

Analogies virtuelles —
Jouer avec les concepts
de synthèse Buchla.

DOMINIC THIBAULT
DAVID PIAZZA

Virtual Analogies —
Playing with Buchla
Synthesis Concepts.

Analogies virtuelles :

jouer avec les concepts
de synthèse Buchla.

Analogies
virtuelles tente de
mettre en évidence
ces similitudes,
tout comme
les différences
inhérentes aux
domaines du
numérique et de
l'analogique.

Jouer avec les concepts de synthèse Buchla

Les textes et enregistrements audio présents servent de présentation à EaseLFO, une émulation logicielle récemment développée du Stored Program Sound Source model 208. Le 208 est un synthétiseur analogique semi-modulaire créé en 1973 par Buchla & Associates. Notre émulation, s'appuyant sur la littérature récente en modélisation analogique virtuelle de circuits musicaux non linéaires, met en œuvre la plupart des modules du système original. Nous croyons que le résultat est un instrument de musique qui présente des liens étroits à la fois au niveau sonore et graphique avec le synthétiseur analogique de Buchla. Les enregistrements musicaux présentés dans Analogies virtuelles tente de mettre en évidence ces similitudes, tout comme les différences inhérentes aux domaines du numérique et de l'analogique. Notre objectif avec le projet est d'offrir un environnement pédagogique gratuit et disponible en source libre pour l'apprentissage des techniques fondamentales de la synthèse analogique.

À propos d'Analogies virtuelles

Analogies virtuelles présente une série de performances musicales improvisées. Ces improvisations sont le résultat d'explorations, en duo, des possibilités sonores d'un synthétiseur analogique, le Buchla 208, et de son émulation numérique, le logiciel EaseLFO. Dans cette recherche musicale pratique, les interprètes explorent les timbres créés grâce à des processus similaires, mais mis en œuvre dans deux réalités différentes, les domaines du numérique et de la circuiterie analogique. La performance met à l'épreuve les capacités de jeu du nouveau logiciel susmentionné (EaseLFO) et en démontre l'utilité dans la pédagogie de la musique numérique. La musique qui en résulte met en perspective la perception de ce que nous considérons comme le son « analogique » classique d'un synthétiseur et de son équivalent numérique.

Analogies virtuelles, où les points kinesthésiques multidimensionnels de saisie de données tactiles effectuent la transduction directe des gestes en phénomènes sonores variant dans le temps, encodés par le cortex auditif des opérateurs en un ensemble d'objets musicaux qui informent les processus de décision gestuelle à l'œuvre dans cette performance de réseaux d'interaction humain-machine intriqués, basés sur l'analyse en temps réel de l'état d'être.

Description du projet

Est-ce que l'émulation logicielle d'un synthétiseur analogique peut former un instrument adéquat pour se produire dans le contexte de la musique improvisée libre, où le timbre et son évolution sont au cœur des préoccupations des musicien.ne.s? Pour aider à répondre à cette question, les auteurs présentent l'album *Analogies virtuelles*, une série d'improvisations performées en studio se déployant sur environ 15 minutes et qui peut aussi prendre forme dans des situations de concert variables.

Analogies virtuelles est une performance improvisée pour deux musiciens plongeant dans un paysage sonore de sons synthétisés, créés à la fois par un Buchla 208 et son émulation numérique, le logiciel EaseLFO. Les interprètes interagissent avec les sons produits à travers des interfaces similaires : le 223e (Thunder III) pour le 208 analogique, et le Sensel Morph (et son Buchla Thunder overlay) pour son homologue virtuel.

Dans cette recherche musicale pratique, l'objectif est d'évaluer à travers la création musicale les capacités du logiciel récemment développé, EaseLFO, en termes de génération de timbre et de contrôle musical. Avec leurs instruments respectifs, les musiciens développent un vocabulaire musical basé sur la complémentarité, l'orchestration, parfois l'alternance et l'opposition. L'auditeur est invité à comparer les possibilités sonores de chaque instrument et à décider si un synthétiseur logiciel émulant un Buchla 208 classique peut fournir la jouabilité et la richesse de timbre que l'on attend d'un instrument de musique.

À propos d'EaseLFO

EaseLFO est un logiciel gratuit et open-source développé pour fournir à la communauté une alternative accessible aux instruments matériels coûteux. Son objectif est de servir d'outil pédagogique pour la synthèse sonore et vise à rendre accessibles les concepts clés de la synthèse tels qu'ils sont mis en œuvre par Buchla. En le distribuant, nous espérons qu'il pourra promouvoir différentes manières de mettre en œuvre la synthèse au sein de la communauté de recherche et de création sonore.

Les communautés des musiques expérimentales sont de plus en plus conscientes des différentes mises en œuvre de la synthèse dans les synthétiseurs matériels. Parmi ceux-ci, le synthétiseur analogique dit « West Coast » [12,13] se distingue par ses concepts de contrôle originaux tels qu'ils étaient déployés sur les premiers instruments. L'objectif de cette recherche est de développer un environnement pour la pédagogie et l'exploration de ce paradigme, dont les instruments Buchla sont des exemples éminents. En s'appuyant sur les recherches existantes dans le domaine des circuits analogiques virtuels, ce logiciel vise à émuler librement le Stored Program Sound Source model 208 pour permettre aux musiciennes et musiciens d'explorer, d'apprendre et de créer de la musique. Les défis de mise en œuvre auxquels nous avons été confrontés lors de la traduction de l'architecture analogique vers le domaine numérique, ainsi que les adaptations et les concessions nécessaires pour le développement du logiciel, sont également présentées dans la suite de ce texte.

Le Music Easel

Le 208 est une composante importante (la voix sonore) du Buchla Music Easel, un synthétiseur portable conçu en 1973. Avec un petit nombre d'unités produites à l'origine, l'instrument est très prisé par les collectionneurs et les musiciens qui souhaitent interagir avec son architecture sonore unique et son interface orientée vers la performance [8,11]. Étant donné l'intérêt grandissant pour les synthétiseurs d'époque au 21e siècle, le Music Easel a été réintroduit en 2013 et est depuis lors disponible à l'achat pour la somme non négligeable (de 6500\$, au moment d'écrire ces lignes).

En tant que synthétiseur semi-modulaire, le 208 possède une architecture de signal normalisée ; le module sonore principal, l'oscillateur complexe, est routé vers un circuit de filtrage passe-bas, la lo-pass gate, dont la sortie est dirigée vers un mélangeur simple à deux canaux. Un second dispositif de filtrage passe-bas et d'amplification peut être utilisé en série ou en parallèle du premier canal, prenant son signal d'entrée soit de la première gate, d'un préamplificateur pour les signaux externes, ou de l'oscillateur de modulation. Tous les sons sont envoyés vers une unité de réverbération à ressort, qui constitue le dernier point de mixage avant la sortie principale.

Notre objectif a été d'émuler ce flux du signal dans le domaine numérique, ainsi que de reproduire l'appareil de contrôle du module, composé de potentiomètres linéaires et d'une matrice de patch de tension de contrôle (CV) utilisée pour moduler et décaler les paramètres associés à ces potentiomètres.

Processus de développement

Notre conception est basée sur des images du panneau original ainsi que sur notre propre interaction avec une réédition de 2013 dudit instrument. En utilisant l'environnement de programmation Max en mode présentation [7], nous avons constaté que la marche à suivre la plus sensée était de d'abord mettre en place l'interface utilisateur. En virtualisant d'abord la disposition du panneau de contrôle, le développement du traitement du signal et des relations fonctionnelles a été rendu plus efficace. Cette interface utilisateur a également permis un moyen rapide de tester les fonctionnalités et d'ajuster les plages des différents contrôles, en nous permettant de comparer directement la réponse des commandes du panneau à celle de la version matérielle.

Modularité

Les points de connexion permettant la modularité ont été remplacés par des menus déroulants sous chacun des potentiomètres régissant un niveau de modulation. Ceux-ci permettent de sélectionner la source de modulation sous la destination paramétrique elle-même. Les sources de modulation sont tous des signaux s'exécutant au taux d'échantillonnage de l'hôte, que leur nature soit continue ou scalaire; un mécanisme de commutation ajuste le signal de modulation pour l'adapter à l'étendue de la destination. La modulation à une fréquence audible, par exemple, était cruciale pour obtenir un timbre se rapprochant de l'instrument original.

Circuits Analogiques Virtuels

Afin de reproduire le timbre de l'instrument, nous avons utilisé des techniques de modélisation analogique virtuelle de circuits musicaux non linéaires [2] [9]. Notre hypothèse était que nous obtiendrions une émulation plus convaincante si nous profitons de chaque opportunité pour mettre en œuvre de telles techniques dans notre logiciel pédagogique, en particulier en ce qui concerne les circuits les plus reconnaissables du 208.

Lo-pass gates

Les lo-pass gates du 208 - sortes d'hybrides entre un amplificateur et un filtre - sont généralement considérées comme ayant un son typique du paradigme « west coast » en raison de la décroissance naturelle et de la réponse lente des opto-isolateurs photo-résistifs utilisés dans leur circuit. Comme le montrent Parker et D'Angelo [10], il est possible de conserver le son caractéristique de ces filtres en utilisant un modèle numérique. Nous avons implémenté le modèle que les auteurs ont développé à même EaseLFO, et ce, grâce à une implémentation utilisant l'objet gen~.

Potentiomètre « Timbre »

L'oscillateur principal du Buchla 208 met également en évidence un potentiomètre « timbre ». Ce contrôle permet d'ajuster la quantité de repliement de la forme d'onde source sur elle-même, ce qui transforme sa sonorité. Une telle caractéristique est distinctive du timbre de l'instrument et aussi de l'approche de la conception d'instruments « west coast ». Bien que nous n'ayons pas pu trouver une implémentation directe du wavefolder particulier au 208, nous avons intégré une version différente du wavefolder de Buchla, celui présent sur le Complex Waveform Generator model 259, développé par Esquada et al. [3].

Réverbération à ressorts

Un autre élément caractéristique du timbre du Buchla 208 est sa réverbération à ressorts interne. Plutôt que de l'im-

plémenter à l'aide d'une modélisation analogique virtuelle [1], nous avons choisi d'émuler la réverbération à ressorts de l'instrument en mesurant la réponse impulsionnelle du réservoir de notre exemplaire datant de 2013. La réverbération par convolution a ensuite été intégrée à notre logiciel à l'aide de l'Impulse Response Toolbox (HIRT) des HISS Tools [6]. Les ajustements au facteur de gain de la réverbération à cette étape étaient cruciaux pour obtenir une fidélité sur l'ensemble de la plage tonale de l'instrument. La convolution en temps réel du signal de sortie offre une sensation d'espace plus proche de celle produite par l'instrument matériel, tout en étant économe en termes de calculs.

Utilitaire d'Interpolation de Préréglages

Sur le 208 original, des dispositions étaient prises pour que les utilisateurs puissent enregistrer des patches en soudant des résistances sur des « cartes de programme » qui pouvaient être insérées dans un connecteur en haut à gauche du panneau. Puisqu'une fonctionnalité de préréglage est facilement mise en œuvre dans les systèmes numériques et qu'une telle manœuvre est rendue possible grâce à certains objets de Max, nous avons choisi de permettre l'interpolation entre les préréglages des utilisateurs et de faire de cette interpolation une cible de modulation pour des signaux de contrôle provenant du système. Cette addition représente un nouveau moyen pour les utilisateurs d'accéder à des variations de leurs propres préréglages tout en offrant une liaison paramétrique « one-to-all » facilement accessible. En permettant l'adressage de l'entièreté du panneau de contrôle, cette addition rend donc possible la création de résultats chaotiques et surprenants lors des performances.

Outils pédagogiques et conclusion

Nous pensons qu'EaseLFO peut être utilisé comme plateforme d'apprentissage pour certains des concepts de synthèse de la *west coast synthesis* tels qu'ils sont mis en œuvre dans le Buchla 208 [4]. Nous proposons de le distribuer en tant que logiciel libre et open-source via la plateforme GitHub, en suivant ce lien : <https://github.com/LFO-lab/EaseLFO>. Il est disponible en tant que projet Max, plugiciel Max for Live ainsi qu'en tant qu'application autonome. Le projet Max a l'avantage de permettre l'analyse du code original, ce que nous considérons comme un avantage pour les étudiantes et étudiants curieux.

Le logiciel fournit un environnement qui émule dans une large mesure l'instrument original. Les apprenants peuvent ainsi se familiariser avec les commandes, les connexions et les timbres produits par le synthétiseur Buchla avant ou pendant l'approche du synthétiseur physique. Cela peut s'avérer utile pour apprendre un tel système de synthèse si l'accès à l'instrument original est limité ou inexistant.

Bien que nous sachions qu'Arturia propose une émulation du Music Easel[5] et que des émulations de modules Buchla sont disponibles dans l'environnement VCV Rack, nous sommes néanmoins convaincus que la pédagogie de la synthèse analogique pourrait bénéficier d'une émulation dédiée et gratuite de la plateforme 208 pour enseigner ces concepts importants de synthèse.

EaseLFO peut être
utilisé comme
plateforme
d'apprentissage
pour certains des
concepts de synthèse
de la west coast
synthesis.

Références

[1] Stefan Bilbao and Julian Parker. 2010. A Virtual Model of Spring Reverberation. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 18, 4 (May 2010), 799–808. DOI:<https://doi.org/10.1109/TASL.2009.2031506>

[2] Giovanni De Sanctis and Augusto Sarti. 2010. Virtual Analog Modeling in the Wave-Digital Domain. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 18, 4 (May 2010), 715–727. DOI:<https://doi.org/10.1109/TASL.2009.2033637>

[3] Fabián Esqueda, Henri Pöntynen, Vesa Välimäki, and Julian D. Parker. 2017. Virtual analog Buchla 259 wavefolder. In *Proceedings of the 20th International Conference on Digital Audio Effects*, University of Edinburgh, 192–199.

[4] Ashell Fox and Jiayue Cecilia Wu. 2021. Teaching Modular Synth & Sound Design Online During COVID-19: Maximizing Learning Outcomes Through Open-source Software and Student-centered Pedagogy. *Audio Engineering Society*.

[5] Simon Gareste. *Arturia - Buchla Easel V - Buchla Easel V*. Retrieved January 30, 2023 from <https://www.arturia.com/products/software-instruments/buchla-easel-v/>

[6] Alexander Harker and Pierre Alexandre Tremblay. 2012. The HISSTools Impulse Response Toolbox: Convolution for the Masses. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*. The International Computer Music Association, 148–155.

[7] V J Manzo. 2011. Math and Music. In *Max/MSP/Jitter for Music: A Practical Guide to Developing Interactive Music Systems for Education and More*, V J Manzo (ed.). Oxford University Press, 0. DOI:<https://doi.org/10.1093/oso/9780199777679.003.0008>

[8] Frank L. McCarty. 1975. Electronic Music Systems: Structure, Control, Product. *Perspectives of New Music* 13, 2 (Spring 1975), 98–125. DOI:<https://doi.org/10.2307/832086>

[9] Jyri Pakarinen, Vesa Valimäki, Federico Fontana, Victor Lazzarini, and Jonathan Abel. 2011. Recent Advances in Real-Time Musical Effects, Synthesis, and Virtual Analog Models. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* (2011). [10] Julian Parker and Stefano D'Angelo. 2013. A Digital Model of the Buchla Lowpass-Gate. In *Proc. 16th Intl. Conf. Digital Audio Effects*, Maynooth, Ireland, 278–285.

[11] Trevor Pinch and David Reinecke. 2009. Technostalgia: How Old Gear Lives on in New Music. In *Sound Souvenirs*, Karin Bijsterveld and José van Dijck (eds.). Amsterdam University Press, 152–166.

[12] Trevor Pinch and Frank Trocco. 2004. *Analog Days: The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

[13] Tara Rodgers. 2011. *Synthesizing sound: metaphor in audio-technical discourse and synthesis history*. McGill University, Montréal.

té vers un circuit de filtrage passe-bas, la lo-pass gate, dont la sortie est dirigée vers un mélangeur simple à deux canaux. Un second dispositif de filtrage passe-bas et d'amplification peut être utilisé en série ou en parallèle du premier canal, prenant son signal d'entrée soit de la première gate, d'un préamplificateur pour les signaux externes, ou de l'oscillateur de modulation. Tous les sons sont envoyés vers une unité de réverbération à ressort, qui constitue le dernier point de mixage avant la sortie principale.

Notre objectif a été d'émuler ce flux du signal dans le domaine numérique, ainsi que de reproduire l'appareil de contrôle du module,



STORED PROGRAM SOUND SOURCE MODEL 208		STORAGE NAVIGATION FACILITY		INVERTER		PREAMP / ENVELOPE DETECTOR		OUTPUT SECTION	
PROGRAM BOARD		interpolate <input type="checkbox"/> ED source		SVS source		main out source			
SEQUENTIAL VOLTAGE SOURCE		ENVELOPE GENERATOR		PULSER		MODULATION OSCILLATOR		COMPLEX OSCILLATOR	
pulser <input type="button" value="4"/> TRIGGER SOURCE STAGES X X X X X PULSE SEQUENCE		sequencer TRIGGER SOURCE sustained MODE SELECT		self TRIGGER on MODE		off KEYBOARD triangle WAVESHAPE a.m. oscillator MODULATION fine tuning		off KEYBOARD SPIKE WAVESHAPE p. sign fine tuning	
OUTPUT VOLTAGE LEVELS 		attack duration decay 		PERIOD 		INDEX FREQUENCY 		PITCH TIMBRE 	
SIGNALS FROM KEYBOARD X 95 36 pulse pressure voltage		RANDOM VOLTAGE pulser TRIGGER SOURCE		RAND EG SVS		SVS MO fine tuning		DUAL LOPASS GATE from mod. osc. SIGNAL ROUTING LPF LPF MODE SELECT LEVEL LEVEL EG EG	
								channel B channel A REVERBERATION LEVEL OUTPUT LEVEL	

Virtual Analogies :

Playing with
Buchla Synthesis
Concepts.

[...]
Virtual Analogies
aim to highlight
these similarities,
as well as the
inherent differences
between the realms
of digital and
analog.

Playing with Buchla Synthesis Concepts

The following text and audio recordings serve as an introduction to EaselFO, a recently developed software emulation of the Stored Program Sound Source model 208. The 208 is a semi-modular analog synthesizer created in 1973 by Buchla & Associates. Our emulation, drawing upon recent literature in virtual analog modeling of nonlinear musical circuits, implements most of the modules from the original system. We believe that the result is a musical instrument that shares close sonic and visual ties with Buchla's analog synthesizer. The musical recordings presented in *Virtual Analogies* aim to highlight these similarities, as well as the inherent differences between the realms of digital and analog. Our goal with the project is to provide a free and open-source educational environment for learning fundamental analog synthesis techniques.

About Virtual Analogies

Virtual Analogies presents a series of improvised musical performances. These improvisations result from dual explorations of sound possibilities with an analog synthesizer, the Buchla 208, and its digital emulation, the EaseLFO software. In this practice-based musical research, the performers explore timbres created through similar processes but implemented in two different realities: the digital and analog domains. The performance tests the capabilities of the aforementioned EaseLFO software and demonstrates its usefulness in digital music education. The resulting music places into perspective the perception of what we consider the «classic analog» sound of a synthesizer and its digital equivalent.

Virtual Analogies, where multi-dimensional tactile data input kinesthetic points directly transduce gestures into time-varying sound phenomena, encoded by the operators' auditory cortex into a set of musical objects that inform the gestural decision-making processes at play in this performance of intertwined human-machine interaction networks, based on real-time analysis of the state of being.

Project Description

Can a software emulation of an analog synthesizer serve as an adequate instrument for performance in the context of free improvisation, where timbre and its evolution are at the core of musicians' concerns? To help address this question, the authors present the album *Virtual Analogies*, a series of studio-performed improvisations spanning approximately 15 minutes, which can also take shape in various concert situations.

Virtual Analogies is an improvised performance for two musicians immersed in a sonic landscape of synthesized sounds created by both a Buchla 208 and its digital emulation, the EaseLFO software. Performers interact with the sounds produced through similar interfaces: the 223e (Thunder III) for the analog 208 and the Sensel Morph (with its Buchla Thunder overlay) for its virtual counterpart.

In this practical musical research, the goal is to assess, through musical creation, the capabilities of the recently developed EaseLFO software in terms of sound generation and musical control. With their respective instruments, the musicians develop a musical vocabulary based on complementarity, orchestration, sometimes alternation, and opposition. The listener is invited to compare the sonic possibilities of each instrument and decide whether a software synthesizer emulating a classic Buchla 208 can provide the playability and tonal richness expected from a musical instrument.

About EaseLFO

EaseLFO is a free and open-source software developed to provide the community with an accessible alternative to expensive hardware instruments. Its aim is to serve as an educational tool for sound synthesis, making key synthesis concepts as implemented by Buchla accessible. By distributing it, we hope it can promote different ways of implementing synthesis within the research and sound creation community.

Experimental music communities are becoming increasingly aware of the different implementations of synthesis in hardware synthesizers. Among these, the so-called «West Coast» analog synthesizer [12,13] stands out due to its original control concepts as deployed on early instruments. The aim of this research is to develop an environment for the pedagogy and exploration of this paradigm, with Buchla instruments as prominent examples. Drawing on existing research in the field of virtual analog circuitry, this software aims to freely emulate the Stored Program Sound Source model 208 to enable musicians to explore, learn, and create music. The implementation challenges we faced when translating analog architecture into the digital domain, as well as the adaptations and concessions required for software development, are also presented later in this text.

The Music Easel

The 208 is a significant component (the sound voice) of the Buchla Music Easel, a portable synthesizer designed in 1973. With a small number of units originally produced, the instrument is highly sought after by collectors and musicians who wish to interact with its unique sound architecture and performance-oriented interface [8,11]. Given the growing interest in vintage synthesizers in the 21st century, the Music Easel was reintroduced in 2013 and has been available for purchase ever since (at a significant cost of \$6,500 at the time of writing). As a semi-modular synthesizer, the 208 has a standardized signal path; the main sound module, the complex oscillator, is routed to a low-pass gate filtering circuit, whose output is directed to a simple two-channel mixer. A second low-pass filter and amplifier device can be used in series or parallel with the first channel, taking its input signal either from the first gate, an external signal preamplifier, or the modulation oscillator. All sounds are sent to a spring reverb unit, which serves as the final mixing point before the main output. Our goal was to emulate this signal flow in the digital domain, as well as replicate the control panel of the module, consisting of linear potentiometers and a control voltage (CV) patch matrix used to modulate and offset the parameters associated with these potentiometers.

Development Process

Our design is based on images of the original panel and our own interaction with a 2013 reissue of the instrument. Using the Max programming environment in presentation mode [7], we found that the most sensible approach was to first establish the user interface. By virtualizing the control panel layout first, the development of signal processing and functional relationships became more efficient. This user interface also allowed for a quick way to test the features and adjust the ranges of different controls, enabling us to directly compare the panel control responses to those of the hardware version.

Modularity

The connection points enabling modularity were replaced by dropdown menus under each potentiometer governing a modulation level in our software. These menus allow selecting the modulation source under the parameter destination itself. Modulation sources all run at the host's sample rate, whether continuous or scalar in nature; a switching mechanism adjusts the modulation signal to match the destination's range. Audible frequency modulation, for instance, was crucial to achieving a timbre closer to the original instrument.

Virtual Analog Circuits

To replicate the instrument's timbre, we employed virtual analog modeling techniques for nonlinear musical circuits [2] [9]. Our hypothesis was that we would achieve a more convincing emulation by taking every opportunity to implement such techniques in our educational software, especially concerning the most recognizable circuits of the 208.

Lo-pass gates: The 208's lo-pass gates, hybrids between an amplifier and a filter, are generally considered to have a typical sound of the «West Coast» paradigm due to the natural decay and slow response of the photoresistive opto-isolators used in their circuit. As Parker and D'Angelo have shown [10], it is possible to retain the characteristic sound of these filters using a digital model. We implemented the model developed by the authors directly in EaseLFO, thanks to an implementation using the gen-object.

«Timbre» Potentiometer: The main oscillator of the Buchla 208 also features a «timbre» potentiometer. This control adjusts the amount of wave folding of the source waveform onto itself, transforming its timbre. Such a feature is distinctive of the instrument's timbre and the «West Coast» instrument design approach. While we couldn't find a direct implementation of the specific wave folder in the 208, we integrated a different version of Buchla's wave folder, the one found in the Complex Waveform Generator model 259, developed by Esquada et al. [3].

Spring Reverb: Another characteristic element of the Buchla 208's timbre is its internal spring reverb. Rather than implementing it using virtual analog modeling [1], we chose to emulate the instrument's spring reverb by measuring the impulse response of the tank in our 2013 specimen. Convolution reverb was then integrated into our software using the Impulse Response Toolbox (HIRT) from HISS Tools [6]. Adjustments to the reverb gain factor at this stage were crucial to achieving fidelity across the instrument's tonal range. Real-time convolution of the output

signal provides a spatial feel closer to that produced by the hardware instrument while being computationally efficient.

Presets Interpolation Utility

On the original 208, provisions were made for users to record presets by soldering resistors onto «program cards» that could be inserted into a connector at the top left of the panel. Since preset functionality is easily implemented in digital systems and such a maneuver is made possible through certain Max objects, we chose to enable interpolation between user presets and make this interpolation a target for modulation from system control signals. This addition represents a new way for users to access variations of their own presets while offering easily accessible «one-to-all» parametric linking. By allowing addressing of the entire control panel, this addition makes chaotic and surprising results possible during performances.

Pedagogical Tool & Conclusion

We believe EaseLFO can be used as a learning platform for some of the West Coast synthesis concepts as implemented in the Buchla 208 [4]. We propose to distribute it as free and open-source software via the GitHub platform, accessible through this link: <https://github.com/LFO-lab/EaseLFO>. It is available as a Max project, Max for Live plugin, and as a standalone application. The Max project has the advantage of allowing analysis of the original code, which we consider advantageous for curious students.

The software provides an environment that closely emulates the original instrument. Learners can thus become acquainted with the controls, connections, and timbres produced by the Buchla synthesizer before or during their interaction with the physical instrument. This can be valuable for learning such a synthesis system when access to the original instrument is limited or unavailable.

While we are aware that Arturia offers an emulation of the Music Easel[5] and that Buchla module emulations are available in the VCV Rack environment, we are nonetheless convinced that analog synthesis pedagogy could benefit from a dedicated and free emulation of the 208 platform to teach these important synthesis concepts.

EaseLFO can be used as a learning platform for some of the West Coast synthesis concepts as implemented in the Buchla 208.

References

- [1] Stefan Bilbao and Julian Parker. 2010. A Virtual Model of Spring Reverberation. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 18, 4 (May 2010), 799–808. DOI: <https://doi.org/10.1109/TASL.2009.2031506>
- [2] Giovanni De Sanctis and Augusto Sarti. 2010. Virtual Analog Modeling in the Wave-Digital Domain. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 18, 4 (May 2010), 715–727. DOI: <https://doi.org/10.1109/TASL.2009.2033637>
- [3] Fabián Esqueda, Henri Pöntynen, Vesa Välimäki, and Julian D. Parker. 2017. Virtual analog Buchla 259 wavefolder. In *Proceedings of the 20th International Conference on Digital Audio Effects*, University of Edinburgh, 192–199.
- [4] Ashell Fox and Jiayue Cecilia Wu. 2021. Teaching Modular Synth & Sound Design Online During COVID-19: Maximizing Learning Outcomes Through Open-source Software and Student-centered Pedagogy. *Audio Engineering Society*.
- [5] Simon Gareste. *Arturia - Buchla Easel V*. Retrieved January 30, 2023, from <https://www.arturia.com/products/software-instruments/buchla-easel-v/>
- [6] Alexander Harker and Pierre Alexandre Tremblay. 2012. The HISSTools Impulse Response Toolbox: Convolution for the Masses. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*. The International Computer Music Association, 148–155.
- [7] V J Manzo. 2011. Math and Music. In *Max/MSP/Jitter for Music: A Practical Guide to Developing Interactive Music Systems for Education and More*, V J Manzo (ed.). Oxford University Press, 0. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780199777679.003.0008>
- [8] Frank L. McCarty. 1975. Electronic Music Systems: Structure, Control, Product. *Perspectives of New Music* 13, 2 (Spring 1975), 98–125. DOI: <https://doi.org/10.2307/832086>
- [9] Jyri Pakarinen, Vesa Valimäki, Federico Fontana, Victor Lazzarini, and Jonathan Abel. 2011. Recent Advances in Real-Time Musical Effects, Synthesis, and Virtual Analog Models. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* (2011).
- [10] Julian Parker and Stefano D'Angelo. 2013. A Digital Model of the Buchla Lowpass-Gate. In *Proc. 16th Intl. Conf. Digital Audio Effects*, Maynooth, Ireland, 278–285.
- [11] Trevor Pinch and David Reinecke. 2009. Technostalgia: How Old Gear Lives on in New Music. In *Sound Souvenirs*, Karin Bijsterveld and José van Dijck (eds.). Amsterdam University Press, 152–166.
- [12] Trevor Pinch and Frank Trocco. 2004. *Analog Days: The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- [13] Tara Rodgers. 2011. *Synthesizing sound: metaphor in audio-technical discourse and synthesis history*. McGill University, Montréal.

Ce livret numérique accompagne le disque *Analogies virtuelles* de Dominic Thibault et David Piazza. Le livret a été produit par Laboratoire formes • ondes à la Faculté de musique de l'Université de Montréal.

This digital booklet is accompanying the musical release *Virtual Analogies* by Dominic Thibault et David Piazza. The booklet was produced by Laboratoire formes • ondes at the music faculty of Université de Montréal.

Auteurs/Authors

Dominic Thibault

David Piazza

Éditeur et mise en page / Editor and layout

Nicolas Bernier

Gabarit graphique/Graphic template

Julie Espinasse, Atelier Mille Mille

Correction/Proofing

Dominic Thibault

David Piazza

Production

Laboratoire formes • ondes