

# Muzička produkcija u kućnom studiju

---

**Vrbanec, Gordan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:969713>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

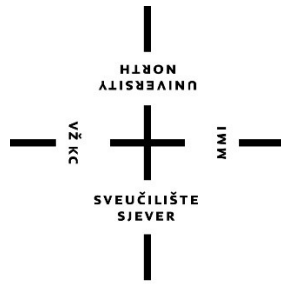
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-02**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

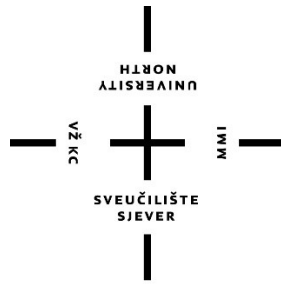
**Završni rad br. 115/MED/2020**

## **Muzička produkcija u kućnom studiju**

**Gordan Vrbanec, RI-29/09**

Koprivnica, rujan 2020. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Medijski Dizajn

Završni rad br. 115/MED/2020

## Muzička produkcija u kućnom studiju

### Student

Gordan Vrbanec, RI-29/09

### Mentor

Dubravko Kuhta, doc. art.

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

|                             |  |              |                   |
|-----------------------------|--|--------------|-------------------|
| ODJEL                       | Odjel za umjetničke studije                      |              |                   |
| STUDIJ                      | preddiplomski sveučilišni studij Medijski dizajn |              |                   |
| PRISTUPNIK                  | Gordan Vrbanec                                   | MATIČNI BROJ | RI-29/09          |
| DATUM                       | 14.09.2020.                                      | KOLEGIJ      | Oblikovanje zvuka |
| NASLOV RADA                 | Muzička produkcija u kućnom studiju              |              |                   |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Music Production in a Home Studio                |              |                   |
| MENTOR                      | Dubravko Kuhta                                   | ZVANJE       | doc.art.          |
| ČLANOVI POVJERENSTVA        | 1. doc.art. Iva Matija Bitanga - predsjednik     |              |                   |
|                             | 2. doc.art. Antun Franović - član                |              |                   |
|                             | 3. doc. art. Dubravko Kuhta - član               |              |                   |
|                             | 4. doc.art.dr.sc. Mario Periša - zamjenski član  |              |                   |
|                             | 5.   |              |                   |

## Zadatak završnog rada

|      |  |
|------|--|
| BROJ | 115/MED/2020   |
| OPIS | <p>Orkestralna muzika je nekada bila stvarana u kućnom okruženju, bilježena na notnom papiru, a tek je eventualna živa izvedba omogućila da izađe van kućnog okruženja, na žalost za manji krug slušatelja. U 20. stoljeću se, zahvaljujući napretku tehnologije, produkcija muzike premješta u profesionalne tonske studije i razvojem diskografske industrije postaje dostupna mnogo široj publici. Jedini "problem" je što su tonski studiji bili skupi i samo su "izabrani" imali pristup takvom prostoru, a time i daljim segmentima produkcije.</p> <p>Inovacijama u tehnologijama za snimanje i oblikovanje zvuka, audio produkcija se seli iz skupih specijaliziranih studija u kućni studio. Niskom cijenom ulaska u svijet muzičke produkcije, lakše je snimiti pjesmu kod kuće, te je, koristeći sve blagodati Interneta, plasirati na tržište.</p> <p>U radu je potrebno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- objasniti što je muzička produkcija</li><li>- objasniti što čini kućni studio, te opisati postupak snimanja u kućnom studiju</li><li>- snimiti pjesmu koristeći samo komponente i tehnologije prisutne u kućnom studiju</li><li>- iznijeti zaključak</li></ul> |

ZADATAK URUČEN *09/11/2020* POTPIS MENTORA 

## Predgovor

Moja povezanost s glazbom počinje još u ranom djetinjstvu. Sjećam se da sam još kao dijete najlakše zaspao uz klasičnu glazbu koju mi je majka redovito puštala s kazeta. Paralelno s osnovnom školom upisao sam i glazbenu, a moj odabir instrumenta bio je klavir. Zbog neusklađenosti rasporeda u obje škole, školovanje u glazbenoj školi morao sam prekinuti. No, moj interes i ljubav prema glazbi time nisu stali, već sam u gimnazijskim danima uz privatnu edukaciju počeo otkrivati novi instrument- gitaru. Uz vlastiti ulog u znanje i vještine sviranja na gitari, omogućio sam si ulazak u nekoliko grupa s kojima sam imao priliku nastupati na koncertima gotovo po čitavoj Europi. Sada gitaru sviram već 20 godina, a u toj ljubavi prema glazbi (i gitari), nije me spriječio niti artritis od kojeg bolujem već 10 godina. Sviranje gitare i sve mogućnosti koje mi ona pruža, za mene je i svojevrsna terapija koja mi pomaže. Na počecima sviranja gitare nezamislivo mi je bilo da ću jednog dana imati mogućnost snimati glazbu visoke kvalitete u udobnosti vlastitog doma. Taj napredak u dostupnosti tehnologije, kao i ekonomski aspekt za opremanje kućnih studija zaista me oduševio, pa je i odabir teme Završnog rada rezultat toga. Upisom Medijskog dizajna na Sveučilištu Sjever i kvalitetnom edukacijom, dobio sam izuzetnu mogućnost razvijati svoje interese i nadograđivati znanja.

Posebno se zahvaljujem doc. art. Dubravku Kuhti na razumijevanju, podršci i kvalitetnom vođenju kroz studij, te veliko hvala mojim roditeljima koji su prepoznali moju ljubav prema glazbi i podržali me u svim aspektima mog glazbenog odrastanja.

## Sažetak

Živimo u doba kada je audio tehnologija dostupna svima. Sada je moguće snimiti kvalitetnu snimku u udobnosti svog doma samo sa najosnovnijom opremom. Kako se fokus pomiče od skupih profesionalnih studija prema audio produkciji u kućnim studijima sa kvalitetnom, jeftinom i svima dostupnom opremom, tako i za sobom povlači neke manje željene, no ne i suštinski loše, posljedice.

Ovaj rad bavi se sa procesom snimanja glazbe u kućnom studiju, objašnjava tehnologije koje su dostupne u kućnom studiju, te kako ih iskoristiti u svrhe audio produkcije.

Ključne riječi: audio produkcija, kućni studio, audio sučelje, digitalna radna stanica, MIDI, virtualna pojačala

## **Summary**

We live in an age when audio technology is available to everyone. It is now possible to record a quality recording in the comfort of your home with only the most basic equipment. As the focus shifts from expensive professional studios to audio production in home studios with quality, cheap and accessible equipment, so it entails some less desired, but not essentially bad, consequences.

This paper deals with the process of recording music in a home studio, explains the technologies available in a home studio, and how to use them for audio production purposes.

Keywords: audio production, home studio, audio interface, digital audio workstation, MIDI, virtual amplifiers



## Popis korištenih kratica

|       |  |
|-------|--|
| DAW   | Digital Audio Workstation (Digitalna audio radna stanica)  |
| RAM   | Random Access Memory (Radna memorija)  |
| SSD   | Solid State Drive (medij za pohranu podataka u računalu na bazi integriranih sklopova)                             |
| HDD   | Hard Disk Drive (medij za pohranu podataka u računalu na bazi magnetskog diska i ruke za čitanje)                  |
| GB    | Gigabajt (jedinica za računanje količine pohrane)  |
| PCI   | Peripheral Component Interconnect (utor za dodavanje proširnih kartica za računalo)                                |
| USB   | Universal Serial Bus (sučelje za spajanje vanjskih jedinica na računalo)   |
| A/D   | Analog/Digital (označava pretvaranje analognog signala u digitalni)  |
| D/A   | Digital/Analog (označava pretvaranje digitalnog signala u analogni)  |
| XLR   | Vrsta konektora za audio opremu  |
| TS    | Vrsta konektora za audio opremu  |
| MDI   | Musical Instrument Digital Interface (protokol za povezivanje muzičkih instrumenata)                               |
| ASIO  | Audio Stream Input/Output (audio standard za upravljanje zvuka na računalu)  |
| CD    | Compact Disc (digitalni medij za pohranu)  |
| DVD   | Digital Video Disc ili Digital Versatile Disc (digitalni medij za pohranu)   |
| HI-FI | High Fidelity (kratica koja označava zvučne sisteme)   |
| DIY   | Do it Yourself (metoda stvaranja i popravljanja stvari bez intervencije profesionalaca)                            |
| DSP   | Digital Signal Processor (tehnologija obrađivanja digitalnog signala)  |
| VST   | Virtual Studio Technology (tehnologija za integraciju virtualnih instrumenata i efekata u digitalne radne stanice) |
| EDM   | Electronic Dance Music (žanr muzike)   |
| ADSR  | Attack, Decay, Sustain, Release (parametri zvuka na sintesajzeru)  |
| EQ    | Ekvalizer  |
| DI    | Direct Injection (metoda spajanja audio opreme)  |
| BPM   | Beats per Minute (jedinica vremena za muzički tempo)   |
| DB    | Decibel (jedinica za mjerenje glasnoće)  |

# Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. Uvod.....                                      | 1  |
| 2. Kućni studio.....                              | 4  |
| 2.1. Računalo.....                                | 4  |
| 2.1.1. Radna memorija.....                        | 7  |
| 2.1.2. Pohrana i tip pohrane.....                 | 7  |
| 2.1.3. Procesorska snaga.....                     | 9  |
| 2.2. Audio sučelje.....                           | 9  |
| 2.3. Slušalice.....                               | 12 |
| 2.3. Monitori.....                                | 13 |
| 2.5. Akustični tretman sobe.....                  | 14 |
| 3. Digitalne audio radne stanice.....             | 15 |
| 3.1. Digitalni signal procesor (DSP).....         | 16 |
| 3.2. Pluginovi.....                               | 17 |
| 3.3. MIDI sekvencer.....                          | 18 |
| 3.4. Virtualni instrumenti i efekti.....          | 20 |
| 3.4.1. Sintetizirani instrumenti.....             | 20 |
| 3.4.2. Samplirani instrumenti.....                | 22 |
| 3.4.3. Virtualna pojačala.....                    | 24 |
| 3.5. Multi kanalni snimač.....                    | 28 |
| 4. Postupak snimanja pjesme u kućnom studiju..... | 30 |
| 5. Dizajn zvuka.....                              | 40 |
| 6. Zaključak.....                                 | 42 |
| 7. Popis literature.....                          | 44 |



## 1. Uvod

Prvo je potrebno definirati što je to zapravo muzička produkcija. Audio produkcija je naziv za sve poslove uključene u snimanje. To uključuje sve od snimanja zvuka i miksanja, dizajn zvuka do masteringa završne snimke. Ukratko, audio produkcija je kreativni proces koji ima zadatak da snimljeni produkt (pjesma, instrumental, dijalog u filmu...) zvuči najbolje što može.<sup>1</sup> Uloga audio inženjera obuhvaća niz raznovrsnih poslova, od odabira (tipa i modela) mikrofona za snimanje zvuka, precizno pozicioniranje mikrofona te oni osiguravaju uvjete kako bi se zvuk snimio na najbolji mogući način kako bi se ta snimka dalje mogla manipulirati. Cijelim postupkom snimanja u svim tehničkim aspektima upravljaju audio producenti koji po potrebi mogu biti zaduženi i za pisanje pjesama, aranžmane i slične kreativne odluke.<sup>2</sup>

Do kraja kasnih 1970-tih, audio produkcija je bila vrlo specijalizirano područje zbog zahtjevne tehnologije. Tada se zvuk snimao na magnetske trake, a tehnologija je bila skupa pa su samo specijalizirane ustanove – profesionalni studio - imale opremu koja je bila u mogućnosti snimiti zvuk i preraditi ga.



*Slika 1 1 Tipični studio za audio produkciju 1970-tih godina*

---

<sup>1</sup> <https://www.fluxmagazine.com/what-is-audio-production-editing-recording/> Al Woods: What is Audio Production and Editing Recording

<sup>2</sup> <https://www.careersinmusic.com/audio-production/> Caleb J. Murphy: Audio Production: Everything You Need to Know to Get Started, 2020

Godine 1979, Tascam je izumio i plasirao na tržište „Portastudio“. Mali prenosivi 4 kanalni snimač na audio kasetu s mikserom namijenjen za snimanje u kućnom okruženju.<sup>3</sup> Ubrzo nakon plasmana, Portastudio je postao vrlo popularan, a koristilo ga je i puno poznatih izvođača kao Lou Reed, Primus, John Frusciante, Bruce Springsteen, „Weird Al“ Yankovich i ostali.



*Slika 1 2 Tascam Portastudio 244*

Kroz 1980-te i 1990-te tehnologija namijenjena kućnom snimanju počela se rapidno razvijati. Analogue magnetske trake su zamijenjene s digitalnim snimačima i digitalnim audio radnim stanicama (DAW – Digital audio workstation), a danas digitalni snimači predstavljaju standard u audio produkciji.

---

<sup>3</sup> Michael Molenda, Mike Molenda: The Guitar Player Book, 2007



*Slika 1 3 Moderni studio za audio produkciju*

## 2. Kućni studio

Opremiti kućni studio u današnje vrijeme je lakše nego ikada. Tehnologija je kompaktna a cijene pristupačne. Visoka zasićenost proizvoda znači manje cijene zbog konkurentnosti između proizvođača i ogroman izbor opreme za korisnike.

Za opremiti kućni studio potrebno je samo par osnovnih komponenata, a to su:

1. Računalo
2. Audio Interface (Zvučna Kartica)
3. Slušalice
4. Monitori
5. Kablovi

Po potrebi, osnovna oprema se može nadograditi dodatnim komponentama koje najčešće uključuju:

1. Mikrofon
2. Pop filter
3. Akustični tretman sobe

### 2.1. Računalo

Pošto je audio produkcija u cijelosti prešla u digitalni format, prva i najosnovnija komponenta za izradu kućnog studija je računalo. Kod odabira računala treba paziti na stvari koje su ključne za neometan rad sa zvukom, no prije toga moramo definirati koja vrsta računala najbolje odgovara našim potrebama.

Ako želimo statični studio, najbolja opcija je desktop računalo. Prednosti desktop računala kod takvih aplikacija je u tome što se mogu izgraditi od komponenti za specifične zadatke. Za razliku od laptopa, desktop računala imaju zaseban monitor, a često i većih dimenzija što znači veću radnu površinu kod rada s digitalnim audio radnim stanicama (DAW), a time i veću preglednost. Nadogradivi su, pa ako zatreba, može se dodati više pohrane, procesorske snage ili radne memorije. Jedina mana kod desktop računala je to što nisu prenosivi.



*Slika 2.1 4 Tipično desktop računalo*

Prijenosna računala su idealna za mobilni kućni studio. Mogu raditi sve funkcije kao i desktop računalo, no ograničeni su s komponentama koje su prisutne u računalu kod kupnje. Ako zahtjevi za memorijom, pohranom ili procesorskom snagom pređu granice onoga što prijenosno računalo ima, rijetko koje se može nadograditi, a ako se i može, ne u punom kapacitetu kao desktop računalo.



*Slika 2.1 5 Prijenosno računalo*



Zadnje, mobilna tehnologija danas je vrlo napredna te je moguće imati mali mobilni studio samo na pametnom telefonu ili tabletu. Za pametne telefone i tablete danas postoji niz aplikacija kao što su virtualna pojačala, male digitalne radne stanice i puno osnovnih alata pogodnih za obradu zvuka. No zbog raznih razina specifikacija pametnih telefona i tableta postoje i razne razine učinkovitosti takvih aplikacija. Pametni telefoni i tableti najučinkovitiji su za snimanje ideja „na putu“ u srednjoj kvaliteti zvuka za daljnju razradu u bolje opremljenom kućnom studiju. Moguće je snimiti cijelu skladbu samo na mobitelu, no to najčešće nije najidealnije rješenje.



*Slika 2.1 6 Tablet računalo i Pametni telefon*

Bez obzira na odabir računala, važno je imati na umu što najviše utječe na rad sa zvukom, a to je:

1. Radna memorija (RAM)
2. Pohrana i tip pohrane
3. Procesorska snaga

### 2.1.1. Radna memorija (RAM)

Radna memorija ili RAM je najbitnija komponenta kod rada sa zvukom jer digitalne radne stanice zahtijevaju potencijalno puno memorije za rad. Svaka virtualna traka u kojoj se snima zvuk, ovisno o duljini i tipu sadržaja zaprima određenu količinu RAM-a. S obzirom na to da neki kompleksniji projekti mogu doseći i preko 100 virtualnih traka, koliko RAM-a je potrebno funkcionira po principu „više je bolje“. Za neometan rad, trenutni standard je 16 GB radne memorije.



*Slika 2.1.1 7 Modul radne memorije*

### 2.1.2. Pohrana i tip pohrane

Snimljene zvučne datoteke, ovisno o kvaliteti uzorkovanja, zahtijevaju jako puno prostora za pohranu, naročito ako se radi o više projekata. Princip „više je bolje“ se može primijeniti i u ovom slučaju, no treba pripaziti i na tip pohrane. Danas prevladavaju dva tipa pohrane, a to su SSD (Solid State Drive) diskovi i HDD (Hard Disk Drive) diskovi koji se razlikuju u tehnologiji, kapacitetu i brzini.

Hard Disk Drive (HDD, Tvrdi Disk), su jedinice pohrane koje se baziraju na tehnologiji magnetskih rotirajućih diskova. Danas već zastarjela tehnologija, no još uvijek se koristi jer pruža velike količine prostora za pohranu u zamjenu za brzinu. Brzina im je limitirana fizičkim komponentama kao što su rotirajući magnetski disk i ručica za čitanje i pisanje.



*Slika 2.1.2 8 Otvoreni tvrdi disk s prikazanim komponentama*

Solid State Drive (SSD), sastoje se od integriranih elektroničkih sklopova i nemaju pomične dijelove što omogućava ogromne brzine, no manje prostora za pohranu. Također, takve jedinice su još uvijek skupe.



*Slika 2.1.2 9 SSD modul*

Na pitanje, koji disk odabrati, odgovor je jednostavan; oboje. No, „radni“ disk gdje se spremaju projekti u toku, mora biti SSD zbog svoje brzine čitanja kako bi reprodukcije radnih mikseva tekle bez grešaka. Za pohranu odrađenog dovoljan je HDD jer nije potrebno u realnom vremenu reproducirati mik.

### **2.1.3. Procesorska snaga**

Za idealan rad s velikom količinom efekata, equalizera, virtualnih pojačala i sintetičkog zvuka, potreban je kvalitetan procesor. Srećom, većina današnjih procesora je dovoljno brza i jaka da odradi taj zadatak, no po mogućnosti, bolje je imati procesor s više jezgri. Većina digitalnih radnih stanica podržava rad s više od jedne procesorske jezgre što drastično ubrzava procesiranje svih potencijalnih efekata u nekom miksu i omogućava neprekinutu reprodukciju mikseva u realnom vremenu.

## **2.2. Audio sučelje (Audio interface)**

U ovom odlomku, u svrhu jasnoće, koristi se izraz Audio sučelje umjesto zvučna kartica jer, iako obje služe za obradu zvuka, Audio sučelja nude puno više značajka nego zvučna kartica koju najčešće nalazimo u računalima. Ipak, audio sučelje i zvučna kartica često se u trgovinama audio opremom koriste za označavanje iste stvari, ali uvijek se misli na Audio sučelje. Audio sučelja su eksterne hardverske jedinice namijenjene muzičarima i producentima, specifično za rad s Digitalnim audio radnim stanicama, dok su zvučne kartice koje nalazimo u računalima kao integrirani sklop ili dodatna PCI kartica namijenjene samo reproduciranju zvuka s računala te nisu pogodne za snimanje.

Audio sučelje je eksterna hardverska jedinica koja služi kao ulazna jedinica u koju se uključuju instrumenti, mikrofoni ili linijski priključci, obrađivači signala i zvuka, te izlazne jedinice za zvuk. Audio sučelje se s računalom spaja na više načina, no svaki specifičan za kupljenu jedinicu. Postoje USB 2.0, USB 3.0, Thunderbird, Firewire, Ethernet te priključci specifični za pametne telefone. Sučelja s manje ulaza i izlaza najčešće se napajaju preko USB priključka na računalu, no veće jedinice s više ulaza i izlaza zahtijevaju i više energije pa takva sučelja dolaze s posebnim napajanjem te ih nije moguće koristiti u mobilnim okruženjima, no ona za to nisu ni namijenjena. Pojam „audio sučelje“ također se koristi za svaku hardversku jedinicu koja omogućuje snimanje zvuka na računalu putem A/D–D/A konverzije, tako da audio sučelja čine spektar jedno kanalnih specijaliziranih jedinica, do velikih 32 kanalnih digitalnih tonskih stolova. Samo je pitanje što je korisniku potrebno. Neki gitarski multi-efekti također mogu služiti kao audio sučelja.



Slika 2.2 10 Focusrite Scarlett 2i4 audio sučelje, ulazni i izlazni dio

Ulazni dio audio sučelja sačinjen je od jednog ili više XLR kombiniranog ulaza u koji je moguće priključiti ili XLR priključak (najčešće kod mikrofona) ili 6.3mm TS priključak (najčešće kod gitara). U unutrašnjosti sučelja nalaze se pretpojačala za signale, te A/D–D/A (analog-digital/digital-analog) pretvarači te izlazi za monitore. Neka audio sučelja dolaze s integriranim MIDI sučeljem (Musical Instrument Digital Interface – digitalno sučelje za muzičke instrumente) s MIDI IN i MIDI OUT ulazima i izlazima. Većina MIDI kontrolera danas se spaja preko USB sučelja, no za potrebe nekih starijih kontrolera postoji i opcija spajanja MIDI sučelja sa starijim načinom spajanja.

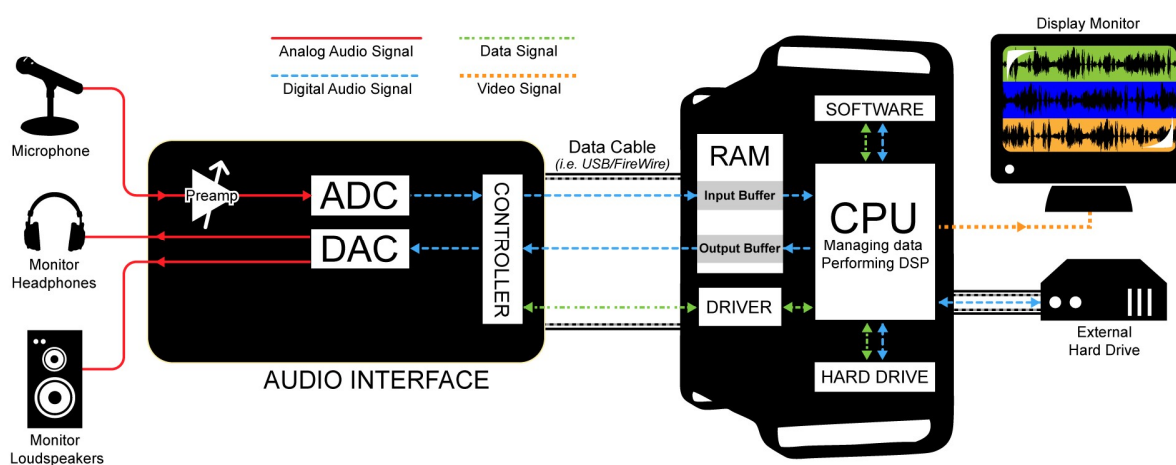
Signal od instrumenta/mikrofona do izlaza putuje sljedećim tokom:<sup>4</sup>

Mikrofon pretvara vibracije zvuka u električni signal. Taj signal putuje kablom do ulaza na audio sučelju. Od tuda, signal putuje do pretpojačala koji pojačava slabi mikrofonski signal na puno jači linijski signal. Dalje, iz pretpojačala signal putuje do A/D (analog-digital) pretvarača koji pretvara električni impuls u ekvivalentni binarni kod – niz nula i jedinica – koje računalo može razumjeti, te ti podaci idu u Digitalnu radnu stanicu gdje se snima. Skoro simultano, digitaliziran signal iz mikrofona, sa svim prijašnje snimljenim zvukovima koji su u Digitalnoj radnoj stanici vode iz računala natrag u audio sučelje gdje dolaze do D/A pretvarača (digital-

<sup>4</sup> <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Mike Levine: Connecting and Converting audio, 2018

analog) koji pretvara binarni kod u električni signal. Taj signal putuje na izlaz audio sučelja gdje se reproducira na monitorima.

Razlog zbog kojeg je signal „skoro simultan“ zapravo je pretvaranje signala u digitalni i natrag koje traje par milisekundi. To se zove latencija. Kako bi se smanjila latencija, Steinberg je razvio ASIO (Audio Stream Input/Output) tehnologiju koju koriste sva audio sučelja kao dio pokretačkog programa (driver)<sup>5</sup>. ASIO tehnologija je ta koja omogućuje varijabilne stope uzorkovanja i kvalitete kvantizacije. Za razliku od ostalih pokretačkih programa normalnih zvučnih kartica koji zvuk šalju kroz operativni sistem na obradu, ASIO tehnologija omogućava direktnu komunikaciju s audio sučeljem, pa tako omogućava i minimalnu latenciju.



Slika 2.2 11 Put signala od ulaza, preko audio sučelja i računala do izlaza

Audio sučelja dolaze s raznim stopama uzorkovanja (sample rate), i kvalitetom kvantizacije (bit depth).<sup>6</sup> Stopa uzorkovanja je pojam koji označava koliko često A/D pretvarač „gleda“ signal dok ga pretvara u digitalni. Mjerna jedinica za stopu uzorkovanja su kiloherci (kHz). Jedan kiloherc znači tisuću uzorka po sekundi. Kvaliteta kvantizacije odnosi se na dužinu binarnog koda nakon konverzije koji se šalje računalu. Audio sučelja najčešće podržavaju razine uzorkovanja od 24-192 kHz, i do 24 bita, no većina ih podržava do 96kHz što je dovoljno za većinu slučajeva. Za usporedbu, audio CD kvalitete ima 16 bita i stopu uzorkovanja 44.1 kHz,

<sup>5</sup> <https://www.steinberg.net/en/company/technologies.html> ASIO: Steinberg's low-latency , high performance audio standard

<sup>6</sup> <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Mike Levine: Sampling Rate and Bit Depth, 2018

dok audio namijenjen za DVD video koristi 48kHz. Veće stope uzorkovanja daje „vjerniju“ sliku električnog signala, no stvaraju i veće datoteke.

Na kraju, latencija je najveći razlog zašto postoje specijalizirana audio sučelja za snimanje, i zašto se ne koriste integrirane zvučne kartice na računalima iako one isto teoretski mogu snimiti zvuk. Kašnjenje zvuka je izuzetno zbunjujuće kod snimanja jer se zvuk čuje nakon otpjevanje ili odsvirane note što čini sviranje nemogućim. Tajmingu muzici je „conditio sine qua non“ (uvjet bez koje se ne može). Jedan od načina da se smanji latencija je da se podese audio spremnik (audio buffer) od Digitalne radne stanice. Spremnik kontrolira količinu vremena koje računalo dozvoljava za obradu signala i mjeri se u uzorcima (64, 128, 256 itd – potencije broja 2). Smanjivanje veličine spremnika smanjuje latenciju, no to prebacuje više napora na procesor računala, te ako je spremnik pre mali, kvaliteta zvuka može biti loša, i puna artefakti.<sup>7</sup> Neka audio sučelja imaju mogućnost direktnog monitoringa, što znači da signal ide na slušalice prije A/D konvertera. Takav signal nema latenciju, no nepogodan je za snimanje gitarskih izvedbi jer one često ovise o virtualnim pojačalima koja su aplicirana na signal \*nakon\* A/D konverzije. Bez toga, u direktnom monitoringu čuje se samo suhi signal.

### 2.3. Slušalice

Slušanje mikseva ključni je dio audio produkcije i za to su potrebne studijske slušalice kako bi reproducirani zvuk bio što zornije prikazan. Tek onda se mogu donositi kreativne odluke o obradi zvuka kao što su dodavanje ili oduzimanje frekvencija, efekata i slično. Obične slušalice nisu namijenjene toj svrsi jer zbog svojeg ograničenog raspona frekvencija koje mogu reproducirati „oboje“ zvuk i ne daju jasnu sliku, no bitno je slušati mikseve i na njima. Ipak, većina ljudi ne sluša glazbu na skupim studijskim slušalicama nego preko slušalice od pametnih telefona ili Bluetooth zvučnika. Bitno je čuti kako završni miks zvuči i na njima, te sukladno tome obraditi snimku.

---

<sup>7</sup> <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Mike Levine: Latency, 2018



*Slika 2.3. 12 Studijske slušalice*

## 2.4. Monitori

Osim slušalica, potrebno je čuti zvuk „u prostoru“, a tome služe studijski monitori. Za kućni studio, za prvu silu, mogu koristiti i obični Hi-Fi zvučnici, no svaki takav zvučnik, isto kao i nenamjenske slušalice, „oboji“ zvuk zbog različitih vrsta zvučnika i konstrukcija kutije stoga se preporuča uporaba studijskih monitora.

Namjena je studijskih monitora da reproduciraju zvuk „kakav jest“, bez obojenja. To se naziva ravni odaziv frekvencija (flat frequency response). Studijski monitori dizajnirani su tako da taj odaziv bude što ravniji.



*Slika 2.4. 13 Studijski monitori*



## 2.5. Akustični tretman sobe

Kao i zvučnici i slušalice, soba također ima svoj frekvencijski odaziv na zvuk. Zvuk se odbija od zidova, te dobiva „boju“, tj. promijenjenu frekvenciju do trenutka kada ne dođe do našeg uha. Sukladno tome, sve kreativne odluke za obradu zvuka u netretiranoj sobi donose se na temelju krivih informacija. Zato se sobe za miksanje moraju tretirati akustički kako bi frekvencijski odaziv bio što ravniji. Pošto je to vrlo skupa investicija koja često uključuje i preuređivanje cijele prostorije i njene infrastrukture, akustični tretman sobe je neobavezan u početku, no vrlo preporučljiv i neophodan za ozbiljnije podvige.

Akustični tretman sobe postiže se preciznim mjerenjem sobe i zvuka, te sukladno tome postavljanjem apsorbirajućih panela i/ili bas zamki, po potrebi. Ti paneli apsorbiraju energiju zvuka i pretvaraju je u vrućinu koja se raspršuje u sobi. Najefektivniji su za apsorpiranje zvukova visoke energije (visoke frekvencije). Bas zamke su isto vrsta apsorpcije, no dizajnirane su specifično za apsorpciju niskih frekvencija. Postavljaju se u kuteve sobe jer se tamo najviše odbijaju niske frekvencije koje se zbog odbijanja pojačavaju.

Difuzija zvuka je još jedan način akustičnog tretmana, a postiže se s panelima koji imaju reljef na jednoj strani. Često su to piramidne izbočine, i slično, a načinjeni su od drva, plastike ili stiropora. Jedna od najpopularnijih „DIY“ (do it yourself) budžet difuzora za tretiranje prostorija za probe od bendova su kartonske kutije od jaja. Difuzori zvuka, kao što i ime predlaže, raspršuju zvuk koji dolazi do njih. Za razliku od zida koji odbija zvuk u jednom smjeru, zbog svoje konstrukcije, difuzori raspršuju zvuk u više smjerova. Taj zvuk gubi energiju i ne odbija se toliko često kao što bi se od zidova, što smanjuje neželjeno odzvanjanje i razbija vrlo visoke frekvencije.



*Slika 2.5 14 Akustični tretman sobe s apsorbirajućim panelima, difuzorima i bas zamkama*

### 3. Digitalne audio radne stanice

Digitalna audio radna stanica (Digital Audio Workstation – DAW) je termin koji može označavati dvije stvari. Jedna se odnosi na sve komponente potrebne za upotrebljivi kućni studio (računalo, audio sučelje i programi za obradu zvuka), a druga se odnosi samo na programe za rad sa zvukom. Obično, kad govorimo o Digitalnim audio radnim stanicama, misli se na ovo drugo.

Najraniji pokušaji Digitalnih audio radnih stanica datiraju još iz 1970-tih i 1980-tih, no zbog visoke cijene računalne pohrane i sporih brzina te pohrane Digitalne audio radne stanice tih vremena nisu bile široko rasprostranjene. Smatra se da je tvrtka Soundstream 1987. g. napravila prvu Digitalnu audio radnu stanicu koristeći najnaprednije tehnologije koje su bile dostupne u to vrijeme. Do kraja 1980-tih, većina računalnih sistema imale su dovoljno procesorske snage za obradu zvuka, no ni približno u kapacitetu kojem je moguće danas. Te funkcije su bile vrlo rudimentarne. Godine 1991. Digidesign na tržište plasira Pro Tools, i ta godina smatra se početkom prelaska studija s analognog na digitalno. Godine i godine inovacija u softverskoj i hardverskoj tehnologiji računala, komponenti računala, pa i specijaliziranih audio sučelja dovele su do zasićenja tržišta, smanjenja cijena i sve boljih i bogatijih funkcionalnosti Digitalnih audio radnih stanica u toj mjeri da je danas moguće snimiti i isproducirati pjesmu s čak i najosnovnijom opremom u udobnosti kućnog studija.

Dakle što je DAW i čemu služi? DAW je integralni dio moderne audio produkcije. Digitalne audio radne stanice su računalni programi koji služe za snimanje, uređivanje, miksiranje i manipulaciju zvuka.<sup>8</sup> Moderne radne stanice danas se sastoje od sljedećih komponenti koje su prije bile zasebne:

- Digital signal procesor
- Pluginovi
- MIDI sekvencer
- Virtualni instrumenti i efekti
- Multi kanalni snimač

---

<sup>8</sup> <https://www.careersinmusic.com/what-is-a-daw/> Caleb J. Murphy: What is a DAW? (And what can you do with it?)



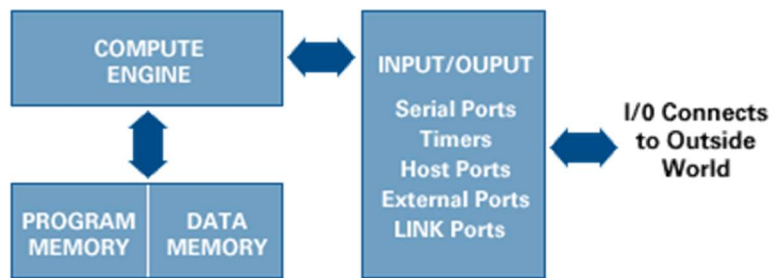
*Slika 3 15 Pro Tools, standard u audio produkciji*

### 3.1. Digitalni signal procesor (DSP)

Digitalni signal procesori (DSP), uzimaju analogni snimljeni signal (glas, instrument...) koji je digitaliziran (kao kroz A/D konverter u audio sučelju), i matematički ga manipuliraju kako bi se dobio drugačiji rezultat.<sup>9</sup> Nakon manipulacije, šalju izmijenjeni signal natrag u stvarni svijet (u slučaju DAW – na izlaz od audio sučelja, pa na monitore). To sve se događa vrlo brzo što omogućuje skoro simultanu obradu zvuka u realnom vremenu, no ipak nije instantno (o čemu je bilo govora u poglavlju latencije). Ipak, dovoljno brzo da je danas moguće slušati manipulirani signal isto brzo kako ga i stvaramo (s glasom ili svirkom na instrumentu), bez da čujemo da taj signal kasni.

Digitalni signal procesori su ključni dio svake Digitalne audio radne stanice, a pošto se mogu programirati da rade razne manipulacije nad signalom, ključni su dio i raznih virtualnih pojačala i efekti. Mogu se koristiti za bilo koju vrstu signala kao što je video signal, telefonski signal itd.

<sup>9</sup> <https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html> (What is a DSP?)



Slika 3.1 16 Dijagram digitalnog signal procesora

## 3.2. Pluginovi

Pluginovi su ključni dio svake digitalne audio radne stanice. Godine 1996. Steinberg je lansirao prve verzije Virtualne studio tehnologije (VST)<sup>10</sup>. Cilj VST-a je integracija virtualnih efekata i instrumenata u digitalne audio radne stanice, a izvorni kôd za razvoj te tehnologije otvoren je i dostupan svima, što je dovelo do standardizacije pluginova, koji danas svi koriste VST tehnologiju i format. Zbog toga, na tržištu postoji na tisuće raznih pluginova, što besplatnih, što onih koji se naplaćuju, a mogu ih razvijati svi koji razumiju programiranje, od neovisnih programera do velikih tvrtki. Pluginovi mogu biti digitalne rekreacije postojećih hardverskih efekata (distorzije, ekvalizatori, chorus, delay), ili potpuno novi, neviđeni instrumenti i efekti. Pošto je tehnologija virtualna, integracija u digitalne radne stanice je automatska. Nema više potrebe za spajanjem raznih hardverskih efekata kablama i ograničenja brojem ulaza i izlaza na tim jedinicama što čini VST tehnologiju vrlo jednostavnom i fleksibilnom, no VST također nudi i integraciju hardverskih efekata u put signala.

Postoje tri vrste VST pluginova:

1. VST instrumenti – generiraju zvuk
2. VST efekti – moduliraju postojeći zvuk
3. MIDI efekti – moduliraju MIDI informacije te ih šalju virtualnim instrumentima

---

<sup>10</sup> <https://www.steinberg.net/en/company/technologies.html> VST: The integrative standard for virtual instruments and effects.

### 3.3. MIDI sekvencer

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) je komunikacijski standard koji omogućava digitalnim muzičkim instrumentima da komuniciraju jedni s drugima<sup>11</sup>. Prije standardizacije sučelja 1980-tih godina, oprema raznih proizvođača nije mogla komunicirati međusobno. Tako, na primjer, nije bilo moguće spojiti Yamaha klavijature s Rolandovim sintesajzerom jer je svaka imala svoje posebno sučelje koje nije bilo kompatibilno. Dave Smith, 1983. godine razvio je prvi MIDI standard koji je ubrzo nakon toga usvojen od strane raznih proizvođača opreme<sup>12</sup>.

Pomoću MIDI sučelja, prenose se informacije događaja kao što su nota, visina tona, trajanje note, jačina note, a moguće je prenijeti i informacije kao što su vibrato, prostorni raspored (lijevo-desno), i signali koji kontroliraju tempo, a uređaji koji šalju te signale su MIDI klavijature (ili MIDI kontroler), te MIDI sekvenceri. MIDI kontroleri su hardverski uređaji koji obično imaju oblik klavijature, ili tipki nalik blokovima koje kad se pritisnu šalju MIDI informacije virtualnim instrumentima. Midi sekvenceri mogu biti hardverski i virtualni, no virtualni često imaju više mogućnosti i lakše je baratati njima.

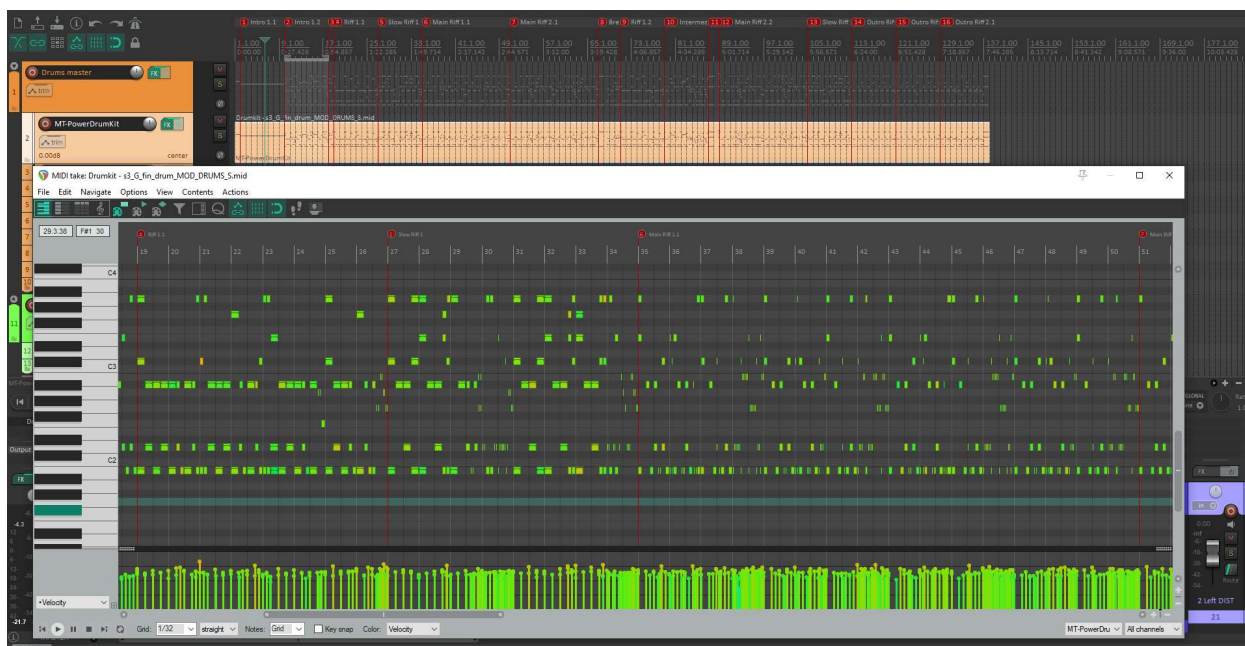
Bez MIDI standarda, kućna produkcija kakva postoji danas, bila bi nezamisliva. Upravo zbog MIDI standarda moguće je napisati kompleksne aranžmane bez predznanja o muzičkoj teoriji (iako je poželjno znati osnove), te bez potrebe za hardverskim komponentama, što smanjuje troškove muzičke produkcije u kućnom studiju.

Svaka Digitalna audio radna stanica dolazi s integriranim midi sekvencerima. Ti sekvenceri primaju MIDI informacije iz eksternih izvora kao MIDI klavijature ili MIDI kontroleri, i zapisuju MIDI informacije u sekvencer za daljnju obradu. Također je moguće ručno upisivati MIDI informaciju u sekvencer, te manipulirati sve njezine parametre. Funkcije kao kopiranje, premještanje, kvantizacija i humanizacija dostupne su na većini Digitalnih audio radnih stanica. Najkorisnije funkcije midi sekvencera su kvantizacija i humanizacija.

---

<sup>11</sup> <https://blog.landr.com/what-is-midi/> Michael Hahn: What is MIDI? How To Use the Most Powerful Tool in Music

<sup>12</sup> <https://www.musicradar.com/news/tech/30-years-of-midi-a-brief-history-568009> Future Music: 30 years of MIDI: A Brief History



*Slika 3.3 17 MIDI sekvencer u programu Reaper*

Kvantizacija služi kako bi se note automatski posložile na najbliži početak metronomskog udarca (beat) ili dobe. To je savršen alat kad se koristi za obradu midi sekvence koja je odsvirana preko MIDI klavijatura ili MIDI kontrolera. Pošto ljudi ne mogu biti 100% precizni kod sviranja, kvantizacija posloži odsvirane note na savršene pozicije. Takav pristup čest je u EDM (electronic dance music) žanru, gdje je poželjno imati savršeno točne ritmove i melodije, ali isto i u bilo kojem žanru muzike gdje se želi istaknuti robotska preciznost i činjenica da je muzika rađena na računalu.

Humanizacija u drugu ruku, za razliku od kvantizacije, služi upravo suprotno. Humanizacija nota radi upravo što ime predlaže, čini ih više „ljudskima“. Često je slučaj da se u nekim žanrovima koriste virtualni bubnjevi koji su programirani ili u midi sekvenceru ili nekom drugom programu zbog ne mogućnosti snimanja pravih bubnjeva. To je najčešće slučaj upravo u kućnoj produkciji glazbe. Rezultat tog programiranja je „prirodna“ kvantizacija nota gdje je svaka nota 100% savršeno na udarcu metronoma. Kad se takvi bubnjevi koriste u žanrovima gdje sviraju ljudi (npr., razni bendovi), imati savršene bubnjeve može biti kontradiktorno. Tada se koristi kvantizacija gdje se note automatski nasumično pomiču van udarca, milisekunde prije ili poslije. Moguće je humanizirati i jačinu note (npr., jačinu udarca bubnja). Vrijeme pomaka je proizvoljno pa je moguće i pretjerati s humanizacijom, a u tom slučaju, note su toliko pomaknute da zvuče kao da netko ne zna svirati.

Humanizacija i kvantizacija su najčešće korišteni alati, i naravno, odluka da se koriste ili ne koriste je rezultat kreativne vizije producenta. Iako postoje usvojeni standardi po žanrovima, to nisu pravila.

Nakon obrade, MIDI informacije sekvencer šalje u virtualne instrumente.

### 3.4. Virtualni instrumenti i efekti

Virtualni instrumenti su računalni programi koji oponašaju zvukove i karakteristike pravih instrumenata, te za rad trebaju MIDI informaciju ili digitalizirani signal iz audio sučelja.<sup>13</sup> Postoje tri glavne vrste virtualnih instrumenata.

1. Sintetizirani instrumenti
2. Samplirani instrumenti
3. Virtualna pojačala

#### 3.4.1. Sintetizirani instrumenti

Sintesajzeri (synthesizer) su elektronički instrumenti, najčešće klavijature, koje mogu generirati nove ili kopirati postojeće zvukove.<sup>14</sup> Mogu imitirati violine, bubnjeve, klavir, ali stvoriti i nove zvukove i efekte. Postali su popularni 1970-tih godina, a do dan danas su toliko rasprostranjeni da je teško naći pop pjesmu u kojoj nisu korišteni sintesajzeri u barem nekoj mjeri. Prvim sintesajzerom smatra se „Moog synthesizer“ kojeg je Robert Moog stvorio 1964. Sastojao se od modula koji su zasebno stvarali i oblikovali zvukove, a međusobno su se mogli spojiti kablama. Godine 1964. – 1970. smatraju se ranim danima sintesajzera, a popularnost im je rasla i kroz 1980-te gdje su bili korišteni u skoro svakom žanru muzike.<sup>15</sup>

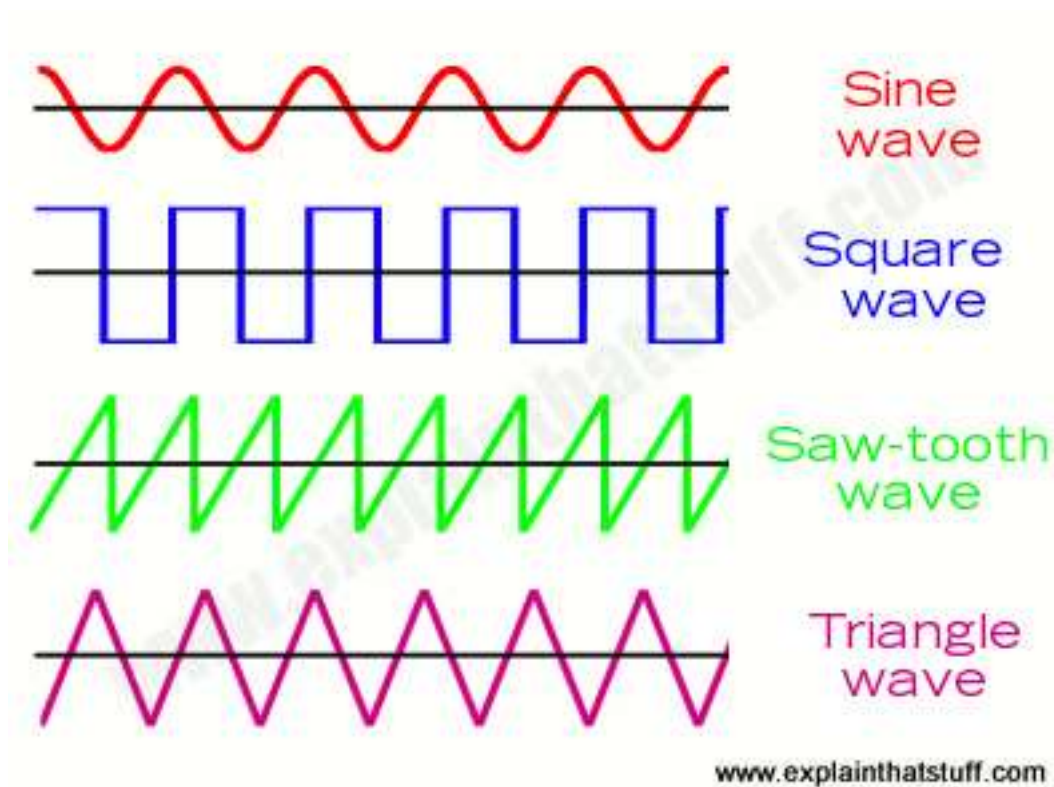
Sintesajzeri funkcioniraju tako da generiraju zvučne valove raznih oblika i oblikuju ih na razne načine. To rezultira različitim zvukovima. Postoje četiri osnovne vrste zvučnih valova koje sintesajzer generira a to su sine wave, square wave, saw-tooth wave i triangle wave.

---

<sup>13</sup> <https://medium.com/pragmatic-sound/what-are-virtual-instruments-c762055ddf71> Nico Schuele: What are Virtual Instruments, 2019.

<sup>14</sup> <https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html> Chris Woodford: Synthesizers, 2020.

<sup>15</sup> Trevor Pinch, Frank Trocco: Analog Days, The Invention and impact of the Moog Synthesizer 2002.

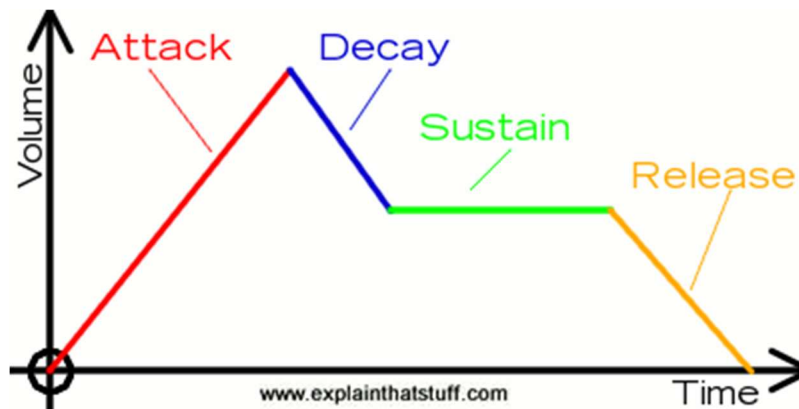


*Slika 3.4.1 18 Četiri glavne vrste zvučnih valova koje sintesajzeri mogu proizvesti*

Sine wave zvuči kao zvuk koji dobivamo kad udarimo zvučnu viljušku. Square wave je zvuk koji je najbliži klarinetu, saw-tooth wave zvuči kao truba, a triangle wave kao flauta. Istina je zapravo obrnuto. Navedeni instrumenti, kad ih analizira osciloskop, proizvode valove takvih oblika, no niti jedan od tih valova nije isti, čak i ako dva instrumenta sviraju istu notu. To je glavna razlika između pravih instrumenata i sintesajzera. Sintesajzeri generiraju jednoličan zvučni val, koji se dalje može manipulirati, dok pravi instrumenti nikad ne mogu proizvesti identični val dva puta. Što netko smatra boljim ipak je pitanje ukusa.

Jedan od faktora kako sintesajzeri uspijevaju dobivati razne zvukove sa samo par generiranih zvučnih valova je kako valovi mijenjaju glasnoću kroz vrijeme. Kako i na pravim instrumentima, zvuk se mijenja kroz vrijeme. Ako pritisnemo tipku na klaviru, prvo se čuje jaki udarac, a zvuk se onda kroz vrijeme stišava. Taj udarac zove se attack. Poslije inicijalnog udarca zvuk se stiša i dođe do određene granice dok ne pustimo tipku. Stišavanje zvuka zove se decay, a jačina zvuka na koju se ton normalizira zove se sustain. Puštanjem tipke, jačina zvuka se stiša do nule i to nazivamo release. Kod drugačijih instrumenata ti parametri su drugačiji, a sintesajzerom možemo kontrolirati vrijednosti svakog od tih parametara. Ti parametri se nazivaju ASDR envelope shape.





Slika 3.4.1 19 ADSR envelope shape

Zbog popularnosti sintesajzera i razvojem digitalne tehnologije, bilo je samo pitanje vremena kad će se ti isti principi rada prevesti u digitalnu domenu pa tako danas postoji niz raznih virtualnih sintesajzera koji većinom rade na istom osnovnom principu koji postoji od kad postoje sintesajzeri. Digitalni sintesajzeri, kao i ostali virtualni instrumenti, za razliku od svojih analognih rođaka, ne koriste električne impulse, nego digitalni signal procesor kako bi oblikovali zvuk na željene parametre, a mogu se kontrolirati putem fizičkih MIDI instrumenata ili MIDI sekvencera. Oni primaju MIDI informacije poslane iz tih izvora, te sukladno MIDI instrukcijama oblikuju zvuk.

### 3.4.2. Samplirani instrumenti

Samplirani instrumenti, također zvani sampleri funkcioniraju na principu uzimanja stvarnih uzoraka snimki, te reproduciranja tih snimki ovisno o MIDI informaciji koja je poslana u sampler. To mogu biti instrumenti cijelog orkestra, ili jednostavni uzorci tipa pljeskanje ili udarac bubnja. Ključna razlika između sampliranih i sintetiziranih instrumenata je ta da samplirani instrumenti koriste uzorke snimki koje su odsvirali muzičari na pravim instrumentima. Takve riznice zvukova mogu doseći ogromne proporcije jer svaki zvuk predstavlja jedan odsvirani ton i jednu datoteku na računalu. Ne samo to, nego svaka tehnika sviranja mora biti posebno odsvirana i snimljena da bi sekvencer mogao „odsvirati“ taj ton kad dobi instrukciju od MIDI-a.

Uzmimo za primjer violinu koja svira ton A. Taj ton se može odsvirati na više načina. Običan potez gudaom, Stacatto kratki potez, Legato... Svaki od tih tehnika sviranja proizvodi drugačiji zvuk. Osim vrste zvuka, također postoji i dinamika, da li se nešto svira lagano, tiho ili pak jakim potezima i glasno. Svaka tehnika sviranja, odsvirana na istom tonu, istoj noti, rezultira

drugačijim zvukom (tog tona, note). Kako bi sekvencer mogao replicirati sve te tehnike sviranja kad dobi MIDI informaciju, one moraju postojati u snimljenom obliku. Tako muzičari koji snimaju riznice zvukova za svaki instrument, moraju odsvirati svaki ton koji taj instrument može proizvesti, sa svakom tehnikom sviranja nekog tona. Naravno, cilj je snimiti te zvukove u najvećoj mogućoj kvaliteti pa takve riznice zvukova često zauzimaju jako puno prostora, te sekvenceri koji barataju s njima koriste puno procesorske snage na računalu i puno radne memorije kako bi se traženi set zvukova mogao svirati u realnom vremenu s MIDI klavijaturama.



*Slika 3.4.2 20 Samplirani virtualni instrument Theorbo*

Sampleri mogu biti specijalizirani ili „prazni“. Specijalizirani sampleri dolaze sa svojom riznicom zvukova i barataju samo s tim zvukovima. Isprogramirani su tako da znaju kako prevesti MIDI informacije u koji zvuk, od raznih s kojima raspolažu. Tako, na primjer, ako je MIDI informacija „ton A, punog trajanja jedne dobe, jačine 150“ sekvencer pušta zvuk sviranja instrumenata s tim parametrima. Ako pak recimo, promijenimo trajanje tona na kratko trajanje

jedne dobe, sekvencer pušta drugačiji zvuk, istog tog tona. To sve se događa jako brzo i naravno, moguće je svirati raznim tehnikama u realnom vremenu. Druga vrsta samplera, „prazni sekvenceri“ su pak programi koji imaju mogućnost učitati zvukove snimljene od korisnika, te ih dalje manipulirati, no nisu uvijek jako precizni kao specijalizirani sampleri ali to im nije ni namjena. Namjena tih samplera je stvaranje novih zvukova. Ako snimimo zvuk udarca šakom u stol, možemo taj zvuk učitati u sampler i stvorili smo novi instrument. Doslovno nema limitacije što je moguće učitati u te samplere. Ako je zvuk, sampler ga može „odsvirati“. Udarac šakom u stol, ili na primjer udarac jedne metalne šipke u drugu proizvodi određenu visinu tona tj. notu. Sekvencer tu notu može modulirati na više ili niže tonove koristeći podatke osnovne frekvencije snimljenog zvuka. Tako možemo dobiti razne tonove i raditi muziku s praktički neograničenim brojem zvukova. Jedina limitacija u toj situaciji je mašta.

### 3.4.3. Virtualna pojačala

Virtualna pojačala razlikuju se od sintetiziranih i sampliranih instrumenata po tome da za svoj rad koriste digitalizirani signal s ulaza audio sučelja (digitaliziran putem A/D konvertera), umjesto MIDI informacija. Tako se nazivaju jer se najčešće koriste za zvukove električnih žičanih instrumenata kao gitare i basevi, a modelirani su po stvarnim pojačalima koje postoje za te instrumente. Također se nazivaju simulatori pojačala.



Slika 3.4.3 21 Ignite Emissary virtualno pojačalo

Virtualna pojačala oblikuju signal slično kao i prava pojačala. Uobičajeni put signala u pojačalo je sljedeći; Signal putuje iz instrumenta kablom do ulaza u pojačalo. Instrumentalni signal je jako slab. Od ulaza, signal ulazi u sekciju pretpojačala koja oblikuju signal za daljnju

obradu. To se obično postiže katodnim cijevima koje daju „boju“ signalu, ili ga distorziraju. Dalje, signal prolazi kroz EQ sekciju na pojačalu gdje možemo dodati ili oduzeti određene frekvencije. Većina pojačala ima kontrole za niske, srednje ili visoke frekvencije. Neki imaju detaljniji ekvilizator za kontrolu specifičnih frekvencija, no oni su rijetki. Iza EQ sekcije, signal dolazi do transformatora koji ga pojačava, te šalje na izlaz gdje putuje kablom do zvučnika. Neka pojačala između prepojačala i pojačala imaju takozvani „effects loop“. To je u principu mala zaobilaznica gdje je moguće poslati signal na obradu vanjskim efektima, obično gitarskim pedalama ili multieft procesorima. Obradeni signal se tada vraća u pojačalo i ide prema sekciji pojačavanja.



*Slika 3.4.3 22 Gitaristički efekti*

Iz ovoga možemo vidjeti da postoje dvije osnovne komponente koje oblikuju zvuk. Prva je pojačalo (sa svim svojim komponentama) i zvučnik. Virtualna pojačala kopirala su taj princip. Zvuk koji dolazi samo iz virtualnog pojačala je grub i neupotrebljiv. Taj zvuk iz pravog pojačala dobivamo kad se pojačalo spoji direktno na izlaz, prije zvučnika. Zvučnici su ti koji pojačalima zapravo daju boju i upotrebljiv zvuk. Pojačalo samo po sebi nije dovoljno. Tako su nastali *impulse response* čitači, koji simuliraju karakteristike raznih zvučnika i zvučnih kutija. Impulsni odaziv odnosi se na odaziv sustava kada mu pošaljemo vrlo kratkim ulaznim signalom koji se

zove impuls.<sup>16</sup> Kad puštamo te impulse kroz zvučne kutije možemo izmjeriti njezine karakteristike kao odaziv frekvencija, faze, otkazivanja faze između više zvučnika, odbijanje zvuka i ostale karakteristike koje možemo digitalizirati i postaviti iza virtualnog pojačala. Tada će ti IR-ovi oblikovati zvuk na temelju pravih zvučnih kutija, no proces nije savršen i često impulsni odazivi nisu 100% točni i vjerni svojim fizičkim pandanima. Ipak, dovoljno su točni da je danas vrlo teško raspoznati razliku između zvuka snimljenog s virtualnim pojačalima i impulsnim odazivima i pravog pojačala sa zvučnom kutijom snimljenom s mikrofonom.



Slika 3.4.3 23 Čitač impulsnih odaziva TwoNotes Wall of Sound

Česta upotreba čitača impulsnih odaziva je i kombinacija s pravim pojačalima. U kućnom studiju, često je teško ozvučiti gitarske zvučne kutije kako bi se snimio zvuk gitara ili bas gitara. Kako bi se snimio zvuk iz zvučne kutije mikrofonom, većina pojačala treba biti pojačana na često neslušljive razine glasnoće. Razlog tome je što pojačala, pogotovo ona koja se baziraju na tehnologiji vakuumskih cijevi, svoj „pravi zvuk“ tek dobivamo kada ih znatno pojačamo. Na tim jačinama elektronke dolaze u područje premodulacije/zasićenja (ulazni napon na upravljačku rešetku elektronke je prevelik i struja kroz elektronku više nije proporcionalna ulaznom naponu,

<sup>16</sup> [https://www.premierguitar.com/articles/The\\_Working\\_Guitarist\\_All\\_About\\_Impulse\\_Responses](https://www.premierguitar.com/articles/The_Working_Guitarist_All_About_Impulse_Responses)  
Pete Thorn: The Working Guitarist: All About Impulse Responses, 2012

dolazi do harmoničkog izobličenja audio signala), pa dobivamo (ovisno o tipu cijevi i pojačala), onaj topli zvuk koji gitaristi jako vole, ili pak na tim jačinama počinje takozvani breakup koji distorzira signal i daje dobro znane rock zvukove. Pošto većina tih pojačala ima izlaznu snagu od 50-150 W, pojačavanje glasnoće iznad neke granice postaje i opasno po sluh. Jedno pojačalo od 100 W, sa zvučnom kutijom od 4 zvučnika, na 50% pojačanja može doseći i do 128 decibela. Za usporedbu, 100-120 decibela smatra se iznimno glasnim gdje je 130 decibela već granica boli! Rijetko koji kućni studio si to može dopustiti, ili čak uopće izvesti. U profesionalnom studiju, zvučne kutije označavaju se u posebnim prostorijama odvojenima od mjesta gdje ljudi borave, akustični su tretirane kako soba ne bi promijenila frekvencijske karakteristike zvučne kutije, i zaštitila ljude u studiju. Kućni studiji nemaju taj luksuz. Tu dolaze čitači impulsnih odaziva u priču. Pošto je većina impulsnih odaziva frekvencijski vrlo slična „pravoj stvari“ od koje su uzeti, velika većina kućnih producenata odlučila se koristiti takvu soluciju umjesto ozvučavanja gitarskih zvučnih kutija. Kako bi to postigli, potrebno je pojačalo spojiti ili na DI (direct injection) kutiju, ili na loadbox. Neka novija pojačala već imaju ugrađene DI izlaze koje je moguće XLR kablom spojiti na audio sučelje i tako snimiti signal. No, takve situacije su rijetke i često imaju već ugrađene impulsne odazive koji nisu promjenjivi. Bolje rješenje je spojiti izlaz pojačala direktno u loadbox, te snimiti čisti zvuk pojačala tim putem. Loadbox je uređaj napravljen za primanje vrlo jakog signala pojačala. Kad bi pojačalo uključili direktno u audio sučelje, pojačalo i sučelje bi izgorjeli. Pojačala (pogotovo ona s elektronkama) trebaju određeni otpor kako bi izlazni transformator u tim pojačalima mogao neometano raditi. To je obično 8 ili 16 ohma, a te vrijednosti prisutne su i na zvučnim kutijama te se trebaju poštivati. Audio sučelje bi izgorjelo jer je signal koje pojačalo daje pre jak za audio sučelje (ipak govorimo o do 100 W izlazne snage). Loadbox, uz to što može primiti jaki signal, pojačalo daje konstantna otpor koji mu je potreban. Takav signal dalje pretvara u slabiji signal koji audio sučelje može primiti i snimiti bez posljedica. Takvo uređenje ne uključuje nikakve zvučnike pa je potpuno tiho, što je idealno za rad u kućnom studiju, a dodatan bonus dolazi u obliku impulsnih odaziva koji svaki daje drugačiju karakteristiku pojačalu.



Slika 3.4.3 24 TwoNotes Torpedo Captor 8 ohm, loadbox

### 3.5. Multi kanalni snimač

Glavna komponenta svake digitalne audio radne stanice je multi kanalni snimač. Tu funkciju su preuzeli iz svojih analognih rođaka, i s dobrim razlogom. Multi kanalno snimanje u svijetu audio produkcije nije ništa novo, no digitalno doba omogućuje nam tu funkciju u prije neviđenom kapacitetu. U doba analognih tonskih studija, broj kanala dostupnih za snimanje bio je ograničen količinom fizički prisutnih kanala na tonskom stolu (tzv. Mikseti). Svaki ima fizički ulaz, i izlaz na sabirnicu za miksiranje, što je slučaj još i danas kad su u pitanju analogni tonski stolovi, no pomoću DAW tehnologije, broj dostupnih kanala je praktički neograničen, limitiran jedino dostupnom radnom memorijom i procesorskom snagom. U većini digitalnih audio radnih stanica, multi kanalni snimač će biti glavno korisničko sučelje kada se program pokrene. Tu se obavljaju najbitnije funkcije za produkciju a to je – snimanje zvuka. U analogno doba, kad bi htjeli snimiti neku snimku u jedan kanal, bilo je potrebno uključiti mikrofona u taj kanal, i snimiti. Ako bi željeli snimati u više kanala istovremeno, to bi postigli s više mikrofona, svaki uključen u svoj zaseban kanal na tonskom stolu, ili putem razdjelnika signala, ako bi željeli snimiti identični signal u više kanala. Pošto su sve funkcije digitalnih audio radnih stanica virtualne, danas to možemo napraviti puno lakše, s puno manje zahtjevnom i ne tako skupom opremom. Naime, pošto je količina kanala neograničena, kanale u multi kanalnom snimaču dodajemo po potrebi.

Pošto audio sučelje ima ograničen broj ulaza, svaki kanal na multi kanalnom snimaču ima opciju definiranja „ulaza“ koji će koristiti. Ako audio sučelje ima dva ulaza, opcije su ulaz 1 i ulaz 2. Ako audio sučelje ima više, opcije su do limita fizičkih ulaza na audio sučelju – po kanalu snimača. Znači, moguće je istovremeno snimiti onoliko kanala koliko je ulaza na audio sučelju, ali neograničen broj puta.

U analogno doba, sve se snimalo na velike magnetske trake. Svako uređivanje snimljenog materijala zahtijevalo je traženje specifičnog problematičnog mjesta na traci motanjem te trake, zatim rezanje trake i kasnije spajanje s novo snimljenom trakom. Taj monumentalan i teški posao, u digitalnim radnim stanicama možemo učiniti instantno samo gledajući gdje je problematičan dio. Tu dolazimo do najbitnije razlike modernih i starih metoda rada sa zvukom a to je sekvencijalni rad s analognim trakama i nesekvencijalan rad s digitalnim kanalima. To znači da digitalne audio radne stanice daju vizualnu reprezentaciju snimljenog materijala na vremenskoj crti – za svaki snimljeni kanal. To nije bilo moguće s magnetskim trakama. Pošto je svaki snimljeni zvuk vizualno prikazan na ekranu, postupak traženja i identificiranja problematičnih dijelova sveden je na par klikova mišem.

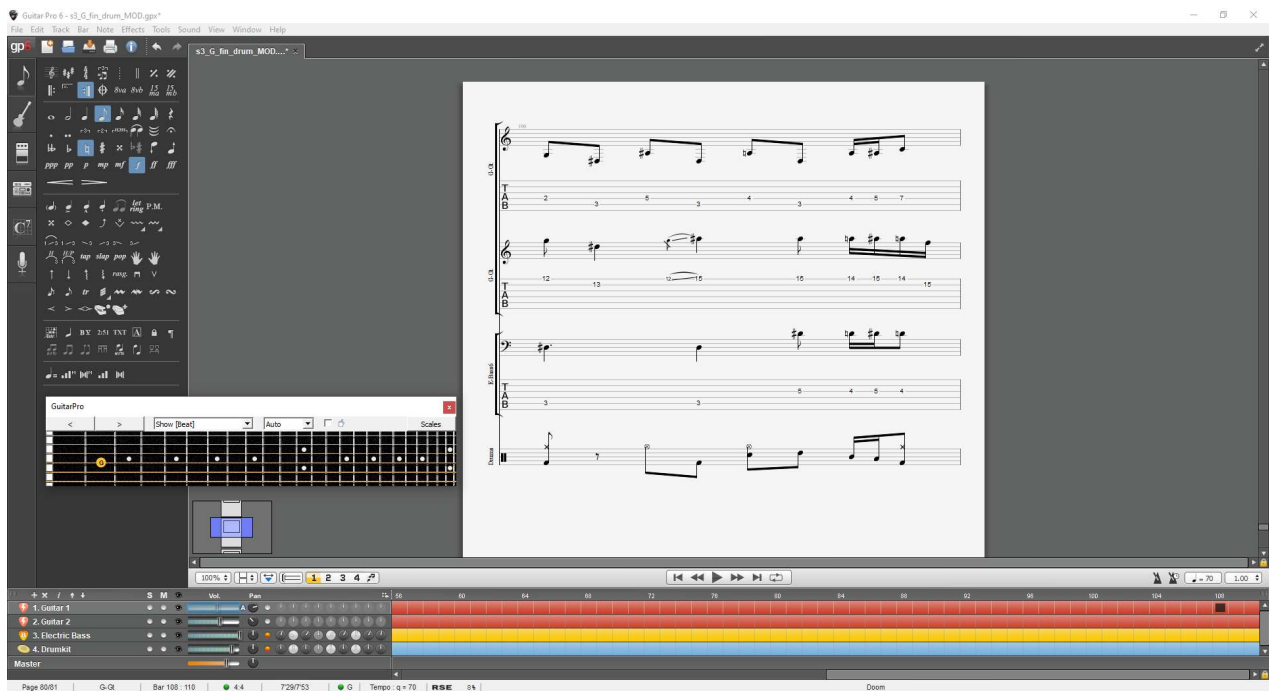
Takav pristup radu omogućuje puno inovacija koje prije nisu bile moguće kao auto-punch način snimanja, uređivanje snimljenog na nedestruktivan način, funkcije „poništi“ i „ponovi“, automatizacija i slično.

Jedan od najkorisnijih alata multi kanalnog snimača, pogotovo za kućne glazbenike i producente je auto-punch način snimanja. Vratimo se u analogno doba. Skoro sva glazba u to doba bila je snimljena sekvencijalno jer je postupak popravka bio dug, naporan i na kraju krajeva – skup; ako je trebalo nešto izrezati s trake i prilijepiti na drugu, značilo je da je dio trake bačen u smeće. To je bio problem sve analogne tehnologije koja je koristila traku u to doba. Magnetske trake koštaju i svaka operacija nad njima je bila bacanje novaca. Snimiti bend na taj način značilo je snimiti izvedbu od početka do kraja bez grešaka. Muzičari su morali biti navježbani i majstori svojih instrumenata jer svaka greška značila je ponavljanje izvedbe. Digitalizacija je potpuno negirala taj problem i stvorila novi jednostavnom mogućnošću brisanja snimljenog bez uništavanja medija za pohranu. Tu se najviše ističe auto-punch snimanje. Više nije potrebno snimiti izvedbu od početka do kraja, moguće je na vremenskoj crti označiti područje koje želimo snimiti, i zvuk će se snimiti samo na označenom djelu, a pokušaja za snimanje imamo beskonačno mnogo. Moguće je čak i snimiti preko već snimljenog s tom metodom i izabrati „bolju verziju“ koja će se tijekom reprodukcije neprimjetno stopiti s ostatkom izvedbe.



## 4. Postupak snimanja pjesme u kućnom studiju

Sad kad znamo što je sve potrebno za kućni studio, kako zapravo snimiti pjesmu? Prvo, trebamo ideju. Postoji mnoštvo alata za razradu muzike, a meni je najdraži Guitar Pro. To je program za notni i tablaturski zapis s naglaskom na gitarističke dionice, makar, moguće je zapisati i bubnjeve, te neke osnovne instrumente. Guitar Pro zapisane note može i reproducirati i zbog toga je odličan alat za aranžiranje i stvaranje muzike.



Slika 4 25 Guitar Pro 6 sučelje s prikazom dionica svakog instrumenta u jednom taktu

Nakon što sam zapisao pjesmu u cijelosti, sa svim dionicama u Guitar Pro, spremna je za snimanje. Odlučio sam prvo zapisati pjesmu u Guitar Pro kako bi kasnije imao referencu i dionice svakog instrumenta. Pjesma ima dvije gitare, bas gitaru i bubnjeve, a svaki instrument svira drugačiju dionicu u više navrata, pa je korisno imati to negdje zapisano za svaki slučaj. Dalje, Guitar Pro će nam poslužiti kao sekvencer za bubnjeve. Kada se zapišu dionice bubnjeva u notama, moguće je tu sekvencu izvaditi iz Guitar Pro programa kao MIDI sekvencu. Pošto se ja bolje snalazim u notama nego u MIDI sekvencerima iz Digitalnih audio radnih stanica, ovo mi je jednostavnije i brže rješenje, a rezultat je isti. Sada imamo zapisanu cijelu pjesmu, i MIDI sekvencu bubnjeva koju ćemo kasnije uvesti u Digitalnu audio radnu stanicu za obradu.

Sljedeći korak je izbor programa koje ćemo koristiti za snimanje i obradu zvuka. Najbolja digitalna radna stanica za kućni studio je Reaper. Postoje i druge opcije na izbor, no Reaper je jedan od rijetkih, ako ne i jedini program koji je besplatan, a nema ograničenja nego je

kompletna digitalna audio radna stanica. Ostale opcije često ograničavaju način rada s besplatnim inačicama npr., ograničen broj dostupnih kanala za snimanje, ograničene opcije eksportiranja miksa, nemogućnost pohrane projekta i slično. Reaper-ova jedina limitacija je licenciranje. Za izdavanje pjesme koja je miksana u Reaper-u, potrebno je kupiti licencu programa, no Reaper i tu ide na ruku kućnim producentima s posebnim cijenama za osobe ili tvrtke s godišnjim profitom manjim od \$20.000, a cijena za takve situacije je samo \$60, bez godišnje pretplate. Za osobe ili tvrtke s godišnjim profitom većim od toga, cijena za program je \$225, bez pretplate. Fleksibilne cijene i mogućnost korištenja programa besplatno (u svrhe snimanja materijala bez namjere da se prodaje) čini Reaper najpopularnijim programom među kućnim producentima.

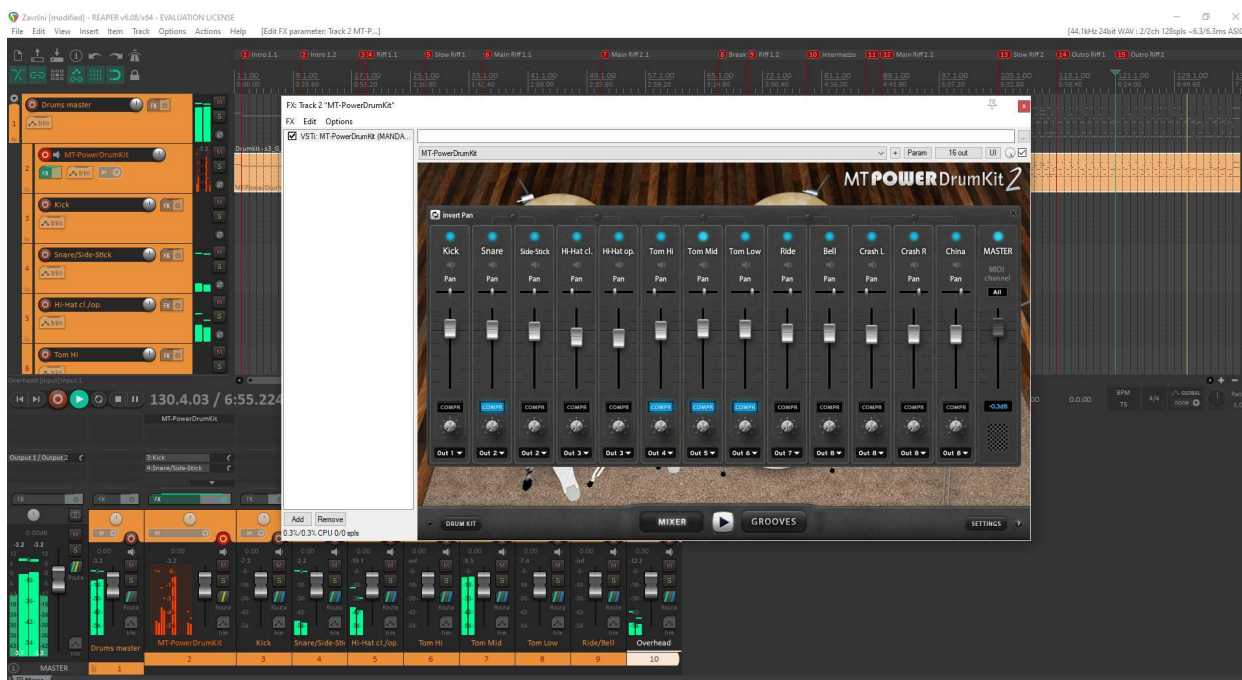
Kada prvo pokrenemo Reaper, dočekat će nas prazni projekt. Prvi korak je provjeriti da li program prepoznaje audio sučelje i da li su sve postavke stope uzorkovanja i kvalitete kvantizacije zadovoljavajuće. Najuobičajenije postavke za kućnu produkciju su 44.1kHz 24 bita. Takve postavke omogućavaju podnošljive veličine datoteka. Veće stope uzorkovanja stvaraju veće datoteke što može dovesti do problema s količinom pohrane, te reprodukcijom mikseva u realnom vremenu. Sljedeće, potrebno je podesiti latenciju. Moje audio sučelje ugodno radi sa 128 uzoraka, no to varira od audio sučelja do audio sučelja. Neka audio sučelja možda ne mogu podnijeti tako niske stope pa je potrebno to podesiti, u početku otprilike, a kasnije se može podešavati dalje po potrebi jer to utječe samo na latenciju kod sviranja, a ne utječe na reprodukciju miksa.

Sljedeće, trebamo ritam. Srećom, imamo MIDI sekvencu bubnjeva izvedenih iz Guitar Pro-a. Za korektno izvođenje te sekvence, trebamo virtualni instrument. U ovom slučaju – bubnjeve. Virtualni instrument koji sam odabrao je Manda Audio MT-PowerDrumKit zbog toga što je besplatan, a dobro zvuči za moje potrebe jer je namijenjen za „metal“ žanrove. Nakon dodavanja virtualnog instrumenta, automatski se stvara MIDI kanal, te osam kanala za pojedine elemente. To nam omogućava dodavanje efekata na pojedine elemente, što ćemo koristiti kasnije. Unutar sučelja virtualnog instrumenta, potrebno je poslati svaki element na svoj kanal, no instrument ima više elemenata nego ima dozvoljenih kanala za izlaz. To je u redu, možemo poslati grupe elemenata na jedan kanal. Kanali koje ćemo koristiti su sljedeći:

1. Kick
2. Snare + Side Stick
3. Hi-Hat closed + Hi-Hat open
4. Tom High
5. Tom Middle

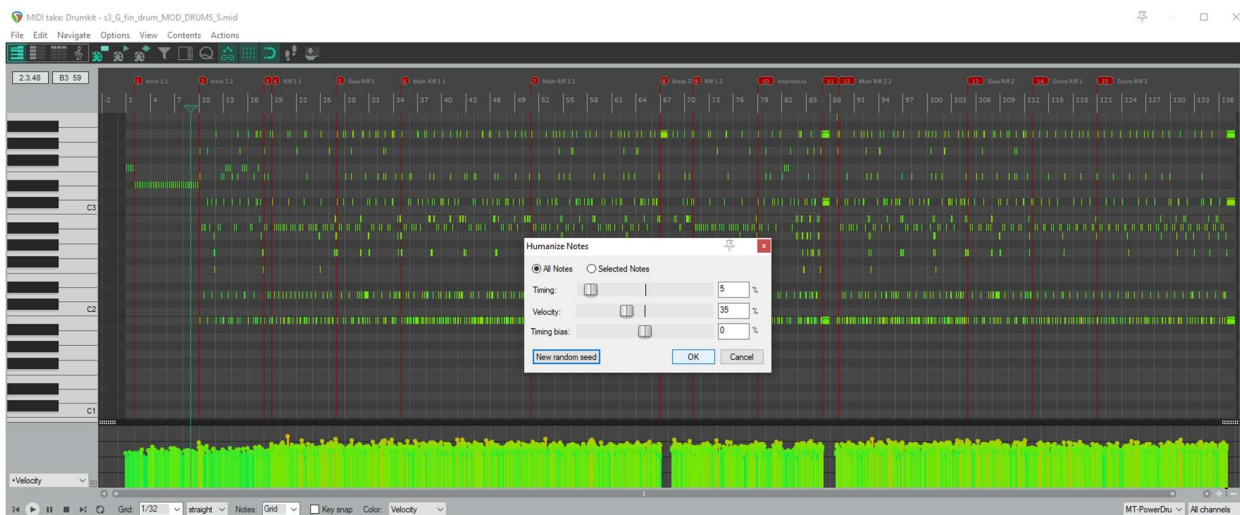
6. Tom Low
7. Ride + Bell
8. Overheads (Crash left, Crash Right, China)

Ova konfiguracija nam daje zadovoljavajuću kontrolu nad elementima, a elementi su grupirani u skupine koje mogu dijeliti ekvilajzer zbog svojih sličnih frekvencijskih zahtjeva. Na MIDI kanal bubnjeva ubacimo MIDI sekvencu, te sve skupa dodamo kao pod-kanale glavnog kanala bubnjeva. Tako možemo, nakon finog podešavanja svakog elementa, podesiti i kompletni zvuk cjelokupnog instrumenta.



*Slika 4 26: Pravilno podešeni bubnjevi s odgovarajućim izlazima i MIDI sekvencom*

Sad kada imamo instrument, možemo odmah na početku urediti MIDI sekvencu i aplicirati humanizaciju. MIDI sekvenca sama po sebi, bez intervencija, ima svaku notu iste jačine, i savršeno centrirane note na svaku dobu. Pošto je ideja da bubnjevi zvuče kao pravi, potrebno je aplicirati humanizaciju kako bi se nasumično note pomiješale po tajmingu i jačini. To nije potrebno raditi odmah na početku, no moje mišljenje je da takav pristup pomaže kod snimanja drugih instrumenata jer zvuči „ljudskije“, pa je i sviranje s takvim bubnjevima kao podlogom, bolje prilagođeno. To je ipak, pitanje ukusa, i humanizacija nije ni potrebna ako je ideja da bubnjevi zvuče robotski, no u mom slučaju, htio sam da zvuče ljudski. Tempo pjesme je 70 BPM (beats per minute – udaraca u minuti).



Slika 4 27: Postavke humanizacije MIDI sekvence za bubnjeve

Bubnjevi su sada spremni i spremni smo za snimanje gitare i bas gitare. Prije snimanja gitara, označio sam sekcije pjesme tako da lakše mogu označiti zasebne dijelove za *auto-punch* način snimanja.

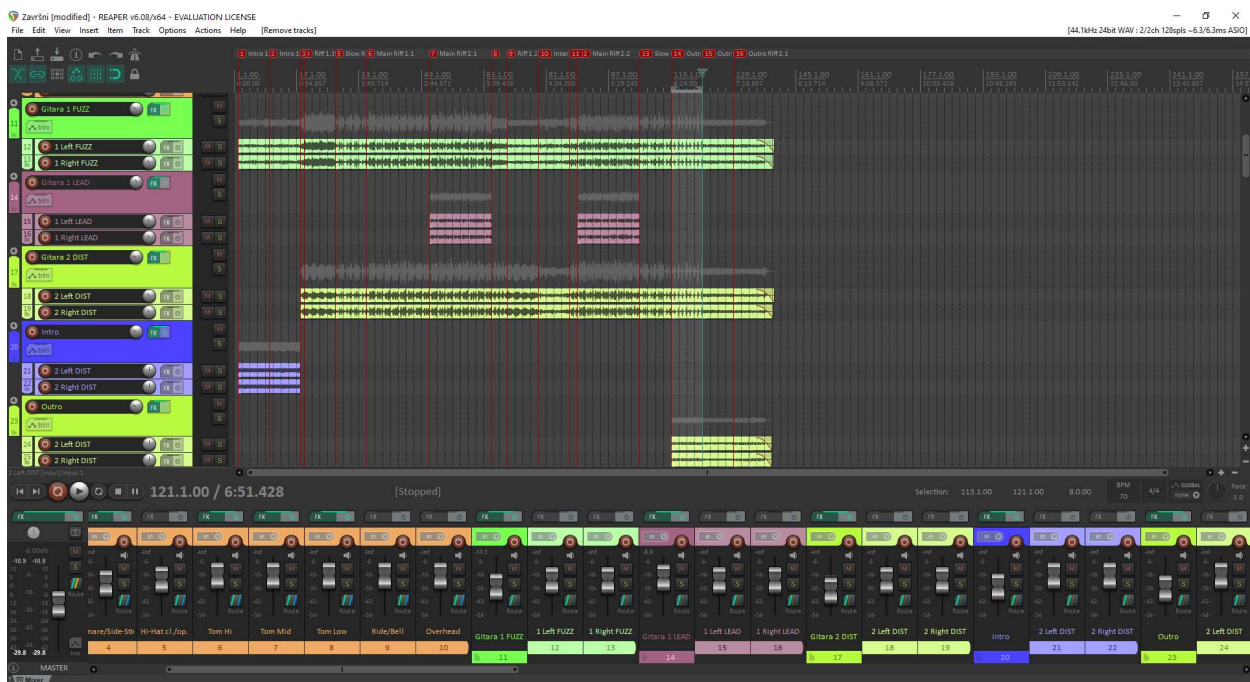
Pjesma se sastoji od dvije gitarske linije i jedne bas linije. Gitara korištena za snimanje je Squier Vintage Modified Jazzmaster Baritone, šest žičana, a bas gitara je Sire Marcus Miller V3 5 žičana. Pošto pjesma koristi tonove dublje od standardnog raspona tonova električne gitare, ovdje sam koristio bariton gitaru i pet žičani bas. To mi omogućava da imam potreban raspon tonova jer su bariton gitare naštimate dublje od standardnih. Standardne gitare su naštimate na tonove E2, A2, D3, G3, B3, E4. Bariton gitare dolaze naštimate na B1, E2, A2, D3, F#3, B3, 5 polutonova niže od standardnih, no kako je u mojoj pjesmi najdublji ton G1, ja sam naštimate gitaru na devet polutonova niže, skoro cijelu oktavu (oktava je 12 polutonova), pa su tako žice naštimate na G1, C2, F2, A#2, D3, G3. Bas gitara naštimate je standardno za pet žičani bas, a to je B0, E1, A1, D2, G2. Bas gitare je obično naštimate cijelu oktavu niže od standardne električne gitare, no pošto je moja električna gitara već naštimate na tonove blizu teritorija bas gitare, štimate bas gitare tako nisko stvaralo bi probleme s intonacijom i zahtijevalo jako debele žice, no iako je to moguće, tako duboki tonovi su već na granici sluha, i radili bi probleme s uklapanjem u miks, pa sam odlučio ostaviti bas gitaru naštimate na standard.



*Slika 4 28 Gitara (lijevo) i bas gitara (desno) korištena za snimanje*

Kada su instrumenti spremni i naštamani, sve što je preostalo je uključiti ih u audio sučelje i namjestiti *gain*, tj. razinu ulaznog signala. Audio sučelja imaju u sebi ugrađene alate za mjerenje ulaznog signala i upozoravaju s raznim ugrađenim indikatorima (indikator ovisi o modelu audio sučelja) kad je signal pre jaki. Uobičajena praksa je pojačati signal do -18dB kod normalnog sviranja. To nam daje dovoljno *headrooma* („prostora“) da kod jačeg sviranja signal ne prelazi granicu distorzije. Distorzija na nivou signala može se koristiti kao kreativni alat, no to u ovom slučaju nije poželjno. Svaka dionica na gitari se snima dva puta, svaki zasebno u svojem kanalu. To nam daje kontrolu nad prostornim rasporedom gitara u miksu pa zbog toga, za svaku

gitaru dodajemo po dva kanala – sveukupno 9 za sve glavne dionice. Tri kanala služe kao glavni kanali pojedinog instrumenta, svaki s dva potkanala koji su prostorno pomaknuti ulijevo i udesno. Zato se snima ista dionica po dva puta, jer da se samo kopira snimljena dionica u drugi kanal, pošto su oboje identične, prostornim pomicanjem bi se međusobno poništile i ne bi dobili efekt prostora, već bi dobili strogi centar. Kada se dionica dva puta odsvira, nemoguće je odsvirati identično pa možemo i percipirati prostorni pomak. To pomaže da se miksu da neka „širina“ i da ostali instrumenti jedni druge ne poništavaju. Ostale kanale dodao sam kasnije jer zahtijevaju svoje zasebne efekte pa da ih ne dijele s dionicama koje te efekte nemaju.



Slika 4 29 Struktura kanala za gitare

Sada slijedi odabir efekta za gitare i virtualnih pojačala. Zbog toliko dostupnih besplatnih *pluginova* ovo je bio dugotrajan proces, no na kraju sam našao kombinacije s kojima sam bio zadovoljan. Ciljani zvuk gitara je prezasićena distorzija koja dugo odzvanja na dugim notama, ali da je ipak muzički upotrebljiva. Cilj nije stvoriti buku, cilj je stvoriti zasićenje „prljavog“ zvuka, a čim prljaviji zvuk – tim bolje. Put signala za svaki instrument je sljedeći:

Gitara 1:

1. ReaTune (štimer)
2. GGate (noise gate)
3. Face Bender (fuzz efekt)
4. Cypress TT-15 (virtualno pojačalo – kopija Orange pojačala)

5. VHL-3C (low.pass/high-pass filter)
6. ReaEQ (ekvilizer)



*Slika 4 30 Efekti korišteni za prvu gitaru*

Gitaru 2:

1. ReaTune (štimer)
2. GGate (noise gate)
3. TSE R47 (distorzija, kopija RAT distorzije)
4. TPA-1 (virtualno pojačalo)
5. VHL-3C (low-pass/high-pass fileter)
6. ReaEQ (ekvilizer)
7. Ignite NadIR – „Simpulse“ impulsi (čitač impulsnih odaziva)



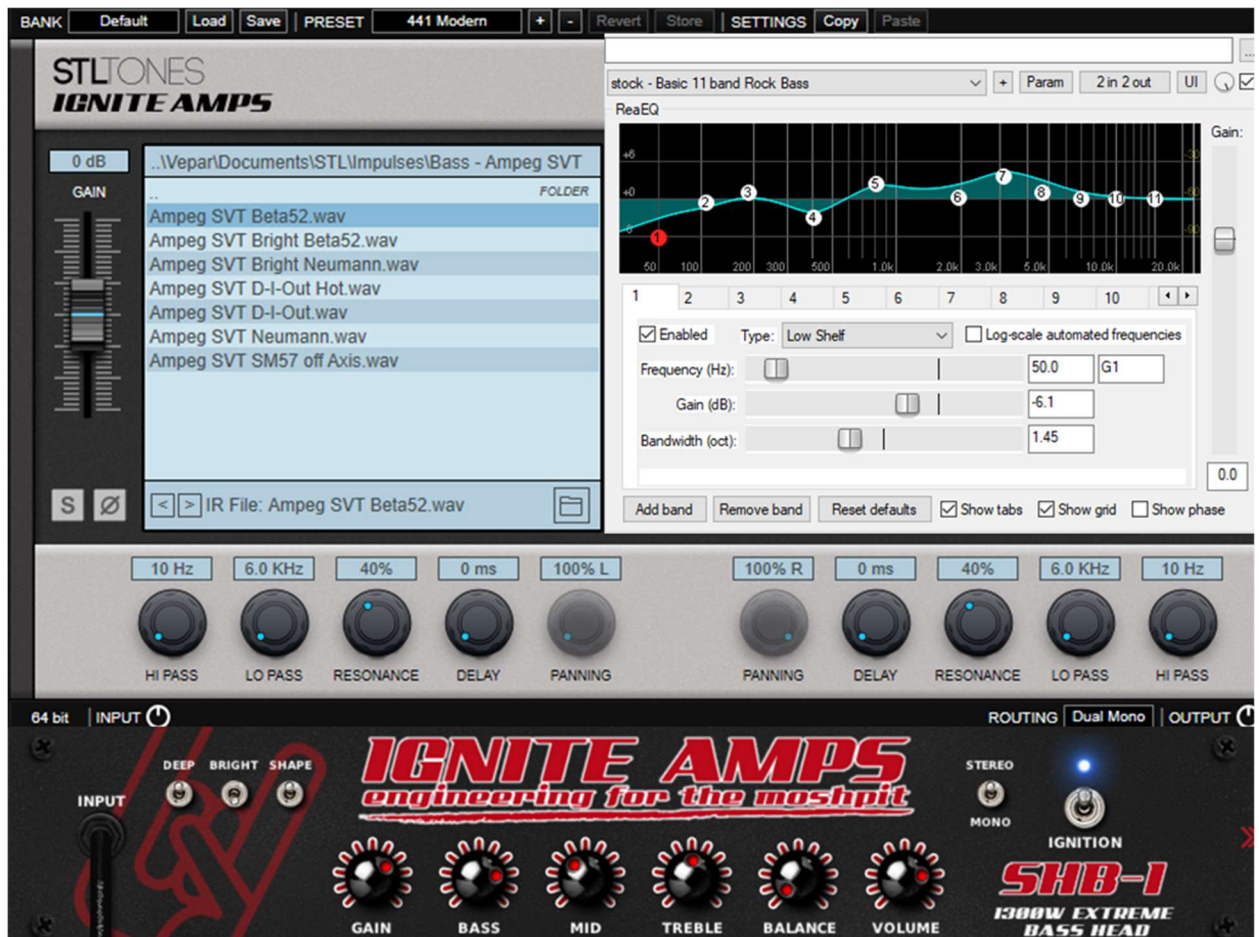
Slika 4 31 Efekti korišteni za drugu gitaru

Bas gitara:

1. ReaTune (štimer)
2. GGate (noise gate)
3. SHB-1 (virtualno bas pojačalo)
4. ReaEQ (ekvilizer)
5. Ingite NadIR – Ampeg SVT impuls (čitač impulsnih odaziva)

Nakon snimanja osnovne strukture pjesme s dvije gitare i bas gitarama, potrebno je dodati još kanala za snimanje *lead* dionica, te *intro* i *outro* dionica. Te dionice snimamo u posebne kanale kako bi imali veću kontrolu nad glasnoćama svakog pojedinog djela pjesme, a moguće je i promijeniti efekte zasebno samo za jednu dionicu. To je bilo korisno za *intro* pjesme gdje je korišten Raum Reverb kao efekt koji dodaje osjećaj „odzvanjanja“ zvuka u velikom prostoru. Lead gitara koristi iste efekte i pojačala kao Gitara 1, a *outro* gitara koristi iste efekte i pojačala kao Gitara 2, no pošto je svaka u svom kanalu, lakše je napraviti balans glasnoće u procesu miksanja.





Slika 4 32 Efekti korišteni za bas gitaru

Pošto su obje gitare snimane u dva kanala, svaki efekt (koji ima tu opciju) mora biti u stereo načinu rada. Ako su postavljeni na mono, to znači da se oba kanala pomiješaju u centar bez mogućnosti prostornog pomaka.

Postupak snimanja sada može krenuti. Opcijom *auto-punch* moguće je snimiti dio po dio. Ovisno o navježbanosti i sposobnosti muzičara, proces snimanja nema minimalno i maksimalno vrijeme. Bitno je samo snimiti sve što točnije jer svaka greška, pogotovo u tako sporom tempu, jako iskače.

Nakon što su dionice snimljene, slijedi proces miksanja. U tom procesu balansiramo snimljene dijelove s ciljem da se svaka dionica čuje. Ako nešto iskače, dobiva se dojam da ta dionica nije dio pjesme a to dosta često ružno zvuči. U procesu miksanja primijetio sam kako bas gitara ne dolazi do izražaja, mutni je i nema onu jačinu koju sam tražio. Razlog tome je, pretpostavljam, tip pickupa na bas gitari koji možda nisu namijenjeni ovom žanru. Kako bih zaobišao taj problem, odlučio sam snimiti dionice bas gitare još jedanput, ali ovaj puta s bariton gitarom. Ta gitara je, zbog načina štimanja već ionako blizu bas teritorija pa je raspon tonova prisutnih na bariton gitari bio je dovoljan za odsvirati bas dionice, a prilikom snimanja koristio

sam *pickup* koji je bliže vratu gitare. Taj *pickup*, zbog amplitude žice koja vibrira jače na toj poziciji, proizvodi više bas frekvencija nego *pickup* koji je bliže mosta gitare na kojem su snimane gitarske dionice. Bas bariton dionice (iste dionice kao od bas gitare), snimio sam također u dva kanala, a koristio sam iste efekte i pojačala kao za bas gitaru. Kombinacija bas bariton i bas gitare dala je onu čistoću koju sam tražio od bas sekcije, no još uvijek nije bila prisutna jačina. Jačinu sam postigao kopirajući cijelu dionicu basa u novi kanal na koji sam postavio *pitch shifter* koji spušta cijelu dionicu za jednu oktavu. Takvi duboki tonovi sami po sebi se ne čuju dobro, ali uz balansiranje tri dionice bas gitare (bas bariton, bas, i *suboctave* bas), dobio sam zadovoljavajući zvuk bas gitare koji je istovremeno moćan i čist s malo naznaka distorzije.

Sljedeće što mi nije pasalo kod miksanja je bio zvuk bubnjeva. Pokušao sam promijeniti virtualni instrument bubnjeva s drugim tipom bubnjeva, no ti drugi su bili pre slabi, vjerojatno namijenjen blažim žanrovima gdje nema jako distorziranih gitara i jakih baseva, no primijetio sam da, frekvencijski, dopunjuju prve bubnjeve. Tako sam odlučio koristiti oba dva virtualna instrumenta bubnjeva. Na svaki element dodao sam kompresor Camel Crusher, te na doboš i činele dodao Reverb. Pomoću toga, bubnjevi su iskočili u miksu, a reverb im je dao karakteristiku odzvanjanja zvuka, kao da sam snimao prave bubnjeve ozvučene mikrofonima.

Poslije toga slijedi *mastering* gdje se rade operacije na cjelokupnom zvuku odjednom, ne više na pojedinim elementima. Cilj *masteringa* je izbalansirati frekvencije kako bi se cjelokupna snimka čula čim čišće. Svi efekti za proces *masteringa* dodaju se na *master* kanal. Ti efekti utječu na cjelokupnu snimku. Na *master* kanalu su sljedeći efekti:

1. Drawmer S73 (Softube)
2. ReaEQ

Drawmer je *mastering* plugin koji u sebi sadržava automatske funkcije kao glasnoća i čistoća snimke, te omogućava da se snimka jednako dobro čuje na više vrsta zvučnika. Drawmer ima nekolicinu opcija na odabir, no bilo je dovoljno ostaviti plugin na osnovnim postavkama i malo ih smanjiti. Nakon *mastering* plugina dodao sam ekvilizator na kojem sam samo malo povišio srednje frekvencije do kad nisam bio zadovoljan cjelokupnim zvukom snimke.

Ništa od navedenog do sada nije pravilo. Sve su to kreativne odluke koje producent mora donositi individualno po ukusu, i po zahtjevima pjesme koja se radi. Neki drugi producent, kad bi mu se dala ista pjesma, možda bi donio drugačije odluke o tome kako bi to trebalo zvučati. Ne postoji pravi odgovor. Jedino pravilo koje treba poštivati je snimiti zvuk bez grešaka, a sve poslije toga čini niz kreativnih odluka.

## 5. Dizajn zvuka

Živimo u zlatno doba muzičke produkcije. Na tržištu postoje besplatne audio radne stanice, mnoštvo audio sučelja na izbor, ogroman broj pluginova namijenjenih za svaki žanr glazbe, a kvaliteta ponude više nije toliko loša da bi bila neupotrebljiva. Toliko alata imamo na izbor da to često vodi do fenomena koji se zove *option paralysis* (paraliza opcija). Kakve veze to ima s dizajnom zvuka?

U analogno doba, muzičari su imali fizičku opremu, a ta oprema je bila jako skupa (makar, još je i danas). Kad imamo jedno pojačalo, jednu zvučnu kutiju i jednu gitaru – ograničeni smo opcijama koje nam ta oprema pruža. Samo su jako bogati i poznati muzičari imali luksuz da odabiru koja oprema im najbolje odgovara i daje najbolje rezultate. No, i onda je odabir opreme, u usporedbi s današnjom ponudom, bio ograničen. Tako su i nastali kulturni zvukovi gitara britanski i američkih rock bendova, zvukovi sintesajzera pop muzike 80-tih i ostali zvukovi koje još dan danas ljudi pokušavaju kopirati. Spektar kvalitete u to doba bio je puno širi nego danas, tako da je još manji dio od cjelokupne muzičke ponude bio zapravo „dobar“. Marshall JCM800 i 1959 Super Lead Plexi, Vox AC30, Fender 53E Deluxe, Bassman i Twin Reverb i Mesa/Boogie Dual Rectifier samo su neki od klasičnih pojačala koja su doprinijela zvuku kulturnih bendova jer su bila „dobra“, dok su ostala pojačala pala u zaborav, što zbog kvalitete izrade, što zbog lošeg zvuka. Ta pojačala još dan danas postoje i rade se nove inačice, a vrlo često ih kopiraju i drugi proizvođači.

U današnje vrijeme, muzičari nisu ograničeni na par uspostavljenih brendova kad na internetu mogu naći stotine besplatnih varijanti tih istih pojačala, i ostalih novih zvukova, a da ne pričamo o „boljim“ plaćenim varijantama. Često je argument, „nema ništa poput originala“, te iako ima nešto u tome, digitalna virtualna pojačala poput Kemper Profiler, Line 6 Helix i AxeFX prevarila su i najbolje uho. Što onda zapravo izabrati? Kako? Tu u priču dolazi *option paralysis*. Kad smo suočeni s takvom količinom opcija, često zablokiramo i ne izaberemo niti jednu. Najgore je to što, nakon isprobavanja svih ponuđenih opcija, sve počinju zvučati isto. Kako bi to izbjegli, potrebno je uzimati pauzu, te se informirati alatima kako bi znali koji nam mogu najviše pomoći za ono što želimo postići. Postoje neke osnovne karakteristike svih pojačala, sintesajzera i slično koje možemo tražiti u svim ponuđenim opcijama. Kad znamo prepoznati te karakteristike, lakše nam je izabrati pravi alat za produkciju. To je postao stvarni problem koji je doveo do drugog problema zvanog *tone chasing* (ganjanje zvuka). *Tone chasing* se zove stanje kad nekome niti jedan zvuk nije dovoljno dobar. Ta osoba onda „lovi zvuk“ konstantno traži drugačiji, bolji zvuk, ali niti jedan nije dovoljno dobar. Naravno, poželjno je željeti što bolji zvuk i bolju produkciju, no to ne smije dovesti do zastoja u kreativnom procesu.

Kako bi što kvalitetnije proveli vrijeme i ispunili kreativnu viziju, a izbjegli zamke kao opcija paraliza i ganjanje zvuka, bitno je upoznati se s opcijama koje nam se nude malo detaljnije od površnog. Na primjer, izbor virtualnog pojačala za distorziranu gitaru. Imamo na izbor četiri pojačala, i svako pojačalo ima efekt distorzije. Koje odabrati? Na površini, sva četiri rade istu stvar, no bitno je primijetiti kako ju rade. Koliki je stupanj distorzije, kako se ona ponaša kod određenih tehnika sviranja (npr. Palm mute), koje funkcije oblikovanja tona nam nudi pojačalo? Dva vrlo distorzirana pojačala ne moraju imati iste karakteristike kod palm mute tehnike. Jedno možda ima zasićen zvuk koji odzvanja i zadržava se, dok drugo kod iste tehnike proizvodi vrlo kratke precizne note. Odabir često ovisi o žanru muzike, no to ne mora biti pravilo. Kod sintesajzera i virtualnih instrumenata, odabir je još kompleksniji jer, pogotovo kod sintetiziranih instrumenata, oni mogu imati mnoštvo parametara koji se mogu kontrolirati ili automatizacijom ili fizičkim potencijometrima na klavijaturama.

Najbolji način kako ne upasti u zamku je ipak – znati što želimo postići prije nego snimimo pjesmu. Audio produkcija, kako je već rečeno, je kreativni proces i umjetnički izražaj producenta. Tako pluginovi, virtualni instrumenti i pojačala služe kao boje kojim dočaravamo atmosferu pjesme i trebaju biti tretirani kao takvi. Ako ne znamo unaprijed što želimo postići, nemoguće je odabrati pravi alat kad nemamo cilj. To je kao da slikar ne zna što da slika. Ima boje (pluginove), ima platno (pjesma), ali ne zna što na to platno staviti, koja je slika koju želi predstaviti drugima. Kao i prazno platno, svaka pjesma, napisana u notama, je samo prazno platno koje dobiva boju tek kada producent izvrši svoju kreativnu viziju pomoću obrade zvuka. Naravno, nikakva produkcija ne može spasiti lošu pjesmu, ali dobra audio produkcija može dobru pjesmu učiniti još boljom.

## 6. Zaključak

Muzička industrija u ovo doba toliko je razvijena i raznovrsna da na dlanu, i to često besplatno, imamo skoro neograničen broj alata na raspolaganju, što od instrumenata, Audio sučelja, Digitalnih radnih stanica do svih mogućih pluginova raznih vrsta i namjena. Kako su nekad muzičari morali plaćati enormne cijene za vrijeme u profesionalnom studiju, tako si sada svatko može u udobnosti vlastitog doma priuštiti svoj vlastiti studio. U doba sveprisutnog auto-punch načina snimanja muzike, fokus snimljene glazbe više nije na virtuoznosti muzičara jer uz dovoljno vremena, svatko može kad-tad snimiti dio po dio pjesme i iznad svojih mogućnosti tako da se fokus mijenja na aranžmane pjesama i produkciju. Sve veća brzina interneta, socijalne mreže i online izdavački servisi tipa Distrokid zasjenili su velike diskografske kuće i omogućili neovisnim muzičarima da izdaju svoju muziku i u nekom manjem kapacitetu zarađuju na svojoj muzici. To je ipak dovelo do velikog zasićenja tržišta pošto svatko tko se bavi glazbom može tu glazbu bez puno napora plasirati na tržište. Konkurentnost, ako se uopće može govoriti o konkurentnosti u umjetničkom smislu, je na najvišem nivou. Prošli su dani kada su se slušali cijeli albumi pjesama gdje svaka ima istu produkciju. Sada se slušaju singlovi na streaming servisima kao Deezer i Spotify, te prate životi muzičara putem Instagrama i YouTube-a. Danas, više nego ikada produkcija igra veliku ulogu i jednaka produkcija na više pjesama više nije toliko opravdana kao nekad. Produkcija mora podupirati pjesmu na kojoj je rađena, mora pričati priču. Raspon pažnje publike je sveden na minimum, a pri traženju nove glazbe, prva stvar koju slušatelj opazi je produkcija – kakav je zvuk, a ako produkcija pojačava namjeru pjesme – to je podiže iznad ostalih i daje joj poseban pečat.

U Koprivnici, 09.10.2020.

Gordan Vrbanec

---

# Sveučilište Sjever

—  
HABON  
ALISBRAINO



—  
SVEUČILIŠTE  
SIEVER  
—

## IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Gordan Vrbanec (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Muzička produkcija u kućnom studiju (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student: Gordan Vrbanec  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Gordan Vrbanec (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Muzička produkcija u kućnom studiju (*upisati naslov*) čiji sam autor.

Student: Gordan Vrbanec  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

## 7. Popis literature

- [1] <https://www.fluxmagazine.com/what-is-audio-production-editing-recording/> Pristupljeno 01.09.2020. Al Woods: What is Audio Production and Editing Recording
- [2] <https://www.careersinmusic.com/audio-production/> Pristupljeno 01.09.2020. Caleb J. Murphy: Audio Production: Everything You Need to Know to Get Started, 2020
- [3] Michael Molenda, Mike Molenda: The Guitar Player Book, 2007
- [4] <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Pristupljeno 03.09.2020. Mike Levine: Connecting and Converting audio, 2018
- [5] <https://www.steinberg.net/en/company/technologies.html> Pristupljeno 20.09.2020. ASIO: Steinberg's low-latency , high performance audio standard
- [6] <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Pristupljeno 07.09.2020. Mike Levine: Sampling Rate and Bit Depth, 2018
- [7] <https://hub.yamaha.com/what-is-an-audio-interface/> Pristupljeno 07.09.2020. Mike Levine: Latency, 2018
- [8] <https://www.careersinmusic.com/what-is-a-daw/> Pristupljeno 12.09.2020. Caleb J. Murphy: What is a DAW? (And what can you do with it?)
- [9] <https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html> Pristupljeno 12.09.2020. (What is a DSP?)
- [10] <https://www.steinberg.net/en/company/technologies.html> Pristupljeno 20.09.2020. VST: The integrative standard for virtual instruments and effects.
- [11] <https://blog.landr.com/what-is-midi/> Pristupljeno 17.09.2020. Michael Hahn: What is MIDI? How To Use the Most Powerful Tool in Music
- [12] <https://www.musicradar.com/news/tech/30-years-of-midi-a-brief-history-568009> Pristupljeno 17.09.2020. Future Music: 30 years of MIDI: A Brief History
- [13] <https://medium.com/pragmatic-sound/what-are-virtual-instruments-c762055ddf71> Pristupljeno 15.09.2020. Nico Schuele: What are Virtual Instruments, 2019.
- [14] <https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html> Pristupljeno 09.09.2020. Chris Woodford: Synthesizers, 2020.
- [15] Trevor Pinch, Frank Trocco: Analog Days, The Invention and impact of the Moog Synthesizer 2002.
- [16] [https://www.premiarguitar.com/articles/The\\_Working\\_Guitarist\\_All\\_About\\_Impulse\\_Responses](https://www.premiarguitar.com/articles/The_Working_Guitarist_All_About_Impulse_Responses) Pristupljeno 10.09.2020. Pete Thorn: The Working Guitarist: All About Impulse Responses, 2012

## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 1 1 Tipični studio za audio produkciju 1970-tih godina   |    |
| Izvor: <a href="https://www.mixonline.com/recording/studer-at-70">https://www.mixonline.com/recording/studer-at-70</a> .....   | 1  |
| Slika 1 2 Tascam Portastudio 244   |    |
| Izvor: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tascam_Portastudio_244.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tascam_Portastudio_244.jpg</a> .....   | 2  |
| Slika 1 3 Moderni studio za audio produkciju   |    |
| Izvor: <a href="https://www.pinterest.com/pin/263671753163495531/">https://www.pinterest.com/pin/263671753163495531/</a> .....   | 3  |
| Slika 2.1 4 Tipično desktop računalo   |    |
| Izvor: <a href="https://pcaudiolabs.com/buy-build-pro-audio-computer/">https://pcaudiolabs.com/buy-build-pro-audio-computer/</a> .....   | 5  |
| Slika 2.1 5 Prijenosno računalo  |    |
| Izvor: <a href="https://www.audiomentor.com/reviews/top-10-best-laptops-for-music-production">https://www.audiomentor.com/reviews/top-10-best-laptops-for-music-production</a> .....   | 5  |
| Slika 2.1 6 Tablet računalo i Pametni telefon  |    |
| Izvor: <a href="https://www.musicradar.com/news/steinberg-brings-cubasis-3-to-android-a-big-name-daw-for-googles-mobile-os">https://www.musicradar.com/news/steinberg-brings-cubasis-3-to-android-a-big-name-daw-for-googles-mobile-os</a> .....             | 6  |
| Slika 2.1.1 7 Modul radne memorije   |    |
| Izvor: <a href="https://www.apple.com/shop/product/MX1K2G/A/128gb-2x64gb-ddr4-ecc-memory-kit">https://www.apple.com/shop/product/MX1K2G/A/128gb-2x64gb-ddr4-ecc-memory-kit</a> .....   | 7  |
| Slika 2.1.2 8 Otvoreni tvrdi disk s prikazanim komponentama  |    |
| Izvor: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive#/media/File:Laptop-hard-drive-exposed.jpg">https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive#/media/File:Laptop-hard-drive-exposed.jpg</a> .....   | 8  |
| Slika 2.1.2 9 SSD modul  |    |
| Izvor: <a href="https://www.mall.hr/ssd-diskovi/samsung-ssd-disk-970-evo-plus-250gb-m-2-80mm-pci-e-x4-nvme">https://www.mall.hr/ssd-diskovi/samsung-ssd-disk-970-evo-plus-250gb-m-2-80mm-pci-e-x4-nvme</a> .....   | 8  |
| Slika 2.2 10 Focusrite Scarlett 2i4 audio sučelje, ulazni i izlazni dio  |    |
| Izvor: <a href="https://www.kanbkam.com/sa/en/focusrite-scarlett-2i4-2nd-gen-usb-audio-interface-B085ZYXFGT">https://www.kanbkam.com/sa/en/focusrite-scarlett-2i4-2nd-gen-usb-audio-interface-B085ZYXFGT</a> .....   | 10 |
| Slika 2.2 11 Put signala od ulaza, preko audio sučelja i računala do izlaza  |    |
| Izvor: <a href="http://digitalsoundandmusic.com/5-1-4-signal-path-in-an-audio-recording-system/">http://digitalsoundandmusic.com/5-1-4-signal-path-in-an-audio-recording-system/</a> .....   | 11 |
| Slika 2.3. 12 Studijske slušalice  |    |
| Izvor: <a href="https://www.musicstore.com/en_OE/EUR/beyerdynamic-DT-770-PRO-250-Ohm-Closed-Studio-Headphones/art-REC0000949-000">https://www.musicstore.com/en_OE/EUR/beyerdynamic-DT-770-PRO-250-Ohm-Closed-Studio-Headphones/art-REC0000949-000</a> ..... | 13 |
| Slika 2.4. 13 Studijski monitori   |    |
| Izvor: <a href="https://www.practical-music-production.com/best-3-inch-studio-monitors/">https://www.practical-music-production.com/best-3-inch-studio-monitors/</a> .....   | 13 |
| Slika 2.5 14 Akustični tretman sobe s apsorberajućim panelima, difuzorima i bas zamkama  |    |



|  |    |
|--|----|
| Izvor: <a href="https://www.soundonsound.com/sound-advice/beginners-guide-acoustic-treatment">https://www.soundonsound.com/sound-advice/beginners-guide-acoustic-treatment</a> .....   | 14 |
| Slika 3 15 Pro Tools, standard u audio produkciji  |    |
| Izvor: <a href="https://audiodawg.com/product/avid-pro-tools-1yr-subscription-institution/">https://audiodawg.com/product/avid-pro-tools-1yr-subscription-institution/</a> .....   | 16 |
| Slika 3.1 16 Dijagram digitalnog signal procesora  |    |
| Izvor: <a href="https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html">https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html</a> .....   | 17 |
| Slika 3.3 17 MIDI sekvencer u programu Reaper  |    |
| Izvor: Vlastita arhiva.....  | 19 |
| Slika 3.4.1 18 Četiri glavne vrste zvučnih valova koje sintesajzeri mogu proizvesti  |    |
| Izvor: <a href="https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html">https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html</a> .....   | 21 |
| Slika 3.4.1 19 ADSR envelope shape   |    |
| Izvor: <a href="https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html">https://www.explainthatstuff.com/synthesizers.html</a> .....   | 22 |
| Slika 3.4.2 20 Samplirani virtualni instrument Theorbo   |    |
| Izvor: <a href="http://www.soniccouture.com/en/products/28-rare-and-experimental/g30-the-conservatoire-collection/">http://www.soniccouture.com/en/products/28-rare-and-experimental/g30-the-conservatoire-collection/</a> .....   | 23 |
| Slika 3.4.3 21 Ignite Emissary virtualno pojačalo  |    |
| Izvor: <a href="https://www.scuffhamamps.com/forum/sounds/7486-simple-test-real-amp-vs-amp-sim-marshall-sound">https://www.scuffhamamps.com/forum/sounds/7486-simple-test-real-amp-vs-amp-sim-marshall-sound</a> .....   | 24 |
| Slika 3.4.3 22 Gitaristički efekti   |    |
| Izvor:   |    |
| <a href="https://www.pinterest.nz/pin/629589222886389505/">https://www.pinterest.nz/pin/629589222886389505/</a> .....  | 25 |
| Slika 3.4.3 23 Čitač impulsnih odaziva TwoNotes Wall of Sound  |    |
| Izvor: <a href="https://www.two-notes.com/wall-of-sound">https://www.two-notes.com/wall-of-sound</a> .....   | 26 |
| Slika 3.4.3 24 TwoNotes Torpedo Captor 8 ohm, loadbox  |    |
| Izvor: <a href="https://www.sweetwater.com/store/detail/TorpedoCap8--two-notes-torpedo-captor-reactive-loadbox-di-and-attenuator-8-ohm">https://www.sweetwater.com/store/detail/TorpedoCap8--two-notes-torpedo-captor-reactive-loadbox-di-and-attenuator-8-ohm</a> ..... | 28 |
| Slika 4 25 Guitar Pro 6 sučelje s prikazom dionica svakog instrumenta u jednom taktu   |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....   | 30 |
| Slika 4 26: Pravilno podešeni bubnjevi s odgovarajućim izlazima i MIDI sekvencom   |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....   | 32 |
| Slika 4 27: Postavke humanizacije MIDI sekvence za bubnjeve  |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....   | 33 |
| Slika 4 28 Gitara (lijevo) i bas gitara (desno) korištena za snimanje  |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....   | 34 |
| Slika 4 29 Struktura kanala za gitare  |    |

|   |    |
|---|----|
| Izvor: Vlastita arhiva .....                | 35 |
| Slika 4 30 Efekti korišteni za prvu gitaru  |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....                | 36 |
| Slika 4 31 Efekti korišteni za drugu gitaru |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....                | 37 |
| Slika 4 32 Efekti korišteni za bas gitaru   |    |
| Izvor: Vlastita arhiva .....                | 38 |