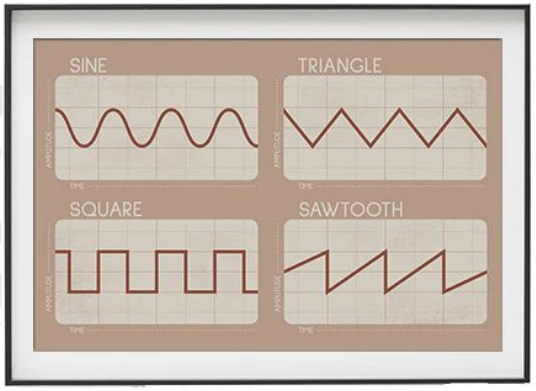
Creación de sintetizadores utilizando Arduino y la biblioteca Mozzi.

Esp. Ing. Ernesto Gigliotti



Ernesto Gigliotti

Ingeniería electrónica. UTN FRA

Especialización en sistemas embebidos. FIUBA

TORTOISE instruments

http://www.tortoiseinstruments.com.ar

https://www.facebook.com/tortoiseinstruments

@tortoiseinstruments

Introducción:

- Arduino
- Biblioteca Mozzi
- DAC
- PWM
- Agregar biblioteca al IDE
- Circuito para los ejemplos

Ejemplos:

- Ejemplo 1: Osciladores
- Ejemplo 2: Arpegiador
- Ejemplo 3: ADSR
- Ejemplo 4: LPF

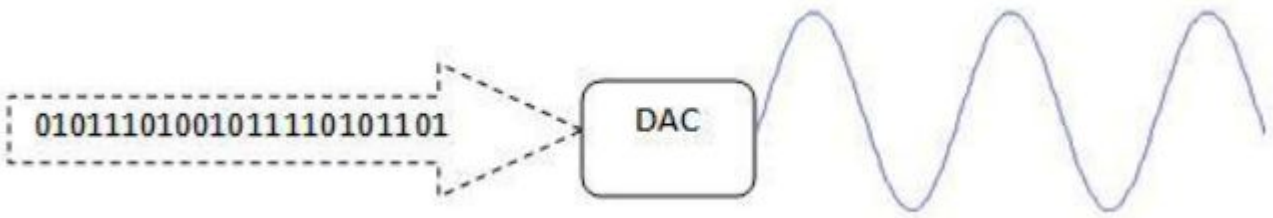
Arduino

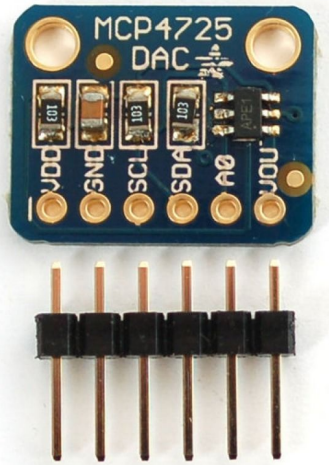
- Microcontrolador
  - Memoria de programa
  - Memoria de datos
  - GPIOs
  - Módulos digitales integrados: PWM,UART
- PCB
  - Conectores a GPIOs
  - Fuente de alimentación
  - Conversor USB-serial
  - Cristal para clock del microcontrolador

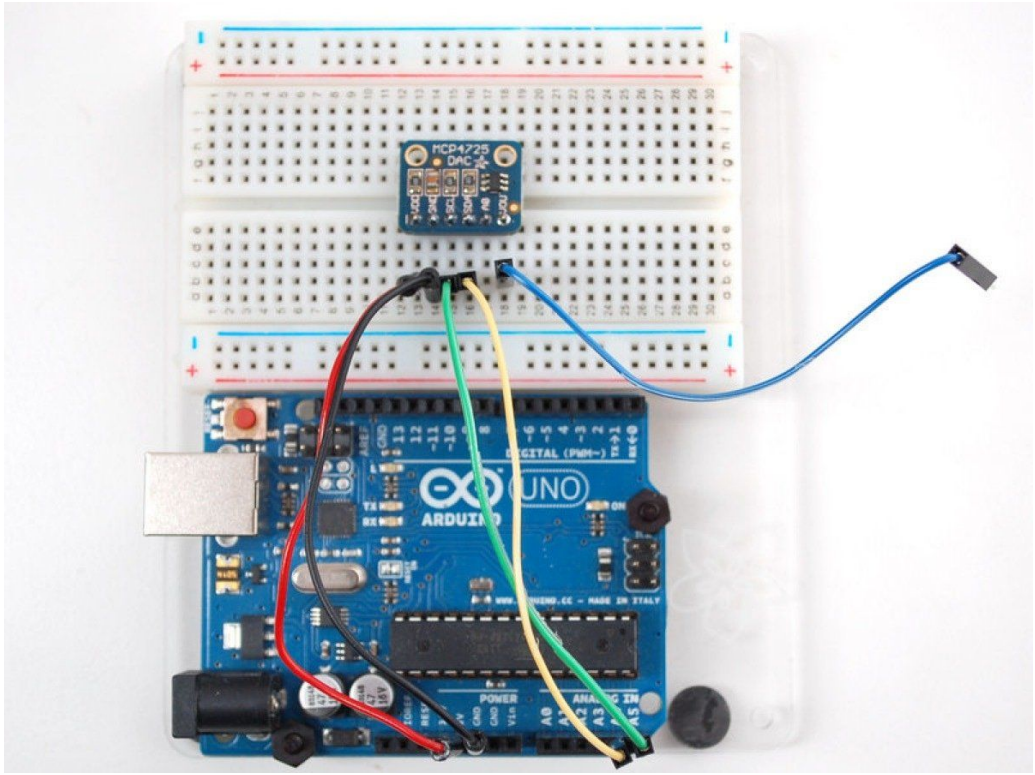
Biblioteca Mozzi

- Biblioteca de terceros
- C++
- Múltiples plataformas
- Representa unidades conocidas de síntesis
  - OSC
  - ADSR
  - Filtros
- DAC con PWM

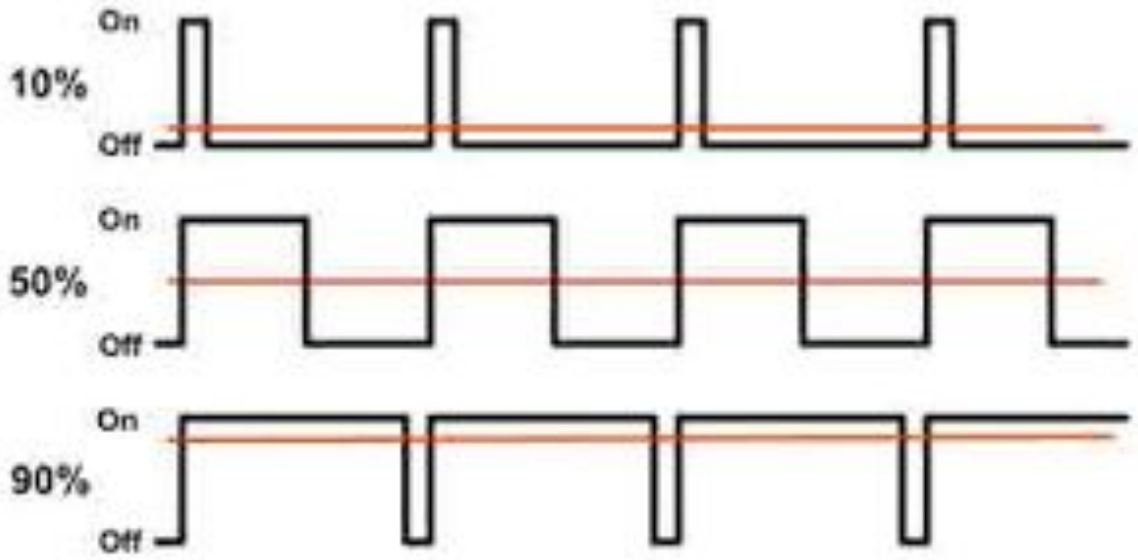
DAC


01011101001011110101101
DAC

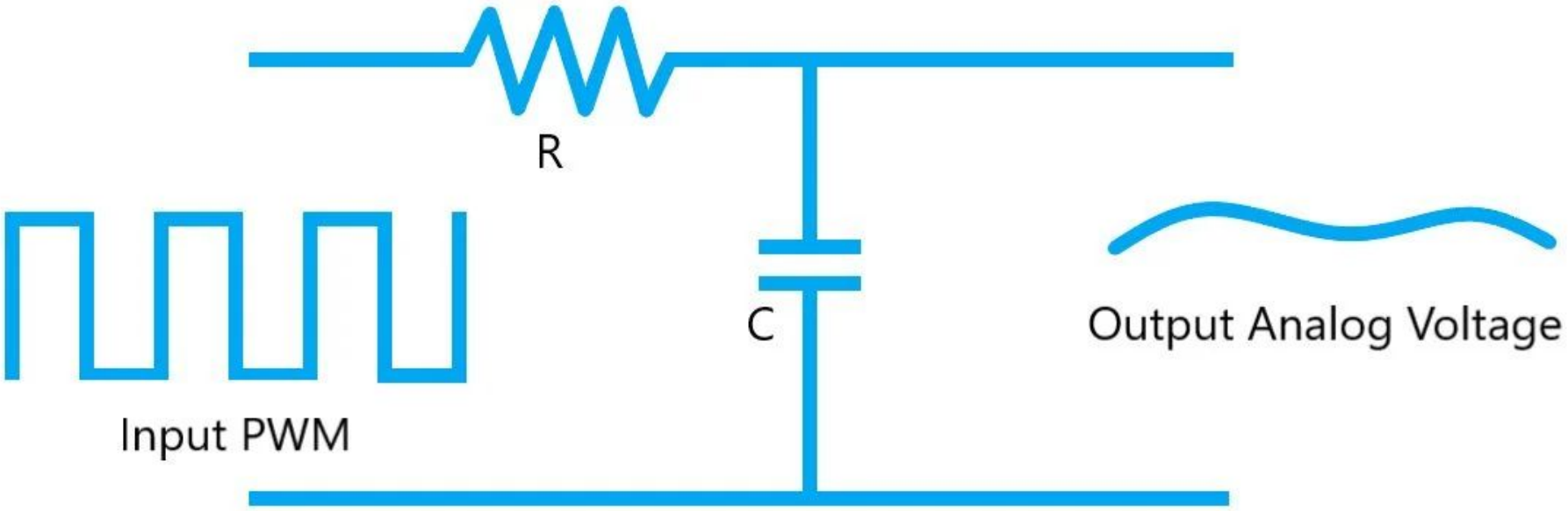

MCP4725
DAC
VDD
GND
SCL
SDA
A0
OUT


MCP4725
DAC
UNO

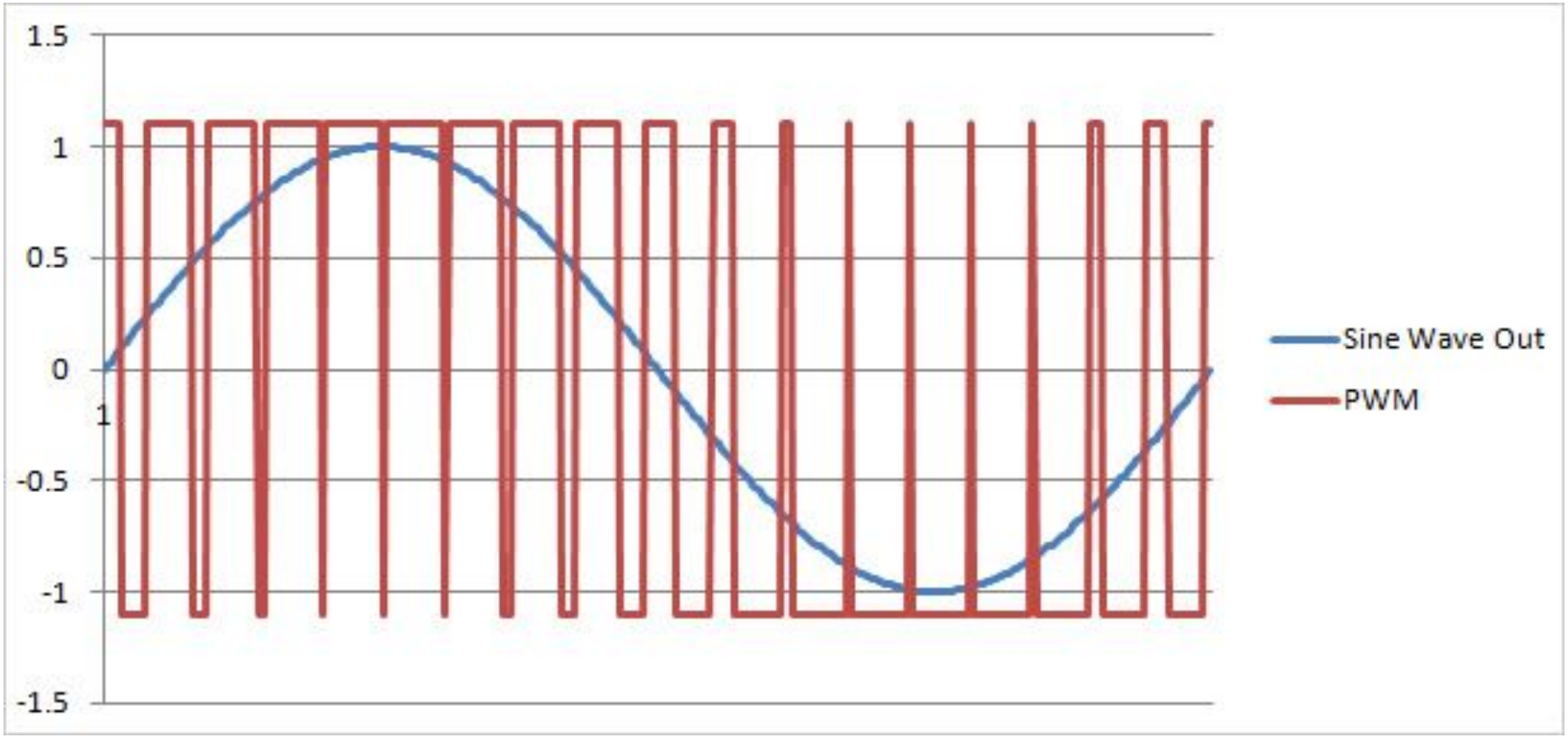
PWM



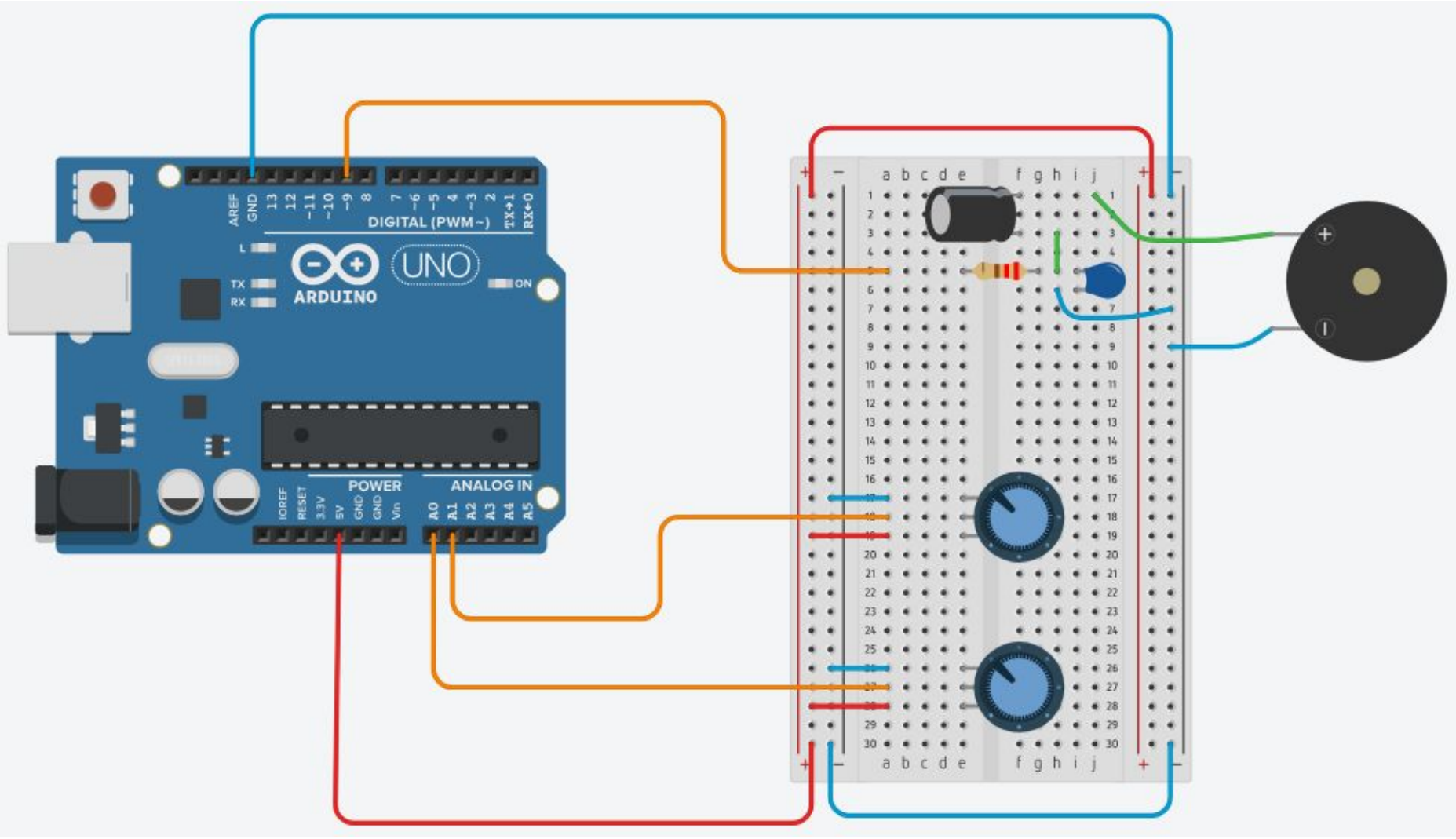
PWM



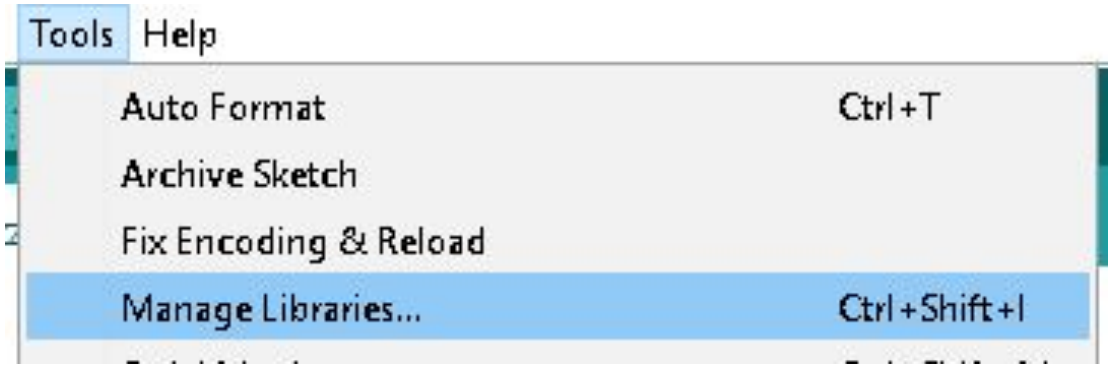
PWM

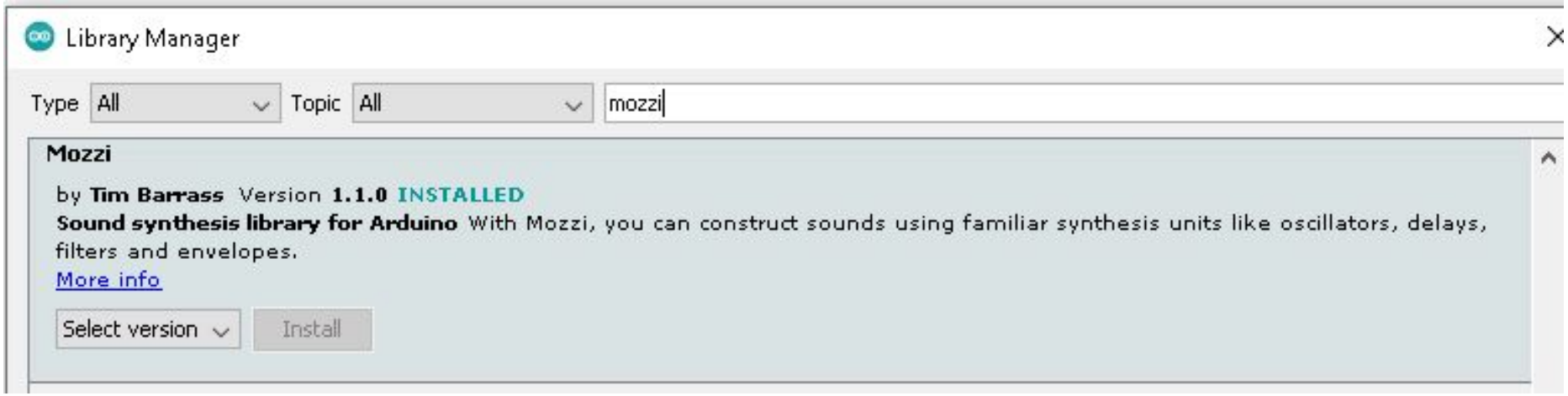


Circuito Arduino + filtro

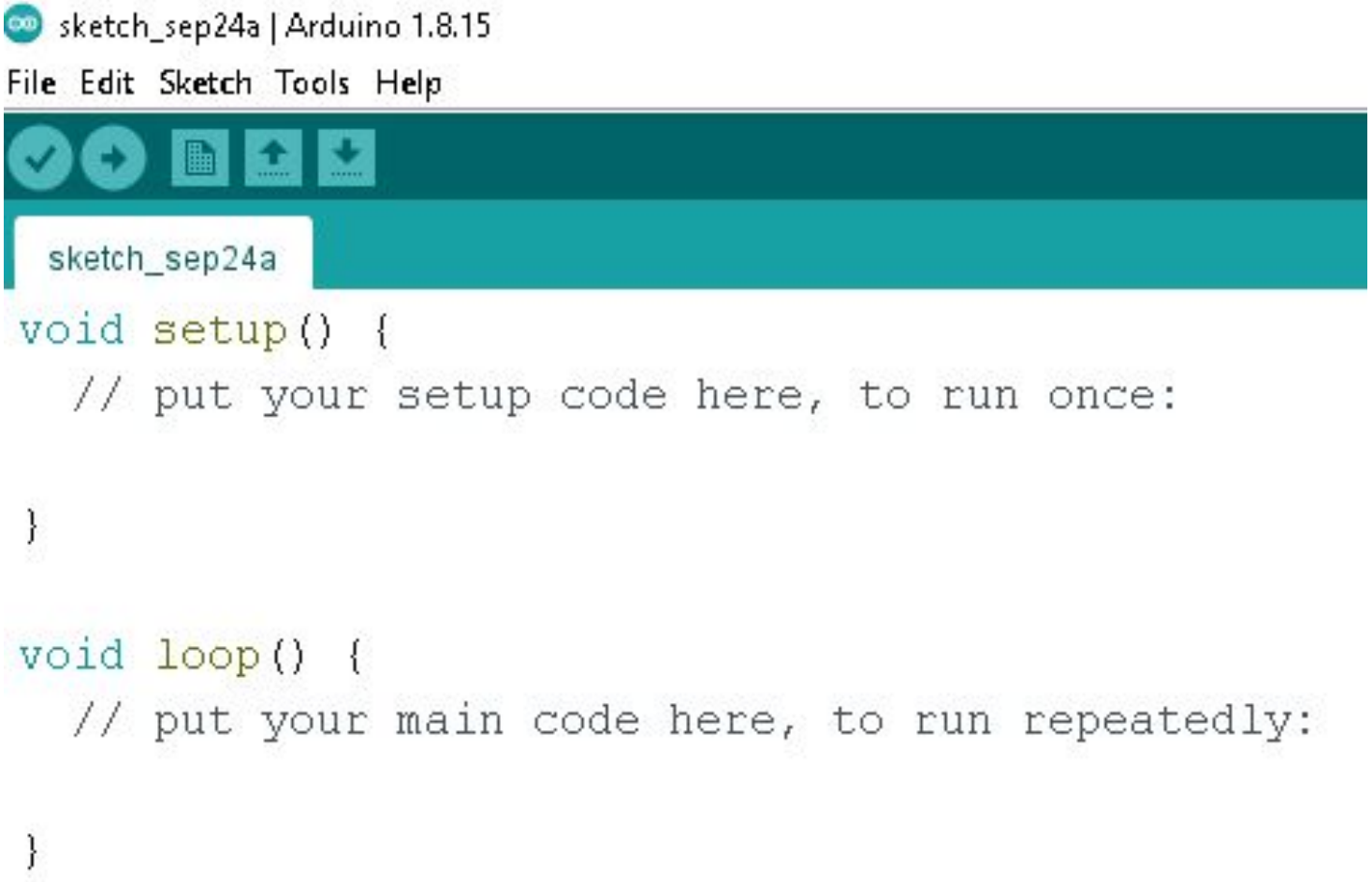


Instalación Mozzi en IDE





Arquitectura del código



Arquitectura del código con Mozzi


```
#include <MozziGuts.h>

void setup() {

}

void updateControl(){

}

int updateAudio(){

}

void loop() {
  audioHook(); // required here
}
```

Arquitectura del código con Mozzi

- **updateAudio():**
  - Se llama de forma periódica.
  - Alta velocidad: 16384Hz (61uS)
  - Devolvemos la “muestra” a representar
  - No debemos hacer muchos cálculos

- **updateControl():**
  - Se llama de forma periódica.
  - Baja velocidad: 64Hz (15.6mS)
  - Hacemos cálculos
  - Lectura de parámetros (entradas analógicas, MIDI, botones, etc.)

Osciladores (Ejemplo 1)

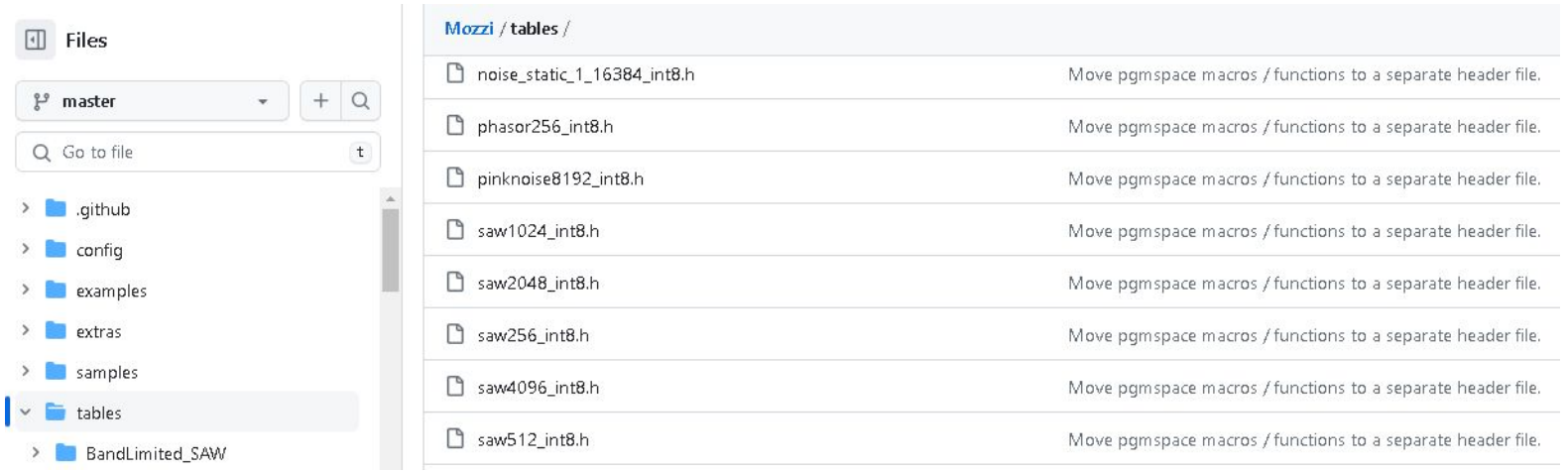
Ejemplo_1

```
#include <MozziGuts.h>
#include <Oscil.h>
#include <tables/sin2048_int8.h>

Oscil <SIN2048_NUM_CELLS, AUDIO_RATE> aSin(SIN2048_DATA);

void setup(){
  startMozzi();
  aSin.setFreq(440); // 440Hz
}

void updateControl(){
}

int updateAudio(){
  return aSin.next();
}

void loop(){
  audioHook(); // required here
}
```

Formas de onda

https://github.com/sensorium/Mozzi/tree/master/tables

- cos2048_int8.h
- saw2048_int8.h
- sin2048_int8.h
- pinknoise8192_int8.h
- square_no_alias_2048_int8.h
- triangle2048_int8.h



Modificando notas (Ejemplo 2)

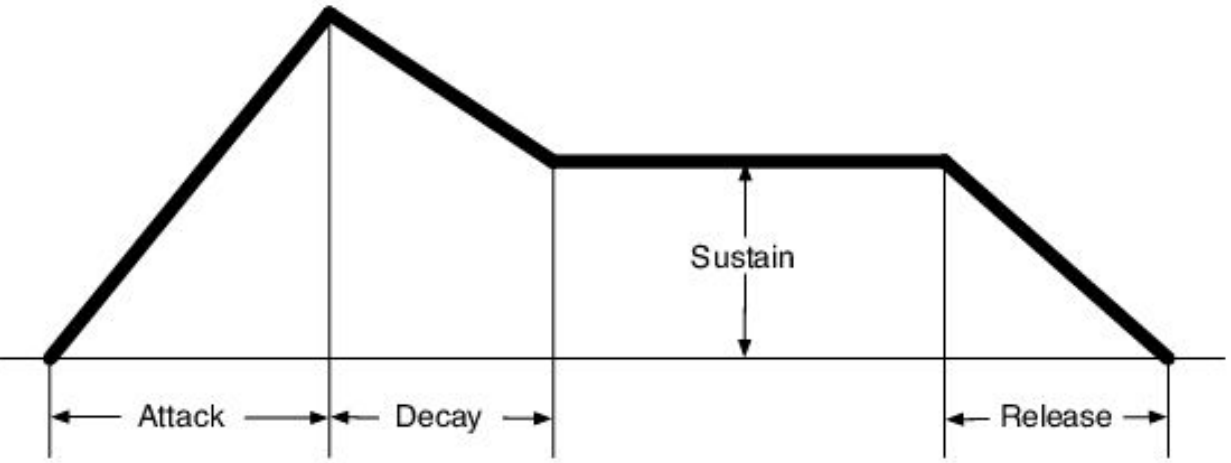
```
Oscil <SAW2048_NUM_CELLS, AUDIO_RATE> oscSaw(SAW2048_DATA);

// C4 E4 G4 E4
float ARP[4]={261.6256,329.6276,391.9954,329.6276};

int arpIndex=0;
float centerFreq;
int tick=0;
```

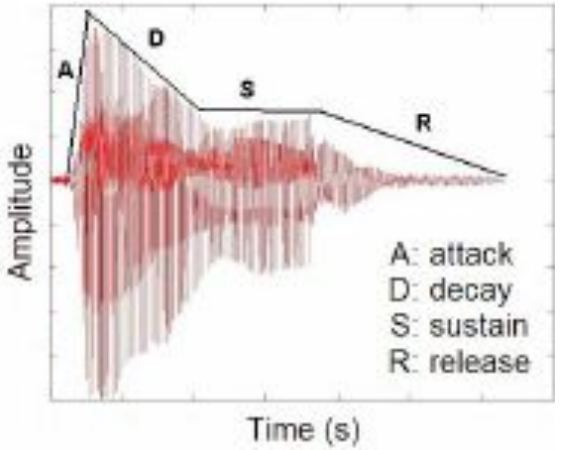
Modificando notas

```
void updateControl()
{
  tick++; // 1 tick:15,625ms
  if(tick==15) // 256bpm=234ms
  {
       centerFreq = ARP[arpIndex];

       oscSaw.setFreq(centerFreq);

       arpIndex++;
       if(arpIndex>=4)
        arpIndex=0;

       tick=0;
  }
}
```

Agregando Envelope (Ejemplo 3)

```
#include <ADSR.h>

ADSR <CONTROL_RATE, AUDIO_RATE> envelope;

void setup(){
  //...
  envelope.setADLevels(255,64);
  envelope.setTimes(50,100,100,250); // en ms
}
```



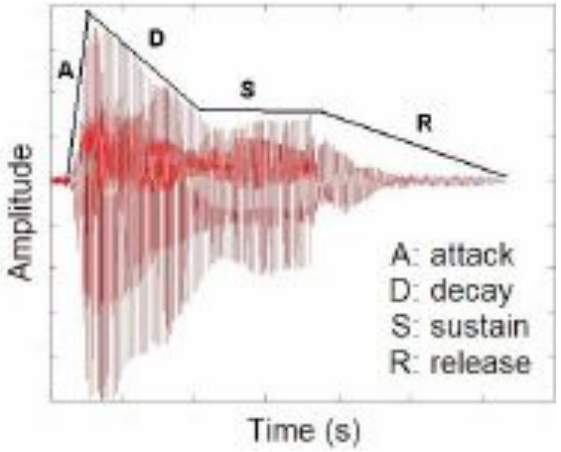


Agregando Envelope (Ejemplo 3)

```
void updateControl(){
  //...
  envelope.update();
}

int updateAudio(){
  return (envelope.next() * oscSaw.next())>>8;
}
```

Agregando Envelope (Ejemplo 3)

```
out = (E * O) / 256
                        (envelope.next() *
E=0                     oscSaw.next())>>8;
out = (0 * -128) / 256 = 0
out = (0 * 0)    / 256 = 0
out = (0 * 127)  / 256 = 0

E=64
out = (64 * -128) / 256 = -32
out = (64 * 0)    / 256 = 0
out = (64 * 127)  / 256 = 31

E=255
out = (255 * -128) / 256 = -127
out = (255 * 0)    / 256 = 0
out = (255 * 127)  / 256 = 126
```



Agregando Envelope (Ejemplo 3)

- **envelope.noteOn():**
  - Llamar cuando se ejecuta la nota.
  - Inicializa el envelope.

- **envelope.noteOff():**
  - Llamar cuando deja de sonar la nota.
  - Finaliza el envelope

Debemos detectar el evento de “nueva nota” para llamar a noteOn().

Luego de un tiempo debemos llamar a noteOff().

Agregando Envelope (Ejemplo 3)

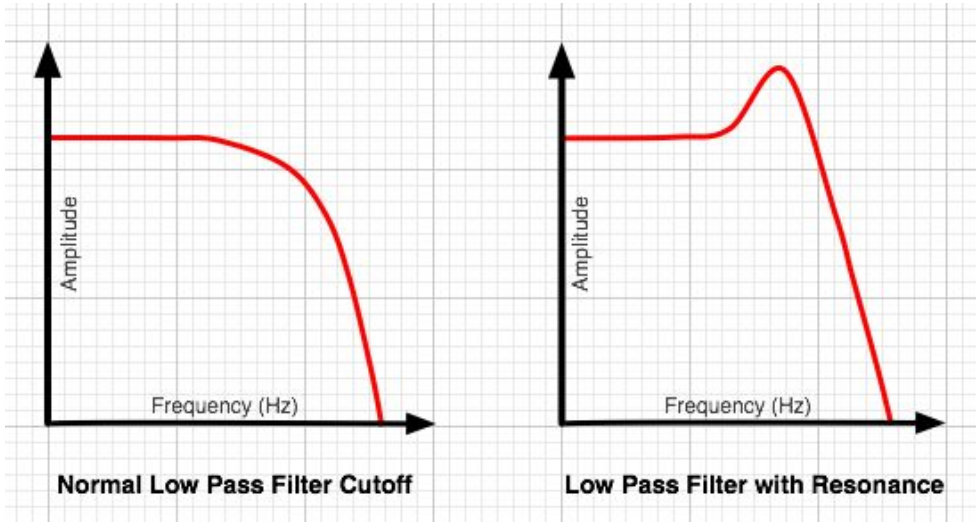
```
int timeoutGate=0;
int gateState=0;

void updateControl(){
  tick++; // 1 tick:15,625ms
  if(tick==15) // 256bpm=234ms
  {
       centerFreq = ARP[arpIndex];
       oscSaw.setFreq(centerFreq);
       envelope.noteOn();
       timeoutGate=0;
       gateState=1;
       arpIndex++;
       if(arpIndex>=4)
        arpIndex=0;

       tick=0;
  }
```

Agregando Envelope (Ejemplo 3)

```
void updateControl(){
  // ...


  if(gateState==1)
  {
      timeoutGate++;
      if(timeoutGate==7) //100ms
      {
          gateState=0;
          envelope.noteOff();
      }
  }
```

Agregando Filtro LPF (Ejemplo 4)

```
#include <StateVariable.h>

StateVariable <LOWPASS> svf;



void updateControl(){
  // ...

  // 20Hz a 2.046Hz
  svf.setCentreFreq(mozziAnalogRead(A1)*2 + 20);


  svf.setResonance(mozziAnalogRead(A0)/4); // 0 a 255

}
```



Agregando Filtro LPF (Ejemplo 4)

```
int updateAudio(){

  int out =  (int) (envelope.next() * oscSaw.next())>>8;

  return svf.next(out)>>2;

}
```

Preguntas

Gracias!

TORTOISE instruments

Bibliografía

https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumento_musical

https://es.wikipedia.org/wiki/Altavoz_din%C3%A1mico

https://es.wikipedia.org/wiki/Altavoz

https://es.wikipedia.org/wiki/Minimoog

https://www.scienceofthesouth.com/how-love-for-an-80s-hip-hop-drum-machine-is-leading-to-new-mathematical-theory/

https://www.researchgate.net/figure/TR-808-bass-drum-schematic-blocks-marked-adapted-from-1_fig1_267629876

https://www.culturasonora.es/auriculares/que-es-un-dac/

https://blog.adafruit.com/2012/09/06/mcp4725-12-bit-dac-tutorial-add-an-analog-output-to-your-microcontroller/