



Toni Buckman

Sähkörumpujen sähköistä soundiin asti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

Joulukuu 2022

Tiivistelmä

Tekijä: Toni Buckman
Otsikko: Sähkörumpujen sähköistä soundiin asti
Sivumäärä: 20 sivua
Aika: 15.2.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka
Ohjaaja(t): Lehtori Kai Virta

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli koota tietoutta sähkörummuista ja varsinkin niiden erilaisista sähköisistä rumpupädeistä sekä symbaalipädeistä.

Opinnäytetyön avulla voi saada tietoa, jos haluaa alkaa valmistamaan omia sähkörumpuja.

Opinnäytetyö koostettiin kokoamalla yhteen sähkörumputietoutta eri lähteistä ja sitä yhdistettiin kirjoittajan kokemuksiin.

Lopputuloksena syntyi tämä raportti sähkörummuista ja tarkemmin niiden elektronisista rumpupädeistä sekä elektronisista symbaaleista.

Työ auttaa ymmärtämään pietsoelementtien tärkeyden nykyaikaisten sähkörumpujen valmistuksessa.

Avainsanat: sähkörummut, pietsoelementti

Abstract

Author: Toni Buckman
Title: From Electrics of Electronic Drums to the Sound
Number of Pages: 20 pages
Date: 15 February 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Specialisation option: Automation Engineering
Instructor(s): Kai Virta, Senior Lecturer

The purpose of this thesis is to give information about electronic drums and especially of different kind of electric drum pads and electric symbal pads. With help of this thesis, the reader can obtain information about electronic drum kits, to start building pads for an E-kit.

This thesis work was carried out using my own knowledge about electronic drum kits as I have been building these before. As sources, material found from internet was used. I was also using piezo element to learn about its electrical behaviour.

The result of this thesis project is this report on electronic drums and especially on E-drum pads, E-drum cymbals and the drum brain. With this report, the reader can understand the importance of piezoelectric sensors in producing modern E-kits.

Keywords: Electronic drums, Piezoelectric sensor

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Sähkörumpujen historiaa | 3 |
| 3 | Sähkörummut ja niiden toiminta | 4 |
| 3.1 | Pädiäen pietsot | 4 |
| 3.2 | Rumpumoduuli | 6 |
| 3.3 | Rumpupädiäen ja sensoreiden rakenne | 9 |
| 4 | Yhteenveto | 16 |
| | Lähteet | 17 |

Lyhenteet ja käsitteet

| | |
|----------------|---|
| I/O: | <i>Sisään- ja ulostulot.</i> Rumpumodulin sisään- ja ulostulot. |
| DIY: | <i>Tee se itse (Do it yourself).</i> Itsevalmistettu tuote tai asia. |
| Rumpupädi: | Osa rumpusetissä, jota lyödään. Esimerkiksi virveli- tai tompädi. |
| Rumpusymbaali: | Osa setissä, jolla toistetaan rumpupeltien ääniä. Rumpupeltiä muistuttava yleensä pyöreä pädi. |
| E-kit: | Sähkörumpusetti. Rumpukokonaisuus, joka sisältää kaiken, mitä tarvitaan sähkörumpujen soittamiseen. |
| Triggeri: | Liipaisin. Pietsoelementistä valmistettu iskuntunnistin, joka lähettää sähköisen signaalin eteenpäin. |
| DAC: | <i>Digital to analog converter.</i> Muuntaa digitaalisen signaalin analogiseksi signaaliksi. |

1 Johdanto

Sähkörummut ovat rummut, joissa ääni syntyy sähköisesti. Tavallisissa rummuissa ääni sen sijaan syntyy rumpukalvojen värähtelystä, joka voimistuu rumpujen kopassa. Tunnettuja sähkörumpujen valmistajia ovat esimerkiksi Yamaha ja Roland.

Kirjoitin opinnäytetyön sähkörumpujen sähköistä, jotta opinnäytetyön lukijalle syntyisi käsitys siitä miten sähkörummut toimivat. Näillä tiedoilla voisi itse alkaa valmistamaan esimerkiksi rumpupädejä sähkörumpusettiä varten.

Sähkörumpuja ja pädejä tai symbaaleja valmistetaan paljon itse, eli niille on iso ”tee se itse-yhteisö” (DIY) internetin syövereissä, josta löytyy paljon tietoa. Tällä työllä on tarkoitus siis helpottaa lukijaa ymmärtämään sähkörumpujen saloja. Pietsoelementti on yleisimmin käytetty komponentti rumputriggerin iskun ja sen voimakkuuden tunnistamiseen.

Sähkörumpusetti (kuva 1) koostuu rumpumodulista, rumpupädeistä, symbaalipädeistä, rumpuräkistä tai rumputelineistä sekä bassorumpupädistä ja hihat-pedaalista.



Kuva 1. Roland TD-07DMK -sähkörummut [1].

Sähkörummut ovat jo kauan sitten vakiinnuttaneet asemansa omana instrumenttinaan. Tuntuma rumpupädiänsä ansiosta verkkokalvoilla on kuin akustisten rumpujen ja rumpumoduli sisältää tuhansia soundeja, monia lisätoimintoja harjoitteluun ja äänittämiseen sekä ennen kaikkea mahdollisuus soittaa hiljaa. Nykyaikaiset sähkörummut myös näyttävät ulkomuodoltaan paljon akustisilta rummuilta.

2 Sähkörumpujen historiaa

Ensimmäiset sähkörummut (kuva 2) olivat italialaisen Hollywood Meazzi-yhtiön 1968 julkaisemat elektro-akustiset rummut nimeltä Tronicdrum [2].



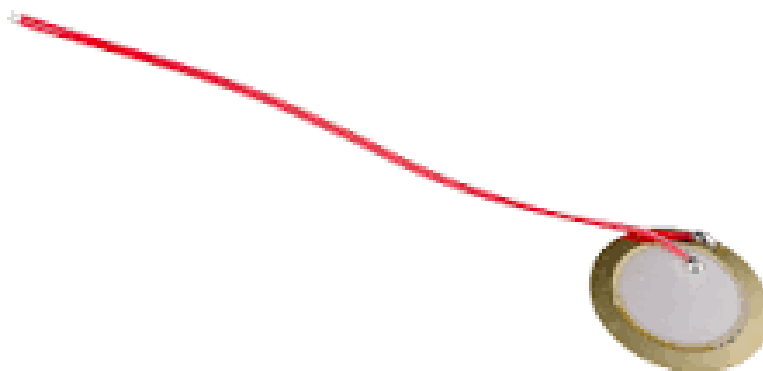
Kuva 2. Tronicdrum-rumpumoduli [2].

Jokaisessa rummussa oli sisällä mikrofoni, jossa virvelin mikrofoni osoitti alas-päin. Bassorumpua ja tomeja ohjattiin samalla modulin osalla, kun taas virveli trigattiin erikseen. Tronicdrum-rummuissa kalvon värähtelyt poimivat ja vahvistavat kalvon kanssa värähtelevän magneettisen materiaalin, joka toimii yhteistyössä sähkömagneetin kanssa.

Magneettista materiaalia oleva levy on kiinnitetty rummun kalvon keskelle ja on järjestetty toimimaan magneettisesti yhdessä kelan kanssa, joka on kytketty johtimien kautta vahvistimeen.

Kelan ympärille on järjestetty magneettisuoja, jossa sähkömagneettikokoonpano on kiinnitetty rummun kylkeen tuella [2].

Nykyään triggerit rumpupädin tai symbaalipädin sisällä ovat pietsoja, niin kuin seuraavassa kuvassa 3.



Kuva 3. Roland Rim Sensor Piezo PDX-8 Trigger [3].

3 Sähkörummut ja niiden toiminta

3.1 Rumpupädien pietsot

Pietsoelementti, jota voi käyttää kaiuttimena tai anturina reagoi ääniin. Anturilla voi havaita esimerkiksi metallilevyyn tai muuhun kovaan esineeseen kohdistuneen iskun, jos anturi on kiinnitetty esineen pintaan.

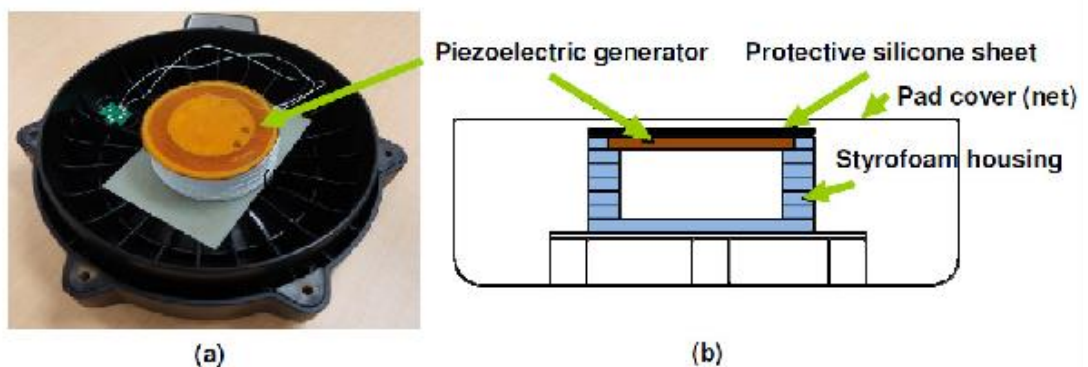
Piezo on pietsosähköisestä materiaalista tehty. Siihen tulee sähkövaraus kun se taipuu.

Kun se värähdellessään taipuilee edestakaisin, saadaan vaihtovirtaa kuten mikrofonista. Mitä voimakkaammin pietsoelementti taipuilee, sitä vahvempi signaali.

Tätä kutsutaan pietsosähköilmiöksi.

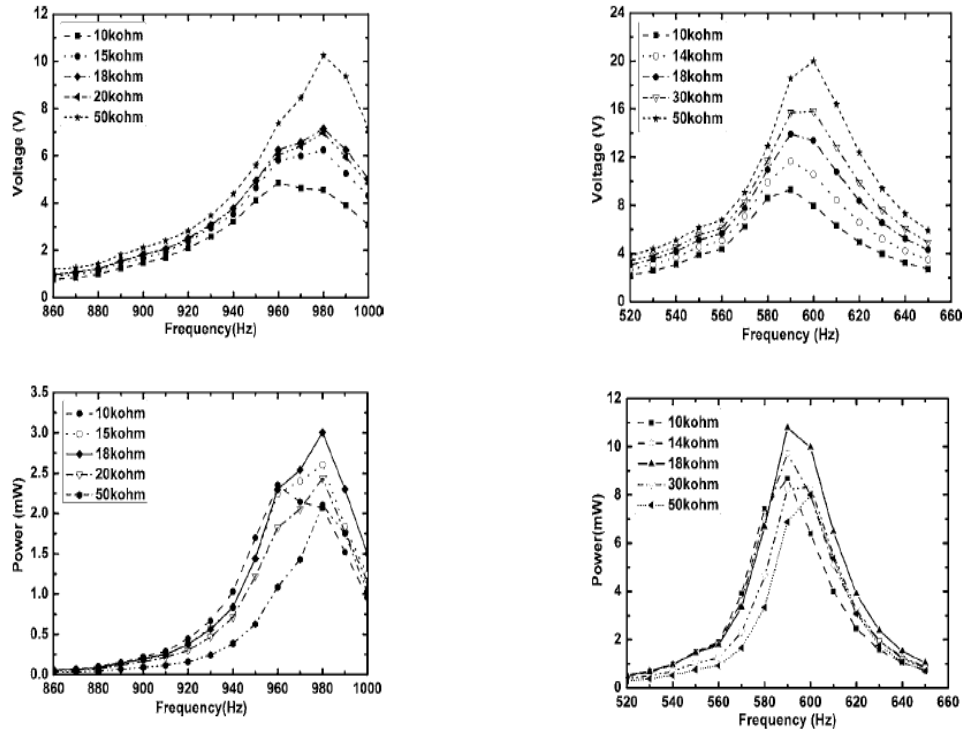
Pietsosähköilmiö on ilmiö, jossa mekaaninen jännitys aiheuttaa aineen sähköisen polaroitumisen, eli kiteen vastakkaisten pintojen välille muodostuu sähköinen jännite. Pietso siis lähettää sähköisen jännitesignaalin rumpumoduuliin. Sen signaalin vahvuus vaihtelee riippuen siitä miten kovaa rumpupädiä lyödään [4].

Pietson punainen johto kolvataan kristalliin keskelle ja musta johto uloimpaan metalliseen rinkulaan (kuva 4). Näistä johtimista menee kaapeli rumpumoduulille, jonka liitin on joko mono- tai stereoplugi. Riippuen onko rumpupädi yksi- tai monialueinen.



Kuva 4. Elektroninen rumpupädi pietsosähköisellä generaattorilla: (a) valokuva ja (b) poikkileikkauskaavio [5].

Pietson ulostulojännite (kuva 5) nousee resistiivisellä kuormalla. Jännite lähes-tyy 7 V, kun resistiivinen kuorma on 18 kilo-ohmia, mutta kun kuormaa nostetaan lisää, niin jossain vaiheessa alkaa sähköinen voima tippumaan.



Kuva 5. Pietsoelementin ulostulojännitteitä ja sähköisiä voimia [6].

3.2 Rumpumoduuli

Rumpumoduuli on elektroninen tai digitaalinen musiikkilaite elektronisessa rum-pusetissä, joka toimii keskusyksikkönä ja äänimoduulina [7]. Rumpumoduuli luo tai tuottaa rumpusetin ääniä tai muita rumpalin valitsemissä ääniä.

Rumpumoduuli itsessään ei voi toistaa tai kuulla rumpun lyöntejä. Se tuottaa rumpuääniä vain, kun esiintyjä iskee elektronisiin rumpupädeihin tai akustisiin rumpuihin, joihin on kiinnitetty elektroniset triggerit tai anturit. Kun elektronisia rumpupädejä tai triggereilla varustettuja instrumentteja lyödään, nämä lähettävät sähköisen signaalin rumpumodulille, joka tuottaa vastaavan elektronisen rumpuäänien (tai muun äänen). Vaikka rumpupädit ja triggerit on liitetty rumpu-moduuliin, rumpumoduuli ei itsessään anna mitään kuuluvaa ääntä (kuva 6).

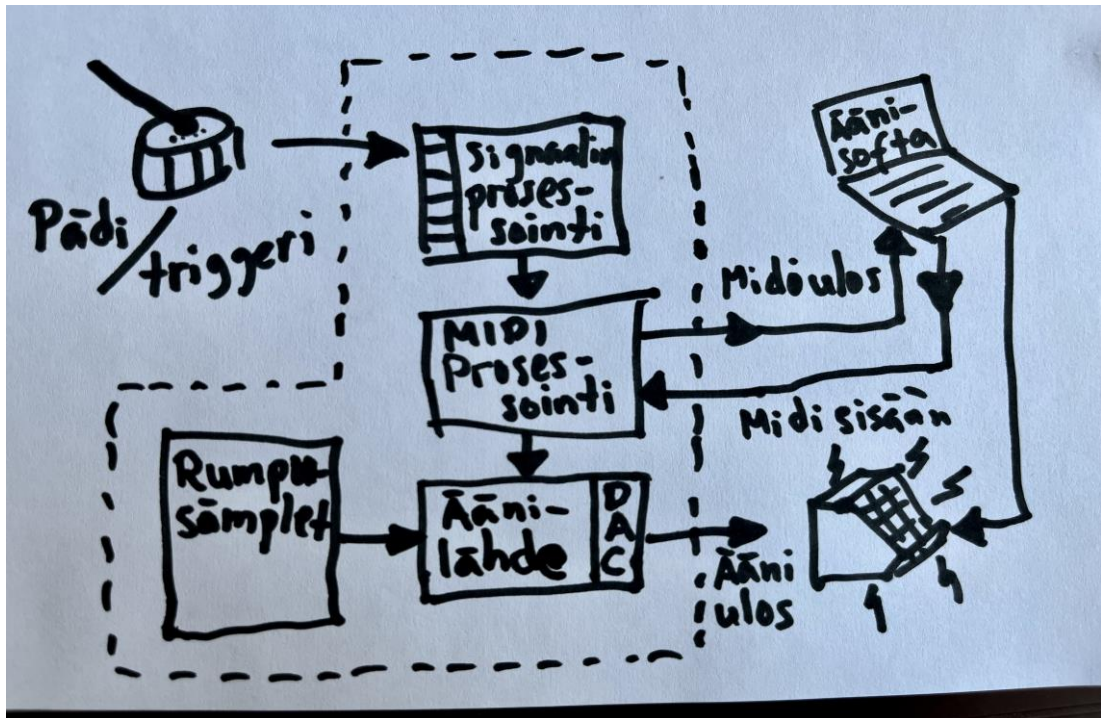


Kuva 6. Roland TD-30 on rumpumoduli ,joka on suunniteltu V-Drums V-Pro sähkörumpusetelle. Tätä rumpumodulia ei enää valmisteta [8].

Äänenlaatu on korkea, joka vastaa luonnollisesti eri rumputekniikoihin ja dynamiikkaan [8].

Rumpumodulin sisääntulot (kuva 7) ottavat pietsolta tulevan analogisen sähköisen signaalin vastaan ja muuttavat sen digitaaliseen muotoon. Pietsolta tuleva jännitesignaalin taso vaihtelee, mitä kovempaa tai hiljempaa rumpua lyödään ja moduuli soittaa sen mukaan kovemman tai hiljaisemman rumpuäänien, joka tulee rumpumoduulin ulostuloista ulos. Moduuli muuttaa sisään tulevan signaalin siis MIDI-viestiksi, jonka se lähettää mikrokontrollerille, joka käsittelee viestin ja

soittaa viestille asetetun äänen moduulista ulos analogiseksi käännettynä DACissa (Digital to analog converter).



Kuva 7. Rumpumoduulin toimintakaavio. Rumpupädiltä signaalin kulku kaiuttimelle asti havainnollistava kaavio.

Mikro-ohjain eli mikrokontrolleri (kuva 8) on mikropiiri (integroitu piiri), jossa on mikroprosessori ja joitain muisti- sekä liityntälokoja. Mikro-ohjaimia käytetään sulautetuissa järjestelmissä. Esimerkiksi television, pesukoneen, mikroaaltouunin ja digitaalisen lämpömittarin ohjaustoiminnot ovat usein mikro-ohjaimella toteutettuja [9].

Mikro-ohjaimessa on yleensä suorittimen lisäksi jotain seuraavista: ohjelmuistia, datamuistia tai I/O-nastoja. Kyseessä on siis pieni tietokone, joka ei välttämättä tarvitse muuta kuin virtalähteen toimiakseen. Mikrokontrolleria voidaan kutsua myös mikrotietokoneeksi. Toisaalta mikrokontrollerit voivat sisältää vähemmän komponentteja, jotta koko toiminnallisuus mahtuu yhdelle piirille.

Mikro-ohjaimen sisältävän laitteen piirilevy on helpompi valmistaa kuin samat toiminnot logiikkapiirien avulla toteuttavan laitteen piirilevy. Lisäksi tulee mahdolliseksi tehdä muutoksia laitteen toimintaan jälkikäteen muuttamalla pelkäästään mikro-ohjaimeen ladattavaa ohjelmaa. Tämä on suuri etu elektroniikkateollisuudelle, mutta myös elektroniikan harrastajalle, ja sen takia erilaiset mikro-ohjaimet ovatkin keränneet ympärilleen suuren joukon harrastajarakentelijoita.

Jotta mikrokontrolleri voi suorittaa haluttuja toimintoja, se tarvitsee ohjelman, joka kirjoitetaan yleensä henkilökohtaisen tietokoneen ohjelmointiohjelmalla, ja joka sen jälkeen siirretään kontrolleriin. Irrallisen kontrollerin ohjelmointiin tarvitaan ohjelmointilaite, mutta toisaalta jos kontrolleri on jo valmiilla alustalla, jossa on liitäntä henkilökohtaisen tietokoneen sarja-, rinnakkais- tai USB -portille, ohjelmat voidaan siirtää kontrolleriin tämän portin kautta.



Kuva 8. Mikrokontrolleri, eli mikrotietokone rumpumodulin sisällä [9].

3.3 Rumpupädiän ja sensoreiden rakenne

Sähkörumpujen rakenteita on erilaisia (kuva 9). Tässä luvussa niitä käsitellään esimerkkien avulla.



Kuva 9. Sähkörumpu keskipietsolla ja verkkorumpukalvolla.

Kuvan 10 sähkörummussa pietsoelementistä rakennettu triggeri on asennettu rummun rungon reunaan.



Kuva 10. Sähkörumpu reunapietsolla ja verkkorumpukalvolla.

Silloin rummun hot spot on reunassa, ja koska normaalisti lyödään keskelle sähkörumppua, niin lyönnin dynamiikka on parempi keskellä rumpua. Tällöin ei aina tule se kovin signaali keskelle lyötäessä ja herkkyysalue on paljon laajempi [10].

Pannukakkurakenteessa (kuva 11) pietso on myös sijoitettu keskelle rumpupädiä niin kuin kuvan 9 sähkörummussa.



Kuva 11. Niin sanottu pannukakurakenne. Pietso sijaitsee rakenteen keskellä kumi- ja puulevyn alla.

Tässä rakenteessa käytetään perinteistä rumpukalvoa eli polyesterikalvoa ja rummun lyöntiääni on akustisesti paljon kovempi kuin verkkokalvolla. Tässä rakenteessa pietso poimii aika tasaisesti signaalin joka puolelta lyöntipintaa.

Pannukakurakenteisessa pädiässä käytetään myös kumipäällystettä niin kuin kuvassa 12.



Kuva 12. Yamaha TP70 Small E-Pad for your drum set. Yamahan valmistama kumipäälysteinen sähkörumpupädi [11].

Sähköisiä bassorumpuja (kuva 13) on sekä kumipinnalla että verkkokalvolla.



Kuva 13. Sähköinen bassorumpu.

Sähköisessä bassorumpupäädissä piezoelementti on keskellä ja bassorumpupedaali (kuva 14) kiinnitetään bassorumpupäädin rungon alareunaan ja bassorummun nuija osuu keskelle bassorumpupädiä.



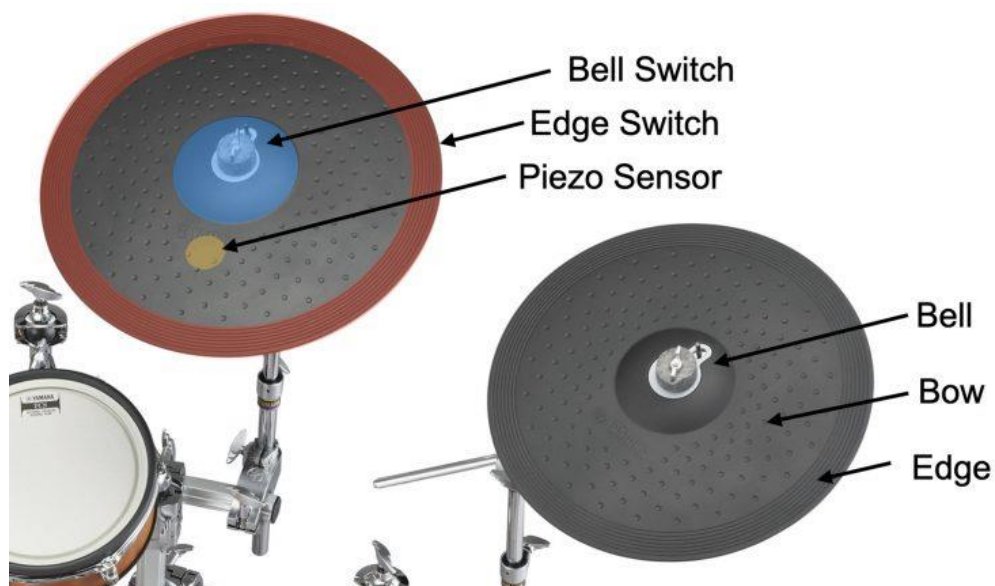
Kuva 14. Vasemmalla Millenium-merkkinen bassorumpupädi ja oikealla Roland KD-9 [12; 13].

Kuvassa 15 on yksialueinen symbaalipädi, jolla voi siis trigata vain yhden äänen kerrallaan. Lyöntivoimakkuus vaikuttaa samplen äänenvoimakkuuteen.



Kuva 15. Sähköinen symbaali pietsolla. Pietso on sijoitettu kahden vaahtomuovipalan väliin.

Kuvan 16 sähköisessä symbaalissa on kolme eri aluetta, eli kolme eri pietsoa myös, joista rumpumuodulin saa triggamaan eri samplejä.



Kuva 16. 3-alueiset rumpupädit [14].

Rumpusymbaalin keskikohdan triggeri (Bell switch) triggaa yleensä ridesymbaalin keskeltä eli kellosta, ja keskikohta (bow) triggaa normaalin ridesymbaalin samplen. Rumpusymbaalin reuna (Edge) triggaa samplen, joka kuulostaa siltä kuin ridesymbaalia lyötäisiin kovaa.

Kuvassa 17 olevat Alesiksen symbaalit on rakennettu oikeasta messinkisestä metalliseoksesta, mistä valmistetaan akustisetkin symbaalit, mutta näihin on lisätty triggerit mukaan. Soittotuntuma vastaa siis oikeiden rumpusymbaaleiden soittamista.



Kuva 17. Alesis Surge sähkösymbaalit aidosta messinkiseoksesta [15].

4 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehtiin sillä ajatuksella, että sen lukevat voisi saada kipinän rakentaa omia sähkörumpupädejä. Minulla on kokemusta triggerien ja pädien valmistamisesta. Myös akustisista rummuista voi muuttaa sähkörummut ja siihen löytyy internetistä paljon tietoa. Tässä opinnäytetyössä rumpumodulin toiminnasta raapaistiin vaan pintaa.

Sähköiset symbaalit ovat luonnollisesti hankala valmistaa, ja ne kannattaakin usein ostaa valmiina, mutta niidenkin valmistamiseen löytyy internetistä ohjeita.

Rumpuaivoja voi myös valmistaa itse esimerkiksi Arduinolla. Siihen löytää ohjeita sekä ohjelmointikoodeja internetistä. Nykyään on jo tullut markkinoille digitaalisiakin sähkörumpupädejä, mutta tätä työtä tehdessä huomattiin, että suurin osa sähkörumpujen pädeistä tehdään edelleen pietsoelementeillä.

Insinööriyö antoi mahdollisuuden perehtyä itseäni kiinnostavaan asiaan hieman syvemmin, ja voin käyttää näitä tietoja tulevaisuudessa, kun äänitän sähkörumpuja lauluihin.

Lähteet

- 1 Roland TD-07DMK V-Drum Set. Verkkoaineisto. Thomann Suomi. <https://www.thomann.de/fi/roland_td_07dmk_v_drum_set.htm>. Luettu 18.4.2023
- 2 History of electronic drums part 1. 22.8.2022. Verkkoaineisto. Drumeo. <<https://www.drumeo.com/beat/history-of-electronic-drums-part-1/>>. Luettu 29.12.2022.
- 3 Roland rim sensor piezo for PDX-8. Verkkoaineisto. Drum-tec. <<https://www.drum-tec.com/roland-rim-sensor-piezo-for-pdx-8>>. Luettu 30.12.2022.
- 4 Pietsosähköinen ilmiö. 10.3.2023. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Pietsos%C3%A4hk%C3%B6inen_ilmi%C3%B6>. Luettu 8.5.2023.
- 5 Electronic drum pad with piezoelectric generator. 13.3.2016. Verkko-aineisto. IOPscience. <https://www.researchgate.net/publication/286478592_Batteryless_wireless_transmission_system_for_electronic_drum_uses_piezoelectric_generator_for_play_signal_and_power_source>. Luettu 8.5.2023.
- 6 Vibration energy harvesting using a piezoelectric circular diaphragm array. 7/2012. Verkkoaineisto. Pupmed. <https://www.researchgate.net/publication/231175837_Vibration_Energy_Harvesting_Using_a_Piezoelectric_Circular_Diaphragm_Array#pf4>. Luettu 8.5.2023.
- 7 Electronic drum module. 29.11.2021. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_drum_module>. Luettu 6.1.2023.

- 8 Flagship drum sound module featuring supernatural sounds. Verkkoaineisto. Roland. <<https://www.roland.com/us/products/td-30/>>. Luettu 6.1.2023.
- 9 Mikrokontrolleri. 1.1.2023. Verkkoaineisto. Wikipedia. <[https://fi.wikipedia.org/wiki/Mikrokontrolleri#:~:text=Mikro%2Dohjain%20eli%20mikrokontrolleri%20\(MCU,Mikro%2Dohjaimia%20k%C3%A4ytet%C3%A4%C3%A4n%20sulaute-tuissa%20j%C3%A4rjestelmiss%C3%A4.\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Mikrokontrolleri#:~:text=Mikro%2Dohjain%20eli%20mikrokontrolleri%20(MCU,Mikro%2Dohjaimia%20k%C3%A4ytet%C3%A4%C3%A4n%20sulaute-tuissa%20j%C3%A4rjestelmiss%C3%A4.))>. Luettu 7.1.2023.
- 10 Edgoose Simon. 1.7.2021. Centre cone / Edge cone. Verkkoaineisto. Mike Dolbear. <<http://mikedolbear.com/seriously-wired/centre-cone-edge-cone/>>. Luettu 5.2.2023.
- 11 Yamaha TP70S 7,5" Snare drum pad. Verkkoaineisto. Thomann GmbH. <https://www.thomann.de/fi/yamaha_tp70s_75_snare_drum_pad.htm>. Luettu 8.5.2023.
- 12 Millenium E-Drum Kick Bass Pad. Verkkoaineisto. Thomann GmbH. <https://www.thomann.de/fi/millennium_e_drum_kick_bass_pad.htm>. Luettu 8.5.2023.
- 13 KD-9 Bassari. Verkkoaineisto. Thomann GmbH. <<https://www.roland.com/fi/products/kd-9/>>. Luettu 8.5.2023.
- 14 Edgoose Simon. 4.10.2022. How do electronic drums work. Verkkoaineisto. Yamaha Corporation of America and Yamaha Corporation. <<https://hub.yamaha.com/drums/d-electronic/how-do-electronic-drums-work/>>. Luettu 8.5.2023.
- 15 Alesis Surge Electronic Cymbal Pack. Verkkoaineisto. zZounds Music, LLC. <<https://www.zzounds.com/item--ALESURGE-PACK>>. Luettu 5.2.2023.