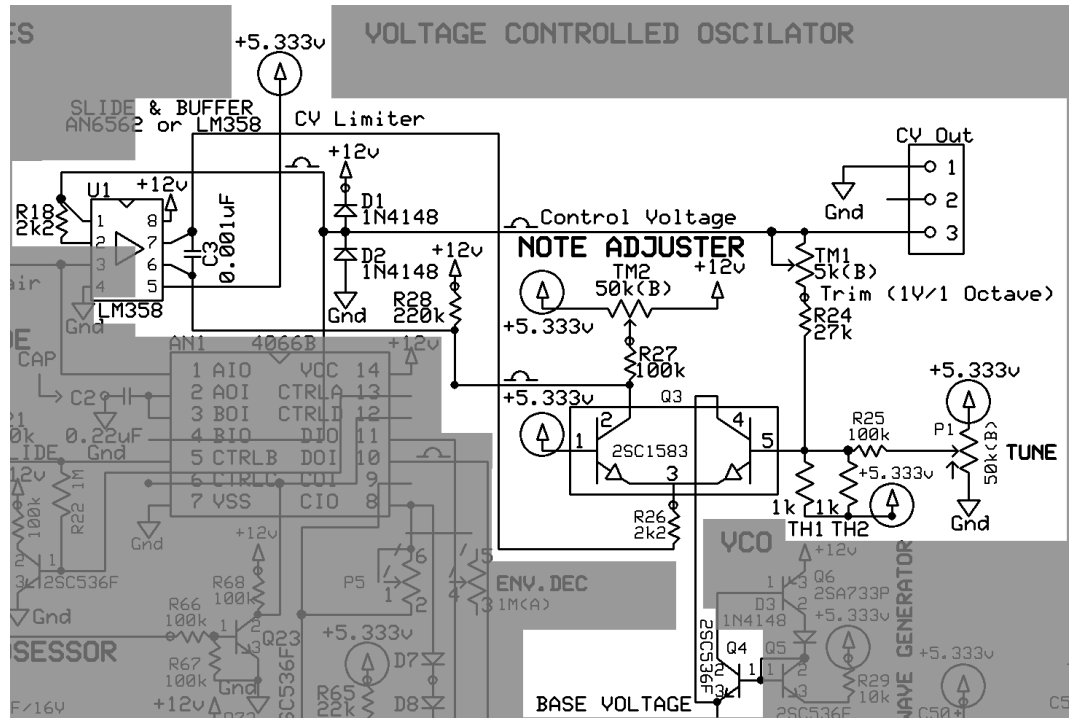


KUVIO 11. Pitopiirin kytkentäkaavio

Ohjauksen jännitteen pitopiirin (SLIDE) tehtävänä on hidastaa ohjauksen jännitteen muuttumista, jolloin oskillaattorin ulostulosta tuleva signaalin taajuus ei vaihdu portaattain vaan portaattomasti. Tällöin ohjauksen jännite liukuu edellisestä jännitteestä seuraavaan jännitteeseen sulavasti. Tämä mahdollistaa pitemmän nuotin soittamisen sekä portaattoman nuotin vaihtamisen. Slide-piiri voidaan kytkeä päälle tai pois riippuen siitä miten käyttäjä haluaa nuotin vaihtuvan.

SLIDEn ollessa kytkettynä ylös laitteen keskusyksikön portista PC6.27 transistorit Q1 ja Q2 sulkevat analogiakytkimen (AN1.4066) AOI- ja BOI-portit pois päältä, jolloin kondensaattori C2 ei saa virtaa. Mikäli SLIDE (kuvio 11) on kytketty alas tai keskeytetty keskusyksikön portista PC6.27 transistorit Q1 ja Q2 ovat poissa päältä, jolloin AN1:sen AOI- ja BOI-portit kytkevät ohjauksen jännitteen C2 kondensaattorille. Ohjauksen jännitteen vaihtuessa kondensaattori estää jännitteen muuttumista kapasitanssinsa avulla, jolloin syntyy portaaton jännitteen muutos.

5 OSKILLAATTORIVIRITIN

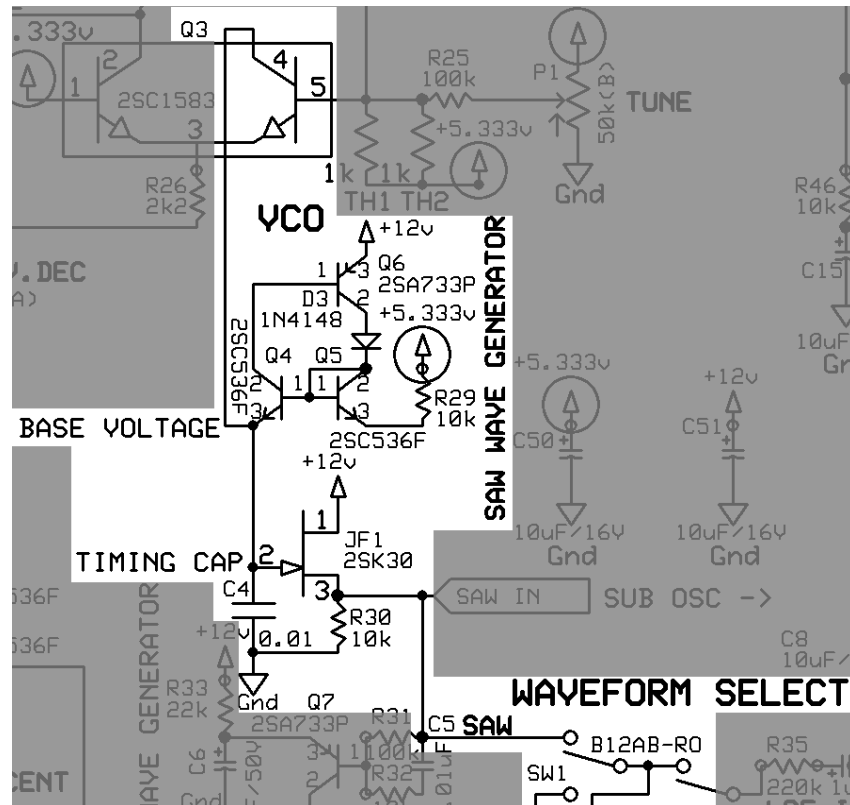


KUVIO 12. Oskillaattorivirittimen kytkentäkaavio

Virittimen (kuvio 12) tehtävänä on muuntaa ohjausjännite kantasignaaliaksi oskillaattorille siten että operaatiovahvistin värähtelee hallitusti. Taajuuden tulisi muuttua tasan yhden oktaavin per yksi voltti. Viritin saa esimuunnetun ohjausjännitteen R/2R D/A -muuntimelta tai ulkoiselta ohjaimelta CV IN -portista, mutta viritys takaa sen että jännite vastaa oikeaa värähtelytaajuutta.

Värähtelijänä toimii operaatiovahvistin (LM358) ja siihen kytketty (C3) kondensaattori, joka täyttyy ja purkautuu operaatiovahvistimen puskuroiman jännitteen avulla. Operaatiovahvistin vaihtaa virran suuntaa joka kerta, kun C3 on täysi tai täysin tyhjä, koska vertailtava jännite katoaa. Syntynyt signaali ohjataan saha-aallogeneraattorille.

6 JÄNNITEOHJATTU OSKILLAATTORI (VCO)

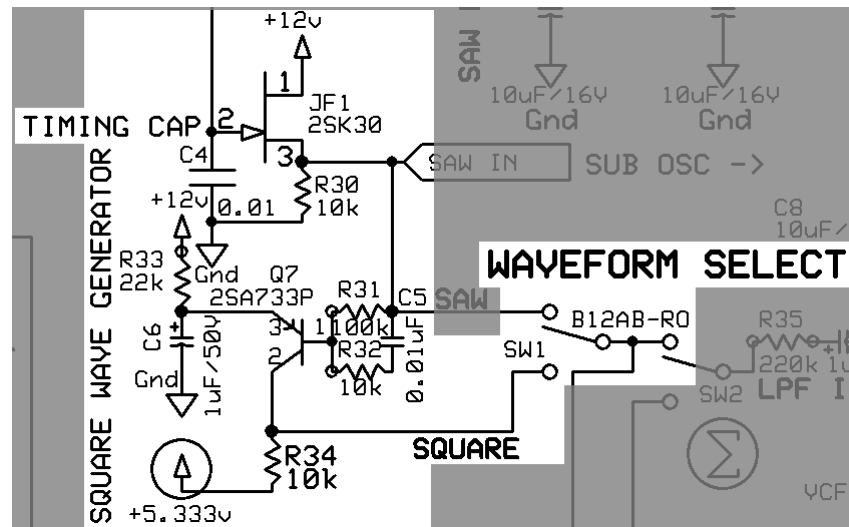


KUVIO 13. Saha-aalto-oskillaattorin kytkentäkaavio

Oskillaattorin (kuvio13) tehtävänä on muokata kantasiinaalista aaltomuodot joita käytetään audiosignaalin muodostamiseen. Oskillaattori seuraa oskillaattoriviritimestä tulevaa kantasiinaalia eli kolmioaaltoa.

Virittimestä tulee kantajännite, joka on kytketty Q4:n emiteriin, joka on kaksisuuntaisessa kyllästetyssä tilassa. Saha-aallon muodostaminen tapahtuu Q5, Q6, Q7 sekä C4:n avulla. Piirissä transistori Q5 toimii diodina, josta pieni virta kulkee Q6:sen läpi, jolloin Q5 tasaa lämpötilakompensoidun perusjännitteen. Tämä muokkaa diodin suuntaamana kolmioaallosta saha-aaltoa.

Signaalin derivointi

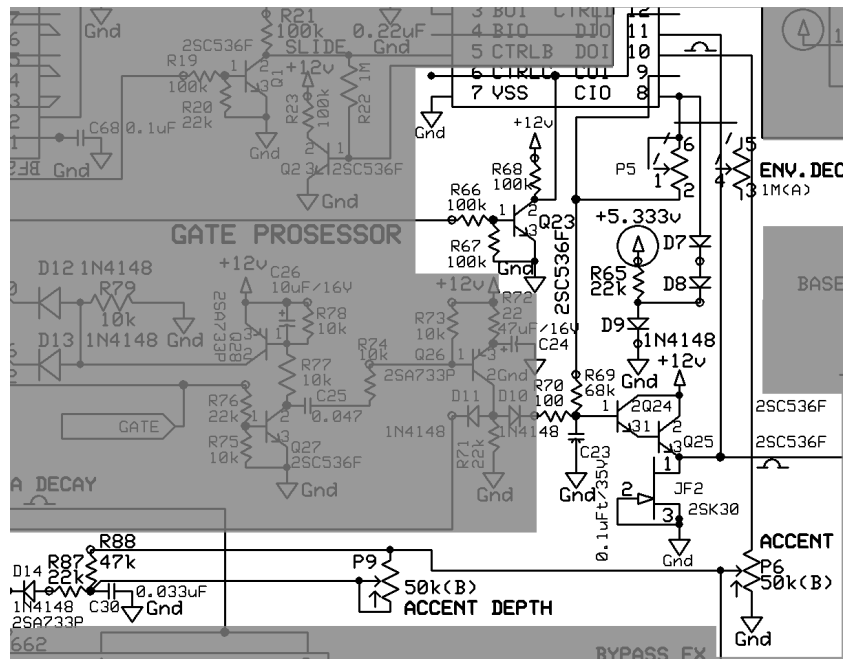


KUVIO 14. Derivointipiirin kytkentäkaavio

Saha-aaltosignaali kytketään FET-transistorista (JF1) kondensaattori C5:een, joka virittyy saha-aallon ollessa huipussaan ja purkautuu tasaisesti saha-aallon laskevalla reunalla sekä loppuu hetkellisesti. Q7:n kantajännite näyttää tasaisesti sykkivältä virralta, joka on viritetty R31 ja R32:n avulla. Q7 toimii suuntaavana diodina ja vahvistimena jossa kollektorin kannassa oleva jännite vahvistuu niin paljon, että derivoituu kantiaalloksi. Tämän jälkeen muodostunut audiosignaali kytketään aaltomuotovalitsimeen SW1 (kuvio 14).

1 IMPULSSIGENERAATTORIT

1.1 Korostuspiiri



KUVIO 15. Korostuspiirin kytkentäkaavio

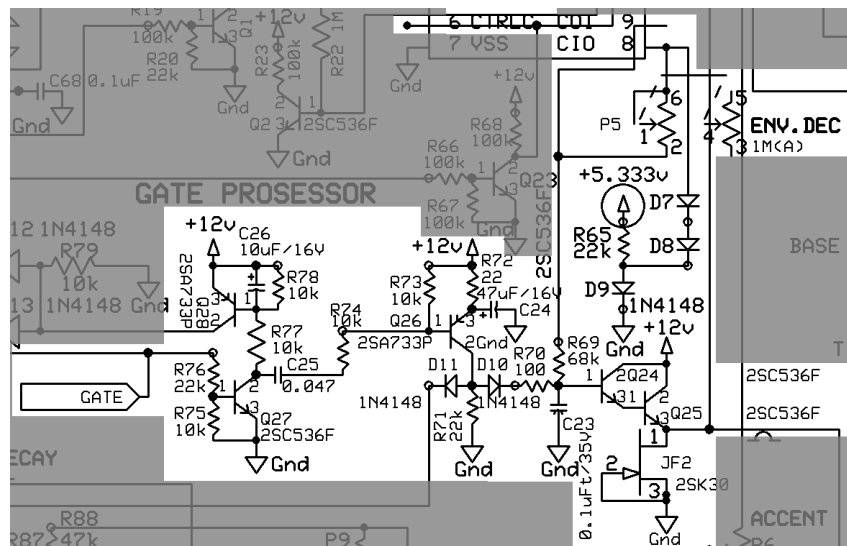
Kuviossa 15 esitetyn korostuspiirin tehtävänä on määrittellä soinnin iskuvoimakkuus. Korostamaton sointi on hiukan vahvistettu ja korostettu voimakkaammin vahvistettu. Korostamaton sointi muodostetaan normaalilla säädettävällä viiveellä. Korostettu sointi yli ajaa viivepiiriin ja antaa oman impulssin operaatiovahvistimelle. Molempien ominaisuuksia voidaan säätää D-E03-bassosyntetisaattorissa.

R66 ottaa vastaan accent-signaalin keskusyksiköltä. R67 varmistaa ettei signaali jää kellumaan kytkentään. Q23 vahvistaa vastaanotetun signaalin ja kytkee sen analogiakytkimen ohjausportteihin CTRLC ja CTRLD, jolloin CIO-, COI-, DIO- ja DOI-portit kytkeytyvät päälle (kuvio 15).

CIO-portista lähtevän virran kytkeytyessä COI porttiin signaali ohittaa viiveen kestoja määräävän ENV.DEC-potentiometrin. Vastusten R69 ja R70 risteyskohdassa muodostunut signaali vahvistetaan sarjaan kytkettyjen transistorien Q24 ja Q25 läpi. JF2:n muokata syntyneen impulssin muotoa ja tasata sen tehot.

Q25:sen emitteristä lähtevä signaali jaetaan kahteen osaan, joista ensimmäinen puoli jatkaa matkaansa analogiakytkimen DIO-portista DOI-porttiin ja toinen puoli kytketään diodin D4 kautta nostamaan alipäästösuodattimen resonanssia.

1.2 Porttipiiri



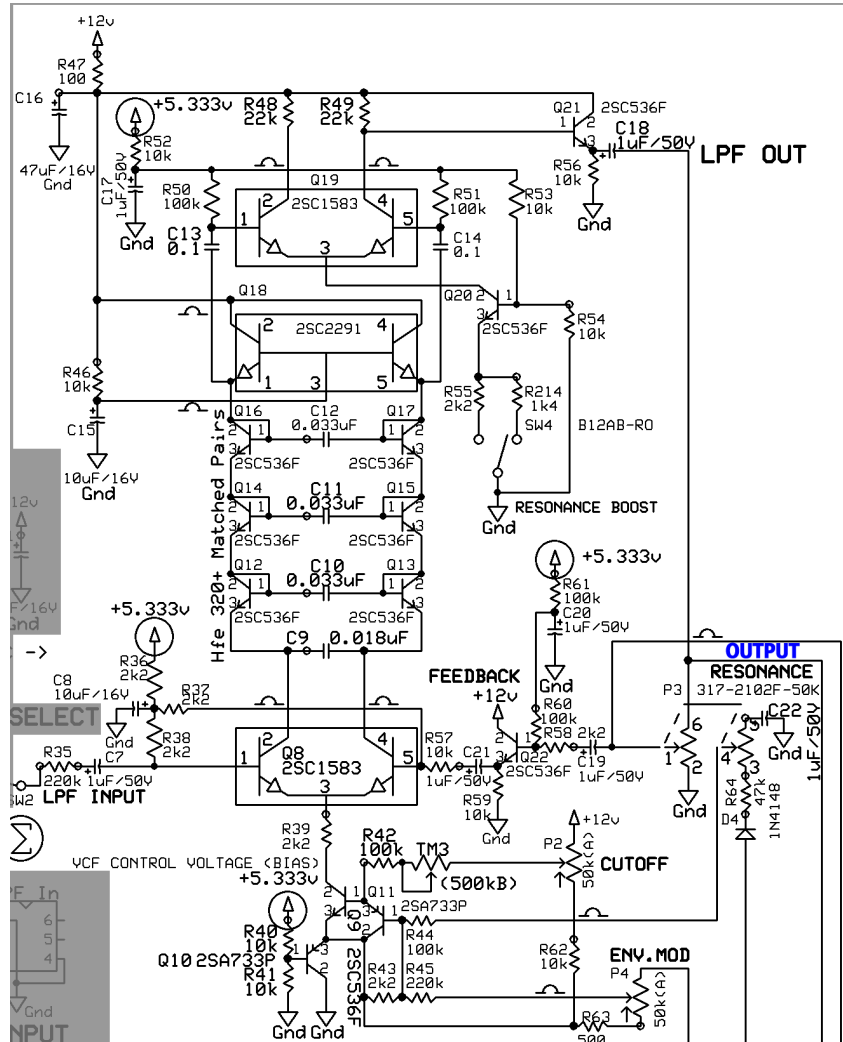
KUVIO 16. Porttipiirin kytkentäkaavio

R76 ottaa vastaan gate-merkin keskusyksiköltä tai ulkoisesta lähteestä. R75 on alavetovastus, joka varmistaa, ettei gate-merkki jää kellumaan ja pystyy antamaan nolla arvon. Q27 vahvistaa signaalin ja välittää sen C25 ja R74 läpi Q26:sen vahvistettavaksi maksimiin. R73 toimii ylösvetovastuksena, joka rajoittaa Q26:sen vahvistetun signaalin tasoa lähellä D10 ja D11 kantajännitettä. C24:n tehtävänä on vähentää käyttöjännitteen rasiutusta ja pienentää signaalin aiheuttama häiriötä Q26:sen vahvistaessa signaaleja (kuviö 16).

D10 kytkee signaalin korostuspiirille esivastuksen R70 kautta.

D11 kytkee signaalin jänniteohjatun operaatiovahvistimen viivepiiriin.

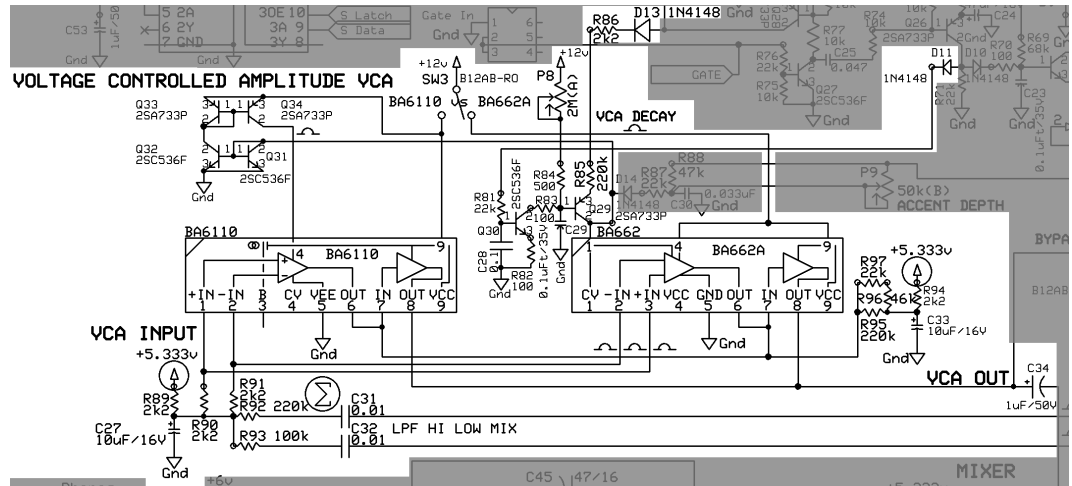
2 JÄNNITEOHJATTU ALIPÄÄSTÖSUODATIN (TL VCF)



KUVIO 17. Jänniteohjattun alipäästösuodattimen kytkentäkaavio

Kuviossa 17 esitetyn alipäästösuodattiminkytkennän tehtävänä on joko tummentaa tai kirkastaa oskillaattorista saapuvaa audiosignaalia. Audiosignaali saapuu esivasituksen R35 läpi kondensaattoriin C7 ja suodattuu transistoritikkasuodattimessa säädettävällä leikkaustaajuudella. Käytännössä tämä on RC-alipäästösuodatin, jossa vastus on korvattu transistoripareilla. Transistorien resistanssien muuttuessa myös suodattimen leikkaustaajuus muuttuu. Tätä ohjataan säädettävällä transistorien BIAS jännitteellä. (Stinchcombe 2008; Stinchcombe 2009.)

3 JÄNNITEOHJATTU VAHVISTIN



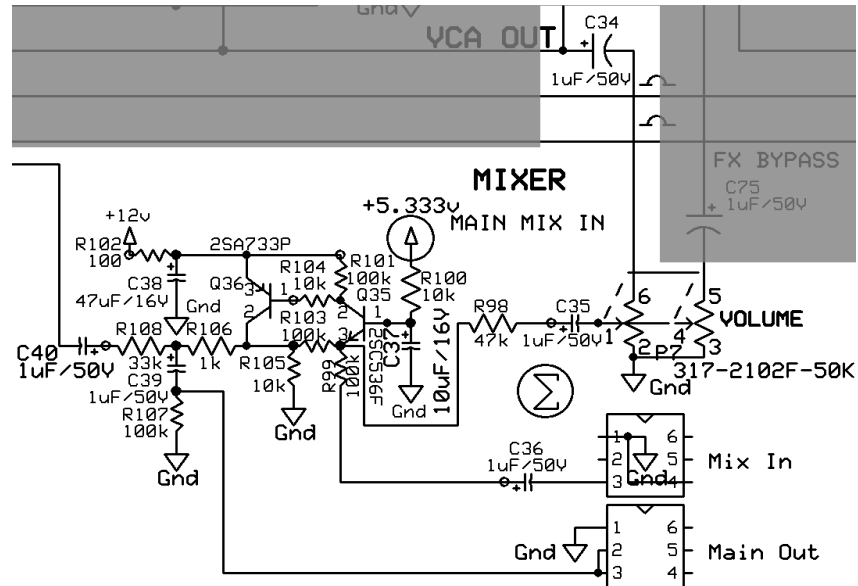
KUVIO 18. Jänniteohjatun vahvistimen kytkentäkaavio

Jänniteohjatun vahvistimen tehtävänä on muokata soitettavalle audiosignaaliille nuottien kestot ja iskuvoimakkuudet. Muokattava signaali saapuu kuviossa 18 esitetyille operaatiovahvistimille BA6110 ja BA662A esivastuksien R90 ja R91 kautta. Tämän jälkeen operaatiovahvistimet operoivat signaalia pätkimällä sitä tempon tahtiin, joka on kytketty molempiin operaatiovahvistimiin diodista D11.

Mikroprosessorin katkoessa gate-signaalia tempon tahtiin syntyy ohjausimpulssi, joka virittää viivepiirissä (VCA DECAY) olevat kondensaattorin Q30, jonka purkausvirta ohjaa nuotin muotoa maadottuessaan potentiometrin (P8) kautta.

Potentiometrillä P8 voidaan säätää nuotin keston tarkka pituus. Mitä suurempi vastusarvo P8:lla on, sitä kauemmin nuotti kestää. Perusasetuksena nuotin tulisi kestää noin 3 sekuntia, jolloin se vastaa Roland TB-303:n kytkentäkaavassa esitettävää viivesilmukkakytkentää.

4 MIKSERI



KUVIO 19. Mikserin kytkentäkaavio

Mikserin tehtävänä on normalisoida bassosyntetisaattorin audiosignaali ennen pääulostuloporttia. Samalla kuviossa 19 esitetty mikserikytkentä mahdollistaa bassosyntetisaattoreiden kytkemisen sarjaan. Mikseri vastaa sisäisen ja ulkoisen audiosignaalin vastaanottamisesta ja yhdistämisestä.

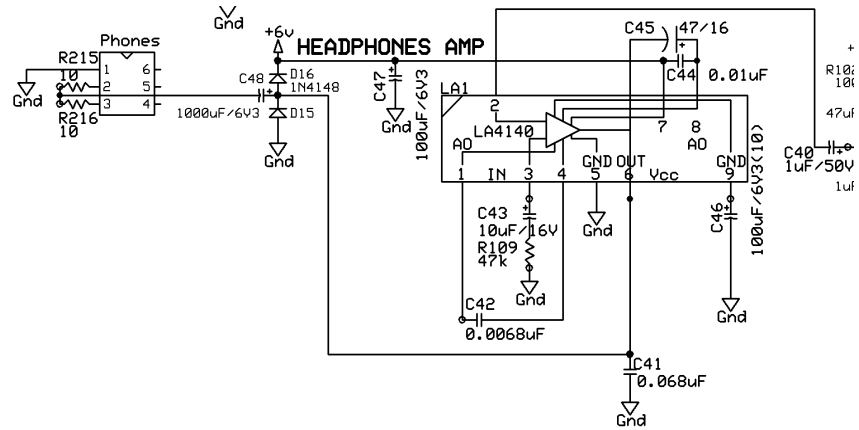
Teknisesti signaali saapuu VCA-piiristä mikseriin elektrolyyttikondensaattorin C34 läpi potentiometriin, joka säätää jännitejaon avulla signaalin voimakkuuden. Potentiometrin jälkeen signaali menee varsinaiseen mikserin sisääntuloon C35. Vastus R98 toimii virran rajoittimena sekä esivastuksena. Tätä signaalia kutsutaan sisäiseksi signaaliksi.

Mix In-portti kytkee sisääntuloportin signaalin mikseriin kondensaattorin C36 kautta. Vastus R99 toimii virran rajoittimena sekä esivastuksena ja tämä suojaa kuulokeportin operaatiovahvistinta.

Sisäinen sekä ulkoinen signaali summautuvat Q38 emitterissä ja summasta muodostunut pääsignaali kulkee eteenpäin vastuksen R103 läpi. R105 toimii maavastuksena, jonka tehtävänä on stabilisoida kytkentä. Signaalien tehon ollessa nolla R105 kytkee maan pääsignaalin kanavaan ja näin varmistaa että pääsignaalin todellinen tehollinen arvo on nolla. Muuten signaali jatkaa matkaansa.

Audiosignaali tulee ulos portista Main Out, johon voi kytkeä minkä tahansa kuulokkeen, mikserin tai vahvistimen kuulokepistokytkimellä. Joissain tapauksissa Main Out-portista lähtevä signaali voidaan haaroittaa ja toinen puoli kytkeä CV-In porttiin ja näin saadaan bassokone moduloimaan alipäästösuodatinta.

5 KUULOKEPORTTI



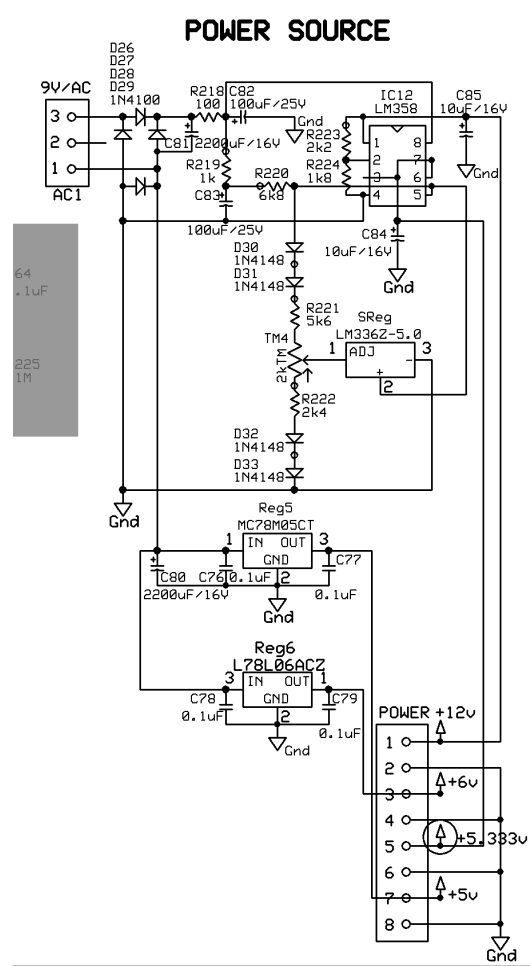
KUVIO 20. Kuulokeportin kytkentäkaavio

Kytkenässä signaali tulee elektrolyyttikondensaattorin C40 kautta operaatiovahvistimen LA4140 sisääntuloporttiin 2. Operaatiovahvistin voimistaa signaalia hieman ja puskuroi signaalin ulos portista 6. Tämän piirin voi korvata toisella operaatiovahvistimella, mutta esikuvansa tavalla D-E03-bassosyntetisaattori käyttää klassista kuulokeporttipiiriä LA4140 kuviossa 20.

Kondensaattori C48 estää tasavirran kytkeytymisen kuulokeportista piiriin. C41 suojaa operaatiovahvistinta staattiselta sähköltä joka saattaa kytkeytyä kuulokkeista piiriin. Kuulokeportti on kytketty myös jänniterajoittimeen, joka varmistaa sen että kuulokkeiden kytkeminen kuulokevahvistimeen ei synnytä virtapiikkiä joka rikkoisi piirin tai liian voimakas signaali rikkoisi kuulokkeet. Jänniterajoitin on rakennettu diodeista D15 ja D16.

C45 elektrolyyttikondensaattori kytkee signaalin takaisin operaatiovahvistimeen ja tämän avulla voimistaa signaalia. Tällä kondensaattorilla ei ole muita tehtäviä.

6 JÄNNITELÄHDE



KUVIO 21. Jännitelähteen kytkentäkaavio

Kuvion 21 jännitelähde ottaa vastaan 9 V:n vaihtojännitettä. Diodit D26, D27, D28 ja D29 muodostavat kokonaistasasuuntaajan, joka muuttaa vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi. Sykkivä tasajännite kytketään 2200 µF / 16 V elektrolyyttikondensaattorit C80 ja C81 latantuvat jännitteen noustessa ja purkaantuvat jännitteen laskiessa.

Kondensaattoreiden kapasitanssi hidastaa jännitteen muutosta ja ylläpitää noin 15 V tasajännitettä positiivisen ja negatiivisen navan välillä. Kytkeä tarkastellessa vahtijännitemittarilla tulos näyttää noin 24 V. Kytkeä stabilisoituu muutamassa sekunnissa, jolloin kondensaattorit varaavat itsensä täyteen potentiaaliin. Negatiivinen napa muodostaa piirilevyn maatasen.

+5 V jännitteen muodostaa tarkkuusregulaattori (MC78M05CT), joka pumppaa sykkivästä tasajännitteestä sykkimätöntä +5 V:n tasajännitettä. Häiriöiden minimoimiseksi tämän regulaattorin sisään- ja ulostuloportteihin on kytketty kaksi 0,1 μ F:n suodatinkondensaattoria C76 ja C77.

+6 V jännitteen muodostaa tarkkuusregulaattori 78L06ACZ, joka pumppaa sykkivästä tasavirrasta sykkimätöntä +6 V:n tasajännitettä. Häiriöiden suodattamiseksi regulaattorin sisään- ja ulostuloportteihin on kytketty 0,1 μ F suodatinkondensaattorit C78 ja C79.

+5,333 V jännitteen muodostaa trimmerillä säädettävä tarkkuusregulaattori (LM336Z). Diodit D30, D31, D32 ja D33 varmistavat kynnsjännitteiden avulla yksisuuntaisen virrankulun sekä estää tehohäviötä positiivisen ja negatiivisen navan välillä. R221, TM4 ja R222 muodostavat tarkennetun jännitejakajan josta säädetty jännite johdetaan tarkkuusregulaattorin säätöporttiin. Tämän jälkeen tarkasti säädetty +5,333 V:n jännite kytketään operaatiovahvistimen IC12.5-porttiin, joka toimii puskurina käyttöjännitteelle.

+12 V (11,95 V) jännite muodostetaan operaatiovahvistimen IC12 (LM358) avulla. Operaatiovahvistimen käyttöjännite kytketään tasaamattomasta jännitteestä, joka on noin 15V/DC, joka on riittävä antamaan stabilisoitua +12 V:n käyttöjännitettä.

Operaatiovahvistimen sisääntulojännite otetaan tasatusta +5,333 V käyttöjännitteestä ja inverttoimaton operaatiovahvistus vahvistaa stabiloidun käyttöjännitteen lähes 12 V:iin asti sekä puskuroi sitä.

7 HÄIRIÖIDEN POISTO

Piirilevy on tuotettu 4-kerroslevynä, jossa on täysin kokonainen maataso. Maataso estää sähkömagneettisen säteilyn avulla siirtyvän virran loikkaamisen väylältä toiseen. Sähkömagneettinen säteily ei läpäise maatasoa, ja tämä poistaa EMC-häiriöt sekä ylikuuluvuudet.

Suodatinkondensaattoreita on sijoitettu kaikkiin kriittisiin pisteisiin, esimerkiksi sirujen ja IC piirien käyttöjännitteisiin sekä muihin häiriöalttiisiin pisteisiin. Suodatinkondensaattorien tehtävänä on varmistaa, etteivät pienet virtapiikit aiheuta sisäisiä ongelmia laitteen toimiessa.

Pitempiin väyliin on kaikkiin kytketty elektrolyyttikondensaattori. Tämän tehtävänä on tasata väylän pituudesta johtuvia epätasaisia käyttöjännitteitä. Pidemmät väylät yleensä ovat häiriöalttiita myös radioaalloille ja tästä syystä pitempiin väyliin on pakko sijoittaa hiukan kapasitanssia, joka estää korkeiden taajuuksien siirtymistä väyliin.

Oskillaattorille on vedetty oma maaväylä, jotta sen värähtely ei häiriinny maatasossa liikkuvien virtojen ja jännitteiden takia eikä häiritse ohjausjännitteitä. Jos oskillaattorille ei olisi vedetty omaa maata, se olisi häiriö herkkä ja haluttu nuotin taajuus häiriintyisi bassosyntetisaattorin sisäisten muutoksien takia. Tämä johtaisi epähaluttujen epävireisten melodioiden tuottamiseen.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suunnittelu ja toteutus

D-E03-bassosyntetisaattorin suunnittelu on ollut hyvin haasteellista tarvittavien tietolähteiden puutteellisuuden takia. Tietolähteet ovat kaikki harrastelijoiden tuottamaa tutkimustulosta. Vain osa tietolähteistä on virallisesti vahvistettua tietoa, mutta Adafruit x0xb0x osoitti harrastelijoiden rakentamien ratkaisujen toimivuuden sekä heidän teorioiden paikkansapitävyyden.

Suunnittelutyössä törmäsi usein vain heikosti selitettyihin piireihin ja tästä syystä niiden sisältämiä epämääräisiä teorioita oli helpompi lähestyä käytännön kautta ja sekä rakennetun Adafruit x0xb0xin kautta. Tämä bassosyntetisaattori on toimiva yksikkö, joka on lähes täydellinen kopio TB-303:sta. D-E03-bassosyntetisaattorin sai tätä kautta ratkaisevan paljon lisää tietoa kehittymisen eteenpäin viemiseksi. Seuraavan version rakentaminen jätettiin kustannussyistä ja kalliin hinnan takia opinnäytetyön ulkopuolelle.

Myös prototyypin piirilevyn korkea hinta pakotti harkitsemaan kannattaako prototyyppiä rakentaa vielä silloin, kun siihen on löydetty useita uusia ratkaisuja. Uudet ratkaisumallit ovat paljon parempia ja vievät vähemmän tilaa. Siksi on järkevää mallintaa uusi piirilevy täydellisesti ennen kuin sitä työestetään pajalla.

Prototyypin tulevaisuus

Tulevaisuudessa parannuksia seuraavaan prototyyppiin tulee jännitelähteeseen. Jännitelähde muutetaan vaihtovirtalähteestä tasavirtalähteeksi, jolloin vaihtojännitteestä syntyvä ripple-jännite saadaan poistettua piiristä ja näin saadaan aikaiseksi vähemmän häiriösignaaleja audiosignaaliin. Audiosignaali on tällöin tarkemmin TB-303:n tuottamaa signaalia vastaava.

Tilan säästämiseksi ohjauspaneeli ja näppäimistöt siirretään omalle piirilevyille. Tällä toimella pyritään pienentämään D-E03-bassosyntetisaattorin kokoa ja myös vähentämään piirilevyjen tuotannon kustannuksia.

D-E03-bassosyntetisaattorin ”hiljaisena” päätevoiteena on saavuttaa harrastelijoiden suosio muokattavuutensa takia. Toisaalta on otettava huomioon sekin, että soittimet ovat siirtymässä tietokoneen kuvaruutuun, mikä on tulevaisuutta virtuaalisen musiikin tuotannossa. Käytännössä musiikin tuottajat yhä haluavat kokea äidot ohjaimet käsissään ja soittaa instrumenttejaan. Tietokonehiiri ei koskaan tule korvaamaan todellisuuden tunnetta, ja tästä syystä D-E03-bassosyntetisaattorilla on marginaalinen todennäköisyys tulla esille musiikin tuottajien keskuuteen.

Liitteet 1, 2, ja 3 antavat kokonaisen kuvan D-E03-bassosyntetisaattorin kytkentäkaavoista. Liite 4 on alkuperäisen Roland TB-303:sen kytkentäkaava. Näiden kytkentäkaavojen avulla opinnäytetyötä on helpompi tarkastella.

LÄHTEET

Stinchcombe T. 2008.

Analysis of the Moog Transistor Ladder and Derivative Filters.

Personal web pages of Tim Stinchcombe [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa:

http://www.timstinchcombe.co.uk/synth/Moog_ladder_tf.pdf

Stinchcombe T. 2009. Diode Ladder Filters.

Personal web pages of Tim Stinchcombe [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa:

http://www.timstinchcombe.co.uk/synth/diode_18_24/diode2.html

LIITTEET

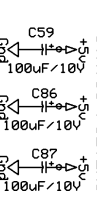
Liite 1. Emolevyn kytkentäkaavio

Liite 2. Yleiskytkentöjen kytkentäkaavio

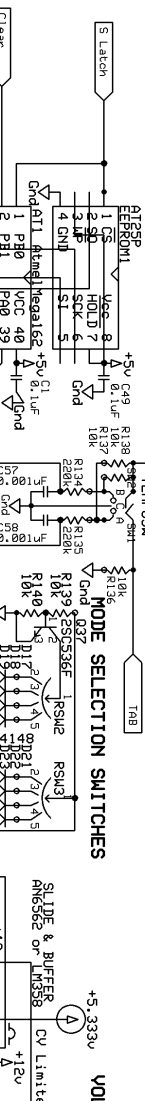
Liite 3. Osasijoittelukaavio

Liite 3. Roland TB-303:sen päälevyn kytkentäkaavio

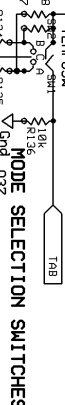
MAINBOARD



PROCESSOR & MEMORY



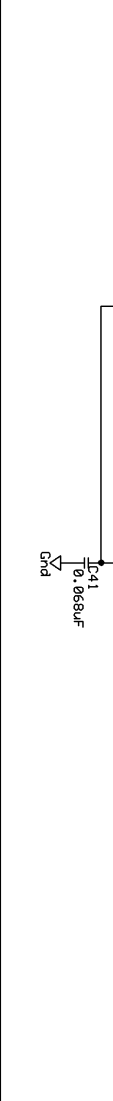
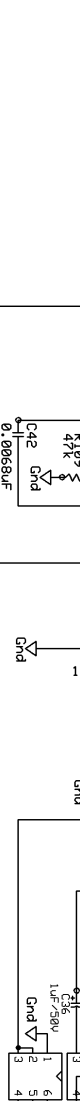
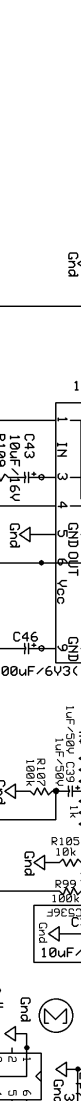
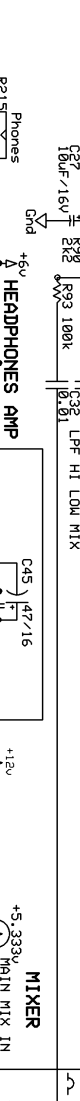
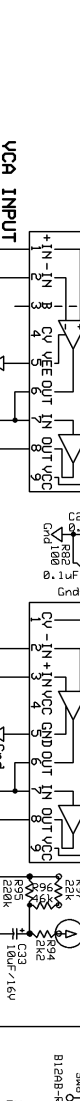
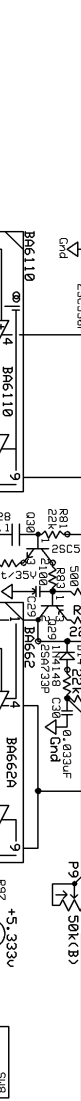
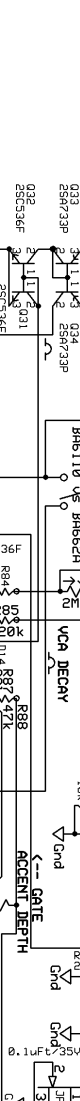
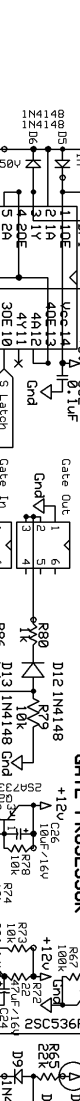
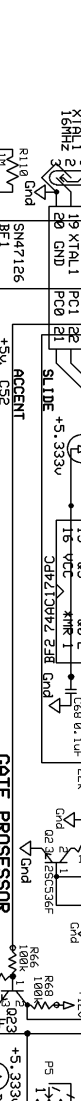
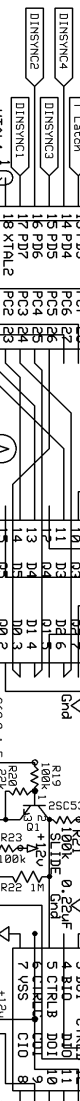
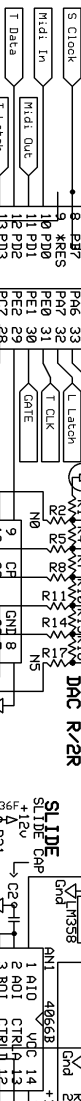
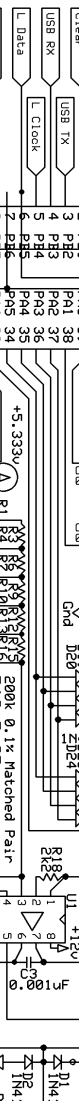
TEMPO ADJUST



VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR



VC LOW-PASS VCF (D&R)C) TB-303



Deep Electronic Bass

D-E03 Transistor Bass

Roland TB-303 MOD

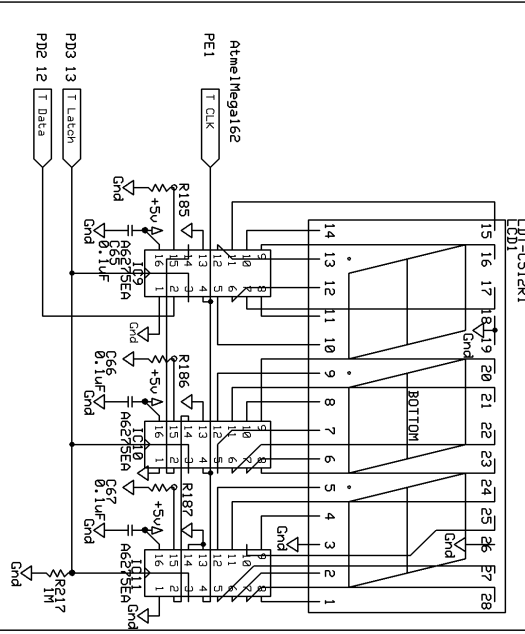
Rev. 3.3.5

Nov/09/2009

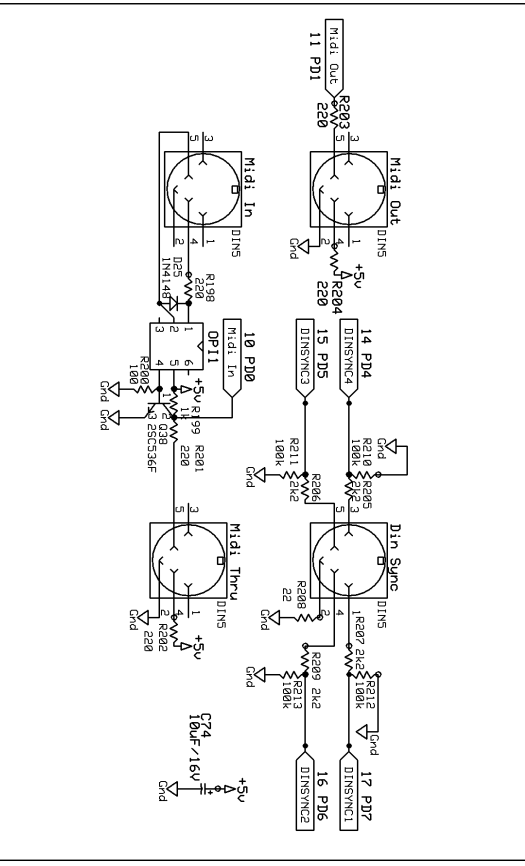
MH:INBOARD 1

Toni Peltonen

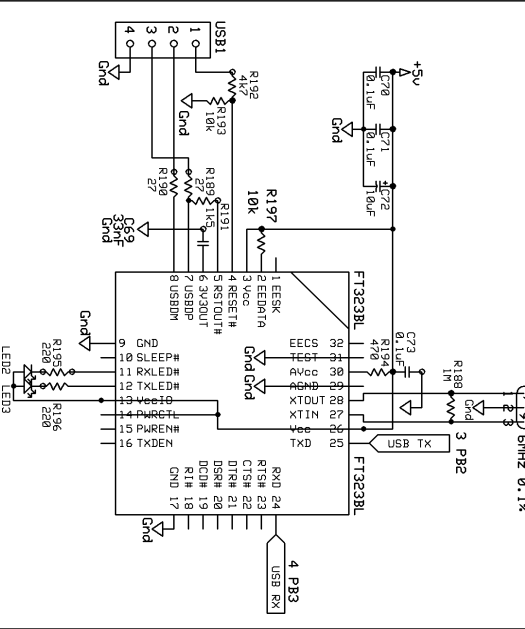
TEMPO LED DISPLAY



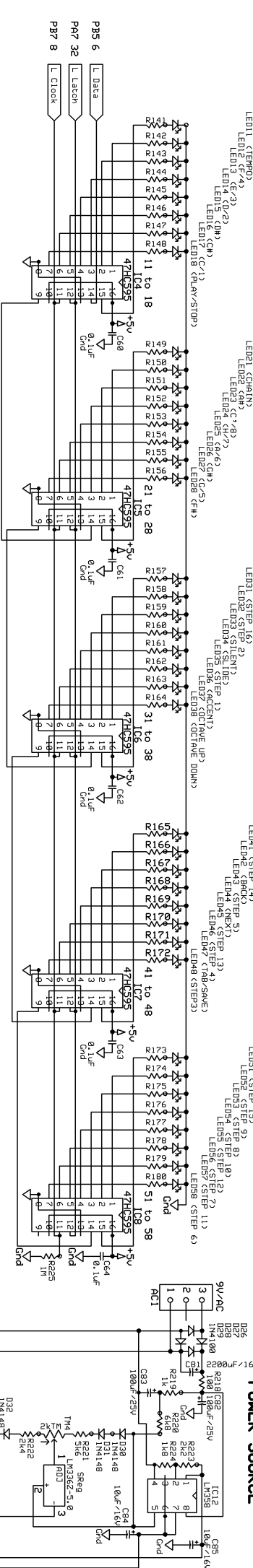
DIN & MIDI CONNECTION BOARD



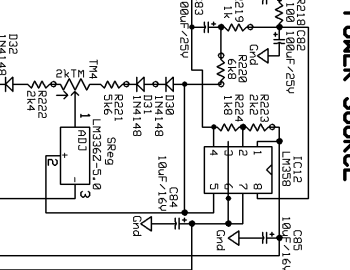
USB PORT / DATA CONVERTER



STATUS LED DISPLAY



POWER SOURCE



SWITCH TABLE

