



ANALOGINEN SUMMAUS

Juha-Matti Koppelomäki

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Viestinnän koulutusohjelma
Digitaalinen ääni ja
kaupallinen musiikki

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Viestinnän koulutusohjelma
Digitaalinen ääni ja kaupallinen musiikki

Juha-Matti Koppelomäki:
Analoginen summaus

Opinnäytetyö 43 sivua, liitteet 3 äänitiedostoa.
Huhtikuu 2013

Toteutin analogisen summauksen äänittämälleni ja miksaamalleni äänitteelle. Samalla perehdyin analogiseen summaukseen käytettäviin laitteisiin ja menetelmiin sekä digitaalisen ja analogisen summauksen eroihin. Tavoitteena oli saada selville onko analoginen summaus jollain tavalla parempi, kuin digitaalinen summaus. Löytääkseni vastauksen perehdyin, mitä aiheesta oli jo aiemmin kirjoitettu sekä tein mittauksia ja vertailua itse äänitetyle lähdemateriaalille.

Päädyin siihen lopputulemaan, että monikanavainen analoginen summaus ei poikkea digitaalisesta summauksesta, vaan kyse on analogisen laitteen aiheuttamista häiriötuotteista, joita on mahdollista myös saada aikaan summaamalla stereomiksaus digitaalisesti ja reitittämällä se kahteen analogiseen kanavaan. Pieniä eroavaisuuksia löytyi mittaamalla, mutta kuuntelemalla erot olivat liian pieniä havaittavaksi.

Analogisen laitteen häiriötuotteiden, kuten särön, merkitystä taiteellisena tehokeinona ei voi kuitenkaan vähätellä. Musiikissa on kyse pääasiassa taiteellisesta tuotteesta, jossa analogisen laitteen epätäydellisyydet voivat toimia luonnetta ja omalaatuisuutta tehostavina efekteinä. Äänenlaadullista parannusta analogisella summauksella ei kuitenkaan pystytä saavuttamaan sen oikeassa merkityksessä, vaan kyse on pikemminkin äänenlaadun tarkoituksenmukaisesta heikentämisestä. Se ei tarkoita, että analoginen summaus kuulostaisi huonommalta.

Asiasanat: analoginen summaus, digitaalisuus, analogisuus, miksaus, äänenlaatu.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Media
Option of Digital Sound and Commercial Music

Juha-Matti Koppelomäki:
Analog Summing

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 3 sound files.
April 2013

I did analog summing for a release that was recorded and mixed by me. I familiarized with the hardware and methods used for analog summing and also the differences between digital and analog summing. My goal was to find out if analog summing was better in anyway compared to digital. In order to find the answer I read up on what was written by others about the matter and I also did some measurements and comparison using the recorded and mixed material as an exploratory object.

I came to a conclusion that multichannel analog summing does not differ from digital summing but it is rather a question of artifacts produced by an analog circuit that can be achieved by routing the digitally summed stereo mix through two analog channels. I was able to measure differences between two channel and multichannel summing but found out that the differences were small enough to be inaudible.

The significance of artifacts produced by analog circuits such as distortion cannot be underestimated, however. Music is mostly an artistic product in which the inaccuracies of analog devices can be used as an effect to enhance character and personality. What is not achieved by analog summing, though, is better sound quality. It is more a question of degrading sound quality intentionally. That does not mean analog summing sounds worse.

Key words: analog summing, digital, analog, mixing, sound quality.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VIITEKEHYS	7
3	DIGITAALISUUS	8
	3.1 Digitaalinen audio.....	8
	3.2 Bittisyvyys ja näytteenottotaajuus	8
	3.3 Digitaaliset häiriöt ja epälineaarisuudet.....	9
	3.4 Fixed point- ja floating point-summaus.....	10
	3.5 Panorointilaki.....	12
4	ANALOGISUUS.....	14
	4.1 Analoginen audio	14
	4.2 Analoginen summaus.....	14
	4.2.1 AD- ja DA-muuntimet	16
	4.2.2 Analoginen mikseri	17
	4.3 Analogisen summauksen häiriötuotteet	18
	4.3.1 Pohjakohina ja häiriöt	19
	4.3.2 Taajuusvaste	19
	4.3.3 Särö ja headroom.....	20
	4.3.4 Aikaperäiset häiriöt	22
	4.4 Analoginen lämpö.....	23
	4.5 Mielipiteitä ja kokemuksia analogisesta summauksesta.....	23
5	PSYKOAKUSTIIKKA	26
	5.1 Yleistä	26
	5.2 Korvan taajuuserottelukyky	26
	5.3 Peittoilmiö.....	26
	5.4 Äänenväri.....	27
	5.5 Äänen laadukkuus.....	27
	5.6 Placebo-efekti	28
6	MUITA HYÖDYLLISIÄ TIETOJA	29
	6.1 Polariteetti ja vaihe	29
	6.2 Nollatesti	29
7	OMAT TESTIT JA MITTAUKSET	31
	7.1 Tutkimuskohde	31
	7.2 Testit ja mittaukset.....	33
8	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	43

LYHENTEET JA TERMIT

AD	Analogi-digitaali
DA	Digitaali-analogi
DAW	Digitaalityöasema
dB – Desibeli	Äänenvoimakkuuden yksikkö
dBFS	Äänenvoimakkuus suhteessa digitaaliseen nolllatasoon
dBu	Äänenvoimakkuuden keskiarvo verrattuna referenssijännitteseen
Digitaalityöasema	Ääniohjelmisto, esim. Pro Tools
DSP	Digitaalinen signaalin prosessointi
Efekti	Tehostus tai vaikutus
FFT – Fast Fourier Transform	Audion mittauksessa käytetty menetelmä
Hz – Hertsi	Taajuuden yksikkö
Näyte	Otos analogisesta signaalista
Näytteenottotaajuus	Nopeus, jolla näytteitä otetaan
PCM	Pulssikoodimodulaatio
Taajuus	Aallon värähtelynopeus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni perehdyn audion summaukseen ja siihen mitä eroa on digitaalisella ja analogilla summauksella. Alussa käydään läpi yleistä teoriaa digitaalisesta ja analogisesta audiosta sekä siitä millä tavalla ne poikkeavat toisistaan.

Aihe on vaikea ja siitä on hyvin vähän kirjallisuutta tai tieteellistä tutkimusta. Analogisuus ja digitaalisuus herättää paljon tunteita puolesta ja vastaan. Opinnäytetyössäni pysyttelen kuitenkin mahdollisimman luotettavina pitämiini lähteisiin perustuvassa tiedossa, joka pohjautuu todelliseen audioon liittyvään termistöön.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on teorialla ja käytännön esimerkillä antaa läpileikkaus siitä, mitä analogisummaus on, mitkä ovat sen käyttötarkoitukset sekä miten digitaalinen ja analoginen summaus eroavat toisistaan. Tutuksi tulee myös analogiseen summaukseen käytettävät laitteet, digitaaliset sekä analogiset epälineaarisuudet ja lyhyt läpileikkaus psykoakustiikasta.

Työn loppupuolella kerron itse tekemistäni mittauksista, jotka suoritin äänittämälläni ja miksaamallaani lähdemateriaalille. Opinnäytetyön liitteenä on myös mittauksiin käytetyt äänitiedostot eri tavoilla summatusta musiikkikappaleesta. Tiedostoja voi käyttää myös omien havaintojen tekemiseen. Pohdintaosiossa käyn läpi opinnäytetyön tekemisen aikana heränneitä ajatuksia, kysymyksiä sekä vastauksia.

2 VIITEKEHYS

Tein analogisummauksen äänittämälleni ja miksaamalleni Human Waste Disposal Unit-yhtyeen New Beginning-nimiselle julkaisulle. Levyn äänitykset aloitettiin vuoden 2012 kesällä Fantom Studiolla Ylöjärvellä ja saatettiin päätökseen äänittämällä laulut Kuopiossa saman vuoden syksyllä.

Summauksella oli tarkoitus parantaa levyn miksausksen äänenlaatua ja erottelevuutta tietämättä asiasta sen enempää. Tein analogisen summauksen kaikille levyn kappaleille. Samalla ajattelin tehdä vertailua summauksesta ja perustaa opinnäytetyöni kyseiselle aiheelle. Tein summauksen Fantom Studiolla käyttäen studiolla sijaitsevaa Solid State Logicin AWS900+ -mikseriä.

Miksaus oli tehty täysin digitaalisesti Pro Toolsissa ja raidat välimiksattu stemmoihin. Stemmat oli jaettu siten, että rummut, basso, kitarat, laulut, efektit, kuten kaiut ja viiveet ynnä muut oli mahdollista reitittää omiin kanaviinsa analogimikserille. Tein vertailua reitittämällä miksausksen kahden monokanavan läpi sekä summaamalla 16 stereostemmaa 24 monokanavan läpi.

Tarkoitus oli selvittää summautuuko analogiset jännitteen vaihtelut eri tavalla verratuna digitaalisten binäärilukujen sarjoihin sekä johtuvatko erot itse signaalien summauksesta vai ainoastaan niihin käytettyjen formaattien, menetelmien ja laitteiden aiheuttamista ominaispiirteistä, kuten häiriöistä ja epälineaarisuuksista. Olennainen kysymys tämän opinnäytetyön tekemisen pohjalla oli se, että saavutetaanko analogisella summauksella miksausksen äänenlaadullisia parannuksia raitojen erottelevuuteen, tilan tuntuvuuteen, syvyysvaikutelmaan, stereokuvan selkeyteen ynnä muihin ominaisuuksiin, joita liitetään analogiseen summaukseen. Opinnäytetyön aiheeseen syventyessäni selvisi muun muassa, ettei huhu- ja mainospuheisiin tai omiin korviinsa voi täysin luottaa, joten asiaa täytyi tutkia pintaa syvemältä.

3 DIGITAALISUUS

3.1 Digitaalinen audio

Jotta audio voitaisiin muuttaa digitaaliseksi, se pitää ensin muuttaa analogiseksi (Kefauver & Patschke 2007, 16). Digitaalinen audio on näytteistettyä analogiaudiota. Näytteistäminen tapahtuu muuntamalla analoginen jännite binääriluvuksi digitaalimuuntimella. Muunnoksen jälkeen digitaalista audiota voidaan tallentaa kovalevyllä ja sitä voidaan muokata monin eri tavoin.

Näytteistämällä tarkoitetaan sitä, että analogiseksi jännitteen vaihteluksi muutetusta äänestä taltioidaan näytteitä valitulla nopeudella eli taajuudella. Samalla periaatteella toimii myös videokamera, joka tallentaa nopeaa kuvasarjaa ottamalla still-kuvia asetetulla väliajalla. Kuvasarjasta muodostuu liikkuvaa kuvaa. Samaan tapaan analogisesta jännitteestä tehdään digitaalisten numeroarvojen sarja, joka toistettaessa muodostaa ääntä. (Winer 2012, 233.)

Digitaalinen audio on matemaattinen substanssi, joka rekonstruoidaan analogisesta audiosta. Tästä syystä myös audiosignaalien summaaminen digitaalisesti tapahtuu matemaattisesti. Digitaalinen audio on immuuni sähköisille häiriöille, mutta siihen liittyy muuta problematiikkaa. Jotkut väittävät, että digitaalinen summaus on yksi software-mikserien heikkouksista. (Savage 2011, 42.)

3.2 Bittisyvyys ja näytteenottotaajuus

Bittisyvyys on digitaalisen audion resoluutio eli laatu. Se määrittää mm. audion signaalikohinasuhteen sekä dynaamisen alueen. Jokainen bitti sisältää n. 6 desibelin dynaamisen alueen. (Thomas 2009, 14.)

Audio tallennetaan kovalevyllä hyödyntäen pulssikoodimodulaatiota, josta tulee lyhenne PCM. Se on kompressoimaton formaatti. Microsoft ja IBM kehittivät nykyisen äänitiedostoformaatin WAVin, johon ääni tallennetaan PCM-muodossa. Formaattia

käytetään mm. musiikkituotannoissa sekä tallennettaessa ääntä CD:lle. (Truesdell 2007, 516.)

CD:lle tallennetun audion bittisyvyys on 16 bittiä, joka sisältää 96 desibelin dynaamisen alueen. Äänitettäessä käytetään kuitenkin korkeampaa 24-bittistä audiota, jotta äänenlaatu säilytettäisiin mahdollisimman hyvänä prosessoidessa sekä summatessa audiota miksausvaiheessa. 24-bittinen audio sisältää 144 desibelin dynaamisen alueen, jonka hiljaisin ääni ei normaaleissa olosuhteissa ylitä ihmisen korvan kuulokynnystä. Tästä syystä prosessoidessa 24-bittistä audiota voidaan olettaa, ettei synny merkittäviä kuultavissa olevia pyöristysvirheitä. (Thomas 2009, 15.)

Näytteenottotaajuus kertoo kuinka monta näytettä analogisesta audiosta otetaan sekunnissa. CD:n näytteenottotaajuus on 44100 Hz. Näytteenottotaajuus määrittelee digitaalisen audion taajuusalueen. Suurempi näytteenottotaajuus mahdollistaa korkeampien taajuuksien tallentamisen ja toistamisen ollen myös lähempänä alkuperäistä analogista signaalia. (Alten 2012, 180.)

3.3 Digitaaliset häiriöt ja epälineaarisuudet

Vaikka digitaalinen audio onkin immuuni sähköisille häiriöille, on sillä omat heikkoutensa (Savage 2011, 42). Digitaaliseen audioon liittyy häiriöitä, kuten aliasointi, jitter eli viiveen vaihtelu, kellotaajuuden virheet ja huojunta sekä pyöristys- ja kvantisointivirhe (Winer 2012, 71-72).

Aliasointia tapahtuu, kun näytteenottotaajuuden ulkopuolisia taajuuksia yritetään koodata. Tällöin koodauksessa syntyy uusia niin kutsuttuja alias-taajuuksia, jotka poikkeavat muusta musiikillisesta sisällöstä. Kun näytteenottotaajuus on Nyquistin teorian mukaisesti vähintään kaksinkertainen kuin muunnettava audio, siirtyy aliasointi kuuloalueen ulkopuolelle. (Kefauver 2001, 334; Thomas 2009, 14.) Aliasointi on samankaltainen epälineaarisuus, kuin analoginen keskimodulaatiosärö. Se lisää signaaliin taajuuksia, jotka eivät ole suhteessa signaalin taajuuteen. (Winer 2012, 85.)

Jitter eli viiveen vaihtelu on digitaalimuuntimessa aiheutuva erittäin nopea ajoitusvirhe, joka tapahtuu näytteenottojen välissä. Jitter aiheuttaa vaimeaa kohinaa tai säröä, joka on myös samankaltainen analogisen keskimodulaatiosärön kanssa. (Winer 2012, 71-72.)

Kvantisointivirhettä tapahtuu silloin kun käytettävissä olevan bitit eivät riitä esittämään audiota lukuina eli kun audiosignaali alittaa tai ylittää käytettävissä olevan dynaamisen alueen (Yang, Kyriakakis & Kuo 2006, 24). PCM-formaatissa on vain rajallinen määrä diskreettejä lukuja, joilla se presentoi audiota. Se aiheuttaa pyöristysvirhettä, joka eroten kvantisointivirheestä esiintyy sillonkin, kun signaali ei ylitä tai alita dynaamista aluetta. Pyöristysvirhe kuullaan hiljaisena sihinänä, joka peittää audiosta yksityiskohtia. (Thomas 2009, 14.)

Signaalin taajuuksiin vaikuttavia digitaalisia häiriöitä ovat mm. näytteenottotaajuuden epätarkkuus ja huojunta. Muuntimen näytteenottotaajuus ei ole täydellinen ja se voi muuttua pitkän ajan kuluessa. (Winer 2012, 71.)

3.4 Fixed point- ja floating point-summaus

Nykyään kaikki DAW-ohjelmat käyttävät summausmikserissään niin kutsuttua floating point- eli liukulukumatematiikkaa. Yksinkertaistettuna tämä tarkoittaa sitä, että jokaisella näytteelle annetulla arvolla on käytettävissä sama dynaaminen alue. (Leider 2004, 90.) Vaikka audion voimakkuutta pienennetään huomattavasti liukulukujärjestelmässä, sen bittisyvyys eli dynaaminen alue säilyy samana. Näin ollen laatu ei heikkene muutettaessa äänenvoimakkuutta digitaalisesti. Sen sijaan fixed point-mikserissä, jossa käytetään kokonaislukuja liukulujen sijaan, signaalin esittämiseen käytettävien bittien määrä vähenee äänenvoimakkuutta laskettaessa. Näin ollen myös dynaaminen alue pienenee ja äänenlaatu heikkenee. Toinen liukulukujärjestelmän etu on se, että yksittäisen audiosignaalin voimakkuutta voidaan nostaa lähes rajattomasti ilman klippaamista eli säröytymistä. Säröytymistä kuitenkin tapahtuu muutettaessa liukulukuja kokonaisluvuiksi, jos audion tasot ylittävät kokonaislukuparametrien dynaamisen alueen. (Izhaki, 2012.)

Summatessa liukulukumatematiikkaa hyödyntävällä digitaalityöasemalla tasot voidaan pitää kaukana digitaalisen kynnystason (0dBFS) alapuolella ilman audion resolution eli

bittisyvyyden heikkenemistä (Owsinski 2006, 107-109). Digidesign-työntekijä Gannon Kashiwa kertoo Bobby Owsinkin (2006, 109) kirjassa, ettei Pro Toolsin digitaalimikserin liukujen tasojen muuttaminen vaikuta äänenlaatuun tai matemaattiseen tarkkuuteen.

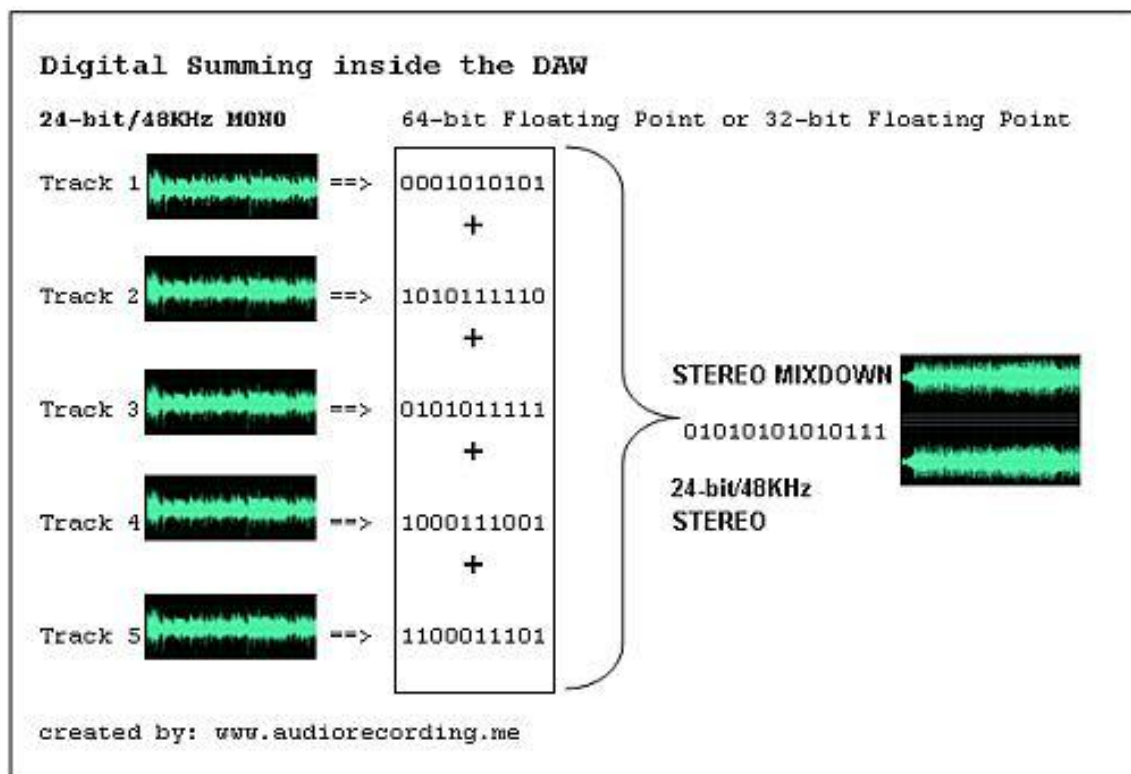
Hyvä esimerkki floating point- ja fixed point-summausmikseristä on Avid Pro Tools, jonka TDM-korteilla toimiva HD- ja natiivi versio poikkeavat toisistaan. Digidesign julkaisi TDM:ksi kutsumansa DSP-kortit vuonna 2002. TDM-kortit eivät tue liukulukuja vaan Pro Tools HD käyttää TDM-korttien kanssa 48-bittistä fixed point-mikseriä. 48 bittiä mahdollistaa 288 desibelin dynaamisen alueen. Käytännössä 48-bittinen fixed point-summaus antaa 24-bittisen äänitiedoston säilyttää kaikki 24 bittiä -90dBFS tasoihin asti. (Kashiwa 2001, 1, 3.)

Avid Pro Toolsin natiivi versio sekä uudet HDX-nimeä kantavat DSP-kortit tukevat uudempaa liukuluku-formaattia. Avidin kotisivuilta löytyvästä ”usein kysytyjä kysymyksiä”-sivulta löytyy varsin selkeä perustelu sille, miksi Pro Tools HD päivitettiin floating point-formaattiin.

Kysymys: Miksi Avid vaihtoi 24-bittisen prosessoinnin ja 48-bittisen fixed point-summauksen rautaan, joka tarjoaa 32-bittiseen floating point-prosessoinnin sekä 64-bittiseen floating point-summauksen, ja mitä se tarkoittaa minun kannaltani? (Avid 2012.)

Vastaus: Vaihdoille on monia syitä. 64-bittinen floating point mix tarjoaa yli 1000dB headroomia, mikä on enemmän kuin tarpeeksi käsittelemään suuria raitamääriä, jonka HDX mahdollistaa. Myös inserttipisteiden siirtäminen 32-bittiseen floating point-formaattiin antaa HDX:lle huomattavasti enemmän dynaamista aluetta plugin-prosessointiin. Tämän takia on lähes mahdotonta klipata plugineja ja samalla tuetaan myös 24-bittistä isompia formaatteja. – – Beta-asiakkaamme kertoivat meille, että he pystyivät kuulemaan eron ja arvostivat sitä [kuulemaansa]. (Avid 2012.)

Emerson Maningo (2012) tiivistää digitaalisen summauksen artikkelissaan “What is analog summing mixer comparing it to digital?” (kuvio 1). Digitaalisessa summauksessa binääriluvut eli digitaalinen data kootaan jokaiselta raidalta ja summataan stereomiksaukseksi. Prosessi tapahtuu matemaattisesti digitaalityöasemassa.



KUVIO 1. Digitaalinen summaus (Maningo 2012)

3.5 Panorointilaki

Panorointi on miksauksessa tehtävä prosessi, jolla voidaan liikuttaa miksauksen elementtejä stereokentässä. Panorointi vaikuttaa kahdesta kanavasta yhtäaikaan soivan signaalien suhteisiin. Yksi summautumiseen ja miksauksen leveyteen vaikuttavista asioista on panorointilaki. On olemassa useita vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa panorointi sekä se, miten panorointi vaikuttaa äänenvoimakkuuteen. Panorointilaki määrittelee kuinka signaalien äänenvoimakkuutta säädetään automaattisesti suhteessa sen sijaintiin stereokentässä. Toistettaessa ääntä kahdesta kaiuttimesta yhtäaikaan stereona, niiden toistama keskelle panoroitu ääni korostuu n. 3 dB. Tästä syystä tavallisin panorointilaki on niin kutsuttu -3dB laki, joka tarkoittaa, että keskelle panoroitu ääni soi 3dB hiljempaa. Näin saavutetaan äänenvoimakkuuden tasaisuus panoroitaessa ääntä stereokentässä. -3dB panorointilaki on yleisesti paras miksatessa stereona. (Izhaki, 2012.)

Panorointilaki on merkittävä tekijä sekä digitaalisessa, että analogisessa mikserissä. Ajatuksen tasolla prosessi on yksinkertainen, mutta se on yllättävän monimutkainen toteutukseltaan. Jos mikserissä ei ole asetettu panorointilakia tai sääntöä, keskelle panoroitu monoraita summattuna monoksi soi kaksinkertaisella voimakkuudella eli noin

6 desibeliä kovempaa. Jotta miksatessa ei tarvitsisi manuaalisesti muuttaa äänenvoimakkuutta eri panorointiasetuksiin sopivaksi, mikserit tekevät sen automaattisesti asetetun panorointilain mukaisesti. Eniten panorointilaki vaikuttaa stereomiksauksen monosummutumiseen. (Winer 2012, 141.)

Panorointilaki vaikuttaa myös akustiseen summutumiseen. Vaikka analoginen ja digitaalinen panorointilaki vaikuttaa yhtenevästi keskikanavan äänenvoimakkuuteen, eivät akustiikan luomat heijastukset välttämättä ole yhteneviä riippuen huoneen symmetriasta. Toistettaessa samaa ääntä eri kaiuttimista yhtäaikaan, niiden akustinen summutuminen on riippuvainen monitorointiympäristöstä. Näin ollen myös panorointilaki vaikuttaa akustiseen summutumiseen. Tästä syystä miksaukset ja summaukset voivat kuulostaa erilaisilta eri valmistajien mikserien kesken, vaikka raitojen voimakkuudet ja panoroinnit pysyisivät täysin samana. (Winer 2012, 141-142.)

4 ANALOGISUUS

4.1 Analoginen audio

Analoginen audio on sähköinen jäljennös ääniaallosta. Analogisen audiosignaalin jännite nousee ja laskee ääniaallon muodon suhteessa. (White & Louie 2005, 21.) Jännitettä voidaan manipuloida monella tapaa, sekä muuttaa takaisin ääniaalloksi toistamalla sitä kaiuttimesta (Winer 2012, 233). Sana analoginen juontaa juurensa kreikkalaisesta sanasta analogos, joka tarkoittaa yhdenmukaista.

Ääni fyysisinä ilmiönä on ilmanpaineen vaihtelua, mutta se voidaan muuttaa sähkövirraksi ja jännitteeksi mikrofonilla. Jotta ääntä voitaisiin mitata, manipuloida tai tallentaa, se täytyy ensin muuttaa sähköiseksi signaaliksi. Kun ääntä halutaan taltioida, se pitää jälleen muuttaa erilaiseen muotoon. Nykyään tallentamiseen käytetään pääasiassa tietokoneita, joissa ääni esiintyy digitaalisten numeroiden eli binäärilukujen sarjoina. Tallennusmuodosta huolimatta audio pitää lopulta jälleen muuttaa fyysiseen muotoonsa, jotta se voidaan kuulla. (Brixen 2012, 9.)

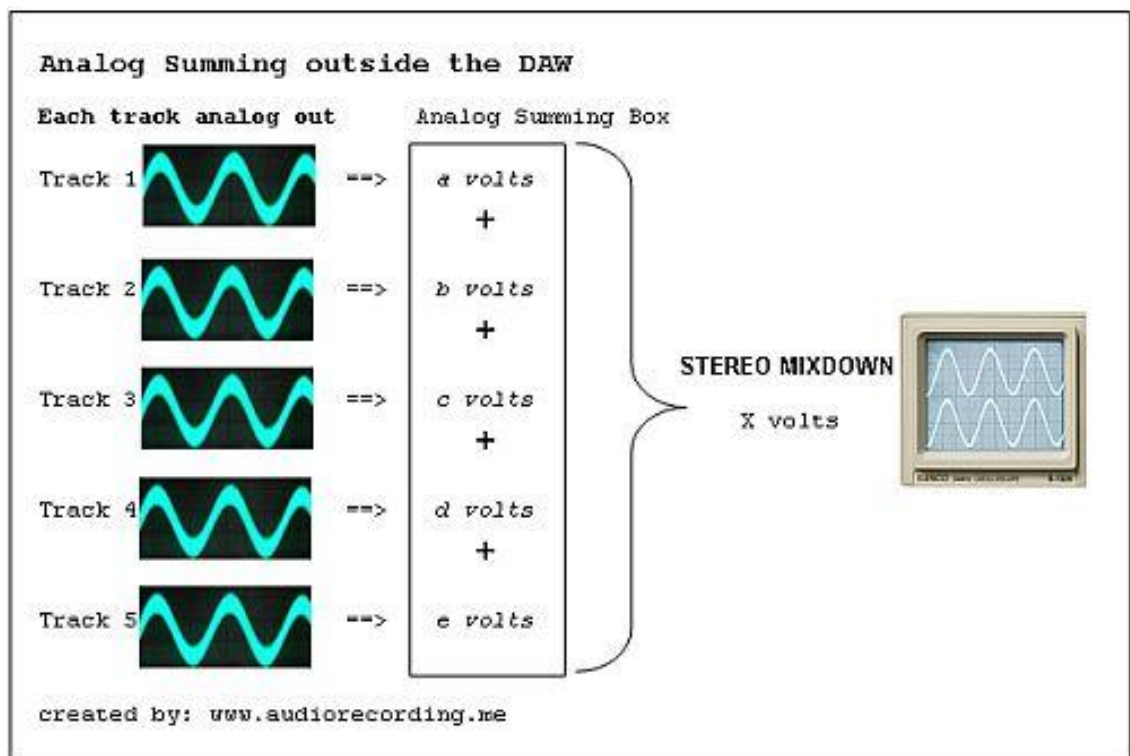
Kun fyysinen ääni muutetaan sähköksi, sitä kutsutaan analogiseksi. Analogisen signaalin jännitteen vaihtelu on yhdenmukainen ja vertailukelpoinen fyysisenä esiintyneen äänenpaineen vaihtelun kanssa. Sähköisen jännitteen suuruus määrää signaalin voimakkuuden. (Brixen 2012, 9-10.)

4.2 Analoginen summaus

Summaaminen on yksinkertaisesti vain äänien yhdistelemistä. Se on kaikista yksinkertaisin audiolle tehtävä prosessi, jossa lisätään joko analogisia jännitteitä tai digitaalisia numeroita yhteen. Yksinkertaisin toimiva analoginen summausmikseri voidaan rakentaa pelkistä vastuksista. Tällainen passiivinen summausmikseri heikentää signaalin voimakkuutta kanavien määrää lisättäessä. Tämän takia summausmikserien ulostuloissa käytetään esivahvistinta palauttamaan signaali takaisin oikealle tasolle. (Winer 2012, 157.)

Audion summausmiksaus analogisesti tehdään analogisella mikserillä, jolla yksittäiset kanavat summataan yhdeksi stereokanavaksi. Jotta digitaalisen miksaussummaus voidaan tehdä analogisesti digitaalinen ääni pitää muuttaa digitaalisesta analogiseksi ja analogisesta takaisin digitaaliseksi. Jokaisessa muunnoksessa menetetään yksityiskohtia äänestä. (Savage 2011, 42.)

Alla oleva kuvio (kuvio 2) tiivistää analogisummauksen teorian. Analogisen summausmikseriin sisääntulevat signaalit ovat jännitteen vaihteluita, jotka ohjataan yhteiseen stereoulostuloon. Summattu jännitteen vaihtelu voidaan todeta mm. oskilloskoopilla. (Maningo 2012, 1.)



KUVIO 2. Analoginen summaus (Maningo 2012)

Analogisen summauksen tekemiseen tarvittavat asiat ovat monikanavainen analoginen mikseri, digitaalimuunnin sekä näiden välille kytkettävät kaapelit (Maningo 2012, 2).

4.2.1 AD- ja DA-muuntimet

Digitaalinen audioteknologia perustuu analogisesti vaihtelevan sähköisen signaalin muuttamiseen numeroarvoiksi tarkoitukseen sopivalla nopeudella eli taajuudella. Muutoksen jälkeen signaalia voidaan prosessoida, siirtää ja tallentaa. Siinä missä analogisen signaalin käsitteleminen vaatii fyysisiä komponentteja, voidaan digitaalista signaalia käsitellä yksinkertaisilla matemaattisilla laskutoimituksilla. (Brixen 2012, 11.)

Ennen analogisignaalin muuntamista digitaalseksi muunnin suorittaa signaaliin antialiasointifiltteröinnin eli poistaa signaalista taajuudet, joita ei voida esittää digitaalilukemina. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että näytteenottotaajuuden yläpuoliset taajuudet poistetaan. Tämän jälkeen muunnin näytteistää signaalin valitulla näytteenottotaajuudella. Näytteenottotaajuuden täytyy olla vähintään kaksinkertainen signaalin ylimpään taajuuteen nähden, jotta rekonstruoitu signaali täsmäisi sisään tulevan signaalin kanssa. Jos näytteenottotaajuus on vähemmän kuin kaksinkertainen, rekonstruoitu signaaliin tulee häiriötaajuuksia, joita ei ole alkuperäisessä signaalissa. Näitä häiriöitä kutsutaan alias-taajuuksiksi. Monet muuntimet tekevät näytteistys- huomattavasti suuremmalla taajuudella, kuin näytteenottotaajuus. Ylinäytteistäminen auttaa aliasoinnin minimoimisessa. (Brixen 2012, 12-13.)

Prosessi, joka määrittelee digitaalisen numeron, on nimeltään kvantisointi. Kvantisoinnin tarkoitus digitaalimuunnoksessa on antaa jokaiselle näytteelle numeroarvo. Numeroarvon määrittämiseen käytetään rajattua resoluutiota, jonka suuruus määritellään bitteinä. Bitti on lyhenne sanasta binääriluku. Numeroarvoksi muuttaminen ei kuitenkaan aina ole täysin ideaali, koska analoginen arvo pyöristetään lähimpään diskreettiin arvoon, joka voidaan esittää bitteinä. (Brixen 2012, 13-14.)

Analogi-digitaalimuuntimissa on sisäänrakennettu jännitereferenssi, niin kutsuttu komparaattori, jonka arvoon muunnin vertaa sisääntulevaa jännitettä. Moni muunnin on suunniteltu toimimaan niin sanotulla delta-sigma-toimintaperiaatteella, jossa käytetään niin sanottua ylinäytteistystekniikkaa. Tällöin muunnin toimii niin korkealla näytteenottotaajuudella, että yksi bitti riittää kuvaamaan signaalin jännitevirran suuntaa jokaisella näytteenotolla. Jos sisääntuleva arvo on vähemmän kuin referenssiarvo, antaa komparaattori tällöin arvon 0, kun taas yhtä suurella tai isommalla antaa komparaattori arvon 1. Tämänkaltaista delta-sigma-bittivirtaa voidaan myös tallentaa sellaisenaan DSD

eli Direct Stream Digital-muodossa, jota käytetään esimerkiksi SACD- eli Super Audio CD-formaatissa. Delta-sigma-muunnosta kutsutaan sarjamuotoiseksi muunnokseksi. Tavallista käyttöä varten 1-bittinen sarjamuotoinen bittivirta pitää kuitenkin muuttaa rinnakkaismuotoon, jolloin käytössä on tavallisesti 8, 16 tai 24 bittiä. (Brixen 2012, 14-15.)

Digitaali-analogimuunnin toimii periaatteeltaan samalla tavalla, kun analogi-digitaalimuunnin. Jokaisen näytteen sisältämä binääriluku muutetaan vastaavaksi jänniteeksi, jonka jälkeen filteröidään pois ylimääräisiä muunnoksen aiheuttamia taajuuksia. (Brixen 2012, 15-16.)

Yli 20kHz taajuudet voivat lisätä keskimodulaatiosäröä tai jopa vahingoittaa kaiuttimen diskanttielementtiä toistettaessa. Tästä syystä myös DSD-formaatin ääntä joudutaan filteröimään toistettaessa sitä kaiuttimesta. (Winer 2012, 240.)

Rekonstruktiofilteriksi kutsuttu prosessointi on alipäästösuodin, jonka tarkoitus on poistaa digitaalisen audion analogimuunnoksesta aiheutuvat häiriöt. Rekonstruktiofilterillä varmistetaan, että muuntimelta ulostuleva signaali vastaa mahdollisimman virheettömästi alkuperäistä digitaaliseksi muunnettua analogista signaalia. (Winer 2012, 236-237.)

4.2.2 Analoginen mikseri

Mikseri eli miksauspöytä koostuu sisääntuloista, ulostuloista, säätimistä ja master-väylästä. Mikserissä on sisääntuloja mikrofoni-, linja- ja toisinaan myös instrumenttitasoisille signaaleille. Summauksen kannalta oleellisia osia mikserissä ovat linjatasoiset sisääntulot sekä master-väylä. On olemassa myös pelkästään summaukseen suunniteltuja mikseriä. Summausmikseri eroaa tavallisesti mikseristä siten, että se on suunniteltu vain analogisten signaalien summaamiseen ja tällöin siitä puuttuu jotain kanavakohtaisia ominaisuuksia. Summaaminen analogimikserillä tehdään siten, että yksittäisien raitojen ulostulot ohjataan DA-muuntimelle, josta ne reititetään mikserin sisääntuloihin ja takaisin AD-muuntimelle tallentamista varten. Miksauskeskukset sisältävät usein paljon raitoja ja summausta varten niitä ryhmitellään eri ulostuloihin niin kutsutuiksi stemmoiksi. (Brophy 2007, 29-31; Rudolph 2004.)

Analogisummaukseen suunniteltujen mikserien markkinoinnissa sekä käyttöoppaissa on valmistajakohtaisia eroja. Esimerkiksi Solid State Logic painottaa X-Desk-tuotteensa helpottavan studion työnkulkua, kun taas The Dangerous Music painottaa äänenlaadullisia seikkoja 2-Bus-tuotteensa käyttöoppaassa. Miksereitä valmistetaan erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Analogiset mikserit ovat suurimmaksi osaksi hävinneet pienistä studioista, koska käyttäjät ovat täysin sidottuja tietokoneella toimivaan digitaalityöasemaan. Digitaalityöaseman käyttäjät voivat tavallisen session puitteissa törmätä tietynlaisiin kompastuskiviin. Huomattavin analogimikseristä saatava etu on studiotyönkulun virtaviivaistaminen. (Solid State Logic 2009, 1.)

Suunnittelijat ja heidän kollegansa ovat panneet merkille, että digitaali-työasemat tarjoavat ennennäkemättömän joustavuuden moniraitaäänityksessä sekä -editoinnissa. Siitä huolimatta tällaisella järjestelmällä toteutetut miksaukset eivät vastaa äänenlaadultaan huippuluokan analogiäänitysjärjestelmiä. (The Dangerous Music 2010, 3.)

4.3 Analogisen summauksen häiriötuotteet

Audiolaitteen äänenlaadun määrittelee pohjakohina, taajuusvaste, särö eli epälineaarisuus sekä aikaperäiset häiriöt. Jos laitteen särö sekä kohina ovat niin vähäistä että niitä on vaikea kuulla ja laite toisintaa kaikki taajuudet tasaisesti, voidaan todeta ettei laite väritä ääntä vaikka hyvin pieniä muutoksia voitaisiinkin mitata. (Winer 2012, 46.)

Laitteet, joiden voidaan mitata olevan värittömiä, kuulostavat keskenään samankaltaisilta. Sellaiset laitteet, jotka lisäävät epälineaarisuutta eli säröä, voivat poiketa äänenväriltään huomattavasti. (Winer 2012, 53.)

4.3.1 Pohjakohina ja muut häiriöt

Pohjakohina on laitteen tuottama sihinä, jonka voi kuulla nostettaessa äänenvoimakkuutta. Laitteen dynaaminen alue määritellään kohinan määrän ja korkeimman säröytymättä saavutettavan äänenvoimakkuuden välisenä alueena. (Winer 2012, 42.)

Muita häiriöitä ovat vaihtovirtaan liittyvä humina, radiotaajuuksiin liittyvät häiriöt, sähköinen rahina, magneettinauhan moduloiva kohina, stereokanavien läpivuoto, akustiset häiriöt sekä kaapelien ja mikrofoniin käsittelyäännet. (Winer 2012, 43.)

Analogisen pohjakohinan tärkeyttä ei tule aliarvioida, sillä myös digitaalinen audio vaatii pohjakohinan toimiakseen oikein. Digitaalisesti generoitua pohjakohinaa kutsutaan ditheröinniksi. Digitaalisuus ei itsessään lisää kohinaa vaan käytettävissä olevien bittien loppuessa audiosta häviää dataa ja se säröytyy. Tästä syystä digitaaliseen audioon lisätään kohinaa, joka poistaa digitaalisen säröytymisen. Vaikka ditheröinti vähentää signaalin ja kohinan suhdetta, se mahdollistaa suuremman dynaamisen alueen digitaalisessa audiossa. (Winer 2012, 244.)

Bob Katz (2013) kertoo Digital Domain-sivustolla ditheröinnin tärkeydestä digitaalisessa audiossa. Hän kertoo artikkelissaan, että ditheröinnin avulla 16 bittinen audio pystyy tuottamaan jopa 115 desibelin dynaamiseen alueen, vaikka 16 bitin teoreettinen maksimi onkin vain noin 96 desibeliä. Hän kertoo myös, että musiikissa suurempi dynaaminen alue auttaa säilyttämään luonnollisen kaiun ja äänestien vaimentumisen. (Katz 2013.)

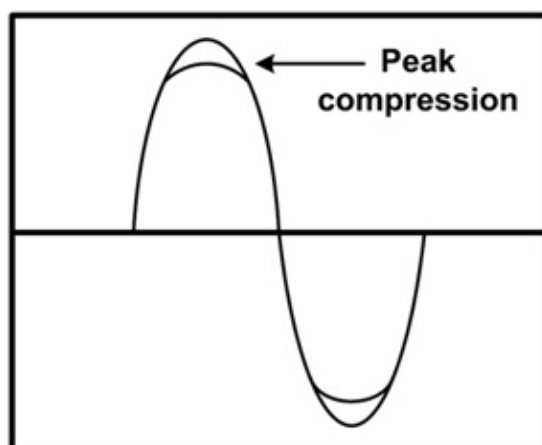
4.3.2 Taajuusvaste

Taajuusvaste kertoo kuinka tasaisesti laite vastaa sen vastaanottaman signaalin taajuuksiin. Taajuusvasteen virheet kuullaan tiettyjen taajuuksien vähäisyytenä tai korostuneisuutena. (Winer 2012, 43.)

Taajuusvasteen häiriöksi luetaan myös fyysinen mikrofonisuus tai mekaaninen resonanssi, sähköinen pirinä ja oskilointi sekä akustinen resonointi (Winer 2012, 43). Myös säröytyminen vaikuttaa taajuusvasteeseen luomalla uusia taajuuksia.

4.3.3 Särö ja headroom

Epälineaarisuus eli särö tarkoittaa sitä, että laite lisää signaaliin taajuuksia, joita siinä ei alunperin ole. Epälineaarisuutta esiintyy silloin, kun vahvistuskytkentä vahvistaa tiettyjä jännitteitä enemmän kuin toisia. Epälineaarisuus voi aiheuttaa aaltomuodon piikkien tasoittumista. Näin käy silloin, kun lähestytään tai ylitetään laitteen signaalitien kynnystaso. Kyseistä ilmiötä kutsutaan myös piikkien kompressoitumiseksi (kuvio 3). (Winer 2012, 43.)



KUVIO 3. Piikkien kompressoituminen (Winer 2012, 43)

Kun laite säröytyy, se luo uusia taajuuksia. Nämä taajuudet voivat kuulostaa miellyttäviltä tai epämiellyttäviltä. Useiden audiolaitteiden suunnittelun päätavoite on minimoida särön määrä tai sen kuultavuus. Toisinaan äänittäjät sekä miksaajat kuitenkin pitävät tiettytyyppisistä säröistä, joita voidaan saavuttaa esimerkiksi linjamuuntajia ja elektroniputkia sisältävillä laitteilla. (Winer 2012, 44.)

On olemassa kahdenlaista tyypillistä säröä, harmonista säröä sekä keskeismodulaatiosäröä. Yleensä molemmat näistä esiintyvät aina yhdessä. Harmoninen särö luo uusia taajuuksia, jotka ovat konsonoivia suhteessa musiikilliseen taajuuteen. Keskimodulaatiosärö luo taajuuksia, jotka eivät ole suhteessa lähtösignaalin musiikilliseen taajuuteen ja täten luo dissonoivia eli epäharmonisia taajuuksia. (Winer 2012, 44.)

Headroom on audiosignaalin korkeille piikeille jätettävä vara, jolla vältetään hetkellisesti tapahtuvien äkkinäisten tasonvaihteluiden säröytyminen. Nopeat transientit voivat

hetkellisesti nousta jopa 20 desibeliä yli analogisen VU-mittarin näyttämän arvon. Digitaaliset piikkitason mittarit ovat huomattavasti analogista VU-mittaria tarkempia. Ylittäessä analogilaitteen korkeimman kynnystason signaali säröytyy ja piikit leikkautuvat pois. Ilmiö voi aiheuttaa sen, että ääni kuulostaa epärealistisemmalta tai hengettömältä. Ratkaisu säröytymisen välttämiseen on jättää signaalille tilaa signaalitiellä eli pitää tasot maltillisina. (Owsinski 2006, 106.)

Laadukkaan analogimikserin master-osiossa voi olla parhaimmillaan jopa +28dBu kynnystaso (Owsinski 2006, 106-107). Jos siis miksattavan signaalin taso on noin +4dBu, jää signaalin piikeille varaa noin 24dBu ennen kuin signaali säröytyy.

Analogisessa signaaliketjussa, johon kuuluu esimerkiksi mikrofoniasteet, analoginauha, mikserin kanavat ja summausväylä, tapahtuu pientä säröytymistä monesta eri signaalitien vaiheesta. Analogisen signaalin voimakkuuden lisääminen aiheuttaa harmonisen eli parillisen särön määrän lisääntymistä. Jotkin analogilaitteet vaikuttavat samalla tavalla aaltomuodon ylä- ja alapuolelle, jolloin syntyy myös paritonta eli ns. symmetristä säröä, joka itsessään voi lisätä ylätaajuuksia ja saada äänen kuulostamaan kirkkaammalta. Hyvässä analogilaitteen suunnittelussa päädytään hyvään balanssiin sekä epäsymmetrisen, että symmetrisen särön suhteissa. (Hill 2010.)

On mahdollista mitata 30-40 prosenttia säröä siten, että sitä ei ole mahdollista kuulla särönä vaan äänenväriin muutoksena. On myös mahdollista mitata puoli prosenttia säröä, joka voidaan kuulla erittäin hyvin. (Hill 2010.)

Analogimikserissä jokainen kanava lisää tietyn määrän säröä tai värittää ääntä tietyllä tavalla ja se tapahtuu erillään muista kanavista. Äänenväriin muutokset ovat riippuvaisia taajuudesta. Eri instrumentit värittyvät eri tavalla, vaikka jokainen kanava olisi täysin samanlainen. Myös miksauksen eri instrumenttien voimakkuudet vaikuttavat siihen kuinka paljon muutoksia tapahtuu. Miksauksen eri voimakkuuksilla oleville elementeille tapahtuu tällöin erilaisia muutoksia. (Hill 2010.)

Säröytyminen on luonteeltaan ilmiö, joka sitoo asioita yhteen epälineaarisesti. Se lisää myös tietyn määrän yllätyksellisyyttä ja arvaamattomuutta. Säröytymisen monimutkaisuus eri äänentasoilla ja taajuuksilla voi saada miksauksen raidat summautumaan paremmin yhteen. (Hill 2010.)

Tietyn tyyppinen audion laadun heikentäminen voi kuulostaa miellyttävältä. Monen tyyppinen pop- ja rock-musiikki hyötyy tahallisesta särön käyttämisestä efektinä. (Winer 2012, 41.)

4.3.4 Aikaperäiset häiriöt

Aika-akselilla tapahtuvat epätäydellisyydet vaikuttavat äänen korkeuteen ja tempoon. Kaikista kuultavin korkeuteen ja tempoon liittyvä epätäydellisyys voidaan kuulla vinyylille tai magneettinauhalle tallennetun äänen muodossa. Vinyylin tapauksessa voidaan kuulla hidasta äänen korkeuden vaihtelua, jos levyssä on valmistuksesta tai kulutuksesta johtuva vika. Analogisen magneettinauhan tapauksessa kyse on nopeammasta äänenkorkeuden muutoksesta, joka luo lepattavan kuuloksen häiriön. (Winer 2012, 45.)

Digitaalimuuntimet vaikuttavat tallennettuun audioon aika-akselilla. Tätä epätäydellisyyttä kutsutaan nimellä jitter eli viiveen vaihtelu. Muuntimen viiveen vaihtelu on kuitenkin niin nopeaa, että se voidaan kuulla vain lisääntyneenä taustakohinaa. Lähes kaikissa moderneissa digitaalimuuntimissa viiveen vaihtelun määrä on niin vähäistä, että sitä on lähes aina mahdoton kuulla. (Winer 2012, 45.)

Muuntaessa digitaalista audiota analogiseksi on tärkeää, että digitaaliseen miksauseseen on jätetty myös varaa nopeille signaalien muutoksille eli piikeille. Digitaalimuuntimen rekonstruktointi voi aiheuttaa liian suurille piikeille säröytymistä näytteiden välille. Digitaalimuuntimen rekonstruktointifiltteri saa informaationsa näytteiden perusteella, mutta signaalien säröytyminen kahden näytteen välissä on mahdollista piikkitasojen lähestyessä digitaalista nollatasoa. (Owsinski, 2006, 108.)

Myös audion vaiheeseen liittyvät muutokset ovat aikaperusteisia, koska ne liittyvät aina viiveeseen. Vaiheen muutokset ovat lähes mahdottomia kuulla paitsi siinä tapauksessa, että vaiheen muutos on erilainen stereokuvan vasemmalla ja oikealla puolella. Tällöin tuloksena on epätodellisen leveän kuuloinen stereokuva. (Winer 2012, 45.)

4.4 Analoginen lämpö

Vaikka digitaalisuudella on saavutettu lähes täydellinen äänitysmateriaali, jolla on mahdollista tallentaa ja toistaa audiota muuttumattomana, on analogisuuden epätäydellisyys kuitenkin jäänyt elämään tallennetun musiikin ominaispiirteeksi vanhojen äänitteiden kautta.

Taiteellisen tuotteen miellyttävyyden ei välttämättä aina perustu tarkkaan jäljittelyyn vaan tunteeseen, luonteeseen ja muihin asioihin, jotka saavat lopputuloksen kuulostamaan elämää suuremmalta. Analogitekniikan käyttö lisää ääneen häiriötuotteita, joita pidetään miellyttävinä ja musiikillisuutta tehostavina. (Robjohns 2010.)

Jokainen analoginen laite värittää ääntä jollain tavalla. Mitä useampia laitteita signaalitiellä on, sitä enemmän on myös ääntä värittäviä osia. Yksikään laite ei itsessään vielä aiheuta suuria muutoksia. Lopputulokseen vaikuttavat kaikki laitteet, joiden läpi signaali on kulkenut. Eniten signaalin väriin vaikuttavat mm. harmoninen ja epäharmoninen särö, aktiiviset signaalitiet eli vahvistusasteet sekä taajuusvasteeseen tai dynamiikkaan vaikuttavat laitteet. (Robjohns 2010.)

4.5 Mielenpitoja ja kokemuksia analogisesta summauksesta

Studiotuottaja ja miksaaja Allen Farmelo (2007) puhuu kotisivuillaan analogisummauksesta. Hän kertoo vertailleensa analogi- ja digitaalisummausta sekä tulleen siihen tulokseen, että analogisesti summattu miksaus oli leveämpi, syvämpi, musikaalisempi ja tilavampi. Kaikista selkein ero oli kaiuissa ja viiveissä, jotka tuntuivat kuuluvan paremmin ja selkeämmin. Artikkelissaan hän kertoo myös, että hänen mielipiteensä testin jälkeen poikkeaa arvostetun masteroijan, Bob Katzin, mielipiteestä. Katzin tulkinnan mukaan syy siihen, miksi takia miksaajat pitävät analogisummauksesta, löytyy harmoonisesta säröstä, jonka voi yhtä hyvin tuottaa myös reitittämällä stereomiksaus kahden analogisen kanavan läpi. Farmelo jatkaa, että hänen mielestään analogisummauksessa on kyse muustakin, kun harmonisesta säröstä. Testissä käytetyt laitteet olivat, Lynx Aurora DA-muunnin, Dangerous Music D-Box-summausmikseri, Vintech x73 linjavahvistin, API 2500-kompressori sekä Cranesong HEDD 192 AD-

muunnin. Huomion arvoista testissä on kompressorin käyttö, joka ei varsinaisesti ole äänen summausta, mutta vaikuttaa lopputulokseen erittäin paljon. (Farmelo 2007.)

Orren Merton (2006) kertoo *Electronic Musician*-lehden artikkelissaan myös toteuttaneensa testin, jossa vertailtiin digitaalista ja analogista summausta. Artikkelin heittää ilmoille kysymyksiä, kuten ”mitä on analogisummaus?”, ”miksi se herättää niin paljon kiivasta väittelyä?”, ”tarvitaanko siihen kallista laitteistoa?” ja ”auttaako se sinua saavuttamaan paremman kuuloisia miksauksia?”. Artikkelissa kerrotaan myös analogisummauksen tuoneen miksauksiin erotellumman ja leveämmän stereokentän sekä selkeämmän, avoimemman ja ilmavamman äänen. ”Kaikki eivät usko analogisummauksen olevan tarpeellista tai edes tavoiteltavaa”, kirjoittaa Orren Merton ja jatkaa: ”Jotkin äänittäjät vakuuttavat, ettei digitaalisessa miksaamisessa ole luonnostaan mitään haittapuolia. He tarttuvat siihen, että selkeyden vähyyks ja stereokentän kapeus johtuvat miksaajasta [ihmisestä] eivätkä digitaalisesta miksaamisesta.” Mertonin artikkelissa tehdyssä summaustestissä päädyttiin siihen tulokseen, että summauksissa oli eroa, mutta ne olivat todella vähäisiä. Jokaisella kuuntelijalla oli omat suosikkinsa. Lopulta artikkelissa todettiin, ettei analogisummaus ole pelkkä kepulikonsti. Mutta onko se välttämätöntä? Testissä käytetyt laitteet olivat RME Fireface, Behringer ADA8000-muunnin, Mackie Onyx 1620-mikseri sekä vertailukohtana Apogee DA-16X ja Dangerous Music D-Box-summausmikseri. (Merton 2006.)

Graham Cochrane (2012) kirjoittaa *The Recording Revolution*-blogissaan omia mietteitään analogisesta summauksesta ja siitä, miksi väittely sen paremmuudesta on turhaa. Blogitekstissään ”Analog Summing And Why You Shouldn't Care” hän korostaa, että ”analogisummaus ei tee huonoista miksauksista parempia vaan miksaamalla enemmän pystyt tekemään miksauksista parempia”, ”on paljon ammattilaismiksaajia, jotka eivät käytä analogisummausta” sekä ”oikeanlainen gain-staging, ekvalisointi ja kompressointi vievät sinut pidemmälle miksausurallasi kun analoginen summaus”. (Cochrane 2012.)

George Massenburg (2011) kertoo mielipiteensä videolla *In studio with George Massenburg - Ep 4 : In the control room part 1: ”Digitaalisella työasemalla miksaaminen kuulostaa paremmalta, kun analogisen mikserin läpi miksaaminen”*. (Massenburg 2011.)

Tunnettu ja arvostettu masteroija Bob Katz (2006) kertoo GearsLutz.comin keskustelupalstalla, ettei hän pysty tietämättä erottamaan digitaalisesti ja analogisesti summattua miksausta toisistaan. Hän sanoo todistaneensa, ettei itse summauksessa ole eroa ja että erot syntyvät pelkästään käytettyjen laitteiden signaalitien aiheuttamista äänenvärien muutoksista, kuten säröstä. Katz kertoo myös, että digitaalinen summaus on käytännössä täydellinen, mutta toisinaan myös liian täydellinen. Hän kuitenkin myöntää, että analogilaitteen epälineaarisuudet sekä kanavien välille syntyvä vuoto voivat parantaa miksausien erottelevuutta ja syvyysvaikutelmaa. (Katz 2006.)

Mikään laite ei saa miksausta taianomaisesti kuulostamaan ammattimaisemmalta. Kaikista merkittävin kuultavissa oleva asia summatessa raitoja on psykoakustinen. (Winer 2012, 157.)

5 PSYKOAKUSTIIKKA

5.1 Yleistä

Psykoakustiikassa on kyse äänen havaitsemisesta ja siitä, kuinka aivot muuntavat ilmanpaineen vaihtelut hermoimpulsseiksi. Äänen havaitsemiseen vaikuttaa monet asiat, kuten kuulo, äänilähde sekä akustiikka. Korva vastaanottaa kuuloaistimuksia, mutta niitä voidaan havaita myös muilla tavoin. Esimerkiksi matalia taajuuksia voidaan havaita värähtelynä. (Louhivuori & Saarikallio 2010, 58.)

Psykoakustiikka tieteenalana keskittyy siihen, miten vastaanotamme fyysisiä, aisteja stimuloivia ärsykeitä, esimerkiksi musiikillisia äänisignaaleja, ja minkälaisia tunteita tai reaktioita ne herättävät meissä. Korva on erittäin hienovarainen elin, jonka takia pystymme havaitsemaan jopa yhden desibelin tasoeroja sekä yhden hertsin taajuuseroja. Tason ja taajuuden hienovaraista säätelyä käytetään psykoakustiikan tutkimuksissa. (Deutsch 1999, 89-90.)

5.2 Korvan taajuuserottelukyky

Ihmisen sisäkorva tekee vastaanottamistaan äänistä taajuusanalyysin. Analyysin tarkkuus vaihtelee taajuuden mukaan matalien taajuuksien ollessa helpommin eroteltavissa, kun taas korkeita ns. harmoonisia taajuuksia korva käsittelee isompina kokonaisuuksina. Matalia perustaajuuksia voidaan tunnistaa myös korkeampien harmoonisten taajuuksien perusteella johtuen taajuuksien jaksollisuudesta. (Louhivuori & Saarikallio 2010, 38.)

5.3 Peittoilmiö

Peittoilmiöksi kutsutaan ilmiötä, jossa toinen ääni peittää toisen osittain tai kokonaan kuulumattomiin (Louhivuori & Saarikallio 2010, 38).

Peittoilmiö vaikuttaa myös audiolaitteiden luomien häiriöäänien kuuluvuuteen. Peittoilmiötä ilmentää tilanne, jossa kaksi äänenvoimakkuudeltaan poikkeavaa ääntä

kuuluvat yhtäaikaan. Peittyminen on voimakkaimmillaan, kun kahden äänen taajuudet ovat lähellä toisiaan. (Winer 2012, 67-68.)

5.4 Äänenväri

Äänenväri eli timbre on ominaisuus, jonka perusteella voimme erottaa samalla voimakkuudella ja taajuudella soivia ääniä toisistaan. Äänenvärin määrää äänen energian määrä kullakin taajuudella sekä ajalliset muutokset, kuten alukkeet eli niin sanotut transientit. Äänenväriä kuvaamaan on kehitetty vakiintuneet tunnusluvut, joista tärkeimpiä ovat terävyys, karheus, vaihteluvoimakkuus ja tonaalisuus. Äänenväri liittyy myös äänen laatuun ja laatu taas äänen miellyttävyyteen. (Louhivuori & Saarikallio 2010, 41.)

5.5 Äänen laadukkuus

Äänen laadun määrittäminen riippuu äänestä, jota tarkastellaan. Puheen laatua on järkevää mitata puheselkeydellä, johon vaikuttaa mm. se, että kuka kuuntelee ja kuinka selkeästi puhuja artikuloi. Lisäksi puheen ymmärrettävyyteen vaikuttaa siirtokanava. Esimerkiksi tilan kaiunta voi heikentää puheen ymmärrettävyyttä. (Louhivuori & Saarikallio 2010, 42.)

Audiojärjestelmien äänenlaatua kuvailtaessa puhutaan yleensä luonnollisuudesta. Äänentoiston teknistä laatua mitataan magnitudi- ja vaihevasteella eli kuinka hyvin järjestelmä pystyy tuottamaan suoran taajuusvasteen. Äänenlaatuun vaikuttaa myös järjestelmän tuottamat epälineaariset säröt, jotka lisäävät signaaliin uusia taajuuksia. (Louhivuori & Saarikallio 2010, 42.)

Äänen laadukkuutta kuvaillaan hifi-lehdistössä kauniilla sanoilla, mutta niillä on kuitenkin erilainen merkitys ihmisestä riippuen. Mitattavat äänenlaatuun vaikuttavat asiat ovat kohina, taajuusvaste, särö ja aikaperäiset virheet. (Winer 2012, 42.)

5.6 Placebo-efekti

On hyvin tavallista, että luulee tietävänsä ja ymmärtävänsä jonkin asian tieteellisenä faktana, vaikkei oikeasti tiedä. Se, että miksaaja saa musiikin kuulostamaan paremmalta kääntelemällä nappeja ei tarkoita että hän ymmärtäisi siihen liittyvää tiedettä. Ennen kaikkea äänen miellyttävyyteen ja hyvyyteen vaikuttaa oman psyykkeen tila. Esimerkiksi vaikuttavia asioita ovat odotukset, ennakkoluulot sekä virkeys ja tunnetila. Kun ihmisestä tuntuu hyvältä, kaikki muukin vaikuttaa olevan paremmin. Tunne vaikuttaa myös kuultavan äänen miellyttävyyteen ja laadukkuuteen. (Winer 2012, 95.)

Toisinaan äänenlaadusta kiinnostuneet ihmiset väittävät kuulevansa asioita, joita ei voi mitata tieteellisin menetelmin. Modernit äänenmittauslaitteet pystyvät kuitenkin mittaamaan kaikki ääneenlaatuun vaikuttavat tekijät yli 100dB:n vaihteluvälillä ja on vaikeaa tai lähes mahdotonta kuulla alle 80 desibelin artefakteja musiikin taustalta. Yksi odotuksiin ja ennakkoluuloihin vaikuttava tekijä on myös hinta. On ymmärrettävää, että kalliimman laitteen odotetaan kuulostavan paremmalta. Todellisuudessa hinta ei kuitenkaan vaikuta mitattaviin parametreihin, kuten taajuusvasteeseen, säröön ja kohinaan. (Winer 2012, 96.)

Eräs selittävä tekijä ääneen liittyviin placebo-ilmiöihin voi olla akustiikasta johtuva taajuusvasteen muutos, joka johtuu kampasuodinilmiöstä. Pienikin muutos kuunteluympäristössä vaikuttaa kuultavaan taajuusvasteeseen siksi, että akustiikassa sijaitsevista pinnoista syntyvät heijastukset tai stereojärjestelmän kaiuttimista tuleva ääni saapuvat eri aikaan korviin riippuen kuuntelupisteen sijainnista. (Winer 2012, 96-97.)

6 MUTA HYÖDYLLISIÄ TIETOJA

6.1 Polariteetti ja vaihe

Polariteetissä on kyse aaltomuodon napaisuudesta eli siitä, onko signaali vaiheessa vai käännetyssä vaiheessa suhteessa itseensä. Vaihe on signaalin tai taajuuden viive ilmaistuna astelukuna. Vastavaihe tarkoittaa sitä, että signaalin vaihe on 180 astetta. Vaiheen mittauksessa käytetään skaalaa negatiivisesta ykkösestä positiiviseen ykköseen. Tämä asteikko saadaan ottamalla asteluvun kosiini, jolloin nolla-asteen kosiini on +1 ja 180 asteen kosiini on -1. Tällä mittauksella kuvataan stereosignaalin vasemman ja oikean puolen vaihekorrelaatiota. (Brixen 2012, 121-122.)

Signaalin vaihe on mahdollista kuulla vain silloin, kun se muuttuu tai kun stereoäänen eri puolet eivät ole vaiheessa keskenään. Itsessään vaiheen muutos on vain viivettä, jota ei tavallisesti voi havaita yksinään vaan suhteessa johonkin muuhun ääneen. Staattista viivettä audiosignaalissa on mahdotonta kuulla. Sen sijaan vaiheeseen pohjautuvat efektit, kuten phaser perustuvat siihen, että vaihetta muutetaan asetetulla nopeudella ja tätä signaalia sekoitetaan alkuperäiseen vaiheeltaan muuttumattomaan signaaliin. (Winer 2012, 85-86.)

6.2 Nollatesti

Niin kutsuttu nollatesti voidaan tehdä siten, että vähennetään kaksi samankaltaista audiosignaalia toisistaan. Vähennys tapahtuu kääntämällä kahdesta signaalista toisen polariteetti ja summaamalla ne yhteen. Jos näistä kahdesta toisistaan erotetusta signaalista ei jää jäljelle mitään ja tuloksena on täydellinen hiljaisuus, ne ovat keskenään identtiset. Jos signaaleissa on poikkeavuuksia, niiden jäännös kertoo erojen ulottuvuuden. Erot voidaan todentaa joko kuuntelemalla tai käyttämällä FFT-analyysiä. (Winer 2012, 38-39.)

Jos nollatestin tuloksena on täysi hiljaisuus tai signaalin taso on ainakin -80dBFS alkuperäisen signaalin tason alapuolella, ovat vertailtavat signaalit keskenään identtiset tai niiden eroa ei voi havaita kuuntelemalla (Winer 2012, 613-614).

Nollatesti paljastaa kaikki erot kahden audiosignaalin välillä. Tietyissä tapauksissa nollatesti on kuitenkin epätarkka. Esimerkiksi silloin, kun signaaliin tapahtuu aika-akselin muutoksia, kuten muuntimen kello, joka tarkkuudestaan huolimatta aiheuttaa muutoksia. Myös vaiheen muutokset vaikuttavat tulokseen siten, ettei täydellistä nollautumista tapahdu. (Winer 2012, 614.)

7 OMAT TESTIT JA MITTAUKSET

7.1 Tutkimuskohde

Tein analogisummauksen äänittämälleni ja miksaamalleni Human Waste Disposal Unit-yhtyeen New Beginning-nimiselle julkaisulle (kuva 1). Levyn äänitykset aloitettiin vuoden 2012 kesällä Fantom Studiolla Ylöjärvellä ja saatettiin päätökseen äänittämällä laulut Kuopiossa saman vuoden syksyllä. Miksasin levyn osittain Studio Avarian tiloissa Virroilla, mutta suurimmaksi osaksi omassa kotistudiossa Keuruulla.



KUVA 1. New Beginning (Human Waste Disposal Unit 2013)

Summauksella oli tarkoitus parantaa levyn soundia ja erottelevuutta tietämättä asiasta sen enempää. Tein analogisen summauksen kaikille levyn kappaleille. Samalla ajattelin tehdä vertailua summauksesta ja perustaa opinnäytetyöni kyseiselle aiheelle. Tein summauksen Fantom Studiolla käyttäen studion Solid State Logic:n AWS900+ Analogue Workstation System-mikseriä (kuva 2).

Summatessa oli mahdollista kuunnella analogista ulostuloa eli mix-väylää sekä digitaaliseksi muunnettua summausta, joka oli reititetty rec-väylään (kuva 3).



KUVA 2. Solid State Logic AWS900+ Analogue Workstation System



KUVA 3. Mix- ja rec-väylöjen VU-mittarit

Miksaus oli tehty täysin digitaalisesti Pro Toolsissa ja raidat välimiksattu stemmoihin. Stemmat oli jaettu siten, että rummut, basso, kitarat, laulut, efektit, kuten kaiut ja viiveet ynnä muut oli mahdollista reitittää omiin kanaviinsa analogimikserille.

Tein vertailua reitittämällä miksausken kahden monokanavan läpi sekä summaamalla 16 stereostemmaa 24 monokanavan läpi. Kaikki kanavat nollasin siten, etteivät ne vaikuttaneet alkuperäisen miksausken raitojen keskenäisiin balansseihin. Mikserin käyttöoppaassa ei ole mainintaa siitä, mitä panorointilakia kyseisen mikserin suunnittelussa on käytetty, joten asetin monokanavien panoroinnit äärilaitoihin ohittaakseni mikserin oman panorointisäännön.

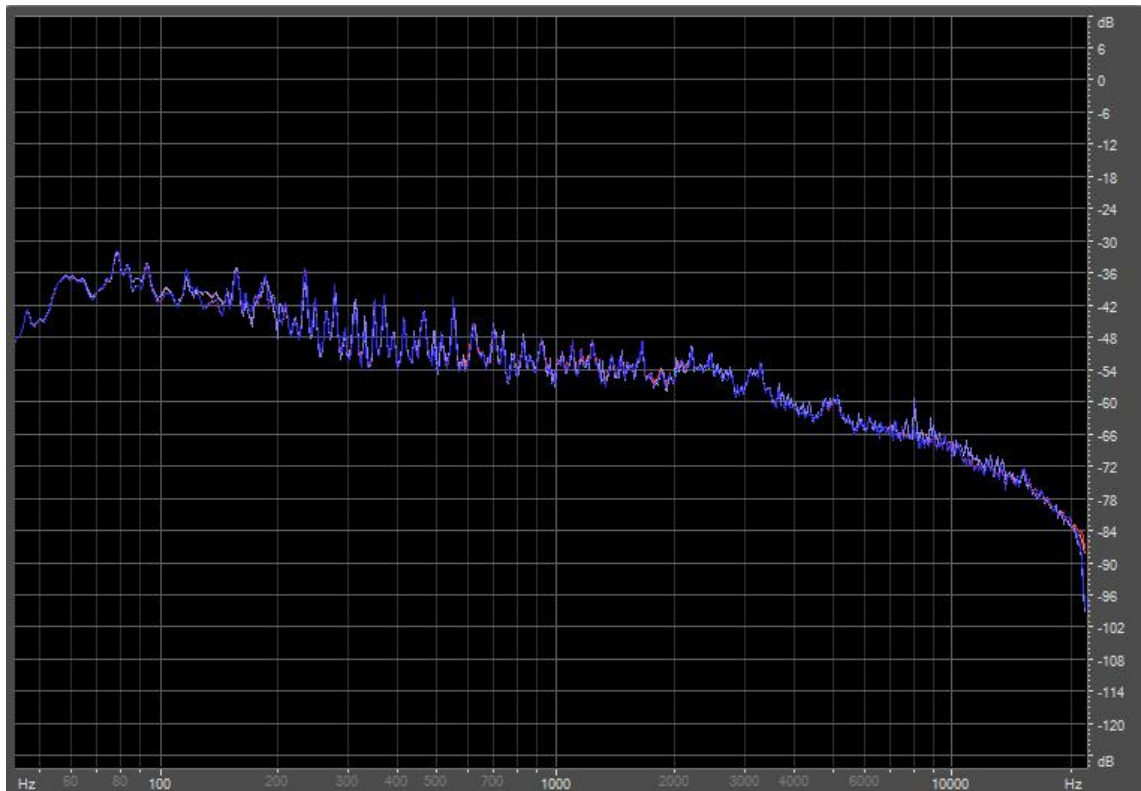
Äänittäessä summausta takaisin Pro Toolsiin oli myös mahdollista kuunnella mikserin suoraa analogiulostuloa ja vertailla sitä digitaalisesti muunnettuun analogisummaukseen. Yllätyksekseni digitaalisesti muunnettu analogisummattu miksaus ei kuulostanut yhtä hyvältä, kuin suoraan analogisesti mikserin ulostulosta kaiuttimille ohjattu summaus. Digitaalimuunnoksella kuulosti olevan suuri vaikutus analogisummattuun miksausken. Digitaalimuuntimena toimi Avid HD I/O 16x16- sekä Digidesign 192 I/O-muunnin siten, että ensimmäisten 16 kanavan muuntimena toimi 16x16 I/O ja loput 8 kanavaa muunnosta hoitui 192 I/O:n kautta. Analogisummatun miksausken lopullinen digitointi tapahtui myös Avid HD I/O 16x16 kautta.

7.2 Testit ja mittaukset

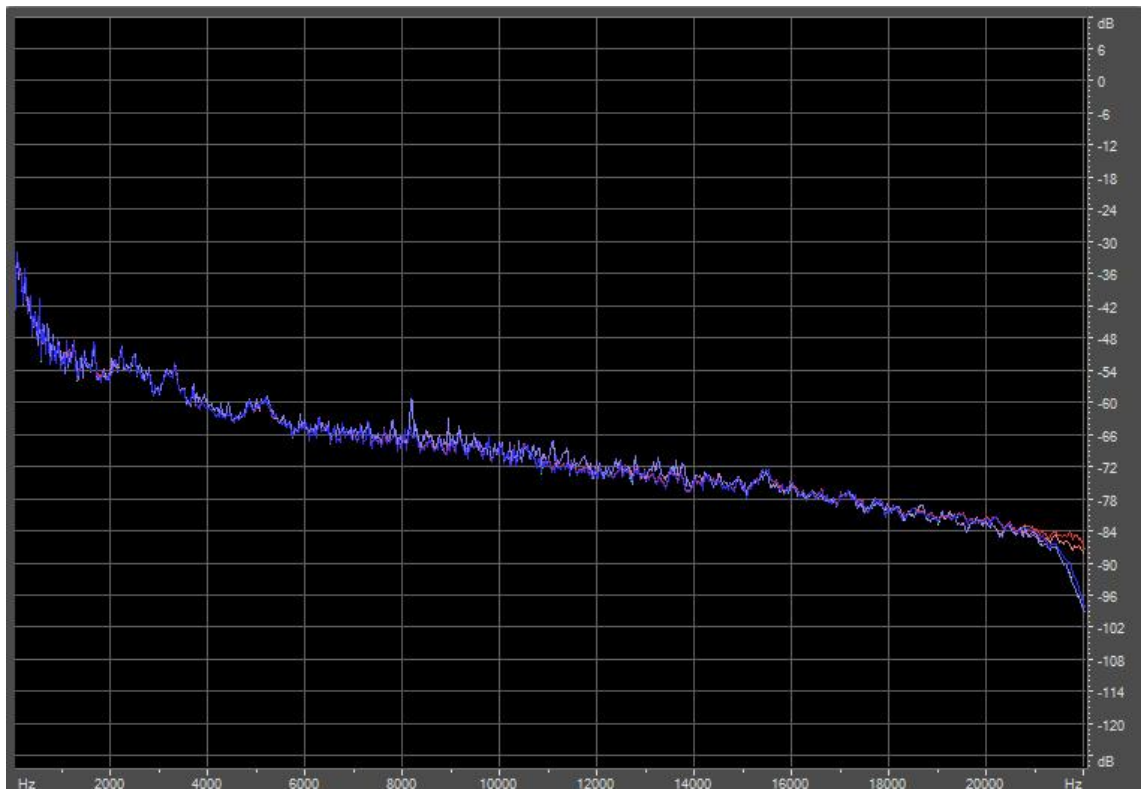
Testeissä ja mittauksissa keskitytään yhden musiikkikappaleen vertailuun erilaisilla summausmenetelmillä.

Digitaalisen ja analogisen summauksen taajuusvasteet säilyivät summauksesta huolimatta lähes identtisinä. Pieniä eroja on kuitenkin havaittavissa. Adobe Auditionin FFT-analyysistä (kuvio 4) selviää, että summauksissa olevat taajuusvasteen erot ovat suurimmillaan yläkeskitaajuuksilla. Erot ovat kuitenkin hyvin vähäisiä. Kuvassa on päällekkäin aseteltuna digitaalinen summaus, 2 kanavan summaus sekä 24 kanavan summaus. Digitaalinen summaus on merkitty punaisella, 2 kanavan summaus vihreällä ja 24 kanavan summaus sinisellä. FFT-analyysin lineaarisesta näkymästä (kuvio 5) voi paremmin nähdä yli kuuloalueen ulottuvan alueen, jossa näkyy digitaalimuuntimen

alipäästösuodin eli rekonstruktiofilteri. Punaisella merkitty digitaalisesti summatun miksauksen taajuusalue yletty muuttumattomana aina 22kHz asti.

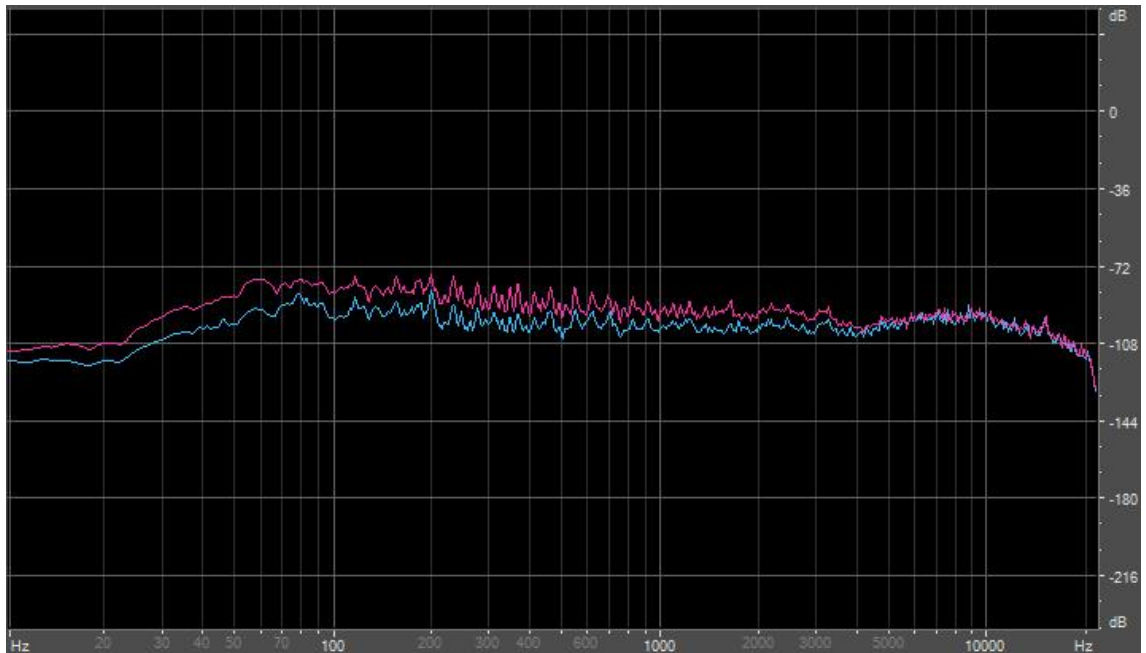


KUVIO 4. Taajuusvasteen vertailu. FFT-analyysi



KUVIO 5. Taajuusvasteen vertailun lineaarinen näkymä

Käyttämällä vaiheenkäntöä 2 kanavan ja 24 kanavan summauksen nollaantumisen testaamiseen selvisi eroja stereokanavien välillä. FFT-analyysillä (kuvio 6) sekä kuuntelemalla nollatestistä selviää, että eroja on enemmän stereo-summauksen oikeassa kanavassa. Kuvassa oikean puoleinen kanava on merkitty violetilla ja vasen turkoosilla.



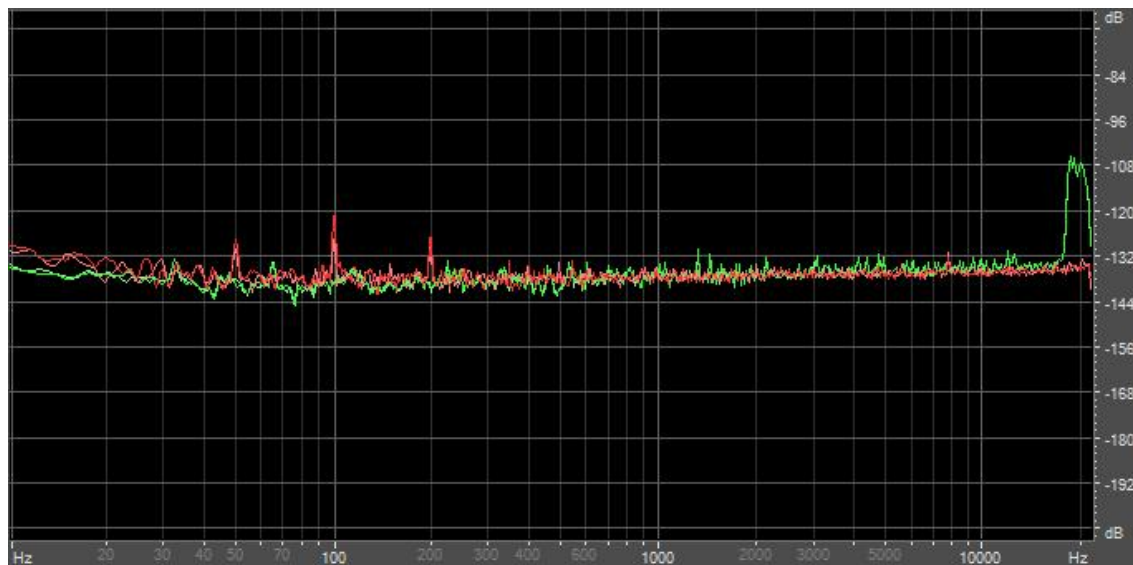
KUVIO 6. Nollatesti kahden ja 24 kanavan summaukselle

Kuuntelemalla erotusta selviää, että vasemmalle sekä keskelle panoroidut kitarat ovat nollautuneet täysin, mutta oikeanpuoleisessa kanavassa on eroja. Myös rummut nollautuivat täysin lukuunottamatta triggeröityjä sampleja. Kaiut ja viive-efektit nollautuivat huonosti, sillä ne olivat selkeästi kuultavissa erotuksesta. Nämä havainnot voivat tarkoittaa sitä, että useamman kanavan summaus sai stereokuvan kuulostamaan leveämmältä sekä lisäsi tilan tuntua. Hyvällä kuuntelulla oli mahdollista kuulla eroja kaiku- sekä viive-efekteissä. Eri digitaalimuuntimen käyttö kaikuefekteille sekä rumpusampleille saattoi myös aiheuttaa niiden erottumisen nollasummasta.

Huomattavaa on se, kuinka vähäisiä erot ovat. Keskimäärin erot ovat noin -80dBFS tasolla. Stereomiksauksen reitittäminen kahteen kanavaan sekä miksauksen stemmojen reitittäminen 24 kanavaan johti hyvin samankaltaiseen lopputulokseen. Kuuntelemalla on vaikea havaita minkäänlaisia eroja.

Tein myös vertailua Apogeen lanseeraaman UV22HR-ditheröinnin sekä SSL-mikserin pohjakohinan kesken. Lukuunottamatta dither-signaalin ylätaajuuksille suunniteltua

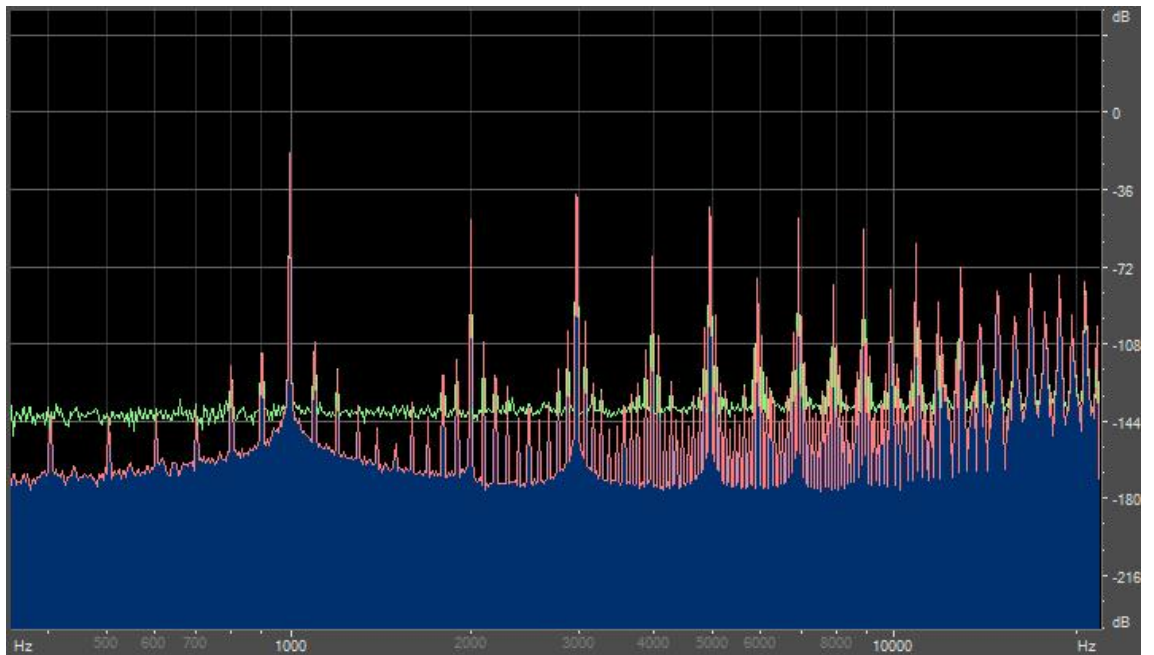
korostusta, ei analogisella pohjakohinalla ole juurikaan eroa digitaaliseen ditheröintiin. Seuraavassa kuvassa (kuvio 7) on FFT-analyysi 16-bitin UV22HR-ditheristä sekä summatun miksauksen analogisesta pohjakohinasta. Ditheröinti on merkitty analyysissä vihreällä värillä ja analoginen pohjakohina punaisella.



KUVIO 7. Digitaalinen dither ja analoginen pohjakohina

On myös mahdollista, että analoginen pohjakohina peittoilmiön ansiosta vähentää digitaalisten epälinearisuuksien, kuten aliasoinnin kuuluvuutta. Kuvio pohjakohinasta sekä harmonista säröä sisältävästä 1kHz siniaallosta (kuvio 8) havainnollistaa aliasoinnin peittymistä pohjakohinan alle. Sininen alue kuvastaa aliasointia tai vastaavanlaista epälinearisuutta. Vihreä väri kuvastaa analogista pohjakohinaa.

Mikäli digitaaliset epälinearisuudet ovat ylipäättään havaittavissa musiikissa, on mahdollista, että analogisen summauksen häiriötuotteet peittävät niitä osittain kuulumattomiin.



KUVIO 8. Analoginen pohjakohina ja digitaalinen aliasointi

Lopullinen masterointiin lähtenyt miksaus oli 24 analogisen raidan summattu versio, joka oli lisäksi kompressoitu mikserin master-kompressorilla, josta kyseinen valmistaja on myös tunnettu. Suurin vaikutus lopputulokseen oli nimenomaan kompressoinnilla eikä niinkään itse summauksella.

8 POHDINTA

Analogiseen summaukseen liittyy monenlaisia myyttejä, epätietoisuutta ja harhaanjohtavaa markkinointia. Signaalien summaaminen ei kuitenkaan ole mitään muuta, kuin yksittäisten ääniraitojen reitittämistä ja kaikki summauslaitteen ominaisuudet ovat mitattavissa olevia todellisia asioita. Toisinaan väitetään, ettei digitaalinen summaus pysty äänenlaadullisesti analogisen summauksen tasolle. Se on harhaanjohtava väite, jolle ei ole perusteluita. Analoginen summaus lisää signaaliin kohinaa, säröä, kompressiota sekä muita häiriöitä, jotka eivät ole tavanomaisia äänenlaatuun yhdistettäviä piirteitä.

Musiikissa ei kuitenkaan ole kyse parhaan mahdollisen äänenlaadun säilyttämisestä, vaan kyse on taiteellisesta tuotteesta johon vaikuttavat eniten tunteet. Toisinaan pelkkä ajatus siitä, että äänitetyt raidat ovat summattu fyysisessä maailmassa sähköisesti riittää perusteeksi omille kuuloaistin havainnoille. Asiaan liittyvät monelta osin ennakkoodotukset sekä luulot. Ammattilaisen tulisi kuitenkin välttää uskomuksia ja kokeilla sekä todeta asiat itse.

Analogisen laitteen epälineaarisuuksia ei voi vähätellä artistisena efektinä. Monet analogilaitteen ominaisuudet voivat olla vaikeita toteuttaa digitaalisesti niiden monimutkaisuuden vuoksi. Myös digitaalisen signaalin muutos analogiseksi aiheuttaa omanlaisiaan epälineaarisuuksia, joiden tärkeyttä voidaan pitää merkityksettöminä vaikka ne eivät sitä ole. Toisinaan pelkkä digitaalisen miksauksen ylimääräinen muunnos analogiseksi voi aiheuttaa riittävän määrän epälineaarisuuksia miksaukseen ja saada sen kuulostamaan elävämmältä ja todellisemmalta. Kummastuttavaa on se, että analogisen magneettinauhan epälineaarisuuksia pidetään miellyttävinä ja musikaalisina, mutta digitaalimuuntimien lähes olemattomat epälineaarisuudet ovat syystä tai toisesta epätoivottuja.

Usean kanavan analoginen summaus ei välttämättä kuulostaa juurikaan erilaiselta verrattuna digitaalisesti summattuun stereomiksaukseen, joka on reititetty kahden analogisen kanavan läpi. Lopputuloksen kannalta kanavamäärällä ei ole juurikaan merkitystä. Ainoat asiat joihin sillä on mahdollisesti vaikutusta, ovat eri kanavien pienet eroavaisuudet, joilla voi olla vaikutus miksauksen stereokuvan leveyteen sekä kaikujen ja viive-efektien erottelevuuteen. Omista mittauksistani ei käy ilmi muuta kuin se, että

erot ovat niin pieniä, että on mahdotonta muodostaa mielipidettä kummankaan menetelmän paremmuudesta. Kuuntelemalla ei myöskään ole havaittavissa suuria eroja kahden ja 24-kanavan läpi reititetyn summauksen välillä.

Tutkittuani lähemmin aihetta heräsi epäily passiivisesta analogisummauksesta. Passiivinen summauksen ei tulisi aiheuttaa minkäänlaista epälineaarisuutta. Tällöin lopputulokseen vaikuttaa suurimmaksi osaksi käytetty esivahvistin, jolla ulostulotaso saadaan palautettua oikealle tasolle. Monet analogiset summausmikserit summaavat nimenomaan passiivisesti ja vahvistavat signaalin takaisin normaaliksi kahden kanavan esivahvistimella. On hyvin todennäköistä, ettei passiivinen summaus vaikuta miksauskeeseen millään tavalla ja tällöin samaan lopputulokseen pääsisi pelkästään kahden kanavan esivahvistimella.

Summausmikserien ainoa käyttötarkoitus ei kuitenkaan aina ole pelkästään summaaminen, vaan toisinaan niitä voidaan käyttää myös signaalien reititykseen, monitorointiin ja jopa miksaamiseen. Analogisella mikserillä on monia käyttötarkoituksia ja sillä onkin mahdollista virtaviivaistaa studiotyöskentelyä monella tavalla.

On kuitenkin selvää, ettei analogisissa summauksissa saavuteta mitään, mikä ei olisi tavalla tai toisella mitattavissa ja selitettävissä. Laitteiden valmistajat eivät kerro koko totuutta siitä, miten heidän valmistamansa laitteet vaikuttavat ääneen. Tiettyjen valmistajien osalta ollaan päädytty tilanteeseen, jossa laitteita markkinoidaan jopa valheellisilla väittämillä tai sanoilla, jotka ovat subjektiivisesti tulkinnanvaraisia. Mielestäni summausmikserien sekä passiivisten, niin kutsuttujen summauslaatikoiden kysynnän ja tarjonnan määrän räjähdysmäinen kasvu sekä yleinen epätietoisuus analogisen summauksen todellisista vaikutuksista miksauslaatuun ovat jokseenkin huolestuttavia. Markkinoinnin sekä internetin keskustelupalstojen epäinformatiivinen ja harhaanjohtava tiedonanto on johtanut siihen uskomukseen, että analogisella summauksella todella päästään parempiin lopputuloksiin vähemmällä vaivalla. Tämä uskomus on väärä. Monet ääneen liittyvät asiat ovat vain psykologisia ilmiöitä, joita voidaan kumota tieteellisin menetelmin. Audioon liittyviä myyttejä on kuitenkin vaikea murtaa. Miksaajat ovat kasvavissa määrin myös taiteilijoita ja miksaaminen vaatii vähintäänkin taiteellista näkemystä. Kun kyseessä on kuitenkin usean tuhannen euron sijoitus johonkin laitteeseen, on hyvä miettiä todellista käyttötarvetta sekä todellisia, ei itse keksittyjä tai internetistä luettuja, laitteen ominaisuuksia. Analoginen

summausmikseri on mikseri, jolla ei pääsääntöisesti voi mikсата. Tästä huolimatta summausmikseriä toisinaan markkinoidaan ja pidetään tärkeinä miksauskeeseen käytettävänä laitteina.

Analoginen laite lisää kohinaa, säröä sekä muita häiriöitä, jotka joko vaikuttavat miksauskeeseen halutulla tavalla tai eivät. Digitaalinen summaus ei ole millään tavalla huonompi, kuin analoginen summaus. Liukulukumiksereiden äänenlaatua voidaan pitää toisinaan jopa liian hyvänä. Yksi syy digitaalisen summauksen huonoon maineeseen voi olla digitaalitekniikan nopea kehitys, jossa kaikki eivät ole pysyneet perässä. Lisäksi digitaalitekniikka on mahdollistanut yliprosessoinnin ja -kompressoinnin, joka on johtanut hengenlämmän kuuloihin miksauskeisiin. Analoginen summaus ei tee huonosta miksauskeesta hyvää eikä hyvästä miksauskeesta parempaa. Sen sijaan esimerkiksi särö, taajuusvasteen muutokset ja pohjakohina voivat joissain tapauksissa toimia musiikillista sisältöä tehostavina efekteinä. Analogisen laitteen epälineaarisuuksilla voi olla psykoakustinen merkitys musiikin miellyttävyyteen.

Loppujen lopuksi analogisessa summauksessa on kyse henkilökohtaisesta mieltymyksestä. Eri summausmikserit ovat suunniteltu eri käyttötarkoituksiin ja niiden, kuten myös muiden summaukseen käytettävien laitteiden, vaikutukset lopputulokseen ovat erilaisia. Omissa testeissä käyttämäni SSL-mikseri on tunnettu hyvästä äänenlaadustaan ja väriltömästä luonteestaan. Se on ennen kaikkea miksaamiseen ja äänittämiseen tehty työkalu. Äänenlaadullisista syistä se on erinomainen valinta juuri analogisen summauksen tutkimiseen.

Merkittävä äänenlaadullinen parannus summatulle levyille jäi saavuttamatta, mutta merkittävää huononnustakaan ei tapahtunut. Sen sijaan masterväylän kompressorilla saavutettiin sopivissa määrin lisää aggressiota sekä iskevyyttä lopulliseen masterointiin lähetettyyn miksauskeeseen. Vaikkei analogisesta summauksesta ollutkaan äänenlaadullista hyötyä, uskon että sen lisäämät epälineaarisuudet ja häiriötuotteet loivat äänitteelle omanlaisen tunnistettavan luonteensa. Analogisen summauksen toteuttaminen ei kuitenkaan ollut välttämätöntä.

LÄHTEET

Alten, S. 2012. Audio Basics. 1. painos. Wadsworth: Cengage Learning.

Avid. 2012. Pro Tools|HDX Frequently Asked Questions. Luettu: 12.12.2012. http://avid.force.com/pkb/articles/en_US/faq/en423351

Brixen, E. 2012. Audio Metering. Measurements, Standards and Practice. Toinen painos. Focal Press.

Brophy, C. 2007. Recording in the Music Industry. Omakustanne.

Cochrane, G. 2012. Analog Summing And Why You Shouldn't Care. Artikkele. 5.4.2012. Luettu: 25.1.2013. <http://therecordingrevolution.com/2012/05/04/analog-summing-and-why-you-shouldnt-care/>

Deutsch, D. 1999. The Psychology of Music. Toinen painos, kuvitettu. California: Academic Press.

Farmelo, A. Analog vs. Digital Summing. Artikkele. Luettu: 5.1.2013. <http://www.farmelorecording.com/in-the-press/analog-vs-digital-summing/>

Hill, D. HEAT: Dave Hill and the Art of Analog Emulation. USA 2010, Avid. 22.09.2010. <http://www.youtube.com/watch?v=SyqPZcFRkRY>

In studio with George Massenburg - Ep 4: In the control room part 1. AudioFanzineTV 29.12.2011. <http://www.youtube.com/watch?v=YBoZl2ZppoQ>

Izhaki, R. 2012. Mixing Audio. Concepts, Practices and Tools. Toinen painos. Oxford: Focal Press.

Kashiwa, G. 2001. Technical White Paper. The Pro Tools 48-bit Mixer. Daly City: Digidesign. http://akmedia.digidesign.com/support/docs/48_Bit_Mixer_26688.pdf

Katz, B. 2006. Summing, from a mastering engineers viewpoint. Keskustelupalstan vastaus. Luettu: 30.2.2013. <http://www.gearslutz.com/board/644511-post2.html>

Katz, B. 2013. Keeping Your Digital Audio Pure from First Recording to Final Master. Artikkele. Luettu: 16.3.2013. <http://www.digido.com/articles-and-demos12/13-bob-katz/16-dither.html>

Kefauver, A. & Patschke, D. 2007. Fundamentals of Digital Audio. Middleton: A-R Editions, Inc.

Kefauver, A. 2001. The Audio Recording Handbook. Middleton: A-R Editions, Inc.

Leider, C. 2004. Digital Audio Workstation. Kuvitettu painos. McGraw-Hill Professional.

Luohivuori, J. & Saarikallio, S. 2010. Musiikkipsykologia. Jyväskylä: Atena Kustannus Oy.

Maningo,E. 2012. What is analog summing mixer comparing it to digital? Artikkel. Julkaistu 10.4.2012. Luettu 20.2.2013. <http://www.audiorecording.me/what-is-analog-summing-mixer-comparing-it-to-digital.html>

Merton, O. 2006. The Sum of All Tracks. *Electronic Musician* 1/2006. Luettu: 10.12.2012. <http://www.emusician.com/news/0766/the-sum-of-all-tracks/142644>

Owsinski, B. 2006. *The Mixing Engineer's Handbook: Second Edition*. Boston: Thomson Course Technology.

Robjohns, H. 2010. Analogue Warmth. *Sound On Sound* 2/2010. Luettu: 12.2.2013.

Rudolph, B. 2004. Strictly Summing. *Mix Magazine* 12/2004. Luettu: 10.1.2013.

Savage, S. 2011. *The Art of Digital Audio Recording. A Practical Guide for Home and Studio*. Oxford: University Press.

Solid State Logic. 2009. X-Desk User's Guide. Luettu: 1.3.2013. http://www.solid-state-logic.com/docs/XLogic_X-Desk_User_Guide.pdf

The Dangerous Music. 2010. 2-Bus Manual. Luettu: 1.3.2013. <http://www.dangerousmusic.com/media/2-us-anual.pdf>

Thomas, N. 2009. *Guide to Mixing*. Omakustanne.

Truesdell, C. 2007. *Mastering. Digital Audio Production – The Professional Music Workflow with Mac OS X*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

White, G. & Louie, G. 2005. *The Audio Dictionary: Third Edition, Revised and Expanded*. 3. painos. University of Washington Press.

Winer, E. 2012. *The Audio Expert. Everything You Need to Know About Audio*. Waltham: Focal Press.

Yang, T. Kyriakakis, C. Kuo, J. 2006. *High Fidelity Multichannel Audio Coding*. New York: Hindawi Publishing Corporation.

LIITTEET

Liite 1. Äänitiedostot eri tavoilla summatusta Human Waste Disposal Unit-yhtyeen Tyrants-nimisestä kappaleesta. Kaikki äänitiedostot ovat masteroimattomia miksauksia, joiden resoluutio on 24 bittiä ja näytteenottotaajuus 44100hz.

Tiedostot:

1. 32-bittinen digitaalinen floating point-summaus
2. Kahden analogisen kanavan läpi reititetty digitaalinen summaus
3. 24 kanavaan reititetty analoginen summaus