

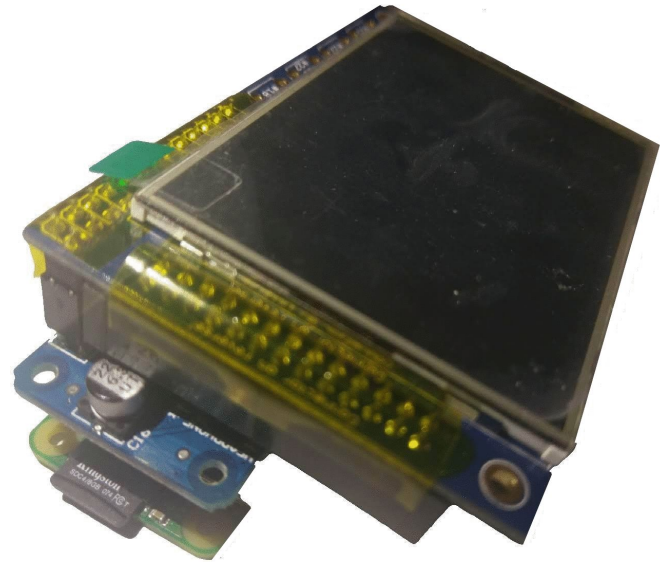
Sistem digital interactiv pentru efecte audio utilizând platforma încorporată pentru procesarea numerică a semnalelor

Candidat: Zsófia ÜLKEI

Coordonator Științific: Prof. Dr. Habil. Ing. Mihai Micea

Cuprins

1. Introducere
2. Analiza domeniului actual
3. Descriere generală
4. Arhitectura software și hardware
5. Efecte
6. Rezultate
7. Concluzii și perspective



Introducere

- Domeniul principal:
 - ▷ prelucrarea numerică a semnalelor audio
- Contextul de realizare:
 - ▷ Rol demonstrativ
 - ▷ Laboratoarele DSPLabs
 - ▷ Coordonator: Prof. Dr. Habil. Ing. Mihai Micea

Domeniul actual

Software

Exemple:

- Audacity
- WavePad

Diverse sisteme de operare

Lucru cu fișiere

Moduri de editare (tăiere, copiere, inserare)

Adăugarea de efecte (+cele implementate)

Hardware

Exemplu:

- Audio chip: LC823425

DSP integrat

MP3 decoder integrat

A/D integrat (10 biți)

Cantități industriale

Proiect întreg

Exemplu:

- Electrosmash Pedal-Pi

Software+Hardware

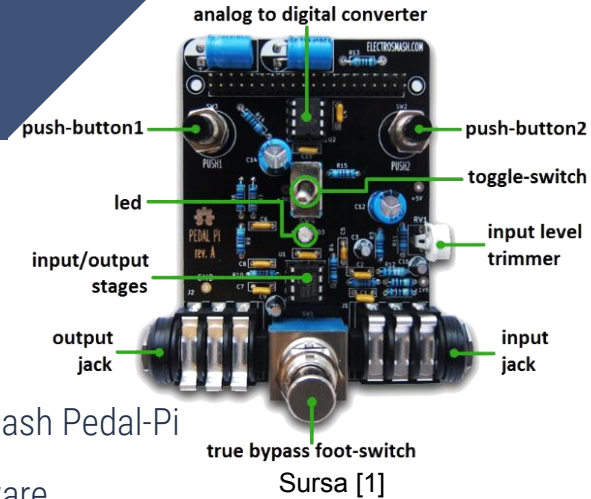
Raspberry Pi Zero

C/C++

Efecte implementate

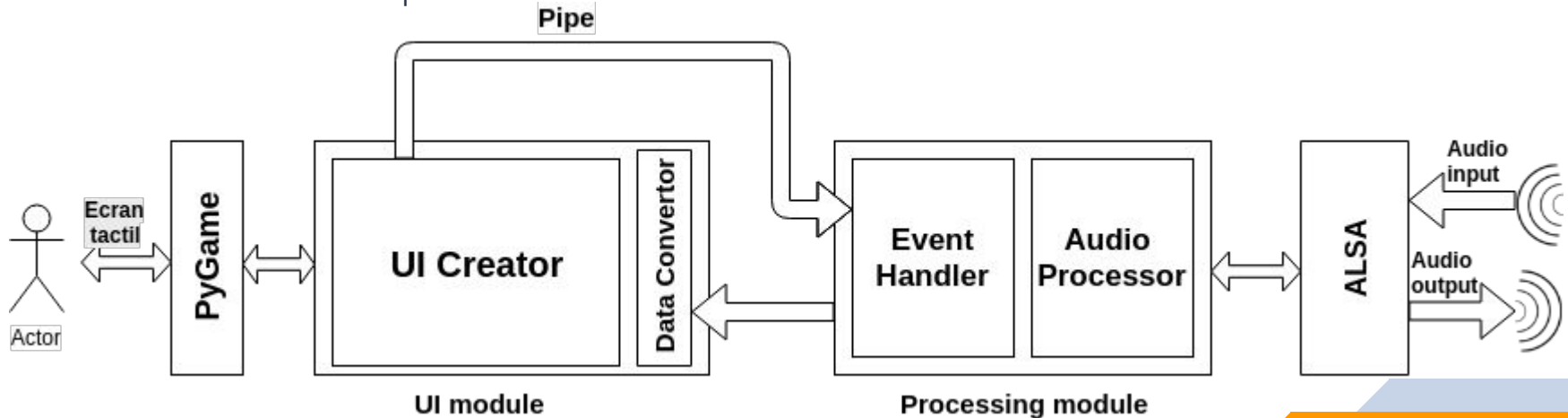
Intefața prin butoane, switch-uri

Biblioteca bcm2835



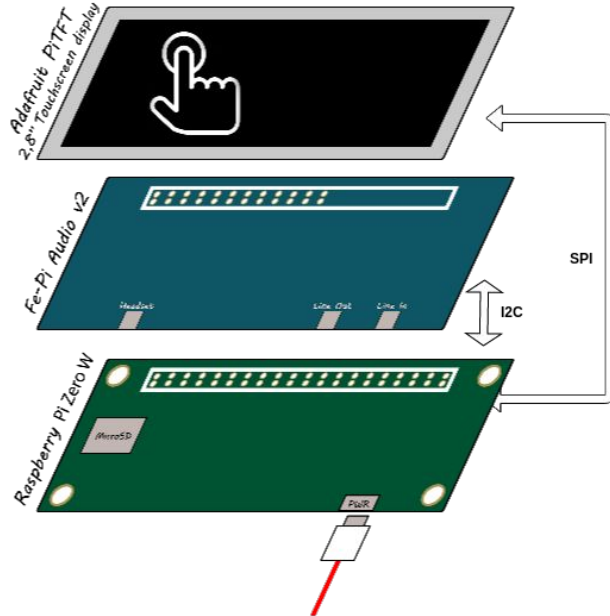
Descriere generală

- 2 module principale:
 - Modulul UI
 - Modulul de procesare

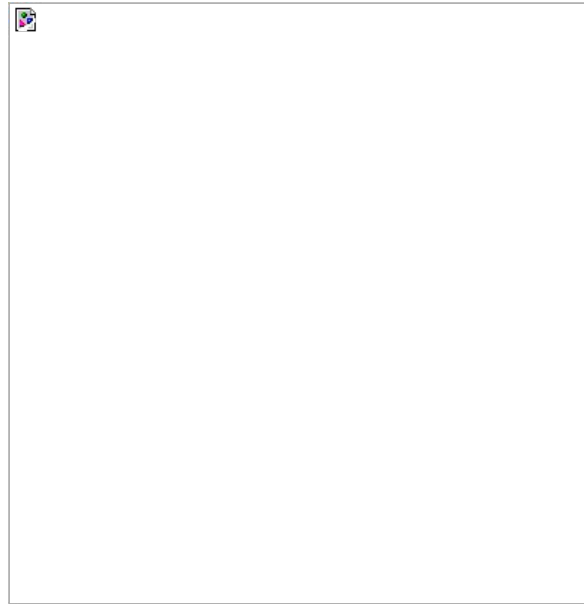


Arhitectura software și hardware

Arhitectura hardware

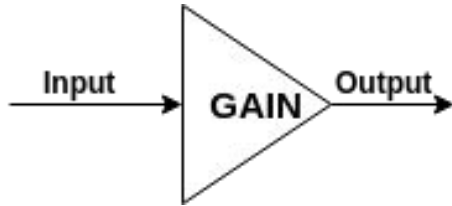


Arhitectura software



Efecte

Amplificator



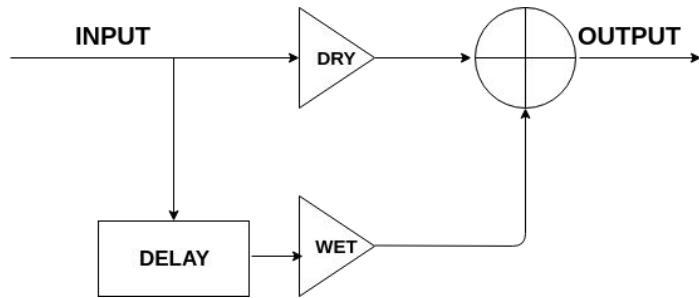
$$\text{output}[x] = \text{gain} * \text{input}[x]$$

Distorsiune

$$\text{output}[x] = \begin{cases} \text{if } \text{input}[x] > \text{positiveTreshold, then } \text{positiveTreshold} \\ \text{if } \text{negativeTreshold} \leq \text{input}[x] \leq \text{positiveTreshold then } \text{input}[x] \\ \text{if } \text{input}[x] < \text{negativeTreshold, then } \text{negativeTreshold} \end{cases}$$

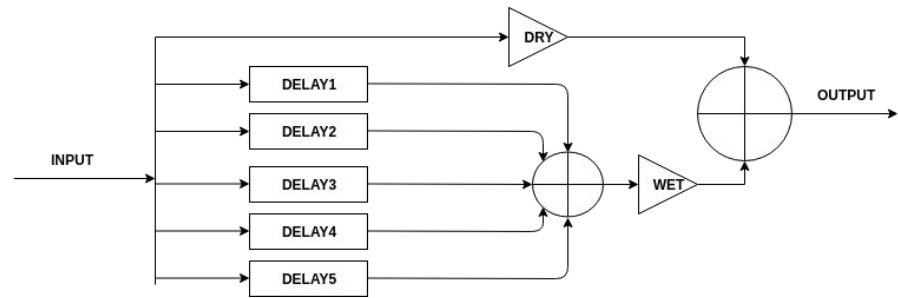
Efecte

Delay



$$\text{output}[x] = \text{dry} * \text{input}[x] + \text{wet} * \text{input}[x - \text{delay}]$$

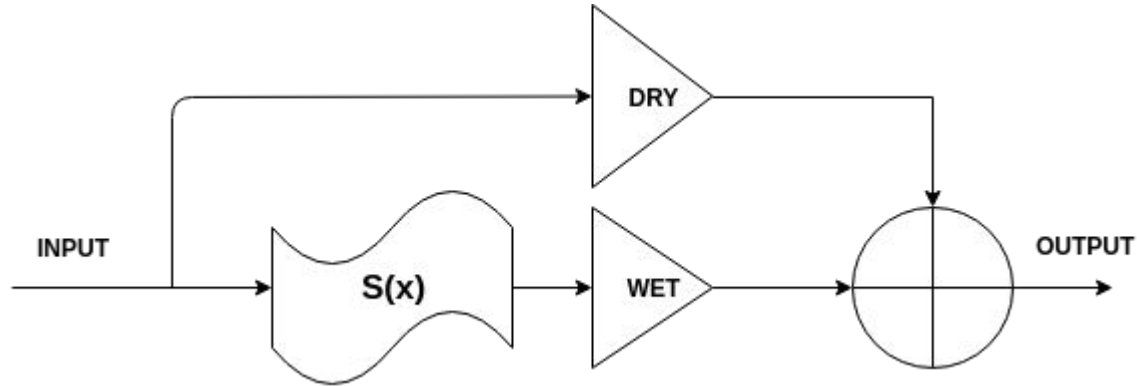
Reverberație



$$\text{output}[x] = \text{dry} * \text{input}[x] + \text{wet} * \left(\sum_{i=1}^5 \text{input}[x - \text{delay}_i] \right)$$

Efecte

Chorus



$$\text{output}[x] = \text{dry} * \text{input}[x] + \text{wet} * \text{input}[x - S(x)]$$

$S : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$, S - o funcție sinusoidală

Rezultate: Portabilitate, Modularitate

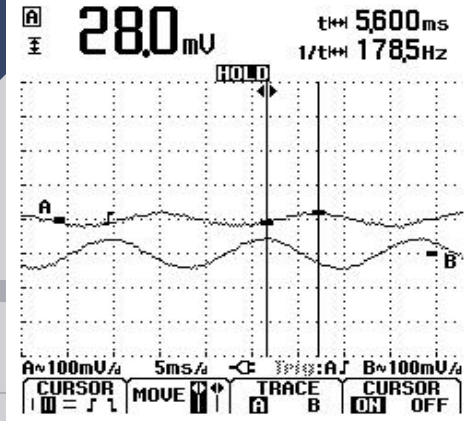
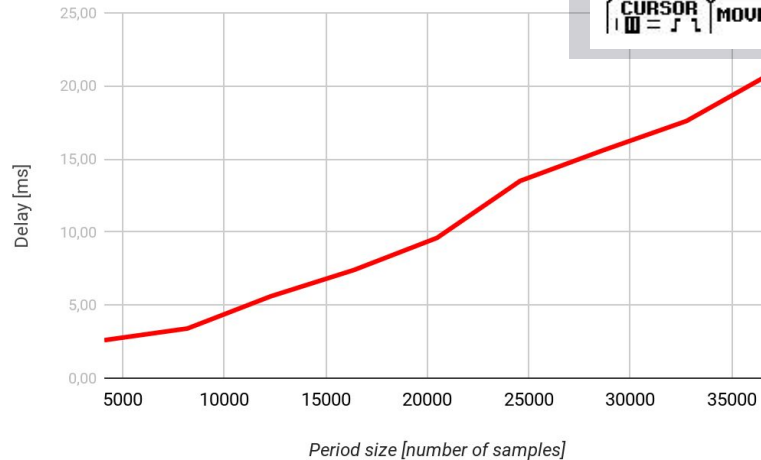
- Ușor realizat:
 - ▷ Adăugarea efectelor noi
 - ▷ Schimbarea componentelor hardware
 - ▷ Schimbarea sistemului de operare

Rezultate: Măsurarea latenței

■ Parametrii:

- ▷ Rata de eșantionare:
 - ▷ 22050Hz
- ▷ Formatul eșantioanelor:
 - ▷ integer pe 16 biți cu semn
 - ▷ *little-endian*
- ▷ Numărul canalelor:
 - ▷ 2 (stereo)
- ▷ Mod de *non-blocking*
- ▷ $Buffer = 2 * \text{periodadă}$

Delay in function of period size

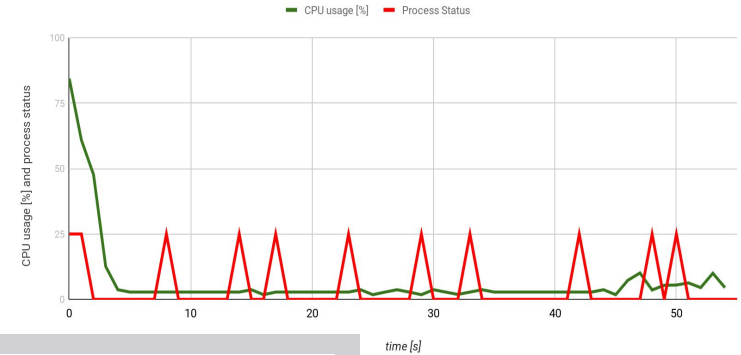


Rezultate: Utilizare de CPU

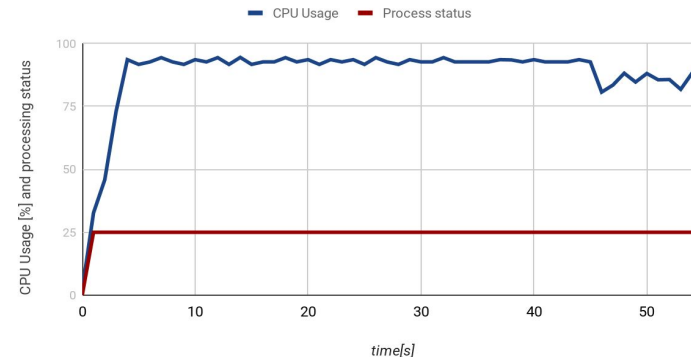
■ Parametrii:

- ▷ Rata de eşantionare: 22050Hz
- ▷ Formatul eşantioanelor:
 - ▷ integer pe 16 biți cu semn
 - ▷ little-endian
- ▷ Numărul de canale: 2
- ▷ Modul non-blocking
- ▷ Mărimea buffer-ului:
 - ▷ 4096 de eşantion
- ▷ Mărimea perioadei:
 - ▷ 2048 de eşantion

UI CPU Usage



Audio processing CPU Usage



Concluzii și perspective

■ Concluzii:

- ▷ Latență acceptabilă cu audio *loopback*
- ▷ Efectele = latență mai mare
- ▷ Utilizare de CPU mare

■ Perspective de dezvoltare:

- ▷ *Scheduling*
- ▷ Nucleu de timp real
- ▷ Hardware mai puternic
- ▷ Docker

Concluzii și perspective: Contribuții

- Alegerea componentelor
- Montarea sistemului din componentele:
 - ▷ Raspberry Pi Zero W, Fe-Pi Audio Z V2, Adafruit PiTFT 2.8" Touchscreen Display
- Implementarea programului:
 - ▷ Interfața grafică
 - ▷ Procesarea audio
- Implementarea programului:
 - ▷ Efectele: Amplificator, Delay, Distorsiune, Reverbație, Chorus
 - ▷ Realizarea înlănțuirii efectelor
- Efectuarea măsurătorilor:
 - ▷ Latența
 - ▷ Utilizarea CPU
- Planificarea direcțiilor de continuare a dezvoltării

Mulțumesc pentru atenție!

Bibliografie

- Electromash Pedal-Pi:
<https://www.electromash.com/pedal-pi>
- LC823425:
<https://eu.mouser.com/ProductDetail/ON-Semiconductor/LC823425-13W1-E?qs=z1AEhK4y%252b49FIJvE1uuPBw==>
- Raspberry Pi Zero:
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/>
- WavePad:
<http://www.nch.com.au/wavepad/index.html>
- Audacity:
https://wiki.audacityteam.org/wiki/Audacity_Wiki_Home_Page