Pedala de efecte chitara electrica

Autor: Stefan-Dragos Badea - 331CC

Introducere

O pedala pentru chitara este o piesa de hardware care modifica sunetul care vine de la chitara pentru a crea efecte diverse. Existand o gama atat de larga de efecte posibile iar pretul hardware-ului fiind destul de ridicat, am considerat ca o pedala programabila este o solutie lightweight si budget-friendly. Astfel, cred ca ar fi utila pentru orice persoana cu un mini-studio sau doar pasionata de cantat.

Descriere generală

Modul de functionare este urmatorul:

- Conecteaza chitara la intrarea pedalei printr-un cablu jack.
- Conecteaza iesirea pedalei la o interfata audio / amplificator
- Activeaza pedala selectand unul din efectele audio dorite din telecomanda
- Cântâ!

Hardware Design

Piese folosite:

- Arduino UNO cu Atmega328p
- DAC PCF8591
- IR sensor si telecomanda
- 2 mufe jack mama
- rezistente, condensatoare

Placuta va prelua semnalul analogic dat de chitara si il va converti in semnal digital folosind ADC-ul integrat. Initial placuta reda sunetul clean, efecte putand fi activate/dezactivate din telecomanda. Semnalul digital modificat se transmite la DAC-ul extern prin I2C, de unde pleaca mai departe la modalitatea de output (amplificator/interfara audio).

Semnalul analogic este filtrat atat la intrare cat si la iesire. Intrarea trece pentr-un filtru trece sus care blocheaza frecventele de sub ~66Hz. Iesirea trece printr-un filtru trece-jos ce blocheaza frecventele peste ~16kHz.

Software Design

Codul este dezvoltat in Arduino IDE.

Librarii:

- https://github.com/RobTillaart/PCF8591
- https://github.com/Arduino-IRremote/Arduino-IRremote

Intrare:

Intrarea se face prin ADC-ul integrat in placa, cu voltajul de referinta intern de 1.1V. Modulul DAC are o rezolutie de doar 8 biti asa ca primul pas dupa citire este sa tarnsform numerele pe 10 biti in 8 biti, dupa care sa aplic efectele de sunet.

```
  unsigned int sensorValue = analogRead(A0);
  sensorValue = (sensorValue + 1) / 4 - 1;
```

Senzorul si telecomanda IR:

Fiecare buton de pe telecomanda este mapat la un numar de 2 cifre. Pentru a selecta/deselecta fiecare efect, folosesc un vector ca un map. Daca valoarea din map pentru un buton este 0, efectul este oprit, altfel este pornit. Butonul '0' dezactiveaza toate efectele.

```
  int pressed_key = IrReceiver.decodedIRData.command;
  if (pressed_key != IR_BUTTON_0)
    activeEffects[pressed_key] = ~activeEffects[pressed_key];
  else
    memset(activeEffects, 0, sizeof(activeEffects));
```

Efecte:

In spatele efectelor sta o matematica destul de simpla folosita pentru a altera semnalul. Am implementat 4 efecte: distiortion, tremolo, flanger si echo.

Distortion se realizeaza prin cresterea/supraincarcarea semnalului audio printr-o functie simpla.

```
float apply_distortion(float x) {
```

```
  float y = 1;

  if (x < 0.33f)
    y = 2.3 * x;

  else if (x < 0.66f)
    y = (3 - (2 - 3 * x) * (2 - 3 * x)) / 3;

  return y;
}
```

Tremolo presupune combinarea semnalului cu o fucntie sinusoidala. Am folosit contorul 'index' pentru simularea trecerii timpului.

```
int index = 0;
float apply_tremolo(float x) {
  index++;
  float Fs = TIMER_1HZ / 8;
  float Fx = 5;
  float alpha = 0.35;
  float trem = (1 + alpha * sin(2 * M_PI * index * (Fx / Fs)));
  float y = trem * x;

  return y;
}
```

Pentru celelalte 2 efecte am avut nevoie de valorile anterioare ale semnalului asa ca am pastrat un vector cu acestea. Pentru a economisi memorie si tinand cont ca valorile cu care lucrez sunt pe 8 biti din cauza rezolutiei DAC-ului extern, acest vector este cu elemnte tip 'char'.

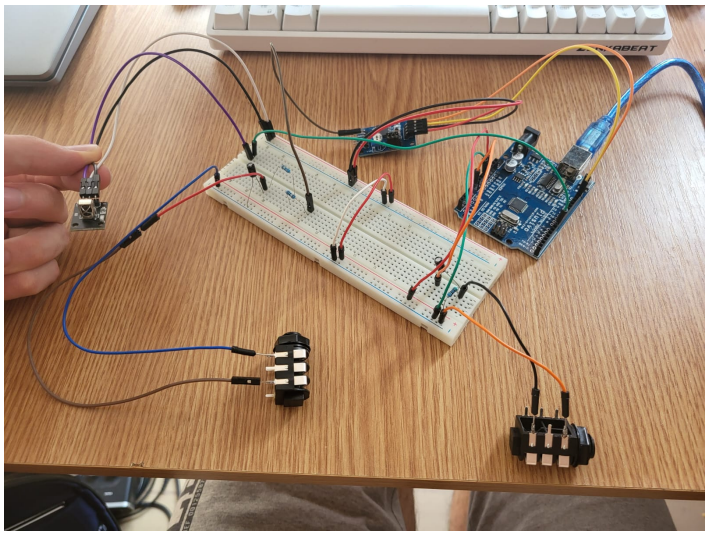
Flanger este un efect ce presupune redarea in acelasi timp a 2 semnale identice cu un delay variabil intre ele. Pentru simularea trecerii timpului am folosit aceeasi idee ca la tremolo, contorul 'index2'.

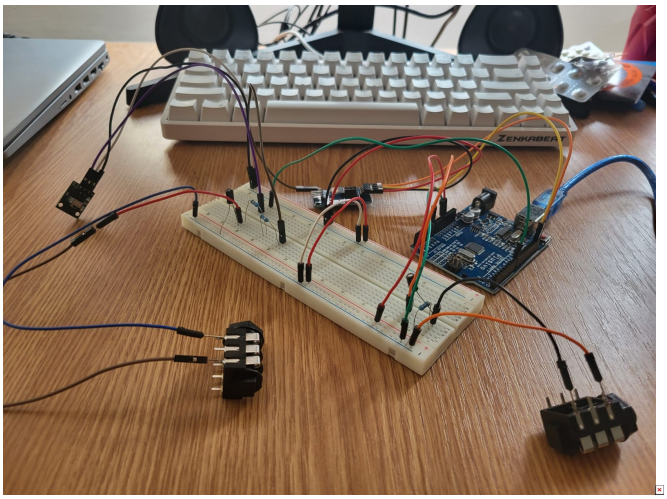
```
float flanger_delay = 0.04f;
float flanger_depth = 0.5f;
int index2 = 0;
float apply_flanger(float x) {
  index2++;
  float Fs = TIMER_1HZ;
  float rate = 1.0;
  float max_sample_delay = flanger_delay * MAX_OUTPUT_HISTORY;
  float current_sin = fabs(sin(2 * M_PI * index2 * (rate / Fs)));
  int current_delay = (int)ceil(current_sin * max_sample_delay);

  float out_delayed = (float)output_history[(output_history_last + (
MAX_OUTPUT_HISTORY - 1) - current_delay) % MAX_OUTPUT_HISTORY];
  out_delayed /= SGN_MAX;

  return (1 - flanger_depth) * x + flanger_depth * out_delayed;
}
```

In final, echo presupune memorarea semnalului si redarea lui cu un delay.

```
int echo_delay = 350;
float echo_depth = 0.4f;
float apply_echo(float x) {
  float out_delayed = (float)output_history[(output_history_last + (
MAX_OUTPUT_HISTORY - 1) - echo_delay) % MAX_OUTPUT_HISTORY];
  out_delayed /= SGN_MAX;

  return (1 - echo_depth) * x + echo_depth * out_delayed;
}
```

Rezultate Obţinute





Concluzii

Am invatat destul de multe si despre arduino si despre procesarea audio real-time si sunt multumit de rezultat.

Download

proiectpm.zip

Bibliografie/Resurse

Hardware

- https://ocw.cs.pub.ro/courses/_media/pm/doc8272.pdf
- https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-pcf8591-adc-dac-module-interfacing
- https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8591.pdf

Software

- https://github.com/RobTillaart/PCF8591
- https://kidpatel.wixsite.com/dspaudioeffects/project-files
- https://ccrma.stanford.edu/~orchi/Documents/DAFx.pdf

Ambele

- https://www.google.com/
- https://ocw.cs.pub.ro/courses/pm
- https://chat.openai.com/
- https://projecthub.arduino.cc/electrosmash/74978749-a083-47bc-8fde-38fba84737f8
- https://roboticsbackend.com/arduino-ir-remote-controller-tutorial-setup-and-map-buttons/

Export to PDF