**Pflichtenheft**

Fachlicher Teil

Projekt 4 – Team 1

Windisch, 26. Februar 2020

Hochschule: *FHNW-Hochschule für Technik*

Studiengang: *Elektro- und Informationstechnik*

Team 1: *Silvan Burkard*

*Roman Fischer*

*Reto Gärtner*

*Julian Jeisy (Projektleitung)*

*Jenny Meier*

Auftraggeber: *Prof.* *Hans Gysin*

Betreuungspersonen: *Pascal Buchschacher  
 Dr. Anita Gertiser  
 Marie-Thérèse Rudolf von Rohr  
 Prof. Dr. Pascal Schleuniger  
 Albert Zihlmann*

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 2](#_Toc33606698)

[2 Projektdefinition 3](#_Toc33606699)

[2.1 Ausgangslage 3](#_Toc33606700)

[2.2 Projektziele 3](#_Toc33606701)

[2.3 Nichtziele 3](#_Toc33606702)

[2.4 Lieferobjekte 3](#_Toc33606703)

[3 Lösungskonzept 4](#_Toc33606704)

[3.1 Blockschaltbild und Produkteeigenschaften 4](#_Toc33606705)

[3.2 Hardware 4](#_Toc33606706)

[3.3 Software 4](#_Toc33606707)

[3.4 Bedienung 4](#_Toc33606708)

[4 Testkonzept 4](#_Toc33606709)

[5 Projektvereinbarung 5](#_Toc33606710)

[6 Echtheitserklärung 6](#_Toc33606711)

[7 Literaturverzeichnis 7](#_Toc33606712)

# Einleitung

Im Rahmen des Projekt 4 des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik der Hochschule für Technik der FHNW soll für Werbeveranstaltungen des Studiengangs ein Demogerät nach dem Prinzip «Persistence of Vision» entwickelt werden. Damit sollen stehende Bilder oder Schriften erzeugt werden, diese sollen dann zum Beispiel durch Interaktion mit dem Gerät via Handy-App veränderbar sein. Das Ziel dieses Gerätes ist es potenzielle Studienanwärter für den oben genannten Studiengang unteranderem durch Visualisierung von Elektronik zu motivieren.

# Projektdefinition

## Ausgangslage

## Projektziele

Damit klare Rahmenbedingungen herrschen, müssen die genauen Ziele definiert werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die genauen Anforderungen an das Produkt ersichtlich.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Zielkriterium | Mindestanforderung | Wunschanforderung |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Nichtziele

Um eine klare Eingrenzung des Projekts zu erlangen wurden ebenfalls folgende Nichtziele definiert.

|  |  |
| --- | --- |
| Zielkriterium | Beschreibung |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Lieferobjekte

Folgende Lieferobjekte müssen dem Auftragsgeber und den Betreuungspersonen zugestellt werden:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lieferobjekt | Abgabeform | Abgabetermin |
| Org. Pflichtenheft | PDF per Mail | 10.03.2020 |
| Fachl. Pflichtenheft | PDF per Mail | 10.03.2020 |
| Def. fachl. Pflichtenheft | PDF per Mail | 24.03.2020 |
| Statusbericht 1 | PDF per Mail | 29.03.2020 |
| Zwischenpräsentation |  | 07.04.2020 |
| Statusbericht 2 | PDF per Mail | 03.05.2020 |
| Statusbericht 3 | PDF per Mail | 17.05.2020 |
| Statusbericht 4 | PDF per Mail | 09.06.2020 |
| Fachbericht und Fact-Sheet | PDF auf USB-Stick | 09.06.2020 |
| Schlusspräsentation |  | 09.06.2020 |

# Lösungskonzept

## Blockschaltbild und Produkteeigenschaften

## Hardware

### Interaktion durch Mikrophon

Eine Möglichkeit mit dem POV interagieren zu können erfolgt über den Schallpegel. Dazu ist am «Nordpol» der Kugel ein Elektret-Mikrophon montiert. Diese Art von Mikrophonen wird oft in kommerzieller Elektronik aufgrund ihrer kleinen Dimensionen, des guten Frequenzverhaltens und des niedrigen Preises eingesetzt. Sie bestehen aus einem Kondensator mit konstanter Ladung und einem JFET, welcher als Impedanzwandler dient. [1]

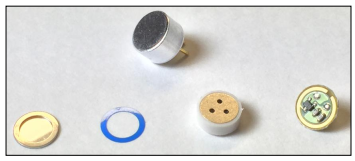


Abbildung 1: Aufbau eines Elektret-Mikrophons.

Das Mikrophonsignal wird mit einem diskret aufgebauten Verstärker auf eine Spannung gebracht, welche vom Mikrokontroller weiterverarbeiten werden kann (max. 3.3V). Elektret-Mikrophone haben meistens eine Empfindlichkeit zwischen -46dBV und -35dBV, umgerechnet entspricht dies einer Empfindlichkeit von 5…18mV/Pa [2]. Der Schalldruck einer Unterhaltung aus 1m Distanz liegt bei etwa 40…50dB (Referenzpegel: 20μPa) was im Mittel rund 4mPa entspricht [3]. Daraus ergibt sich ein Ausgangssignal der Amplitude 20…72μV. Für diesen Fall wird also eine Verstärkung von ungefähr 90…100dB benötigt. Da der Ausgang eines Elektret-Mikrophons sehr hochohmig ist, wird ein Transimpedanzverstärker verwendet. Das nachfolgende Bild zeigt, wie der grundsätzliche Aufbau des Verstärkers aussieht.

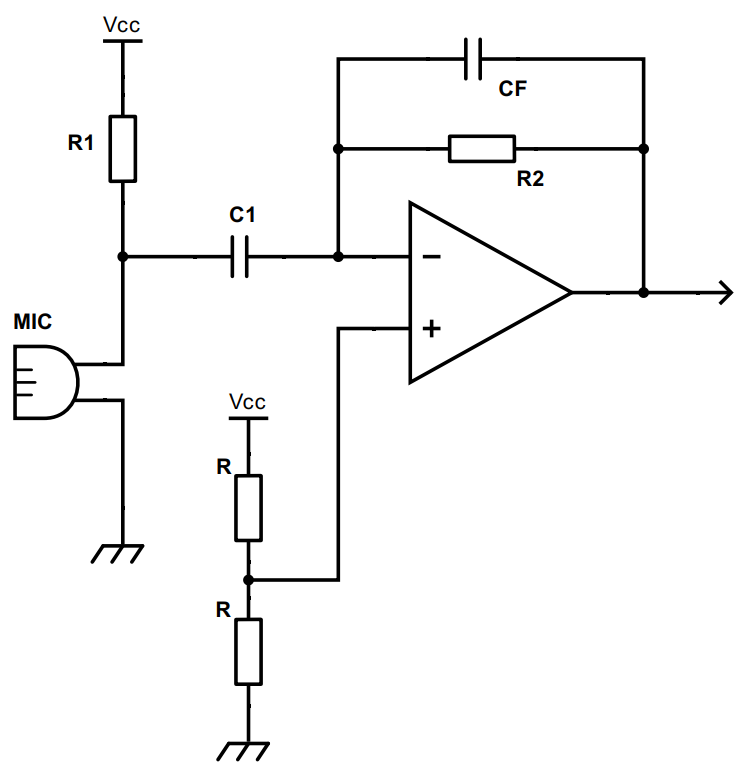


Abbildung 2: Aufbau des Mikrophonverstärkers. R1 speist das eingebaute FET des Mikrophons. C1 dient zum Entkoppeln des Signals und R2 bestimmt die Verstärkung. CF verhindert, dass der Verstärker zu schwingen beginnt.

Damit der Mikrocontroller das Signal auswerten kann, muss dieses zudem nach der Verstärkung mit einem Spannungsteiler angehoben werden, dass es im Bereich 0…3.3V schwingt. Um Aliasing-Effekte zu verhindern, muss ein Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz kleiner als die halbe Sampling-Frequenz des ADCs integriert werden. Jedoch sollte diese Grenzfrequenz noch im hörbaren Spektrum liegen (>20kHz).

Durch die Konstruktion ist das Mikrophon mechanisch mit der Welle des Motors verbunden. Um zu verhindern, dass das Mikrophon zu viele Störgeräusche aufnimmt, können diese mit einem Hochpassfilter unterdrückt werden. Das kann direkt im Mikrophonverstärker durch R1 und C1 bewerkstelligt werden. Die störenden Frequenzen liegen bei den vielfachen der Motordrehzahl [4]. Das POV rotiert mit einer Drehzahl von 10…30Hz. Ein Hochpass mit einer Grenzfrequenz von einigen hundert Hertz könnte der grösste Teil der Störungen eliminieren. Dies würde gleichzeitig auch das meiste einer menschlichen Stimme herausfiltern, jedoch kann das Gerät immer noch Klatschgeräusche aufnehmen.

## Software

In diesem Kapitel wird die Softwarestruktur des POVs behandelt. Dies beinhaltet die Programmierung des Controllers inklusive der Peripherie (Schieberegister mit SPI, Bluetooth, ADC, UART) und die Android App als Interaktionselement.

### Mikrokontroller

### Android App

## Bedienung

# Testkonzept

# rojektvereinbarung

**Auftraggeber**

Ort/Datum Unterschrift

**Projektleiter**

Ort/Datum Unterschrift

# Echtheitserklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, alle wörtlichen und

sinngemässen Übernahmen als solche gekennzeichnet und keine anderen als die angegebenen

Quellen und Hilfsmittel benutzt haben.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Silvan Burkard |  | Roman Fischer |  | Reto Gärtner |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Julian Jeisy |  | Jenny Meier |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |
| Ort/Datum |

# Literaturverzeichnis

[1] J. Gentex Electro-Acoustic Products, „Apply Electret Microphones to Voice-Input Designs “, [Online]. Available: https://www.yumpu.com/en/document/read/36565851/apply-electret-microphones-to-voice-input-designs-gentex- [Abrufdatum 06.03.2020].

[2] J. Lewis, „Understanding Microphone Sensitivity“, 05.2012 [Online]. Available: https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/understanding-microphone-sensitivity.html [Abrufdatum 06.03.2020].

[3] wikipedia.org, „Schalldruck“, [Online]. Available: https://de.wikipedia.org/wiki/Schalldruck [Abrufdatum 06.03.2020].

[4] H. Kang, „The Study of DC Motor Noise and Vibration “, SAE Transactions, 1995, S. 2461–2467.