



HÖGSKOLAN
DALARNA

Examensarbete kandidatnivå

Digitala emuleringstekniker för analoga rörförstärkare

Skillnader mellan analoga rörförstärkare och digitala kloner skapade genom ReValver 4's ACT-modul

Investigating differences between guitar tube amplifier sounds and their digital equivalences produced through ReValver 4's ACT-module

Författare: Simon Lindberg
Handledare: Johanna Rosenblad
Seminarieexaminator: David Thyrén
Formell kursexaminator: Thomas Florén
Ämne/huvudområde: Ljud- och musikproduktion
Kurskod: GLP2NN
Poäng: 15 hp
Termin: HT2021
Examinationsdatum: 2021-12-06

Vid Högskolan Dalarna finns möjlighet att publicera examensarbetet i fulltext i DiVA. Publiceringen sker open access, vilket innebär att arbetet blir fritt tillgängligt att läsa och ladda ned på nätet. Därmed ökar spridningen och synligheten av examensarbetet. Open access är på väg att bli norm för att sprida vetenskaplig information på nätet. Högskolan Dalarna rekommenderar såväl forskare som studenter att publicera sina arbeten open access.

Jag/vi medger publicering i fulltext (fritt tillgänglig på nätet, open access):

Ja

Abstract

Digital emulering av analoga gitarrförstärkare blir allt mer vanligt i och med den digitala teknikens intensiva utveckling, men möter fortsatt skepticism från förespråkare av det analoga rörförstärkarsoundet. I denna studie undersöks ReValver 4's digitala ACT-modul och dess förmåga att kunna imitera analoga rörförstärkare på ett trovärdigt sätt. Ett lyssningstest har genomförts för att ta reda på hur erfarna elgitarrister upplever skillnaderna mellan ljudande exempel producerade genom denna mjukvara samt dess analoga motsvarigheter. Resultaten antyder att skillnaderna för majoriteten av fall är hörbara, men till vilken grad samt hur de uppfattas varierar beroende på hur olika inställningar gjorts på de rörförstärkare som använts. En analys gällande detta pekar på att det som ger upphov till de största problemen vid den digitala emuleringsprocessen är det komplexa, ickelinjära beteendet i hårdvaran. Lyssnarna uppfattar allt tydligare skillnader i exempel med högre distorsionsnivåer, även om den frekvensspektrumanalys som genomförts inte alltid går i samklang med dessa upplevelser.

Keywords

ACT, Analog, Digital, Elgitarr, Emulering, ReValver 4, Rörförstärkare

Innehållsförteckning

Inledning	1
Syfte och frågeställning	2
Avgränsningar	3
Tidigare forskning	3
Modelleringsteknik	4
Profileringsteknik	5
Tillverkarens perspektiv	6
Teori	7
ReValver 4 – Audio Cloning Technology	7
Problem vid emulering av rörförstärkare	8
Analogt kontra digitalt	9
Metod	10
Skapande av stimuli	10
Lyssningstest	12
Tekniska mätningar	13
Etiska överväganden	13
Resultat och analys	14
1. Clean - Jazz	14
2. Clean - Jazz	15
3. Crunch - Rock&Roll	16
4. Crunch - Rock&Roll	18
5. Heavy – Metal	19
6. Heavy – Metal	20
Slutsatser	21

Diskussion	23
Studiens validitet och reliabilitet.....	25
Vidare forskning.....	27
Källförteckning	28
Bilagor	30

Inledning

Elgitarrister världen över har i årtionden experimenterat med analog utrustning i jakten på det perfekta gitarrsoundet. Utbudet av förstärkare, mikrofoner och instrument som går att välja mellan är av mastodontisk karaktär, för att inte tala om alla möjliga kombinationer dessa sinsemellan. Faktorer som exempelvis limiterad ekonomi och begränsat utrymme kan dessvärre fungera som en bromskloss för de som vill laborera med olika uppsättningar av ovan nämnd utrustning (Pakarinen & Yeh, 2009, s. 85).

I och med den digitala utvecklingens rapida framfart under 1990-talet växte nya digitala processeringstekniker fram (Düvel, Kopiez, Weihe & Wolf, 2019, s. 1). Dessa tekniker har synnerligen påverkat elgitarren som instrument, men även tillhörande komponenter såsom förstärkare. Föreställningen om att gitarrister skulle förkovra sig i detta stämmer dock inte överens med verkligheten, då den framåtskridande digitala tekniken snarare oftast mötts av skepticism (Czedik-Eysenberg, Herbst & Reuter, 2018, s. 482). Detta trots att många digitala emuleringar av deras analoga motsvarigheter besitter en värdefull kapacitet när det kommer till att lösa just motarbetande faktorer i form av ekonomi och utrymme.

Anledningen till denna skepticism bottenar istället troligtvis i det rörförstärkarljud som lyssnare vant sig vid, detta efter att det populäriserats av rockband under 1950- och 1960-talet (Pakarinen & Yeh, 2009, s. 85). Utmaningen för mjukvaruutvecklarna har länge varit att på ett trovärdigt sätt lyckas emulera just detta karaktäristiska rörsound. Den stora frågan i nuläget är om tekniken kommit så långt att möjligheten faktiskt finns för att åstadkomma detta med de program som existerar på marknaden idag. Kan lyssnare år 2021 verkligen höra skillnad mellan en analog rörförstärkare och en digitalt emulerad variant av samma modell? Eller kommer dessa nya tekniker återigen avfärdas med samma skepticism?

I denna studie undersöks den digitala mjukvaran ReValver 4 och i synnerhet deras ACT-teknik (Peavey, 2016, s. 23), samt dess förmåga att kлона en analog rörförstärkare. Vidare undersöks, med hjälp av ett lyssningstest och elgitarristens perspektiv, hur dessa uppfattas i jämförelse med varandra.

Syfte och frågeställning

Då nya emuleringstekniker ständigt växer fram och släpps på den kommersiella marknaden ter det sig naturligt att sambandet mellan denna utveckling och bristen på kunskap om dessa går hand i hand. Det vill säga att ju färskare någonting är, desto mindre kunskap finns att hämta om det. Detta är, som med allt annat, även applicerbart på emuleringstekniker ämnade för elgitarr- och rörförstärkare.

Syftet med studien är att bidra till en ökad kunskapsutveckling gällande emuleringstekniker för rörförstärkare. Detta genom att undersöka hur stor den ljudmässiga skillnaden egentligen är mellan analoga rörförstärkare och dess digitalt klonade varianter, producerade med ReValver 4's ACT-teknik. Huruvida dessa skillnader, alternativt icke-skillnader, existerar och i sin tur upplevs kommer att undersökas genom ett lyssningstest med erfarna lyssnare i form av elgitarrister. Syftet med dessa tester är att de skall resultera i en ökad förståelse för hur långt dagens emuleringstekniker kommit och vid framtida inköpsval kunna hjälpa andra gitarrister och berörda konsumenter.

Lyssningstestets resultat kommer även att jämföras med tekniska mätningar i form av en frekvensspektrumanalys. Syftet med dessa mätningar är att de skall bidra med svar som, utöver lyssningstestet, ytterligare konkretiserar eventuella, upplevda skillnader. Förhoppningen är att dessa mätningar kan stärka kunskapsbilden kring moderna emuleringstekniker för rörförstärkare och framförallt understryka vad det är i den digitala tekniken som måste utvecklas.

För att förtydliga syftet ytterligare bryts det ned till följande forskningsfråga:

- Hur väl kan digitala förstärkaremulatorer imitera analoga rörförstärkare?

Följande frågeställningar kommer i sin tur användas för att kunna besvara forskningsfrågan:

- På vilket/vilka sätt uppfattar erfarna lyssnare eventuella skillnader mellan dessa?
- Vilka samband finns mellan lyssnarnas upplevda skillnader och de tekniska mätningarna?

Avgränsningar

Det finns en uppsjö av mjukvaror på marknaden som är ämnade för att emulera analoga gitarrförstärkare. I denna uppsats kommer dock enbart ReValver 4 och mer specifikt dess så kallade ACT-teknik (Audio Cloning Technology) att testas. Sökningar i databaser som RILM, AES och ProQuest indikerar att det med stor sannolikhet inte finns någon tidigare vetenskapligt publicerad artikel som undersöker just denna teknik. Publikationer där en del konkurrerande företags tekniker undersökts existerar däremot, därav det medvetna valet att testa just ReValver 4 för denna uppsats.

Gällande det lyssningstest som genomförts togs beslutet att enbart inkludera elgitarrister med minst tre års erfarenhet av att spela med analoga rörförstärkare. Begreppet ”erfarna lyssnare” i frågeställningen syftar således på personer med denna bakgrund. Detta för att de har en större chans att uppfatta särskilda nyanser i ljudet och veta vad de skall lyssna efter, i motsats till personer som inte har samma erfarenhet.

Tidigare forskning

Som tidigare nämnts har, åtminstone till författarens kännedom, ReValver 4’s ACT-teknik inte studerats ur ett vetenskapligt perspektiv tidigare. Denna studie kommer således att bidra med ny kunskap inom forskningsfältet genom att undersöka erfarna elgitarristers upplevelse av en hittills vetenskapligt oprövad emuleringsteknik. Detta kommer i sin tur att bredda den i nuläget relativt sparsamma andelen forskning som existerar gällande digital emulering av rörförstärkare. Följaktligen kommer studien att bidra med ytterligare insikter om hur väl användare uppfattar att dessa digitala mjukvaror klarar av att imitera sina analoga föregångare.

De exakta tekniska detaljerna bakom programvaran finns ej publicerade och förblir en företagshemlighet. Däremot existerar publicerad forskning gjord på liknande, moderna emuleringstekniker för rörförstärkare, men också på annan närbesläktad teknisk utrustning som kan vara av relevans. Två av de kanske största, mest välkända teknikerna bakom digital emulering för elgitarr kommer att granskas nedan. Detta då chansen bedöms vara stor att

Peavey's ACT-teknik förhåller sig inom rimligt räckhåll för någon av dessa, alternativt att den implementerar delar från bägge två.

Den svenska forskningen på detta ämne är dessvärre mycket knaper. Denna brist på inhemska artiklar kan dock vägas upp med globala publikationer från flertalet olika länder. Ett medvetet val om att försöka täcka in tidigare forskning från så många olika utländska perspektiv som möjligt har därför gjorts för att kunna presentera en så mångsidig bild av helheten som möjligt.

Modelleringssteknik

De emuleringstekniker som existerar idag har sina rötter i 1989 då Tech 21 släppte den analoga rörförstärkaremulatorn SansAmp. Under 1990-talet hakade andra tillverkare på. Detta manifesterades i och med släppet av den första helt digitala förstärkaremulatorn, Rolands VG-8, samt Line 6's digitala POD (Herbst et. al, 2018, s. 483). Dessa baserades på så kallad modelleringssteknik. Det finns två huvudsakliga typer av modellering, Black box-modellering och White box-modellering (Eichas & Zölzer, 2018, s. 1006).

Vid Black box-modellering av linjära filter i förstärkare analyserar man, simpelt förklarat, systemet genom ett frekvenssvop för att täcka in de frekvenser förstärkaren återger. Dessa replikeras sedan i form av impulsresponser som kan användas för att emulera den enhet som analyserats. Det som emuleras här är parameterstyrda funktioner som exempelvis förstärkarens EQ- och volymkontroller. När det gäller modellering av rörförstärkarens icke linjära filter är det istället distorsion som emuleras och sedermera digitaliseras (Pakarinen & Yeh, 2009, s.88).

En form av denna Black box-modellering användes i en tysk studie, i vilken forskarna modellerade distorsionskretsar från tre olika gitarrpedaler (Eichas & Zölzer, 2016). Ett lyssningstest genomfördes sedan med fem, för ämnet erfarna lyssnare.¹ Resultaten visade att samtliga kunde höra skillnad mellan emuleringen och referensen när det kom till två kretsar, men för den tredje kunde ingen av de fem avgöra några skillnader. Detta visar att möjligheten kanske finns för att kunna skapa trovärdig digital emulering av analoga distorsionskretsar. Det

¹ Dessa beskrevs som: "...experienced researchers in virtual analog modeling"

ska dock påtalas att det informella lyssningstestet med endast fem personer som genomfördes försvagar möjligheten att applicera någon slags större generaliserbarhet över resultatet.

Samma forskare undersökte senare möjligheterna för att modellera analoga förstärkare (Eichas & Zölzer, 2018). Den emuleringsmodell de använde och som är synonymt med Black Box-modellen, fokuserade enbart på mätningar av referensförstärkarens input- och outputsignal. Detta är en liknande strategi som Peavey uppger sig använda för ReValver 4. Det forskarna emellertid kom fram till var att deras modell inte klarade av att emulera vissa subtila distorsionseffekter som rörförstärkare introducerar till ljudet. Detta understryker i sin tur det komplicerade med att emulera icke-linjära filter i analoga rörförstärkare, då alla detaljer kan vara svåra att få med.

Det subjektiva lyssnarperspektivet undersöktes även i Eichas och Zölzers studie. Detta genom ett lyssningstest med 19 personer. En detalj värd att poängtera gällande resultatet här är att ju större icke-linjäriteten av ett referenssystem var, desto större skillnader upplevde lyssnarna mellan exemplen. Förenklat förklarar man säga att de icke-linjära filter i rörförstärkare med mer komplexa kretsar och oförutsigt beteende helt enkelt blir svårare att emulera. Detta leder således till att skillnaderna, sett ur lyssnarens perspektiv, upplevs som mycket större.

Profileringsteknik

2011 släppte Kemper sin Kemper Profiler, med en ny teknik som enligt de själva inte modellerar förstärkare utan snarare kopierar det exakta ljudet och känslan av de (Kemper, 2021). Detta genom en egen, patenterad emuleringsteknik. Herbst et al (2018, s. 485) nämner hur Kemper är de enda som använder sig av denna så kallade profileringssteknik, då inget annat företag lyckats implementera något liknande i sina produkter. Värt att observera här är att Peavey detta till trots använder sig av termen ”profiling” vid beskrivning av sin ACT-modul (Peavey, 2015).

I en polsk studie från 2015 (Majewski & Malecki) utmanades Kempers påståenden gällande sin innovation. Det lyssningstest som genomfördes avslöjade att den analoga ljudfilen upplevdes vara ”varmare” och mer transparent i jämförelse med den emulerade versionen. Detta resultat mynnar dessvärre aldrig ut i någon diskussion. Den enda egentliga slutsatsen som dras är, löst översatt, att de emulerade ljuden inte är identiska med de analogt inspelade.

En mer omfattande undersökning av Kempers profilerings teknik publicerades däremot 2018 (Herbst et al). En av slutsatserna de drog var att den hade svårigheter med att profilera ljud med mycket distorsion. Hörbara skillnader existerade även för, som Herbst benämner det, ”clean sounds”, det vill säga ljud utan distorsion. Han gjorde en annan, ur konsumenternas perspektiv, intressant poäng gällande Kempers profilerings teknik. Även om Herbst upplevde att kvaliteten på emuleringarna blev bra, insåg han att det krävdes hög ljudstyrka från förstärkarna för att denna kvalitet skulle infinna sig. Detta kan i sin tur verka på ett begränsande sätt för gitarrister som inte har möjligheten att genomföra proceduren med detta ”krav” i åtanke.

I en annan studie från 2019 (Düvel et al) undersöktes återigen Kemper Profiler, samt dess förmåga att emulera analoga förstärkare. Ett lyssningstest genomfördes och resultaten visade att lyssnarna sällan lyckades särskilja den digitala versionen från den analoga referensenheten. Forskarna själva var positivt inställda och närmast förbluffade över resultatet. De benämnde till och med ljudet från de analoga förstärkarna och deras digitala profiler som förvirrande lika varandra.

Något som nämns i studien av Düvel et al är det faktum att en högt uppsatt från företaget Kemper varit närvarande vid själva genomförandedelen. Visserligen kan de då vara säkra på att de använder produkten på ett korrekt sätt, men å andra sidan bör man förhålla sig kritisk gällande inblandandet av en person med den anknytningen. Risken finns att det skulle kunna påverka forskarnas beslutsfattande i studien, samt sättet de väljer att framställa Kemper på. Att de ljudexempel som jämfördes i studien icke var identiska rent framträdandemässigt bör även lyftas som något problematiskt. Validiteten i denna studie kan således ifrågasättas på denna punkt.

Tillverkarens perspektiv

Med tanke på att ReValver 4 är en mjukvara med försäljning på den kommersiella marknaden vore det knappast konstigt om tillverkaren själv genom olika uttalanden inte skulle vilja framhäva sin produkt och dess funktioner. Företagets grundare, Hartley Peavey, yttrade sig exempelvis på följande vis när den senaste versionen av ReValver presenterades:

Our goal with ReValver has always been to constantly innovate and push the envelope. We feel that ReValver represents the pinnacle of amp modeling technology and our ACT technology adds

a whole new dimension to the capabilities of amp modeling software... The ACT Profiling module marries these technologies to allow our users to capture the heart, soul and essence of their favorite amps, giving a whole world of tone options.

Detta låter givetvis lovande för konsumenter, även om uttalandet i sig kanske lutar mer åt det abstrakta hållet. Att företagets grundare talar om produkten på detta vis kan dock tolkas som en förtroendeingivande indikator på att ACT-tekniken faktiskt gör det möjligt att fånga detaljer som tidigare tekniker inte lyckats med. På sin hemsida tar företaget det ett steg längre med följande, aningen mer konkreta påstående:

Redesigned from the ground up, this latest version of the award-winning ReValver software contains revolutionary amp modeling capabilities that capture true characteristics of real tube amplifiers.

Peavey hävdar alltså att ReValver 4 kan fånga den äkta karaktäristiken av riktiga rörförstärkare. Den stora frågan är dock hur detta uppfattas av gitarrister och andra konsumenter oberoende från tillverkaren. Noterbart är att resultaten som presenterades i studierna från Eichas & Zölzer, Herbst et al, Düvel et al, med flera, talar emot Peaveys uttalande på ett antal punkter.

Teori

ReValver 4 – Audio Cloning Technology

ReValver 4 är en digital mjukvara skapad av Peavey Electronics som används av gitarrister för att emulera ljudet från fysiska hårdvaruförstärkare. Existerande modeller baserade på välkända märken finns tillgängliga i form av presets, men det är även möjligt att emulera både fysiska instrument och gitarrförstärkare genom så kallad Audio Cloning Technology (ACT). Hur denna teknik implementeras i praktiken beskrivs enligt Peavey själva på följande sätt i ett uttalande hämtat från deras hemsida (Peavey, 2021):

At the input, ACT turns ReValver into an instrument modeler by altering the incoming guitar signal to mimic the sound and characteristics of other instruments, such as acoustics, folk instruments, and even other electric guitar and pickup combinations. At the output, ACT allows the user to load presets that sculpt the signal to fit in a recording mix or mimic the sonic characteristics of famous guitar rigs.

Denna teknik analyserar alltså inkommande gitarrsignal och gör det möjligt för användaren att förändra denna genom presets som imiterar andra instrument. Det går även att skapa en profil av sin egen gitarr genom att spela på olika toner över instrumentet medan ACT-tekniken analyserar innehållet i tonerna. ACT Combo är den modul inom programvaran som används för att kлона, antingen sin egna analoga förstärkare, eller en tidigare inspelad ljudfil. Den beskrivs i Peaveys manual (Peavey, 2016, s. 25) för ReValver 4 på följande vis:

ACT Combo is a sophisticated ReValver 4 add-on module, available through the ReValver Amp Store, capable of analyzing the gain/distortion and frequency content of a guitar amplifier recording and then replicating the analyzed sound as an amplifier/ cab combo simulation. The ACT Combo is typically used in two scenarios: - You own or have access to a specific amplifier and would like to replicate its sound in ReValver. - You would like to replicate the sound of a recording of an amplifier from an album or other recording. No matter what the scenario, ACT Combo can replicate the recording of the amplifier and allow it to become part of your ReValver toolkit.

Det finns, ur en elgitarrists perspektiv, flera gynnsamma ting att hämta från detta. Då möjligheten finns att analysera och kлона det ljud som tidigare spelats in, kan gitarrister återanvända dessa i framtiden. Får man till en bra uppmickning kan man således spara detta och använda till nästa inspelningsstillfälle, utan att behöva gå igenom hela uppmickningsprocessen av förstärkaren igen. Beroende på hur väl denna teknik upplevs fungera, existerar ändå potential för att den skulle kunna lösa ekonomiska och utrymmebaserade problem för gitarrister. Om hörbara skillnader upplevs på ett negativt sätt blir det upp till gitarristen själv att ta fram vågskålen och avgöra om dessa praktiska lösningar är värdefulla nog att kompromissa för.

Problem vid emulering av rörförstärkare

Grundat på en samlad bedömning av tidigare studier kan man konstatera att de digitala kopiorna med tiden kommer allt närmare sina analoga motsvarigheter. Vissa problem kvarstår dock även

för de modernaste teknikerna. Den gemensamma nämnaren verkar kunna lokaliseras i och med de problem som uppstår vid emulering av det icke linjära beteendet i framförallt rörförstärkare. Baserat på vad dessa tidigare studier kommit fram till, har analog distorsion ännu inte för lyssnare på ett övertygande sätt kunna emuleras. Varför är det så?

Zollner (2011-2013) beskriver flera utmaningar med att emulera rörförstärkare. De oberäknliga, icke linjära interaktionerna mellan alla möjliga komponenter i gitarrer och gitarrförstärkare talas om som en faktor. Som nämndes i inledningen är utbudet av utrustning enormt, vilket gör att detta i sin tur dessutom leder till otroligt många kombinationsmöjligheter. Vidare beskriver Zollner rörförstärkarens höga outputimpedans som upphov till ytterligare svårigheter. Detta med tanke på de dynamiska förändringar som kan ske där beroende på gitarristens spelstil. Den höga impedansen påverkar också hur frekvensresponsen ser ut vid överföringen av ljudet och oundvikligen då också dess sound när det emuleras, vilket också bör tas i beaktande.

Något som även är svårt enligt Zollner är att vid emuleringen lyckas få med alla detaljer av den distorsion rörförstärkaren producerar. Zollner beskriver att om man skulle simulera varje liten detalj av detta, skulle det enbart resultera i en fördröjd kalkyleringstid i processorn. Detta kan då påverka emuleringen negativt genom ex. trögare reaktionsförmåga och är anledningen till varför denna strategi inte fungerar.

Analogt kontra digitalt

Kodning av analoga signaler till digital data, såväl som konvertering av digital data tillbaka till analog form, cirkulerar kring två processer. Dessa kallas för sampling och kvantisering (Huber & Runstein, 2018, s. 197). Samplingsprocessen går ut på att spänningsnivån i en analog signal mäts vid olika diskreta punkter över tid, varpå dessa mätpunkter sedan konverteras till digital data i form av ettor och nollor. Den analoga ljudsignalens vågform är kontinuerlig och delas upp i dessa stegvisa punkter på ett så precist sätt som möjligt. Ju högre samplingsfrekvensen är vid en inspelning, desto mer detaljerat och bredare frekvensomfång blir det som samplas vid digitaliseringsprocessen. Vid kvantisering å andra sidan mäts amplituden, det vill säga det dynamiska omfånget. Avgörande faktorer för hur precist denna process kan göras grundar sig i kvaliteten på AD/DA-omvandlarens krets och valt bitdjup. Dessa faktorer kan med andra ord

påverka hur väl detaljerat en analog signal från en rörförstärkare kan återspeglas i en digital emulering.

Metod

Skapande av stimuli

Vid inspelningen av stimuli användes två olika rörförstärkare, Marshall JCM2000 och Peavey 6505. Elgitarren som användes var en Hagström Viking. Totalt genomfördes sex stycken inspelningar med varierande mikrofoner, mikrofonplaceringar och inställningar på förstärkarna. Resonemanget bakom detta var att ju rikare variation, desto större skulle chansen bli att se hur väl den digitala mjukvaran kunde klara av olika inspelningsscenarion vid kloningsprocessen. Olika spelsätt och musikstilar tillämpades även för de olika tagningarna, av samma anledning. Det går givetvis att argumentera för att fler inspelningar, där ytterligare rörförstärkare inkluderats, med största sannolikhet hade ökat chansen för att i slutändan kunna dra slutsatser med en högre grad av generaliserbarhet. Varför valet föll på att göra just sex stycken inspelningar och inte fler var dock för att det kommande lyssningstestet inte skulle bli för omfattande. Detta för att deltagarna inte skulle tröttnas ut i ett tidigt skede och tappa fokus innan testets slut. Följande tabell åskådliggör hur de sex olika inspelningarna förverkligades:

<i>Stimuli</i>	<i>Förstärkare</i>	<i>Mikrofoner</i>	<i>Avstånd</i>	<i>Distorsionsnivå</i>	<i>Genre</i>
1	Marshall JCM2000	SM57 & Neumann KM184	0 cm	Clean	Jazz
2	Marshall JCM2000	SM57 & Neumann KM184	15 cm	Clean	Jazz
3	Marshall JCM2000	SM57 & Ehrlund EHR-E	0 cm	Crunch	Rock&Roll

4	Marshall JCM2000	SM57 & Ehrlund EHR-E	15 cm	Crunch	Rock&Roll
5	Peavey 6505	SM57 & Sennheiser MD421	0 cm	Heavy	Metal
6	Peavey 6505	SM57 & Sennheiser MD421	15 cm	Heavy	Metal

Tabell 1.

För att öka validiteten i undersökningen ytterligare, samt för att säkerställa att själva framträdandet inte skulle bli en påverkande faktor vid lyssningstestet, spelades DI-signalen in samtidigt som de övriga analoga ljudfilerna. På så vis elimineras risken att lyssnarna baserar sina svar utifrån hur det spelas på instrumentet i ljudfilen, snarare än att de fokuserar på skillnaderna i vad de faktiskt hör.

De inspelade filerna importerades i ProTools 12.0. De två ljudfilerna som spelades in via mikrofonerna för respektive inspelning fick exporteras till en ljudfil, vilket var en nödvändighet då ReValver 4 endast kan analysera en fil åt gången. ReValver 4 placerades sedan på varje DI-spår och den inspelade ljudfil som stämde överens med respektive DI-spår importerades i ACT-modulen. För bästa resultat vid användning av ACT-modulen råder tillverkaren användarna att ratta alla inställningar i den digitala mjukvaran i enlighet med hur de såg ut på hårdvaran vid den analoga inspelningen (Peavey, 2016, s. 27). Detta råd följdes för att undvika att olika inställda parametrar skulle påverka resultatet av emuleringen på ett negativt sätt. DI-signalen processerades sedan via ACT-modulens analysverktyg. Avslutningsvis normaliserades samtliga ljudfiler i enlighet med EBU R 128. Detta för att undvika att amplitudnivån mellan dessa inte skulle bli en påverkande faktor för deltagarna i lyssningstestet (Ronan, Sazdov & Ward, 2016). Ingen ytterligare processering tillämpades.

Lyssningstest

Vid utformningen av lyssningstestet hämtades inspiration från ett tidigare test gjort av Schmitz & Embrechts (2013, s. 4), dock med vissa modifikationer. För varje exempel fick deltagarna lyssna på jämförelser mellan tre olika ljudfiler där det antingen fanns två identiska kopior av det digitala eller analoga exemplet, samt en av det motsatta. Alla ljudfiler var slumpmässigt utplacerade och av anonym karaktär för lyssnarna, vilket gjorde det till ett blindtest. Alla visuella medel i form av exempelvis vågformer för de olika ljudfilerna var dolda så att de inte skulle avslöja något för lyssnarna (Berg, 2012, s. 205).

Ett frågeformulär fanns tillgängligt där de blev ombudda att identifiera vilken av de tre ljudexemplen som skiljde sig från de övriga två, samt att beskriva hur de upplevde skillnaderna mellan dessa (Se bilaga). I likhet med tankegången bakom omfattningen av antal jämförelser löd resonemanget här att korta, koncisa frågor av relevans var att föredra för att inte deltagarna skulle hinna bli trötta och tappa fokus under testets gång.

Detta så kallade triangelttest valdes av två huvudsakliga anledningar. Enligt ISO 4120:2021 (2021) är detta en effektiv metod för tester där skillnaderna mellan stimuli inte är överväldigande, vilket de av uppsatsförfattaren inte bedömdes vara i detta fall. Enligt denna standard är metoden även effektiv för att kunna avgöra huruvida det går för testdeltagarna att uppfatta skillnader mellan det stimuli som jämförs eller inte. Den andra huvudsakliga anledningen till att denna metod valdes var för att undvika att deltagarna skulle basera sina svar på egna subjektiva preferenser. I de fall där deltagarna svarade fel på första frågan ströks sedermera svaren på följdfrågan (gällande hur de upplevde skillnaderna) i den slutgiltiga sammanställningen av resultatet. Basen till detta sistnämnda tillvägagångssätt hämtades från Eichas & Zölzers studie (2018, s. 7). Detta för att undvika inkluderandet av placeboinfluerade svar och därmed öka metodens reliabilitet.

Alla lyssningstest genomfördes på samma ställe, i en akustikbehandlad, kontrollerad lyssningsmiljö. Detta innebar att alla deltagare hade samma grundförutsättningar för lyssningen, vilket även det påverkar metodens reliabilitet ur en positiv synvinkel. Ett beslut som togs var att låta de styra lyssningsvolymen själva, trots att detta kunde innebära att förutsättningarna då kunde skilja sig på detta plan mellan de olika testerna. De hade även möjlighet att lyssna igenom de olika exemplen hur många gånger de själva behagade. Tanken

bakom dessa beslut var att de på så vis kunde välja en lyssningsvolym som de själva kände sig bekväma med och kunna fatta beslut utan att påverkas av någon tidspress. Monitorerna som användes vid samtliga lyssningstest var av märket Klein + Hummel O300. Dessa monitorer har ett frekvensomfång på 40 – 20kHz, vilket gör de lämpliga för kritisk lyssning av detta slag.

Totalt sett deltog 10 elgitarrister i lyssningstestet, alla med minst 3 års erfarenhet av att spela med analoga gitarrförstärkare. Det grundläggande resonemanget för urvalet baserades på forskningsfrågan i undersökningen (Ahrne & Svensson, 2015, s. 39). Beslutet att endast inkludera erfarna elgitarrister togs då risken för felavvikelse i resultatet minskar markant när subjekt med större erfarenhet deltar i lyssningstest. Detta i jämförelse med om oerfarna deltagare istället hade inkluderats i studien (Bech, 1992, s. 604).

Tekniska mätningar

En frekvensspektrumanalys på det stimuli som användes vid lyssningstestet genomfördes via Voxengo Span Plus. Detta då denna mjukvara innehåller funktioner som gör det möjligt att jämföra två ljudfiler samtidigt och skapa grafer där de båda jämförs vid samma tillfälle i tid. Valet att göra en teknisk analys av detta slag baserades på de svar som erhöles vid lyssningstestet, då majoriteten av dessa kretsade kring just frekvensmässiga skillnader. Detta för att ytterligare kunna konkretisera och få en djupare förståelse för varför subjekten svarat som de gjort.

Etiska överväganden

Under arbetets gång har Vetenskapsrådets forskningsetiska principer tagits i beaktande. Deltagande personer i undersökningen har på förhand informerats om studien. De har således blivit underrättade om syftet med undersökningen och det har tydliggjorts att deras medverkan hela tiden varit frivillig, samt att de när som helst hade möjligheten att avbryta. Uppgifter om de medverkande har även behandlats med konfidentialitet i enlighet med konfidentialitetskravet. Nyttjandekravet har likväl följts då samma uppgifter endast använts för forskningsändamål (Vetenskapsrådet, 2002).

Resultat och analys

För tydlighetens skull kommer resultat och kortare analys av såväl lyssningstest som tekniska mätningar presenteras en efter en i enlighet med den ordning de förekom i lyssningstestet. Detta följt av en större övergripande analys med slutsatser för att kunna urskilja generella mönster i de olika resultaten. Gällande de tekniska mätningarna representeras de analoga ljudfilerna alltid i form av röd färg och de digitala av blå färg, i de grafiska bilder som förekommer för varje exempel.

1. Clean – Jazz

Vid den första jämförelsen lyckades 7 av 10 avgöra vilken av de tre ljudfilerna som skiljde sig från de övriga. Svaren på följdfrågan gällande uppfattade skillnader från de tre personer som inte svarade rätt på första frågan uteslöts från sammanställningen. De respektive analoga och digitala ljudexemplen beskrevs med ord som:

<i>Analog hårdvara</i>	<i>Digital mjukvara</i>
Dov	Klar
Mjuk	Tydlig
Basigare	Rikare diskant
Grumligare	Mindre behaglig
Närmare	Ljusare

Tabell 2.

Majoriteten av lyssnarna beskrev det digitala ljudexemplet som klarare och tydligare i kontrast med det analoga som uppfattades vara mjukare och dovre i jämförelse. Endast en av sju personer var av motsatt uppfattning. Flera personer uttryckte även att de upplevde skillnaderna som noterbara, om än mycket små. Den mest framträdande skillnaden som går att tyda i frekvensanalysen är att den digitala klonen saknar en del energi mellan 65Hz och 200Hz. Detta kan ses som en förklaring till varför lyssnarna uppfattade det analoga exemplet som mjukare

och dovare. Vissa ojämnheter förekommer även vid högre frekvensband, även om skillnaderna bör ses som relativt små. Detta går att koppla till de, av testpersonerna små upplevda skillnaderna, men även det faktum att tre personer misslyckades med uppgiften att korrekt identifiera skillnader överhuvudtaget.

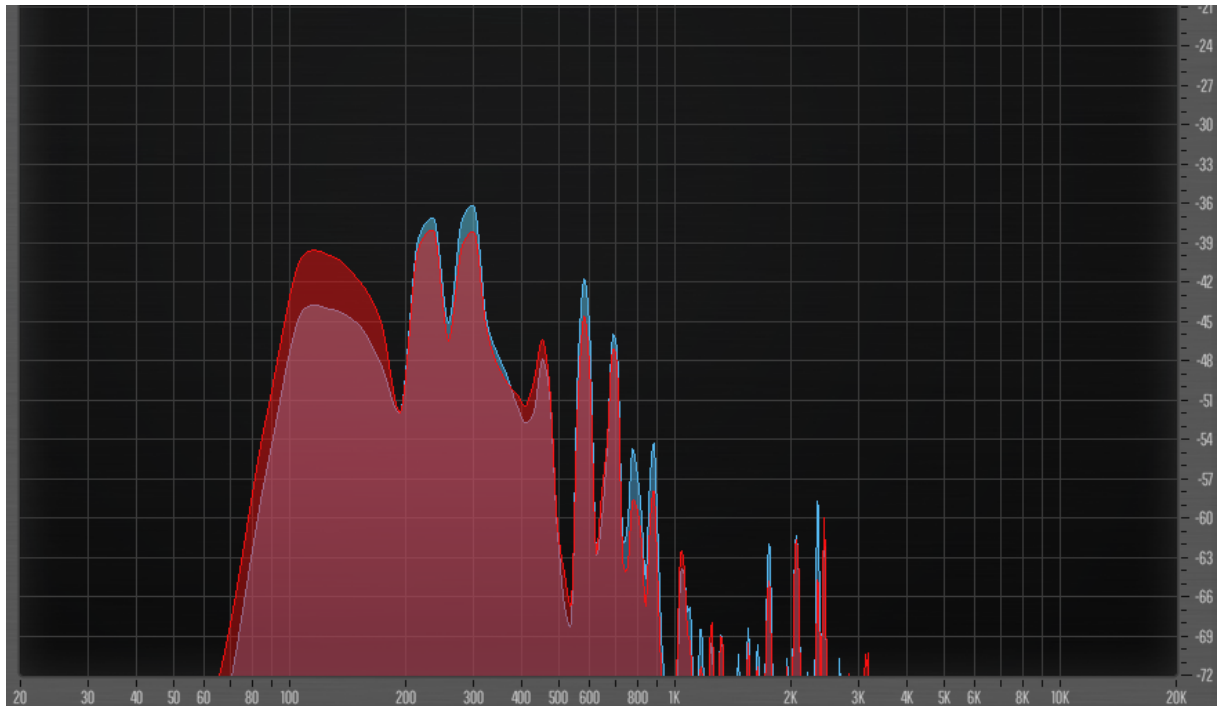


Bild 1. Analog = Röd. Digital = Blå.

2. Clean – Jazz

Vid den andra jämförelsen kunde alla 10 identifiera vilken av ljudfilerna som skiljde sig åt. De uppfattade skillnaderna beskrevs med ord som:

<i>Analog hårdvara</i>	<i>Digital mjukvara</i>
Klarare	Burkigare
Mer diskant	Mjuk
Närmare	Svagare
Fylligare	Plattare
Jämnare	Crunchy

Tabell 3.

6 av 10 testpersoner angav att de uppfattade det analoga exemplet som antingen klarare eller tydligare i diskanten, medan fyra personer beskrev att de upplevde sig höra skillnader i basregistret. Sambandet mellan de upplevda skillnaderna och den tekniska mätningen är påtagligt även här. I likhet med den första jämförelsen, saknar den digitala emuleringen också denna gång energi i det lägre registret. Noterbart är att endast en testperson beskrev uppfattade skillnader i lägre mellanregistret. Detta trots att det i den tekniska mätningen går att avläsa en differens på cirka 3dB mellan den analoga ljudfilen och den digitala emuleringen runt 300Hz.

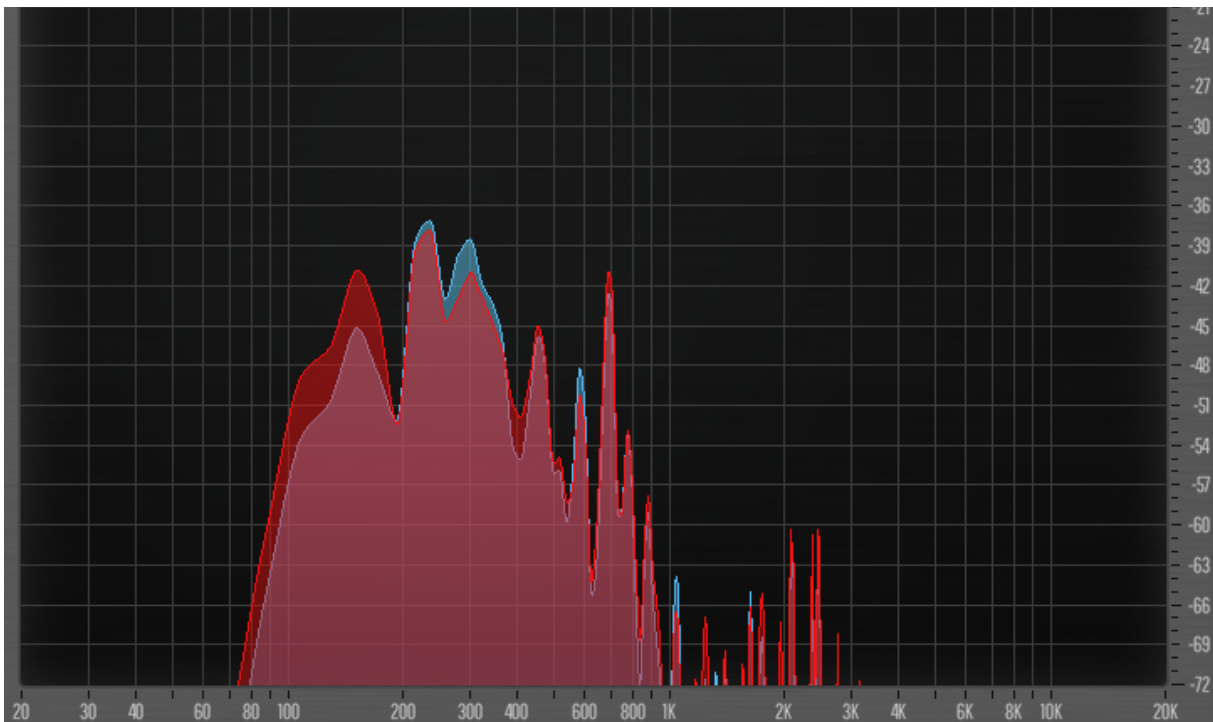


Bild 2. Analog = Röd. Digital = Blå.

3. Crunch - Rock&Roll

Vid den tredje jämförelsen kunde alla 10 identifiera vilken av ljudfilerna som skiljde sig åt. De uppfattade skillnaderna beskrevs med ord som:

<i>Analog hårdvara</i>	<i>Digital mjukvara</i>
Basigare	Tydligare diskant
Mullrig	Vass

Dovare	Nasal
Jämnare	Mer crunch
Öppen	Muffligare

Tabell 4.

I denna jämförelse uppgav tre personer att skillnaderna var mer framträdande än i de tidigare ljudexemplen och att det berodde på att distorsionen upplevdes annorlunda mellan de olika exemplen. Totalt 7 personer beskrev den digitala emuleringen som vassare och/eller nasalare, vilket går hand i hand med hur frekvensanalysen presenterar de olika ljudfilernas innehåll. Bortsett från det allra lägsta basregistret blev nästintill allt frekvensinnehåll ovanför 200Hz förstärkt i den digitala emuleringen. Vid detta exempel var distorsionsnivån högre än för de första två. Varför skillnaderna blev så pass annorlunda för denna emulering kan möjligtvis förklaras genom Zollners (2011-2013) teori om rörförstärkarens höga outputimpedans och vilka svårigheter detta medför. Då spelsättet ändrades till detta exempel och var av en mer dynamisk karaktär är det ingen omöjlighet att det kan ha verkat som en försvårande faktor för ACT-modulen vid denna emulering.

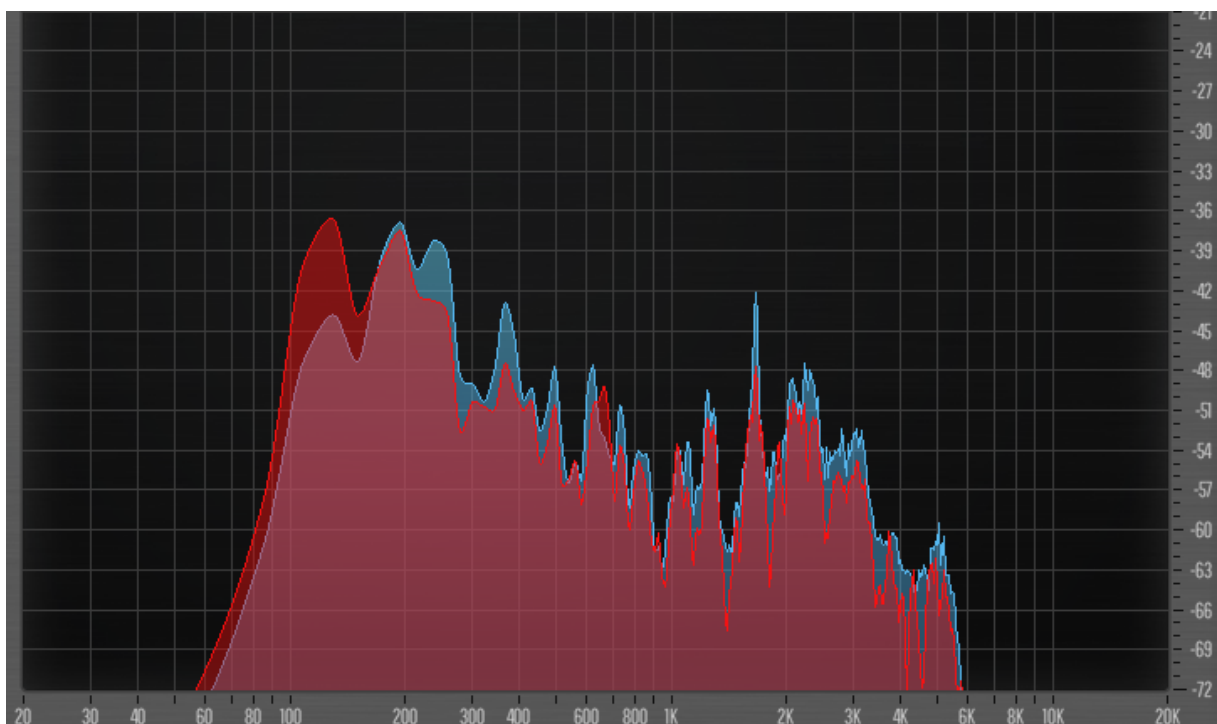


Bild 3. Analog = Röd. Digital = Blå.

4. Crunch - Rock&Roll

Vid den fjärde jämförelsen kunde alla 10 identifiera vilken av ljudfilerna som skiljde sig åt.

De uppfattade skillnaderna beskrevs med ord som:

Analog hårdvara	Digital mjukvara
Tydligare diskant	Otydlig diskant
Dovare	Skramlig
Aggressiv	Mjuk
Tunnare	Bullrig
Klarare	Mer kropp

Tabell 5.

Här var samtliga 10 lyssnare eniga och uttryckte i någon form att de upplevde det analoga ljudexemplet som tydligare och/eller klarare i diskanten. Även här upplevde flera personer att skillnaden i hur distorsionen lät var en avslöjande faktor. Att samtliga lyssningspersoner uttryckte snarlika övertygelser oberoende av varandra, trots att den tekniska mätningen visade på ytterst små skillnader, väcker stora frågor. En potentiell förklaring till detta kan hittas i rörförstärkarnas komplexa ickelinjära beteende som Zollner (2011-2013) beskriver som en problematisk del vid emulering av denna typ av elgitarrförstärkare. Vad det indikerar är att detta oförutsägbara beteende kräver mer av en digital mjukvara än att enbart kunna klonas frekvensinnehållet och att det finns fler faktorer än detta som spelar roll.

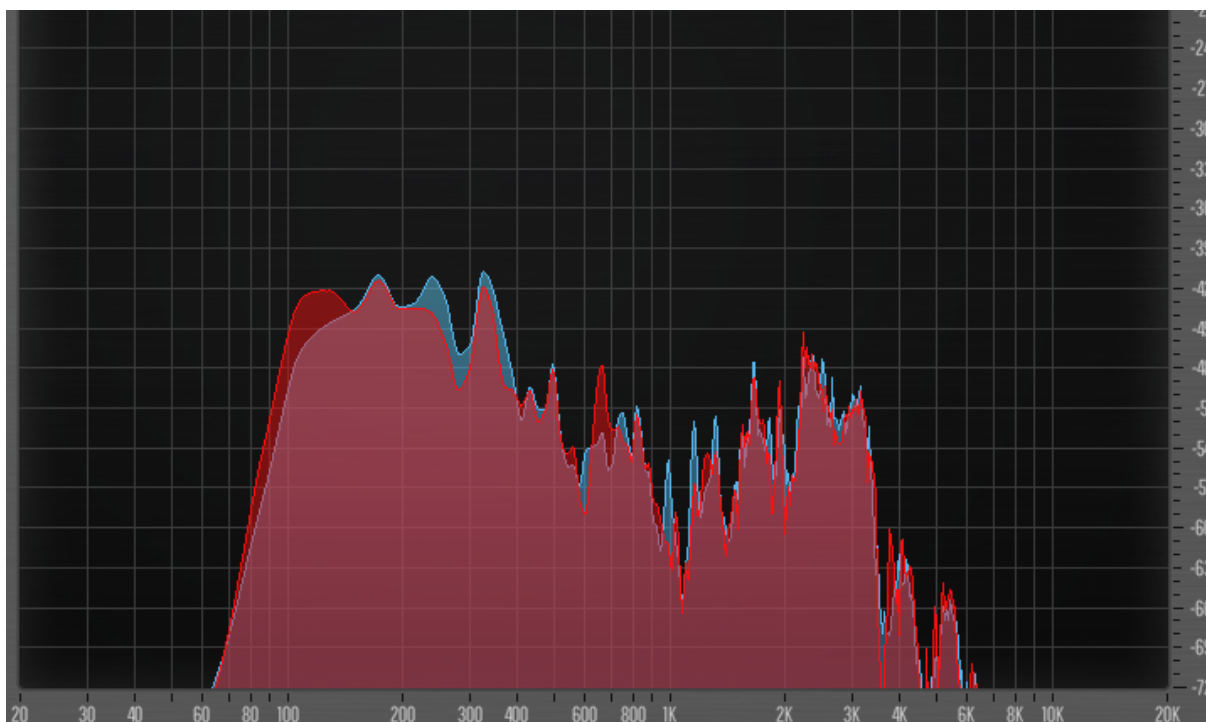


Bild 4. Analog = Röd. Digital = Blå.

5. Heavy - Metal

Vid den femte jämförelsen kunde alla 10 identifiera vilken av ljudfilerna som skiljde sig åt.

De uppfattade skillnaderna beskrevs med ord som:

<i>Analog hårdvara</i>	<i>Digital mjukvara</i>
Fylligare botten	Klarare diskant
Tunnare	Muddrig
Mer "In your face"	Otydligare
Tjockare	Snällare
Jämnare frekvenser	Mullrigare

Tabell 6.

I motsats till den förra jämförelsen skiljde sig åsikterna betydligt mer bland lyssnarnas svar denna gång. Trots att majoriteten hade en bestämd uppfattning om att det fanns tydliga skillnader mellan ljudexemplen, var deras resonemang bakom detta av varierande karaktär. Fyra personer upplevde att den digitala emuleringen var klarare i diskanten, medan fyra andra

uppfattade tydligare diskant i den analoga ljudfilen. Flera personer uttryckte även att de tyckte sig höra en större jämnhet mellan frekvenser i det analoga exemplet. I frekvensanalysen går det att se uppenbara skillnader där den digitala emuleringen inte riktigt lyckats återskapa topparna i diskanten. De övertoner som existerar runt 8kHz och 10kHz i det analoga exemplet har till synes förbisetts av den digitala mjukvaran.

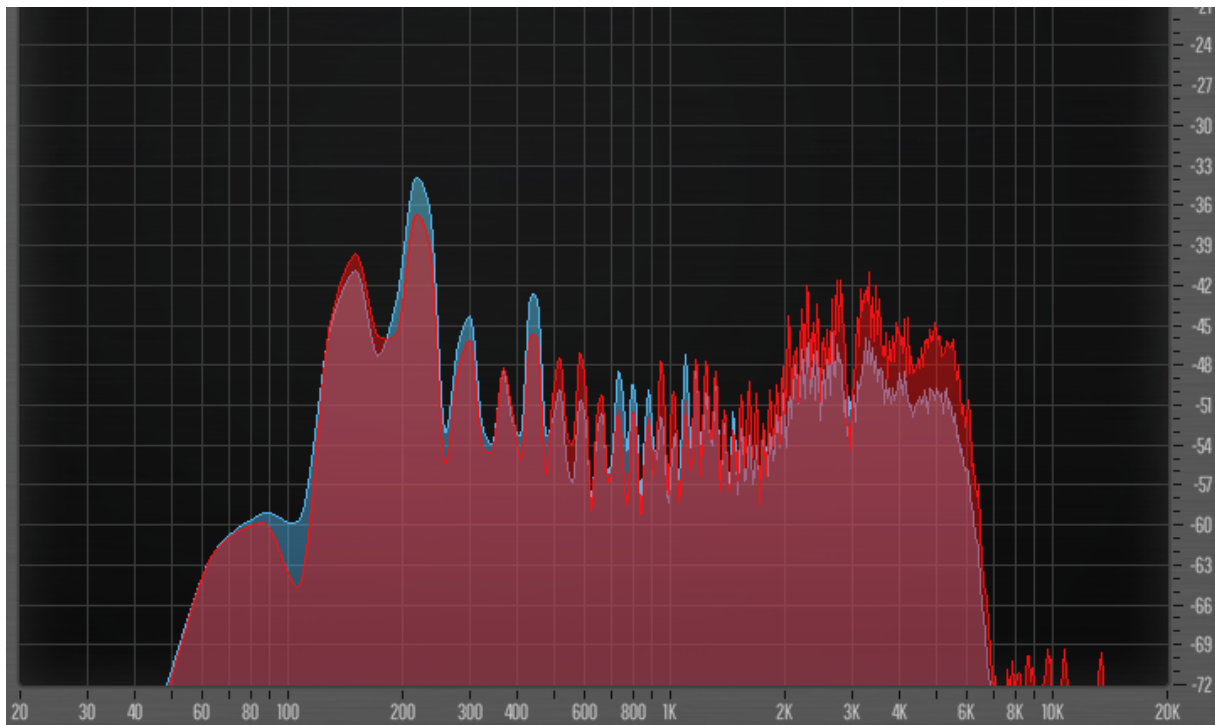


Bild 5. Analog = Röd. Digital = Blå.

6. Heavy - Metal

Vid den sjätte och sista jämförelsen kunde även här alla 10 identifiera vilken av ljudfilerna som skiljde sig åt. De uppfattade skillnaderna beskrevs med ord som:

<i>Analog hårdvara</i>	<i>Digital mjukvara</i>
Rundare	Metallisk
Tydligare	Nasal
Närmare	Dovare
Aggressiv	Dynamisk

Naturligare	Vassare
-------------	---------

Tabell 7.

För detta lyssningsexempel var det återigen bud på många olika upplevda skillnader som splittrade lyssnarna. Detta trots att 9 av 10, baserat på formuleringarna i svarsformuläret, framstod som självsäkra i sina svar. Till skillnad från de 5 tidigare jämförelserna gick det vid denna inte riktigt att hitta någon gemensam nämnare bland svaren. Detta trots att den frekvensmässiga skillnaden enligt den tekniska mätningen var relativt stor från 2kHz och uppåt. Vad detta antyder är att skillnaderna mellan den digitala emuleringen och den analoga inspelningen troligtvis var så pass stora och till antalet åtskilliga. Detta kan i sin tur ha resulterat i att lyssnarna fick många olika potentiella ingångsvinklar att utgå ifrån vid formuleringen av sina svar gällande upplevda skillnader.

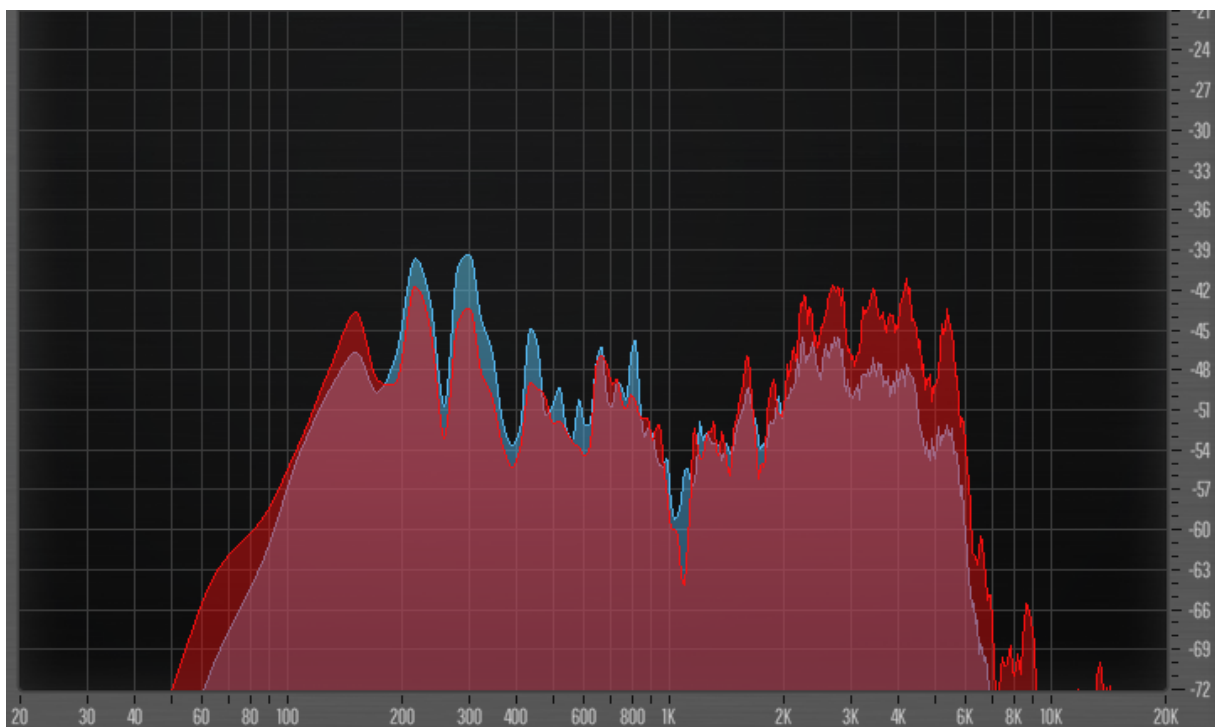


Bild 6. Analog = Röd. Digital = Blå.

Slutsatser

Av de totalt 60 olika svaren var det endast vid tre tillfällen som deltagare i lyssningstestet misslyckades med att identifiera hörbara skillnader mellan analoga rörförstärkare och digitala emuleringar producerade genom ReValver 4's ACT-teknik. Baserat på detta resultat torde den spontana reflektionen kretsa kring att dagens digitala förstärkaremulatorer rimligtvis inte på ett

adekvat sätt klarar av att emulera analoga rörförstärkare. Denna till synes eklatanta statistik bör dock inte tolkas ur ett endimensionellt perspektiv, då det finns många andra faktorer som påverkar.

Den första, andra (Clean - Jazz) och den fjärde (4. Crunch - Rock&Roll) emuleringen var de som enligt de tekniska mätningarna kom närmast med att återspegla frekvensinnehållet i de analoga inspelningarna. Samtliga 10 lyssnare var i stort sett eniga i sina upplevelser gällande den fjärde emuleringen. Flera beskrev att den avslöjande faktorn kunde identifieras i de olikheter de uppfattade sig höra i hur distorsionen lät. Liknande slutsats kan dras för den tredje (3. Crunch - Rock&Roll) emuleringen, där flera lyssnare angav samma anledning.

För den femte (5. Heavy - Metal) och den sjätte (6. Heavy - Metal) jämförelsen beskrev en överväldigande majoritet av lyssnarna att de kunde höra tydliga skillnader, även om resonemangen bakom dessa varierade till en högre grad än för tidigare jämförelser. För den sjätte och sista jämförelsen var det inga två svar som var lika varandra när det kom till att förklara dessa upplevda skillnader. Värt att nämna här är att den sjätte emuleringen var den med högst distorsionsnivå och det exemplet där differensen var som störst i det högre frekvensinnehållet, i jämförelse med sin analoga motsvarighet. Vad detta pekar på är att de upplevda skillnaderna faktiskt blir mer påtagliga vid en förhöjd distorsionsnivå, men också att lyssnarna får svårare att i ord förklara vad exakt det är som ligger till grund för dessa upplevelser.

Baserat på lyssnarnas uppfattade skillnader, i samband med de tekniska mätningarna, kan slutsatsen dras att ReValver 4's ACT-teknik lyckades bättre med emuleringarna ju lägre distorsionsnivån föreföll sig vara i de analoga inspelningarna. De två emuleringar med lägst distorsionsnivå (Clean Jazz 1 & 2) var de som upplevdes vara mest lika varandra. Dessa upplevda skillnader kan sägas vara förenliga med resultaten som presenterades av Herbst et al (2018) i deras studie på Kempers profileringsteknik. Detta då deras generella slutsats också bottnade i att högre distorsionsnivå gav upphov till större svårigheter när det kom till att skapa trovärdiga emuleringar. Samma konklusion presenterades av Eichas och Zölzer (2018) i samband med det lyssningstest som de genomförde. Det vill säga att ju större ickelinjäriteten var i ett referenssystem, desto större skillnader upplevde sig lyssnarna höra mellan exemplen.

Tillverkarens påståenden om att ReValver 4 kan fånga den äkta karaktäristiken av riktiga rörförstärkare bör med andra ord tas med en rejäl nypa salt. Detta med tanke på att lyssnarna i 57 av 60 fall lyckades identifiera skillnader mellan ACT-modulens producerade emuleringar och de analoga inspelningarna genomförda via två välkända rörförstärkare. Det gick även att urskilja tydliga mönster i form av att lyssnarna generellt sett blev allt mer övertygade, samt upplevde sig höra större skillnader, i de fall där de analoga kretsarna utmanades hårdare innan de emulerades.

Diskussion

Hur kan man då sammanfattningsvis säga att lyssnarna som deltog i testet uppfattade skillnader mellan de analoga inspelningarna och klonerna producerade genom ReValver 4's ACT-modul? Rent generellt upplevdes de digitala exemplen som klarare, tydligare och mer diskantrika. De analoga ljudfilerna uppfattades tvärtom oftare som dova, mjuka och med fylligare botten. Detta var dock inte alltid fallet, då svaren från vissa jämförelser stack ut. Det blev som tydligast för de fall där de uppfattade skillnaderna mellan olika lyssnare faktiskt kunde avläsas som raka motsatsen till varandra. Dessa stundom irreguljärt upplevda skillnader skulle kunna tolkas som ytterligare ett bevis på de svårigheter tillverkarna av moderna digitala förstärkaremulatorer alltjämt tampas med.

Denna tolkning kan i sin tur jämföras med de studier som genomfördes av Majewski & Malecki (2015), Eichas & Zölzer (2018) och Herbst et al (2018). I likhet med denna studie vittnar dessa tre om att tillverkarna ännu inte lyckats detektera någon fullfjädrad lösning för modellerings- och profileringsproblemet. Åtminstone inte när det kommer till att övertyga lyssnarna som enhet. Resultatet från det lyssningstest som Düvel et al (2019) genomförde indikerade visserligen att det finns en chans att kunna skapa trovärdiga digitala emuleringar. Detta då lyssnarna i detta, i sammanhanget sällsynta fall, sällan lyckades särskilja emuleringarna från de analoga inspelningarna. Att resultatet från en enskild studie sticker ut på detta vis, i jämförelse med flera andra liknande som dessutom testar samma produkt, gör givetvis att frågor väcks gällande dess reliabilitet och validitet. Trots detta går det oundvikligen att komma ifrån det

faktum att det ändå går att skapa digitala emuleringar av analoga rörförstärkare där skillnader mellan dessa är så små att lyssnare ej kan höra någon skillnad.

När det kommer till de tekniska mätningarna jämfört med lyssnarnas upplevda skillnader kunde vissa samband påträffas. Vid de tre första jämförelserna gick lyssnarnas svar i samklang med vad frekvensanalysen visade. För de två sista jämförelserna gick nästan hälften av svaren emot vad de tekniska mätningarna visade, detta trots att lyssnarna här upplevde sig höra tydliga skillnader. För dessa två exempel uppenbarade sig sambandet utan tvivel i form av ett till synes intrikat motsatsförhållande. Om vi höjer blicken och även här försöker hitta förklaringar till detta verkar den rimligaste, som Zollner (2011-2013) beskriver, kunna lokaliseras i rörförstärkarnas komplexa, ickelinjära beteende. Känslan är att det inte vore orimligt om denna signifikativa vansklighet fortsatt skulle agera bränsle åt den mest hårdbarkade skepticism som mjukvaruutvecklare tidigare stött på. Detta även när det kommer till ReValver 4's ACT-teknik.

Hur väl kan då dagens digitala förstärkaremulatorer imitera sina analoga motsvarigheter? Efter att ha granskat resultatet från lyssningstestet kan man konstatera att det helt enkelt beror på hur och under vilka omständigheter de analoga enheterna spelats in. När det kommer till rock&roll och metal, där distorsion är en väsentlig del av soundet, är det uppenbart att ACT-modulen hade stora svårigheter med att skapa en fullt trovärdig kopia av originalet. Detta behöver dock inte betyda att det är något negativt i sig, då det helt beror på vad man har för intentioner och slutmål med sitt användande av en digital förstärkaremulator. För de exemplen där distorsionsnivån var lägre lyckades emellertid ACT-modulen bättre. Även om det i majoriteten av fallen gick för lyssnarna att avgöra skillnader bör det tilläggas att dessa skillnader vid ett flertal gånger inte upplevdes som överdrivet stora.

Det blir, som tidigare nämnt, upp till gitarristen själv att avgöra om de praktiska fördelarna väger tyngre eller ej. Är man dock ute efter att till punkt och pricka replikera soundet av en analog rörförstärkare genom en digitala mjukvara av detta slag får man nog ta i beaktande att det med allra största sannolikhet inte kommer att gå. Bortsett från detta bör det tilläggas att ReValver 4 och dess användarvänliga funktioner däremot kan fungera som en förmånlig och okomplicerad lösning för elgitarrister i en mängd olika scenarion.

Till syvende och sist bör man ställa sig frågan vad som faktiskt väger tyngst. Är det den subjektiva individuella upplevelsen, detta även i fall där de tekniska mätningarna talar emot de

upplevda skillnaderna som uttrycks av lyssnarna? Angående detta förhåller sig uppsatsförfattaren enig med Pakarinen & Yeh's (2009, s.98) syn på det hela:

Owing to the complex dynamical nonlinearities of the tube-amplifier circuit, true physics-based models for accurate real-time simulation of the tube amplifier have yet to be discovered. It must be noted that owing to the essentially nonlinear, complex nature of tube amplifiers, objective evaluation of their sound quality—and hence the sound quality of tube emulators—is extremely difficult. Thus, the best way to rate different emulation schemes is by listening. Marui and Martens (2002) have presented some studies discussing perceptual aspects of amplifier modeling. As a result of the subjectivity of human listeners, one should be careful not to underestimate certain amplifier modeling schemes just because the method used is simple or physically inaccurate. Careful tuning of the emulation parameters can make a tremendous improvement in the resulting sound.

Studiens validitet och reliabilitet

I likhet med det lyssningstest som Düvel et al (2019, s.13) genomförde, bestod stimuli i denna studie enbart av elgitarr och inga andra instrument. Fördelen med detta är att, om andra instrument hade inkluderats i lyssningsexemplen, hade de maskerat vissa kvaliteter i elgitarrrens klangfärg. Dessa kvaliteter hade då blivit svårare, om inte omöjliga, för lyssningstestdeltagarna att identifiera, vilket emellertid hade påverkat metodens validitet negativt. Detta är dock, som Düvel et al nämner, ett ovanligt scenario för lyssnare att befinna sig i. Hade lyssningsexempel där i övrigt vanligt förekommande instrument inkluderats, såsom exempelvis bas, trummor och sång, hade lyssnarna möjligtvis fått en mer verklighetstrogen bild av hur väl den testade mjukvaran faktiskt står sig i en mix.

Vid inspelningen av stimuli hade även mindre välkända rörförstärkare kunnat inkluderas för att öka generaliserbarheten för hur väl den digitala mjukvaran faktiskt klarar av att emulera den analoga hårdvaran i olika scenarion. De rörförstärkare som användes är av två välkända märken, Marshall JCM2000 och Peavey 6505. Som diskuterats under avsnitten tidigare forskning och teori grundar sig olika modellerings- och profileringsmetoder för digitala emuleringar på analoga hårdvaror. Det förefaller sig då rimligt att tillverkaren vid modelleringsprocessen utgår från kretsar i välkända förstärkare och att de i synnerhet utgår från egen hårdvara. Det går då att argumentera för att användandet av Peavey 6505 som en av förstärkarna möjligen kan ge en aningen förskönad bild för hur väl ReValver 4 klarar av att emulera analog hårdvara. Detta i

jämförelse med om en mindre välkänd förstärkare med ett mer, för tillverkaren, exotiskt innanmäte använts. Studiens reliabilitet kan därför ha påverkats negativt på denna punkt.

Det skall sägas att de upplevelser som testpersonerna uttryckte sig uppleva kan verka som en generell indikator för hur väl ReValver 4's ACT-modul lyckas med sina emuleringar av rörförstärkare. Detta är dock deras subjektiva upplevelser och alla har vi annorlunda förutsättningar för att skapa våra egna sådana. Trovärdigheten i de resultat som presenterats bör därför ifrågasättas, sett ur detta perspektiv. Särskilt med tanke på att det blev så spridda bud på upplevda skillnader för vissa lyssningsexempel och tvärtom för andra. Vad berodde det på? Kan det varit så att lyssnarna gissade eller faktiskt trodde sig uppleva skillnader som egentligen icke existerade? Man bör förhålla sig kritisk med tanke på detta, i synnerhet vid de exempel där de tekniska mätningarna talade emot lyssnarnas svar.

Utformandet av lyssningstestet med en första kontrollfråga var i förebyggande syfte, med tanken att detta skulle öka metodens reliabilitet. Det kan dock vara så att detta inte räckte, då lyssnarna ändå hade en ganska stor procentuell chans att gissa sig till rätt svar även i de fall där tvivelaktigheter förekom. Det existerar därför en risk för att vissa svar som presenterats i resultatdelen tillkommit på rangliga grunder. För att undvika detta och stärka reliabiliteten ännu mer hade flera riskreducerande kontrolltester kunnat genomföras innan själva lyssningstestet. På så sätt hade chansen för upptäckter av anomalier i svaren varit större och ett noggrannare urval av vilka som skulle ingå i lyssningspanelen hade kunnat tillämpas. Detta hade i sin tur lett till att resultaten med stor sannolikhet kunnat tillskrivas en högre grad av tillförlitlighet.

Att lyssningstestet ej var av formen dubbelt blindtest gör även det att studiens reliabilitet försvagas. Om forskarens medvetenhet om ljudexemplens placering också befunnit sig i det dunkla hade denna brist kunnat pareras. Även om placeringen av dessa givetvis inte avslöjades för deltagarna, kan denna vetskap på ett omedvetet sätt ha påverkat hur forskaren valde att förklara lyssningstestets genomförande för deltagarna. Vidare bör informationen för hur lyssnarna skulle genomföra testet kanske ha presenterats i form av text istället för verbalt, för att ytterligare undvika att den mänskliga faktorn på något vis skulle påverka lyssnarna. De frågor som ställdes i samband med lyssningstestet hade möjligen även de kunnat formulerats på annat vis för att vägleda lyssnarna tydligare i hur de kunde uttrycka sig. Detta hade dock kunnat ge upphov till större problem, då risken för att lyssnarna hade blivit färgade av forskarens ordval och formuleringar ökat av detta istället.

Vidare forskning

Som nämnts i kapitlet om tidigare forskning hade ReValver 4's ACT-modul, åtminstone till författarens kännedom, aldrig prövats på ett vetenskapligt sätt tidigare. De slutsatser tillika insikter som resultatet från denna studie redogör för kan således sägas ha bidragit med att fylla en gapande kunskapslucka inom forskningsfältet. Det har med andra ord tydliggjorts hur lyssnare uppfattar denna emuleringsteknik, samt hur väl de anser att den kan imitera analoga rörförstärkare. Ur ett större perspektiv har resultatet bidragit med en ökad kunskapsutveckling genom att identifiera det bristfälliga med tekniken. Då samma brister bekräftas av flertalet andra studier på rivaliserande produkter, kan man påstå att det ytterligare stärker den universella vetenskapen om vad det är som tillverkarna behöver utveckla. Det är emellertid fortfarande oklart hur digitala emuleringar producerade genom ACT-modulen hade stått sig i en mix jämte andra vanligt förekommande instrument. En annan fråga som uppstått under resans gång är hur väl ACT-modulen hade lyckats med att klonat mindre välkända rörförstärkare. Detta är två potentiella vägar som framtida forskare skulle kunna ge sig in på. Delvis för att vidare stärka kunskapen om hur digitala förstärkaremulatorer står sig i ett för lyssnarna mer verklighetstroget scenario, men också för att undersöka hur väl anpassad ACT-modulen är när den ställs inför större utmaningar.

Källförteckning

Tryckta källor

Ahrne, G. & Svensson, P. (2015). *Handbok i kvalitativa metoder*. (2., [utök. och aktualiserade] uppl.) Stockholm: Liber.

Berg, J. (2012). Lyssningstester: ett experimentellt sätt att fånga en upplevelse. *På tal om musikproduktion : elva bidrag till ett nytt kunskapsområde*. (S. 197-210).

Huber, D. M. & Runstein, R. E. (2018). *Modern recording techniques*. 9th edition. New York: Routledge.

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Digitala Källor

Czedik-Eysenberg, I., Herbst J., & Reuter, C. (2018). Guitar profiling technology in metal music production: Public reception, capability, consequences and perspectives. *Metal Music Studies*, 4(3), 481-506. doi:10.1386/mms.4.3.481_1

Düvel, N., Kopiez, R., Weihe, P., & Wolf, A. (2020). Confusingly Similar: Discerning between Hardware Guitar Amplifier Sounds and Simulations with the Kemper Profiling Amp. *Music & Science*, 3, 1-16. doi:10.1177/2059204320901952

Eichas, F., & Zölzer, U. (2016). Black-Box modeling of distortion circuits with block-oriented models. Conference.

Eichas, F. & Zölzer, U. (2018). Gray-box modeling of guitar amplifiers. *Journal of the Audio Engineering Society*, 66(12), 1006-1015. doi:10.17743/jaes.2018.0052

ISO Standard 4120:2021. Hämtad 2021-11-17 från [ISO - ISO 4120:2021 - Sensory analysis — Methodology — Triangle test](#)

Kemper. (2021). *Profiler Overview*. Hämtad 2021-11-08, från [Profiler Overview | Kemper Amps \(kemper-amps.com\)](#)

Majewski, M., & Malecki P. (2015). Differences between Recorded and Emulated Guitar Sounds. Engineering Brief 186, AES Convention 138. Hämtad 2021-11-09 från <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17621>

Pakarinen, J. & Yeh, D. T. (2009). A Review of Digital Techniques for Modeling Vacuum-Tube Guitar Amplifiers. *Computer Music Journal*. 33(2), 85-100. doi:10.1162/comj.2009.33.2.85

Peavey. (2015). *Peavey Electronics Announces ReValver ACT Profiler*. Hämtad 2021-11-08, från https://assets.peavey.com/news/releases/626_30726.pdf

Peavey. (2016). *ReValver 4 User Guide*. Hämtad 2021-11-08, från <https://revalver.peavey.com/assets/download/ReValver4UserGuide.pdf>

Peavey. (2021). *Peavey ReValver 4 Amplifier Modeling Software Now Available*. Hämtad 2021-11-08, från <https://peavey.com/c/Article-ID-789>

Ronan, M., Sazdov, R. & Ward, N. (2016). Considerations when calibrating program material stimuli using LUFs. I 140th Audio Engineering Society Convention 2016. [245] Audio Engineering Society

Schmitz, T. & Embrechts, J. J. (2013). Nonlinear Guitar Loudspeaker Simulation, Engineering Brief 96.

Zollner, M. (2011-2013). Physics of the electric guitar: 10.10.8 Modeling Amps (T. Zwicker, Trans.). Hämtad 2021-11-09 från [PotEG_Ch10_10TMT \(gitec-forum-eng.de\)](#)

Bilagor

Lyssningstest

Analoga rörförstärkare kontra digitala emuleringar

1. Av de tre exemplen **1A**, **1B** och **1C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar:

2. Av de tre exemplen **2A**, **2B** och **2C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar:

3. Av de tre exemplen **3A**, **3B** och **3C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar:

4. Av de tre exemplen **4A**, **4B** och **4C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar:

5. Av de tre exemplen **5A**, **5B** och **5C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar:

6. Av de tre exemplen **6A**, **6B** och **6C** är det två ljudfiler som är identiska och en som skiljer sig från dessa. Kan du identifiera vilket exempel som skiljer sig från dubbletterna? Svar:

Hur uppfattar du skillnaderna mellan de två identiska exemplen och det exempel som skiljer sig från dessa två? Försök att så tydligt som möjligt med ord beskriva hur du uppfattar dessa skillnader, men även hur stora/små du upplever dessa vara. Svar: