

Diplomarbeit

Diplomarbeit Modularer Synthesizer

Modularer Synthesizer mit Eurorack Kompatibilität

Eingereicht von

**Felix Perktold
Matteo Kastler**

Eingereicht bei

**Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt
Anichstraße**

Abteilung für Wirtschaftsingenieure/Betriebsinformatik

Betreuer

Cornelia Falch

Innsbruck, April 2023

Abgabevermerk:

Betreuer/in:

Datum:

Kurzfassung / Abstract

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit Analoger Klangsynthese mittels elektronischer Hardware am Beispiel eines selbstgebauten modularen Synthesizers.

Der dokumentierte Synthesizer stellt ein in sich geschlossenes System dar, welches jedoch bei Bedarf mit externen Komponenten erweitert werden kann. Zu diesem Zweck streben wir Kompatibilität mit dem Eurorack Format an, welches einen de-facto Standard für modulare elektronische Synthesizer darstellt.

This thesis deals with analog sound synthesis through electronic hardware using the example of a home-made modular synthesizer system.

The documented Synthesizer is a self-contained system, which can be extended by external components. To this end, we strive for compatibility with the eurorack format, which represents a de-facto standard for modular electronic synthesizer systems.

Gliederung des Abstract in **Thema, Ausgangspunkt, Kurzbeschreibung, Zielsetzung**.

Projektergebnis Allgemeine Beschreibung, was vom Projektziel umgesetzt wurde, in einigen kurzen Sätzen. Optional Hinweise auf Erweiterungen. Gut machen sich in diesem Kapitel auch Bilder vom Gerät (HW) bzw.

Screenshots (SW). Liste aller im Pflichtenheft aufgeführten Anforderungen, die nur teilweise oder gar nicht umgesetzt wurden (mit Begründungen).

Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Meine Arbeit darf öffentlich zugänglich gemacht werden, wenn kein Sperrvermerk vorliegt.

Ort, Datum

Verfasser 1

Ort, Datum

Verfasser 1

Inhaltsverzeichnis

Abstract	ii
1 Einleitung	1
1.1 Vertiefende Aufgabenstellung	1
1.1.1 Schüler*innen Name 1	1
1.1.2 Schüler*innen Name 2	1
1.2 Dokumentation der Arbeit	1
1.3 Das Eurorack Format	2
1.3.1 Jargon	2
1.4 Module	4
1.4.1 Oszillator	4
Literaturverzeichnis	13

1 Einleitung

In der Einleitung wird erklärt, wieso man sich für dieses Thema entschieden hat. (Zielsetzung und Aufgabenstellung des Gesamtprojekts, fachliches und wirtschaftliches Umfeld)

1.1 Vertiefende Aufgabenstellung

1.1.1 Schüler*innen Name 1

1.1.2 Schüler*innen Name 2

1.2 Dokumentation der Arbeit

Es werden die Projektergebnisse dokumentiert

- Grundkonzept
- Theoretische Grundlagen
- Praktische Umsetzung
- Lösungsweg
- Alternativer Lösungsweg
- Ergebnisse inkl. Interpretation

Weitere Anregungen:

- Fertigungsunterlagen
- Testfälle (Messergebnisse...)
- Benutzerdokumentation
- Verwendete Technologien und Entwicklungswerkzeuge

1.3 Das Eurorack Format

1996 veröffentlichte Doepfer Musikelektronik GmbH eine Reihe an Synthesizermodulen. Schnell wurden kompatible Module von anderen Herstellern hergestellt, wodurch das Eurorack Format zum de-facto Standard für modulare Synthesizer wurde. Heute gibt es tausende von Eurorack Modulen, hergestellt von bekannten Firmen wie Moog, Roland, Behringer, auf Eurorack spezialisierten Herstellern wie Make Noise und es gibt eine lebendige DIY-szene mit vielen öffentlichen Designs, Anleitungen, Schematics, vorbereiteten Kits zum zusammenbauen und mehr.

Essentiell bei Eurorack Modulen ist, dass viele Funktionen nicht nur durch den Benutzer (durch Knöpfe, Potentiometer, etc) sondern auch durch andere Module mithilfe von sog. Kontrollspannung (CV) ansteuerbar sind. So kann z.B die Frequenz eines Oszillators, der Cutoff eines Filters, Attack und Release-länge eines Envelopes usw. durch ein anderes Signal kontrolliert werden; Diese Kontrollspannung kann wiederum aus verschiedensten Modulen wie z.B. einem MIDI Interface, einem LFO oder sogar einem anderen Audiosignal kommen. Die Module sind nicht fest verkabelt, sondern werden vom Benutzer "on the fly" mit Patchkabeln (3.5mm mono) verbunden. Dadurch entsteht ein Netzwerk an elektronischen Schaltungen welche sich gegenseitig beeinflussen und hochschaukeln, was zu idealerweise wohlklingenden, jedoch in jedem Fall interessanten Effekten führt.

1.3.1 Jargon

Kontrollspannung, Control Voltage

Kontrollspannung (CV) ist die Quintessenz eines Modulare Synthesizers. Während normale Synthesizer wie der Minimoog intern mit Kontrollspannung arbeiten und oft auch Kontrollspannung ausgeben können (oder zumindest Audiospannung welche als Kontrollspannung misbraucht werden kann), sind die Leitungen für diese Kontrollspannungen fest verlötet. Das bedeutet dass der Benutzer nicht frei entscheiden kann, welcher Teil des Synthesizers welchen anderen Teil beeinflusst. Bei modularen Synthesizern

liegen Audiobuchsen auf welchen Kontrollspannung anliegt / angelegt werden kann frei, diese Schnittstellen können vom Benutzer mehr oder weniger beliebig mit Patchkabeln zusammengeschlossen werden. Dadurch entsteht die Modularität des Eurorack Formats.

Kontrollspannungen sind im Regelfall entweder $-2.5V$ bis $+2.5V$ oder $0-8V$, können jedoch im Extremfall den vollen möglichen Spannungsumfang von $-12V$ bis $+12V$ ausnutzen.

Audiosignale

Audiosignale sind Spannungen zwischen $-5V$ und $+5V$ welche an einen Verstärker oder Lautsprecher angelegt werden können um Schall zu erzeugen. Sie können auch zur Weiterverarbeitung von einem Modul zum anderen geschickt werden und sogar als Kontrollspannung verwendet werden. Man kann Audiosignale als Kontrollspannungen, welche zum Ansteuern von Lautsprechern geeignet sind, sehen.

Trigger

Auch bei einem analogen Synthesizer werden manchmal binäre Signale benötigt. Diese werden durch $5V$ (HIGH) bzw $0V$ (LOW) dargestellt. Aus diesem Grund (und für die Versorgung von zB Mikrocontrollern) wird eine eigene $5V$ Spannungsquelle vom Netzteil bereitgestellt.

Patchkabel

Patchkabel sind $3.5mm$ mono Klinkenstecker. Sie dienen dazu, Verbindungen zwischen verschiedenen Modulen herzustellen über welche Kontrollspannungen und Audiosignale übertragen werden können.

Voltage Controlled Modules

Module, welche durch Kontrollspannung angesteuert werden, haben oft das präfix VC (Voltage Controlled) im Namen. Beispiele dafür sind VCOs (Voltage Controlled Oscillator) und VCAs (Voltage Controlled Amplifier).

1.4 Module

Im Folgenden werden die Module, welche den Synthesizer ausmachen, beschrieben. Alle dieser Module haben gemeinsam, dass sie:

- Einen Kippschalter besitzen, welcher es ermöglicht das Modul zu deaktivieren um die Stromversorgung zu entlasten
- Mindestens eine Audiobuchse besitzen um CV, Audio, Triggersignale und andere Arten von Spannungssignalen auszugeben
- ~13cm Hoch sind und ein Vielfaches von ~4.445cm breit sind, was im Eurorack format 1U entspricht

1.4.1 Oszillator

Beschreibung

Schematics

Elektronik

Benutzung

Appendix

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Listings

Literaturverzeichnis

Couper, M. P. (2001), 'Web Survey Research: Challenges and Opportunities', Proceedings of the Annual Meeting of the American Statistical Association.

Diekmann, A. (1999), *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen*, fifth edn, Rowohlt's Enzyklopaedie, Reinbeck bei Hamburg.

Dillman, D. A., Tortora, R. & Bowker, D. (1998), Principles for Constructing Web Surveys, Technical report, SESRC.

Reips, U.-D. (2002), 'Standards for Internet-Based Experimenting', *Experimental Psychology* **49**(4), 243–256.