

Elektronisch muziek

hoe werkt dat?



Koen Roggemans
Sint-Ritacollege
koen.roggemans@ritacollege.be



Doel

In dit bundeltje lichten we een tipje van de sluier over hoe elektronische muziek gemaakt wordt.

Wat is muziek

Voel aan je keel wanneer je zingt. Wat voel je?

We leggen wat licht materiaal (zaagsel, piepschuim) op een grote luidspreker. Wat doet het materiaal terwijl er muziek speelt?

Wat zit er tussen de luidspreker en onze oren waardoor het geluid zich kan voortplanten?

Besluit: muziek is een hoorbare trilling van de lucht.

Elektronica

De elektronica bestudeert het gedrag van elektronen in verschillende materialen. Elektronen zijn de bouwstenen van elektriciteit. De toepassing van die kennis levert ons onze elektronische toestellen.

Geef enkele voorbeelden van elektronische toestellen:

Besluit: elektronische muziek is muziek die gemaakt wordt door elektriciteit door verschillende materialen te sturen.

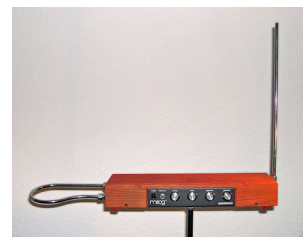
Zoals je zult zien, kan het wel heel complex worden.

Ons elektronisch muziekinstrument: een lichttheremin

De theremin is het eerste elektronisch muziekinstrument, gebouwd in 1919. Het instrument wordt gespeeld door met de handen in de buurt van twee antennes te komen: eentje voor de toonhoogte en eentje voor het volume.

Surf even naar Youtube, geef als zoekterm ‘theremin’ in en beluister enkele stukjes muziek die je daar vindt.

Hoewel het instrument al bijna 100 jaar geleden werd uitgevonden, is de elektronica vrij moeilijk te bouwen. We gaan een vereenvoudigde versie maken.

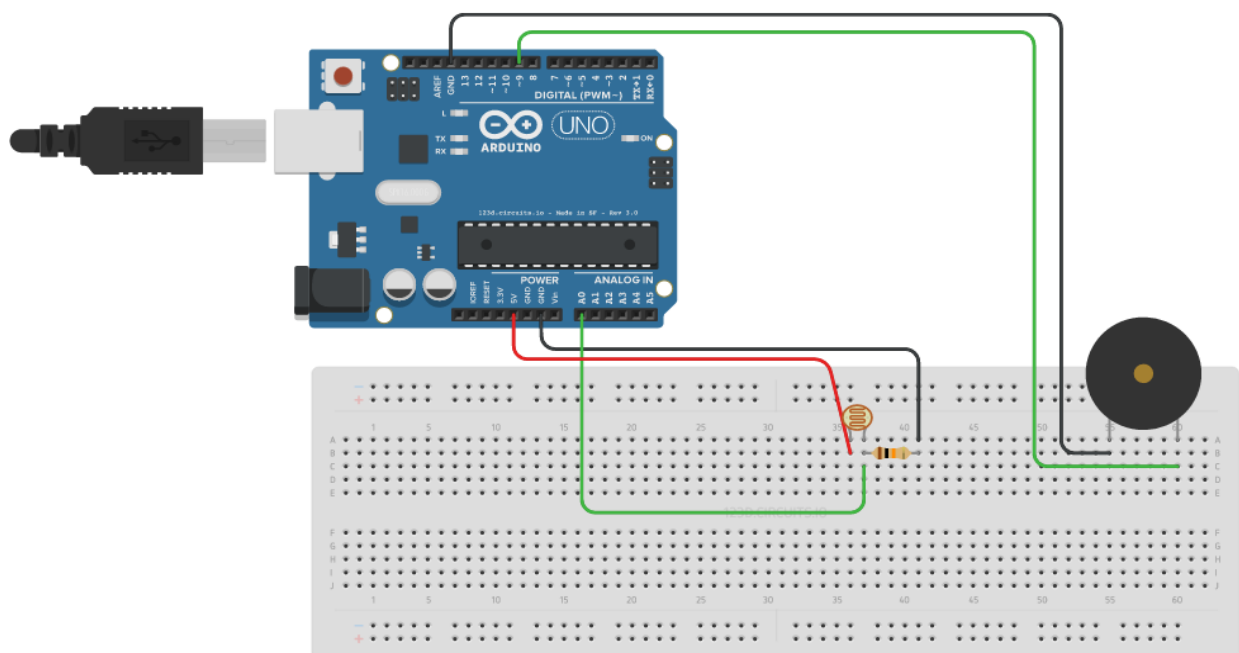


Wij gebruiken in plaats van de antennes een lichtsensor. We meten met een hoeveel stroom die doorlaat en passen daaraan de toonhoogte aan. We variëren de toonhoogte door meer of minder schaduw te maken op de lichtsensor. We moeten dus de stroom meten door de lichtsensor en we moeten trillingen maken om een geluid te laten klinken. Het moeilijke werk laten we doen door een klein computerprogrammaatje dat op een microprocessor draait.

Benodigheden:

- Arduino (microprocessor)
- Luidsprekertje
- Weerstand 10KOhm
- Lichtsensor

Schema:



Code:

```
// variable voor de sensorwaarde
int sensorWaarde;
// variable laagst mogelijke sensorwaarde
int sensorMinimum = 0;
// variable hoogst mogelijke sensorwaarde
int sensorMaximum = 1023;

void setup() {
  //maak het mogelijk om wat op de monitor te tonen
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // meet de waarde van A0 en bewaar het in een variable
  sensorWaarde = analogRead(A0);
  // koppel de mogelijke gemeten sensorwaarden aan een waaier van frequenties
  int toonhoogte = map(sensorWaarde, sensorMinimum, sensorMaximum, 50, 4000);
```

```
// speel op pin 9 de toonhoogte gedurende 20 ms
tone(9, toonhoogte , 20);
// toon de gespeelde frequentie op de monitor
Serial.print(toonhoogte);
Serial.print("\n");
// wacht even
delay(10);
}
```

Werkend voorbeeld op <https://123d.circuits.io/circuits/1975339-licht-theremin>

We bekijken de code even. Het programma bestaat uit 3 delen: in het eerste deel begint elke regel met ‘int’, dan een deel dat met ‘void setup’ begint en het laatste deel begint met ‘void loop’.

Beantwoord volgende vraagjes.

int

Een variable is een plekje waar we ‘iets’ kunnen bewaren. Dat kan een getal zijn, het resultaat van een meting of een berekening, een tekst, ...

Zoek in de code alle gebruikte variabelen op en noteer waarvoor ze dienen:

De Andruino werkt met 32bit variabelen (32 enen of nullen). Met int geven we aan dat het om een geheel getal gaat, tussen de -2^{31} en $+2^{31}$. Reken even met je rekenmachine uit tussen welke 2 getallen de int-variabelen mogen liggen.

Void setup

Hier zet je de omgeving voor je eigenlijke programma klaar. ‘Setup’ wordt maar één keer bekeken: wanneer je de microcontroller start.

Wij hebben hier eigenlijk niets nodig. Het enige wat we hier doen is (optioneel) een verbinding opzetten om naar de variables te kunnen kijken wanneer het programma loopt. Dit is niet nodig om de theremin te doen werken – enkel voor ons om naar te kijken.

De 9600 is de snelheid waarmee de communicatie moet gebeuren (eenheid is bits (enen of nullen) per seconde).

Hoeveel int-variables kun je per seconde naar je scherm sturen over deze verbinding?

Void loop

Dit is het eigenlijke programma. We werken niet met een computer, maar met een microprocessor. Die kan slechts één programma laten draaien en die begint daarmee van zodra je stroom geeft tot je

hem terug uittrekt. Computers kunnen meerdere programma's tegelijk starten en wachten op opdrachten van een gebruiker. Computers kunnen veel complexere taken aan dan microcontrollers.

De 'loop' (Engels voor 'lus') wordt doorlopen en wanneer de controller onderaan komt, gaat die terug naar het begin van de loop. Dit gaat maar door tot je de stekker uittrekt.

Als je alles tot nu toe begrepen hebt, dan zou je moeten weten waarvan de sensorWaarde afhangt. Je kunt ook eens gaan kijken op het schema:

De moeilijkste regel is waarschijnlijk de volgende:

```
int toonhoogte = map(sensorWaarde, sensorMinimum, sensorMaximum, 50, 4000);
```

We maken een nieuwe variable, namelijk:

en daar steken we het volgende in: sensorMinimum noemen we 50, sensor Maximum noemen we 4000 en met de sensorWaarde berekenen we dan een getal tussen de 50 en de 4000 en dat stoppen we in toonhoogte.

Een getallenvoorbeeld/

sensorMinimum = 0 → toonhoogte zou 50 zijn

sensorMaximum = 1024 → toonhoogte zou 4000 zijn

Als sensorWaarde = 512 (= de helft van 1024), dan is de toonhoogte $(4000-50)/2 = 1975$

We kunnen de formule $\frac{(4000-50)}{\text{sensorMaximum/sensorWaarde}}$ gebruiken.

Het resultaat is de toonhoogte. Toonhoogte zijn trillingen per seconde, dus de microcontroller gaat de luidspreker via pin 9 1975 keer laten trillen per seconde. En dat is onze toon.

Hoe lang wordt die toon gespeeld?

Hoe lang wacht het programma om opnieuw te gaan kijken naar de sensorWaarde?

Om te kunnen zien wat er gebeurt, tonen we de toonhoogte op ons scherm:

```
Serial.print(toonhoogte);
```

Na elk getal zeggen we dat er een nieuwe regel moet begonnen worden:

```
Serial.print("\n");
```

Besluit: via een klein programmaatje kunnen we de microcontroller de gemeten waarden van de lichtsensor laten omzetten in muziek.

Evaluatie

Beantwoord volgende vraagjes door een kruisje te zetten in de kolom die voor jou het meest van toepassing is:

Vraagjes	Helemaal niet waar	Niet waar	Waar	Helemaal waar
Ik kan me na deze les iets meer voorstellen bij hoe elektronische muziek gemaakt wordt.				
Ik wist al wat geluid was				
Ik wist al wat elektronica was				
Ik had al eens de code van een computerprogramma gezien				
Lessen over onderwerpen als dit vind ik interessant				
Na deze les wil ik meer weten over elektronica				
Na deze les wil ik meer weten over programmeren				
In deze les gebruikte ik kennis die ik geleerd had in natuurwetenschappen				
In deze les gebruikte ik kennis die ik geleerd had in wetenschappelijk werk				
In deze les gebruikte ik kennis die ik geleerd had in techniek				
In deze les gebruikte ik kennis die ik geleerd had in wiskunde				
In deze les gebruikte ik kennis die ik geleerd had in de lagere school (of vorige jaren)				
Een computerprogramma is gemakkelijker te lezen dan ik dacht				
Dit is enkel iets voor computernerds				
Iedereen zou moeten weten hoe elektronica werkt				

Misschien wil je nog wat kwijt over de les, het onderwerp, ...
