

# Arduino

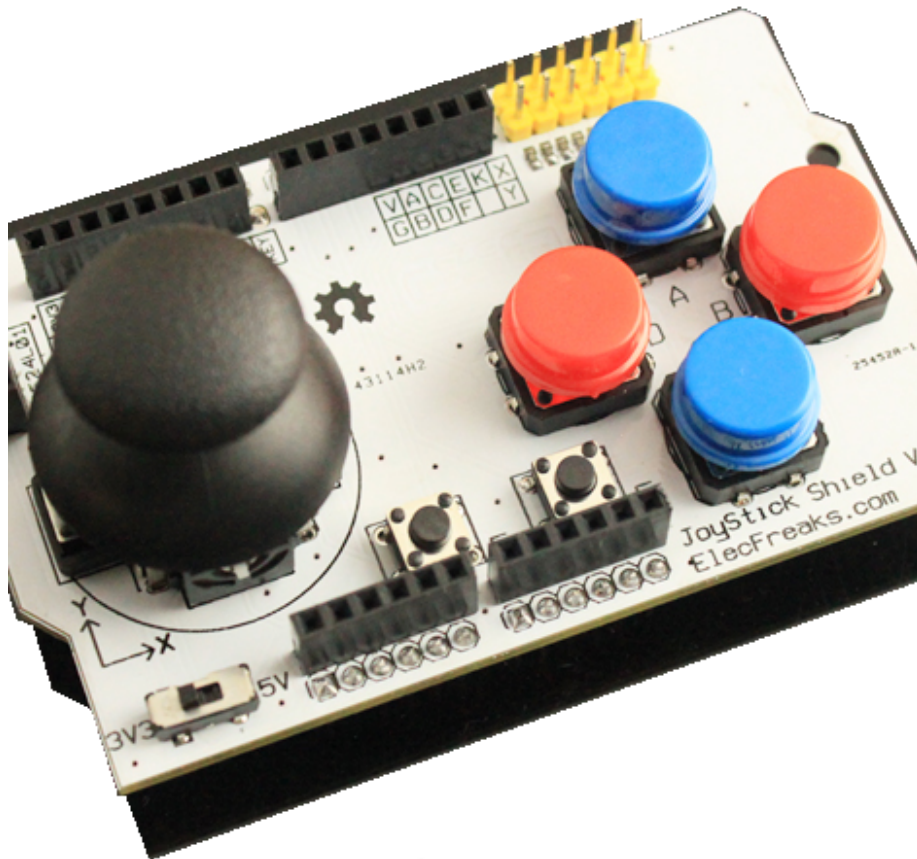


Figure 1: Boek 2: Sensor

# Contents

Voorwoord	1
2. Knop if ... else	1
4. FSR	6
9. LDR	13
Potmeter	19
Aansluiten potmeter met LED	21
Capacitatieve sensoren les 2	28
Capacitatieve sensoren les 3	30
RFID-RCC522 les 1	33
RFID-RCC522 les 2	38

## Voorwoord



Figure 1: Het logo van De Jonge Onderzoekers

Dit is het boek van de Arduino cursus. Een Arduino is een machine die je kunt programmeren. Dit boek leert je hoe je electronica op de Arduino aansluit, en hoe je deze programmeert.

## Over dit boek

Dit boek heeft een CC-BY-NC-SA licentie.



Figure 2: De licentie van dit boek

(C) Arduino cursus Groningen 2017

Het is nog een beetje een slordig boek. Er zitten tiepvauten in en de opmaak is *niet altijd even mooi*.

Daarom staat dit boek op een GitHub. Om precies te zijn, op <https://github.com/richelbilderbeek/ArduinoCourse> . Hierdoor kan iedereen die dit boek te slordig vindt minder slordig maken.

## 2. Knop if ... else

### Aansluiten

Let op, er zijn twee verschillende weerstanden:

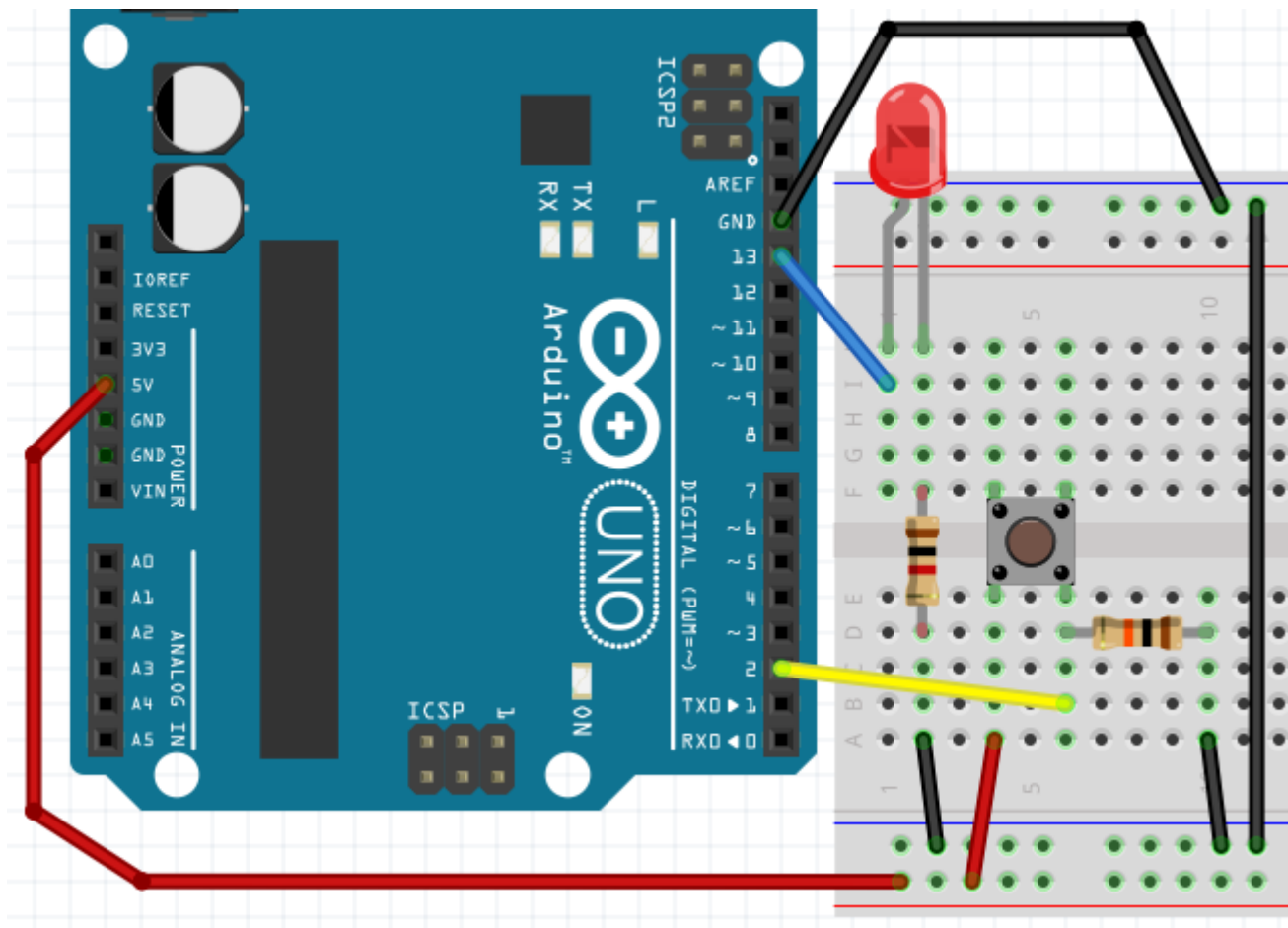


Figure 3: Stroomschema

- Duizend Ohm, bruin-zwart-rood-goud
- Tienduizend Ohm, bruin-zwart-oranje-goud

## Code

Hier is code om het lampje aan te laten gaan, als de knop wordt ingedrukt:

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode( 2, INPUT );
}

void loop()
{
  digitalWrite(13, digitalRead(2));
}
```

Merk op:

- Pin 2 is een pin waar electriciteit in gaat. Dat moet je in de **setup** functie zeggen
- Met **digitalRead(2)** lees je pin 2 uit. Hier komt HIGH of LOW uit

## Vragen

- 1. Als je de knop indrukt, gaat de lamp dan uit of aan?
- 2. Er is een regel `pinMode( 2, INPUT )`. Waarom staat er een spatie voor de 2? Mag die spatie weg?

## Oplossingen

- 1. De knop gaat dan aan
- 2. Er staat een spatie, omdat dit mooier eruit ziet met de regel erboven. De spatie mag weg.

## if

Soms wil je kunnen zeggen: ‘Lieve Arduino, als er iets gebeurt, doe dan iets’. Dit doe je met een **if**-statement. **if** is Engels voor ‘als’

Hieronder staat code, dat als er spanning staat op pin 2, pin 11 spanning krijgt:

```
if (digitalRead(2) == HIGH)
{
  digitalWrite(11, HIGH);
}
```

Je kunt ook zeggen wat de Arduino *anders* moet doen.

Hieronder staat code, dat als er spanning staat op pin 2, pin 11 spanning krijgt, en dat *anders* pin 12 spanning krijgt:

```
if (digitalRead(2) == HIGH)
{
  digitalWrite(11, HIGH);
}
else
{
  digitalWrite(12, HIGH);
}
```

## Opdracht

Maak de code zo, dat:

- als je op de knop drukt, dat het lampje aan gaat
- als je op de knop niet indrukt, dat het lampje uit gaat
- vergeet niet: zet er een vertraging in van tien milliseconden

## Oplossing

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode( 2, INPUT );
}

void loop()
{
  if (digitalRead(2) == HIGH)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(10);
}
```

## Opdracht ‘Knop met twee LEDjes’

Sluit een tweede LEDje aan. Maak de code zo, dat:

- als je op de knop drukt, dat het eerste lampje aan gaat en het tweede LEDje uit
- als je op de knop niet indrukt, dat het eerste lampje uit gaat en het tweede LEDje uit

## Oplossing ‘Knop met twee LEDjes’

Figuur Oplossing van 'Knop met twee LEDjes' laat zien hoe je dit aan moet sluiten.

Dit is de code:

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode( 2, INPUT );
}

void loop()
{
  if (digitalRead(2) == HIGH)
  {
    digitalWrite(12, LOW );
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(12, HIGH);
  }
}
```

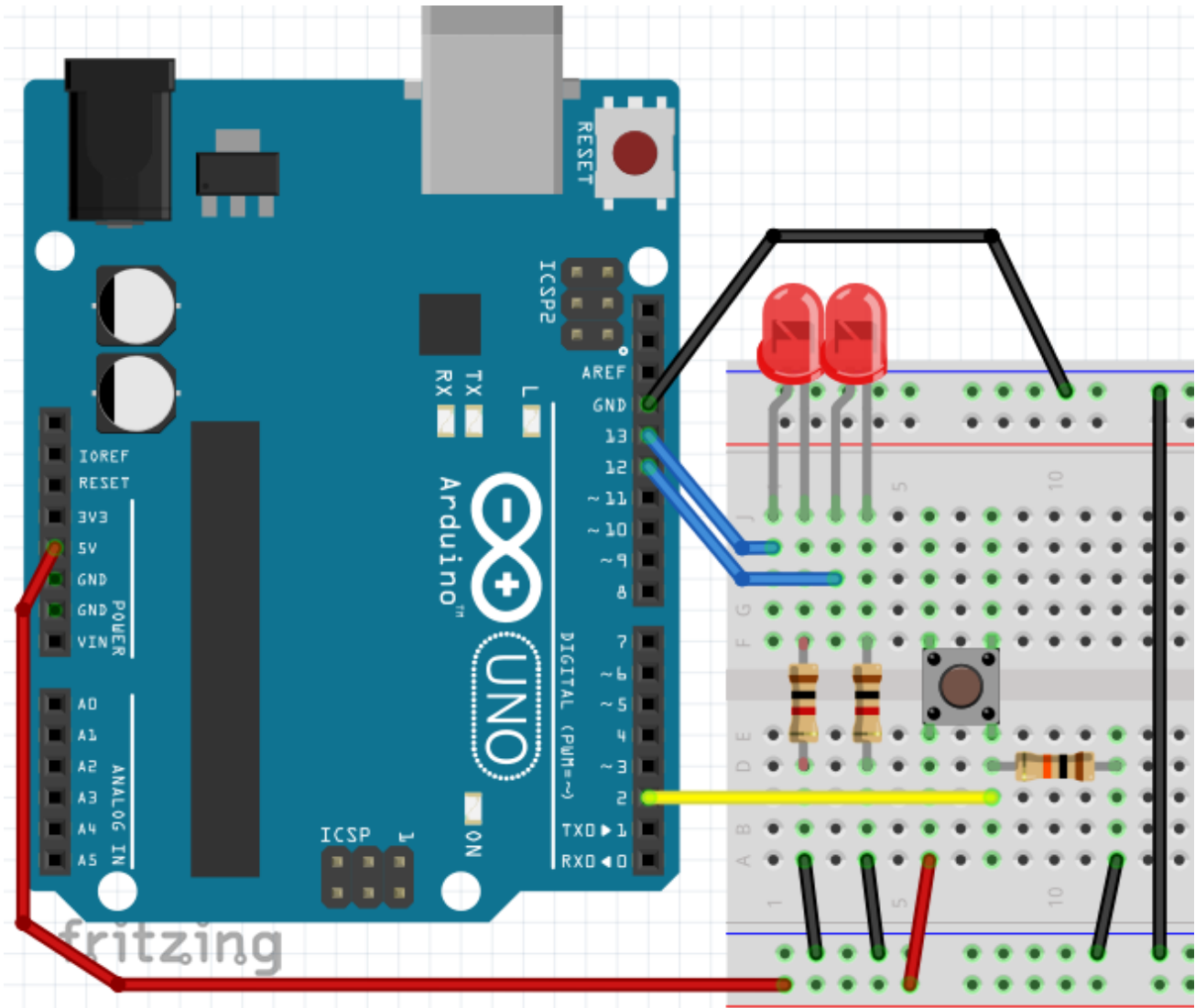


Figure 4: Oplossing van 'Knop met twee LEDjes'

```

    digitalWrite(13, LOW );
  }
  delay(10);
}

```

## Eindopdracht

Sluit een tweede knop aan. Maak de code zo, dat

- als je op de eerste knop drukt, dat het eerste lampje aan gaat
- als je de eerste knop niet indrukt, dat het eerste lampje uit gaat
- als je op de tweede knop drukt, dat het tweede lampje uit gaat
- als je de tweede knop niet indrukt, dat het tweede lampje aan gaat

## 4. FSR

Met een FSR kun je kracht meten. FSR betekent ‘Force Sensitive Resistor’. Dit is Engels voor ‘kracht gevoelige weerstand’.

In deze les leer je:

- Wat de seriele monitor is
- Hoe je een FSR gebruikt

### Seriele monitor

Met de seriele monitor kunnen we de Arduino laten praten. Of precies: dat deze tekst naar de seriele monitor stuurt. De seriele monitor laat deze tekst op je computer zien.

### Alleen Arduino aansluiten

Eerst sluiten we alleen een Arduino aan:

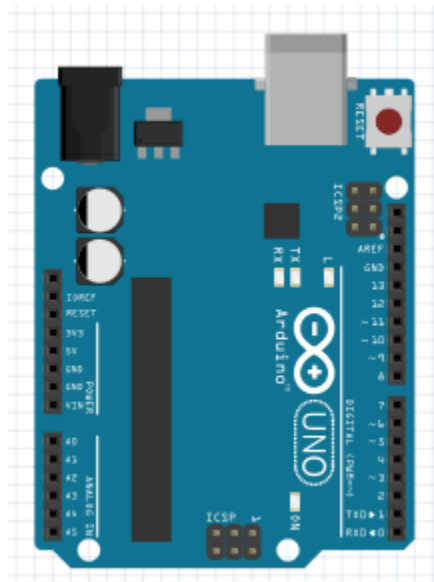


Figure 5:

Ik denk dat dit wel moet lukken :-)

## Code: seriele monitor

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println("Hallo");
  delay(1000);
}
```

Dit doet de code:

- In de `setup` functie gebeurt een ding:
- `Serial.begin(9600)`: de seriele monitor stuurt 9600 bits ('nullen en enen') per seconde
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen:
- `Serial.println("Hallo")`: de tekst 'Hallo' wordt naar de seriele monitor gestuurd
- `delay(1000)`: wacht duizend milliseconden

## Opdrachten

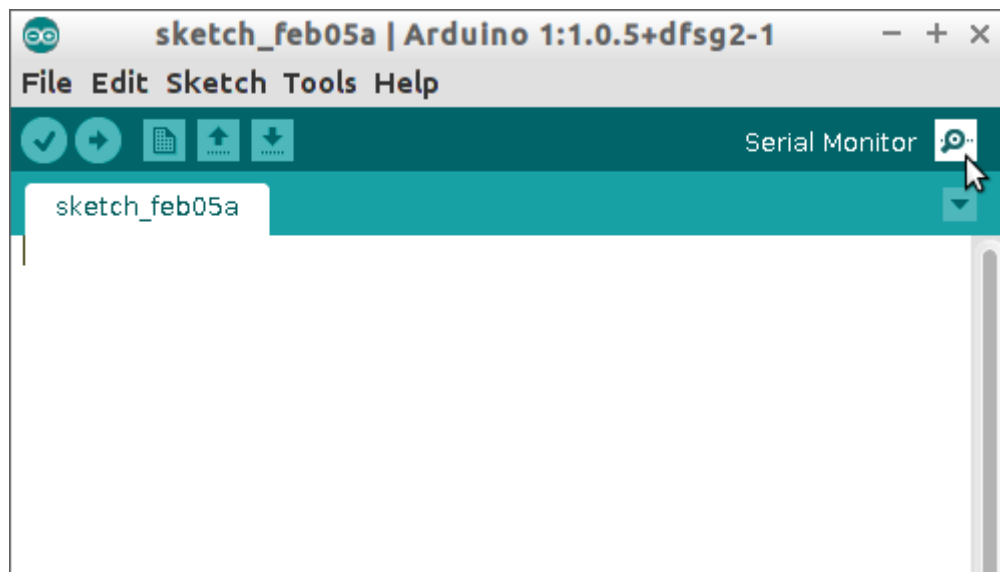


Figure 6: De seriele monitor zit hier

1. Upload het programma. In de Arduino IDE, klik rechtsboven op 'Seriele Monitor'. Wat zie je?
2. Kun je de tekst veranderen naar 'Hallo Richel' (of je eigen naam?)
3. Verander `Serial.println` naar `Serial.print`. Wat zie je?
4. Verander de tekst `Serial.begin(9600)` naar `Serial.begin(4800)`. Wat zie je? Waarom?

## Oplossingen

- 1. De seriele monitor laat elke second een extra regel zien, met de tekst 'Hallo'
- 2. Verander de regel `Serial.println("Hallo");` naar `Serial.println("Hallo Richel");`
- 3. De woorden komen na elkaar, in plaats van onder elkaar
- 4. Nu laat de seriele monitor onleesbare tekst zien. Dit komt omdat de Arduino langzamer tekst stuur naar je computer (4800), dan je computer de tekst leest (9600)



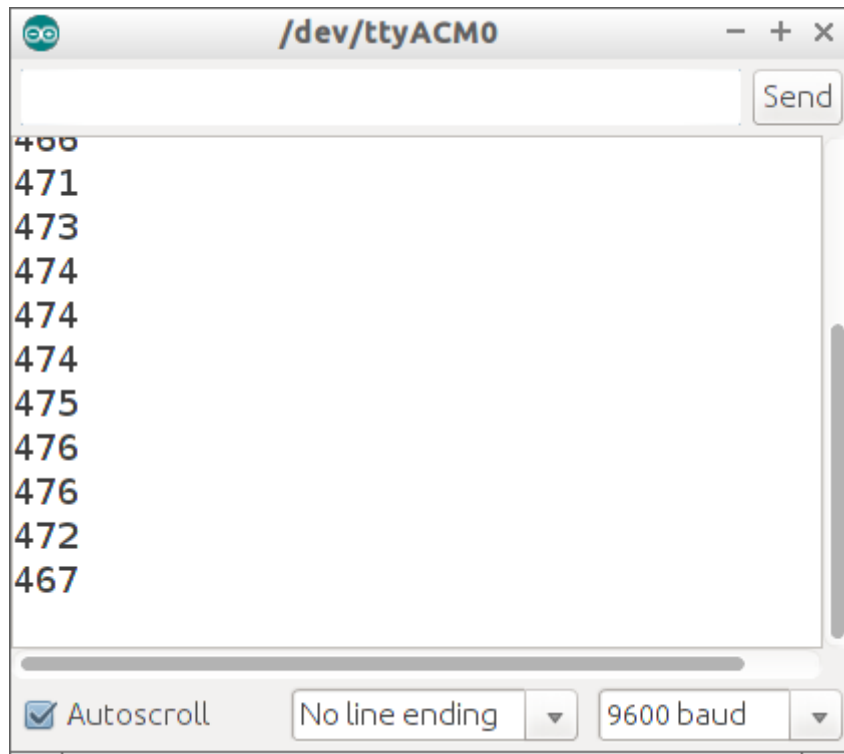


Figure 7: De seriele monitor met getallen

## Aansluiten FSR zonder LED

Eerst sluiten we alleen een FSR aan:

Tip: is er geen FSR, gebruik dan een LDR

Let op, het weerstandje is tienduizend Ohm (bruin-zwart-oranje-goud).

## Code: lezen FSR met seriele monitor

Met deze code meten we de waarde van de FSR:

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  delay(100);
}
```

Dit doet de code:

- In de `setup` functie gebeuren twee dingen
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `Serial.begin(9600)`: de seriele monitor stuurt 9600 bits ('nullen en enen') per seconde
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen
- `Serial.println(analogRead(A0))`: lees de pin A0 uit en schrijf deze naar de seriele monitor
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

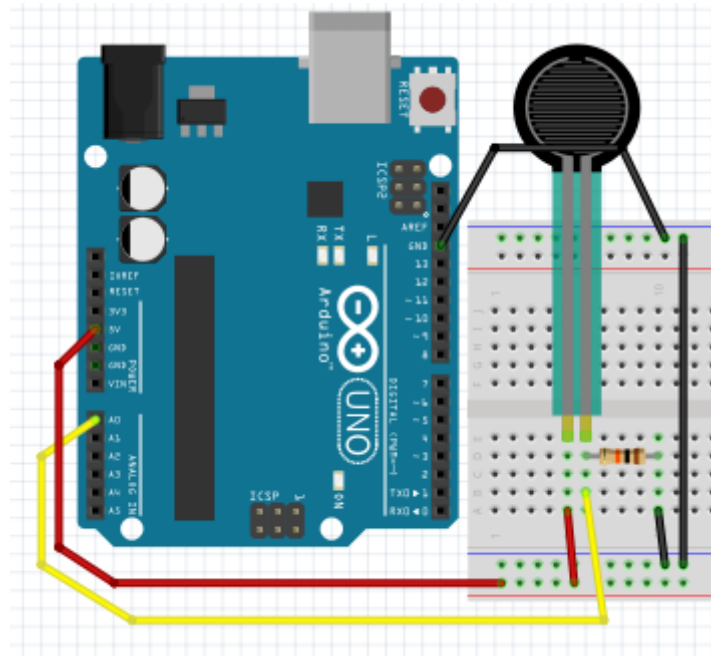


Figure 8: Stroomschema

## Opdrachten

1. Upload het programma. In de Arduino IDE, klik rechtsboven op 'Seriele Monitor'. Wat zie je?
2. Druk de FSR in met je vingers (of, met een LDR: houd je vinger boven de LDR) terwijl je de seriele monitor bekijkt. Wat zie je?
3. Verander `Serial.println` naar `Serial.print`. Wat zie je?
4. Verander de tekst `Serial.begin(9600)` naar `Serial.begin(4800)`. Wat zie je? Waarom?
5. Haal de draad naar A0 weg. Ja, haal de draad tussen A0 en de LDR weg. Kijk op de seriele monitor. Wat zie je?

## Oplossingen

1. Je ziet een getal van nul tot 1024, afhankelijk van de waarde van de FSR
2. Je zit de getallen veranderen
3. Alle getallen komen na elkaar
4. Nu laat de seriele monitor onleesbare tekst zien. Dit komt omdat de Arduino langzamer tekst stuurt naar je computer (4800), dan je computer de tekst leest (9600)
5. Nu zie je het getal willekeurig veranderen. Dit wordt een zwevende input genoemd

## Aansluiten FSR met LED

Nu sluiten we ook een LED aan:

Let op:

- het weerstandje aan de LED is duizend Ohm (bruin-zwart-rood-goud).
- het weerstandje aan de FSR is tienduizend Ohm (bruin-zwart-oranje-goud).

## Reageren op FSR

Nu gaan we het LEDje laten reageren op de LED:

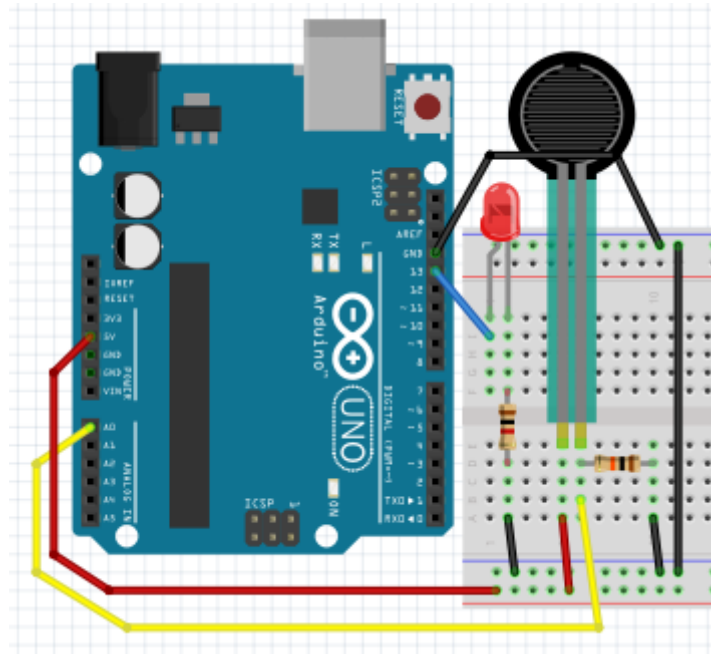


Figure 9: Stroomschema

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  if (analogRead(A0) < 512)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(100);
}
```

Dit doet de code

- In de `setup` functie gebeuren drie dingen:
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `pinMode(13, OUTPUT)`: pin 13 is een pin waar stroom uitkomt, een output
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen:
- Er zit een `if` statement in: als `analogRead(A0)` kleiner (<) is dan 512, wordt er spanning op pin 13 gezet (`digitalWrite(13, HIGH)`). Anders, wordt de spanning van pin 13 afgehaald (`digitalWrite(13, LOW)`)
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

## Opdracht

- Wat gebeurt er als je 512 hoger zet? Wat gebeurt er als je 512 lager zet?
- Zorg dat de seriële monitor ook A0 meet en laat zien. Welk getal meet de FSR in rust?
- Zorg dat de seriële monitor het woord AAN laat zien als de LED aan gaat, en het woord UIT als de LED uit wordt gezet

## Oplossingen

- Als 512 wordt veranderd naar een te hoog getal, is het lampje altijd aan, hoe hard/zacht je ook drukt. Als 512 wordt veranderd naar een te laag getal, is het lampje altijd uit, hoe hard/zacht je ook drukt
- Hiervoor gebruik je de code van de vorige opdracht: voeg in de `setup` function toe `Serial.begin(9600);`, in de `loop` functie voeg je `Serial.println(analogRead(A0));` toe. De waarde die je gaat zien is afhankelijk van de weerstand, FSR en situatie
- Dit kan door `Serial.println("AAN");` in het eerste gedeelte van het `if` statement te zetten. Zet `Serial.println("UIT");` in het tweede gedeelte van het `if` statement.

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  if (analogRead(A0) < 512)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
    Serial.println("AAN");
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW);
    Serial.println("UIT");
  }
  delay(100);
}
```

## Opdracht

- Sluit een extra LEDje aan. Als de FSR in rust is, moet er geen LEDje branden. Als je de FSR zacht indrukt, gaat er een LEDje branden. Als je de FSR hard indrukt twee. Tip: gebruik twee `if` statements

## Oplossing

De getallen in de `if` statement moeten goed ingesteld worden.

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  if (analogRead(A0) < 256)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  if (analogRead(A0) < 512)
  {
```

```

    digitalWrite(12, HIGH);
  }
  delay(100);
}

```

## Opdracht

Je kunt een LEDje ook laten reageren op een FSR door deze te faden/dimmer

- 1. Met welk commando deed je dat ook alweer?
- 2. Kan dat met elke pin? Zo nee, met welke wel/niet?
- 3. Wat is de hoogste waarde waarmee je een LEDje kunt laten branden?
- 4. Wat is de hoogste waarde die de FSR kan meten?
- 5. Stel je wil een LED laten branden afhankelijk van een FSR waarde. Hoe zou je dit kunnen doen?
- 6. Hoe laat je code een deling doen?
- 7. Laat de LED branden afhankelijk van de FSR waarde

## Oplossingen

- 1. Een LEDje kun je laten faden met `analogWrite`, bijvoorbeeld `analogWrite(11, 255);`
- 2. Je kunt een LEDje alleen laten dimmen met PWM pinnen. Dit zijn de pinnen met een golfje (~) naast hun getal. Op de Arduino Uno zijn dit de pinnen 3, 5, 6, 9, 10 en 11
- 3. Met `analogWrite` kun je maximaal 255 geven, bijvoorbeeld `analogWrite(11, 255);`
- 4. Met `analogRead` kun je maximaal 1023 meten
- 5. Je leest een waarde, deelt deze door vier (1024 gedeeld door 256 is vier) en laat de LED zo hard branden
- 6. Met de deelstreep, /.
- 7. Zie hieronder. Vergeet niet een LEDje op pin 11 te zetten

```

void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  analogWrite(11, analogRead(A0) / 4);
  delay(100);
}

```

## Eindopdracht

- Sluit vier LEDjes aan: een witte, een rode, een gele en een groene
- Als de FSR in rust is, moet er geen LEDje branden.
- Als je de FSR zacht indrukt gaat het groene LEDje branden
- Als je de FSR harder indrukt gaan de groene en gele LEDjes branden
- Als je de FSR hard indrukt gaan de groene, gele en rode LEDjes branden
- Het witte LEDje gaat harder en zachter branden afhankelijk van de FSR

Als je geen wit LEDje hebt, gebruik dan een andere kleur.

## 9. LDR

Met een LDR kun je licht meten. LDR betekent ‘Light Dependent Resistor’. Dit is Engels voor ‘licht-afhankelijk weerstand’.

In deze les leer je:

- Wat de seriële monitor is
- Hoe je een LDR gebruikt

### Alleen Arduino aansluiten

Eerst sluiten we alleen een Arduino aan:

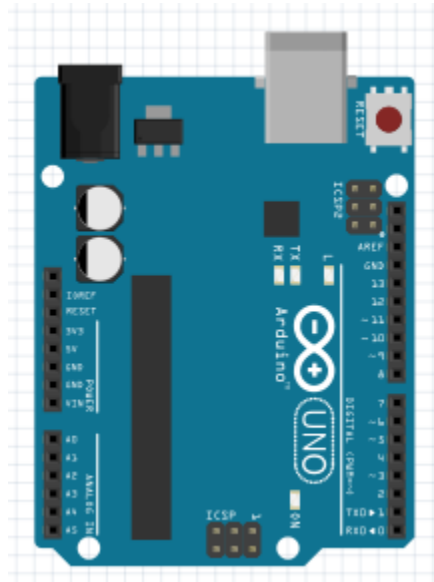


Figure 10:

Ik denk dat dit wel moet lukken :-)

### Code: seriële monitor

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println("Hallo");
  delay(1000);
}
```

Dit doet de code

- In de `setup` functie gebeurt een ding:
- `Serial.begin(9600)`: de seriële monitor stuurt 9600 bits (‘nullen en enen’) per seconde
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen:
- `Serial.println("Hallo")`: de tekst ‘Hallo’ wordt naar de seriële monitor gestuurd
- `delay(1000)`: wacht duizend milliseconden

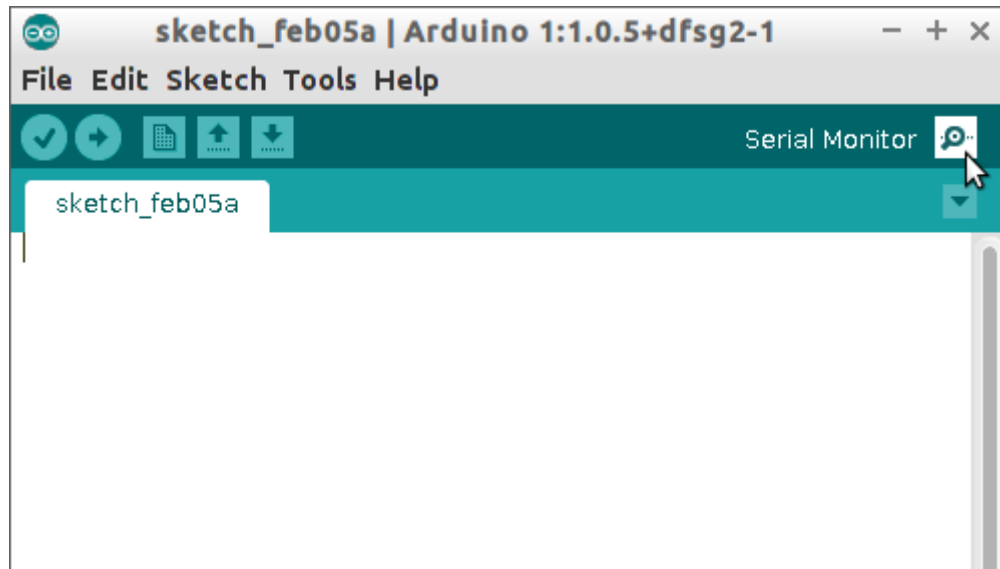


Figure 11: De seriele monitor zit hier

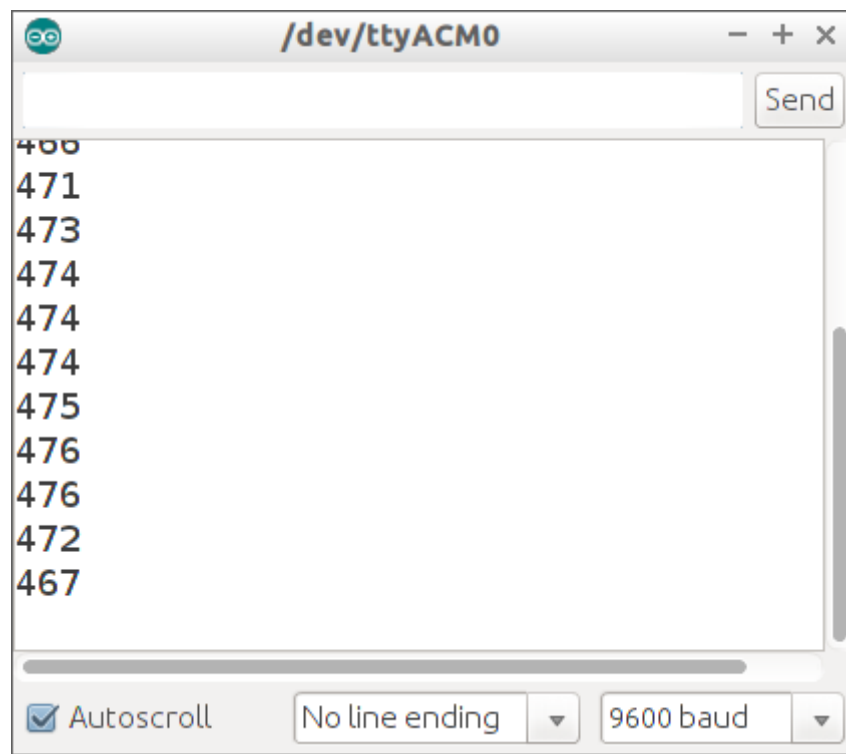


Figure 12: De seriele monitor met getallen

## Opdrachten

1. Upload het programma. In de Arduino IDE, klik rechtsboven op 'Seriele Monitor'. Wat zie je?
2. Kun je de tekst veranderen naar 'Hallo Richel' (of je eigen naam?)
3. Verander `Serial.println` naar `Serial.print`. Wat zie je?
4. Verander de tekst `Serial.begin(9600)` naar `Serial.begin(4800)`. Wat zie je? Waarom?

## Oplossingen

1. De seriele monitor laat elke second een extra regel zien, met de tekst 'Hallo'
2. Verander de regel `Serial.println("Hallo");` naar `Serial.println("Hallo Richel");`
3. De woorden komen na elkaar, in plaats van onder elkaar
4. Nu laat de seriele monitor onleesbare tekst zien. Dit komt omdat de Arduino langzamer tekst stuur naar je computer (4800), dan je computer de tekst leest (9600)

## Aansluiten LDR zonder LED

Eerst sluiten we alleen een LDR aan:

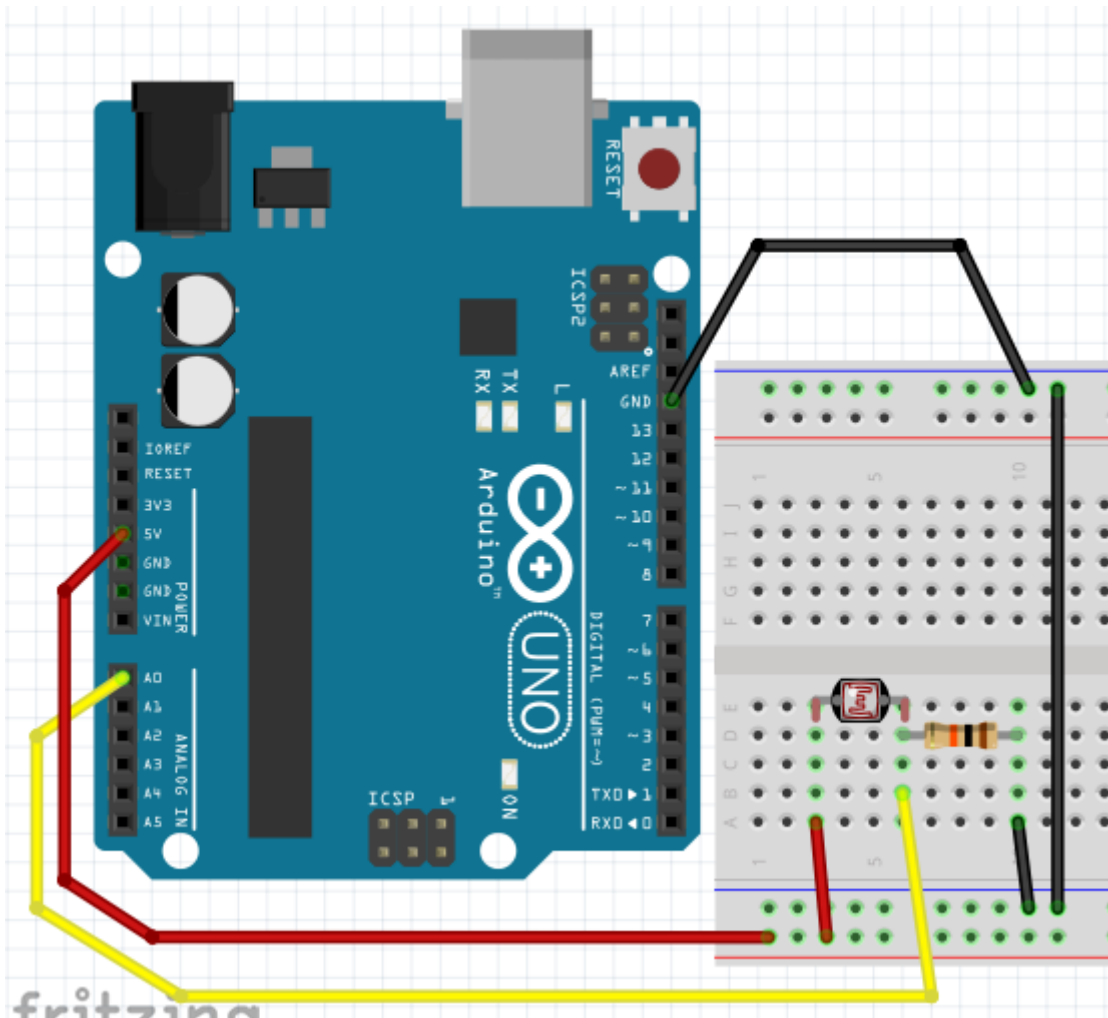


Figure 13: Stroomschema

Let op, het weerstandje is tienduizend Ohm (bruin-zwart-oranje-goud).



## Code: lezen FSR met seriële monitor

Met deze code meten we de waarde van de LDR:

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  delay(100);
}
```

Dit doet de code

- In de `setup` functie gebeuren twee dingen
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `Serial.begin(9600)`: de seriële monitor stuurt 9600 bits ('nullen en enen') per seconde
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen
- `Serial.println(analogRead(A0))`: lees de pin A0 uit en schrijf deze naar de seriële monitor
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

## Opdrachten

1. Upload het programma. In de Arduino IDE, klik rechtsboven op 'Seriële Monitor'. Wat zie je?
2. Houd je vinger boven de LDR terwijl je de seriële monitor bekijkt. Wat zie je?
3. Verander `Serial.println` naar `Serial.print`. Wat zie je?
4. Verander de tekst `Serial.begin(9600)` naar `Serial.begin(4800)`. Wat zie je? Waarom?
5. Haal de draad naar A0 weg. Ja, haal de draad tussen A0 en de LDR weg. Kijk op de seriële monitor. Wat zie je?

## Oplossingen

1. Je ziet een getal van nul tot 1024, afhankelijk van de waarde van de LDR
2. Je zit de getallen veranderen
3. Alle getallen komen na elkaar
4. Nu laat de seriële monitor onleesbare tekst zien. Dit komt omdat de Arduino langzamer tekst stuurt naar je computer (4800), dan je computer de tekst leest (9600)
5. Nu zie je het getal willekeurig veranderen. Dit wordt een zwevende input genoemd

## Aansluiten LDR met LED

Nu sluiten we ook een LED aan:

Let op:

- het weerstandje aan de LED is duizend Ohm (bruin-zwart-rood-goud).
- het weerstandje aan de LDR is tienduizend Ohm (bruin-zwart-oranje-goud).

## Reageren op LDR

Nu gaan we het LEDje laten reageren op de LDR:

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}
```

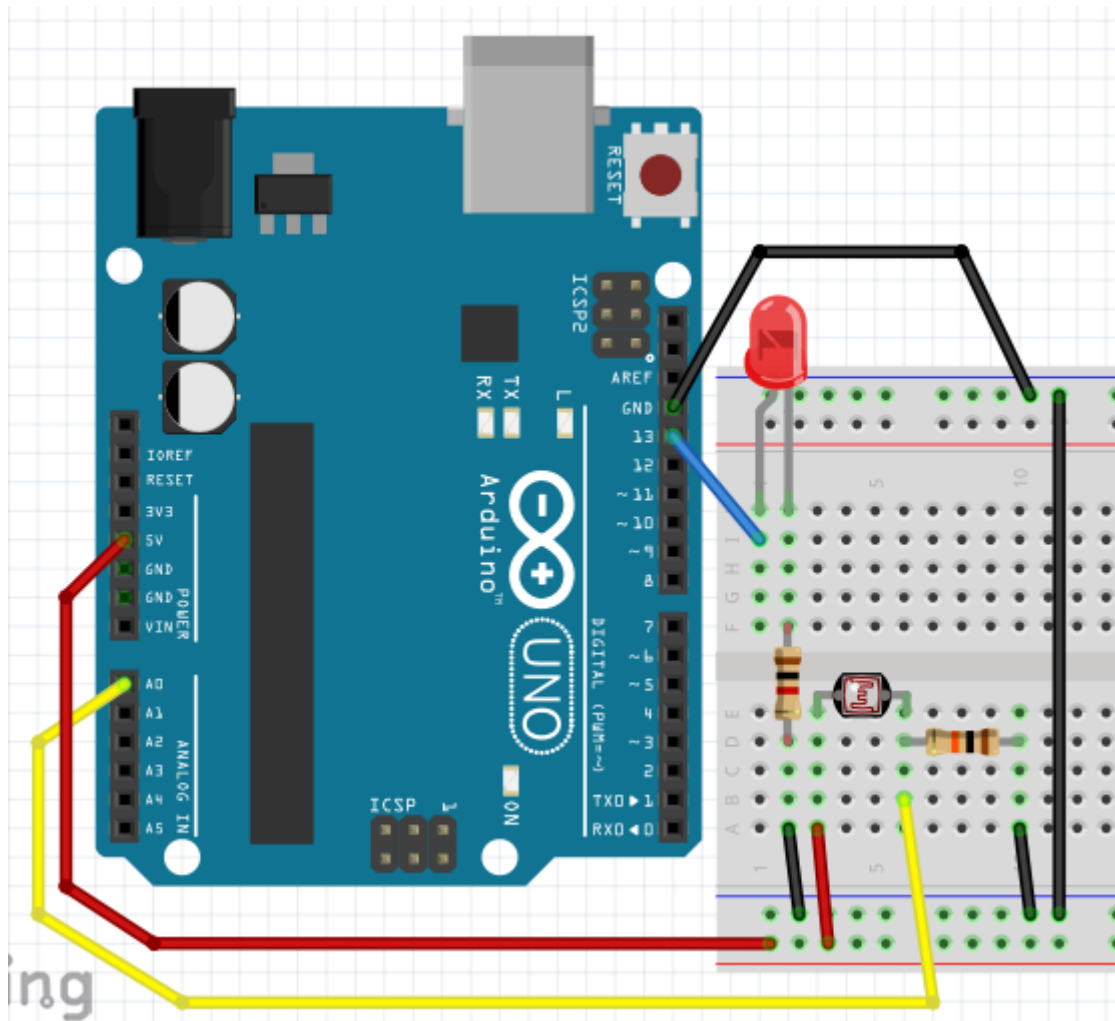


Figure 14: Stroomschema

```

void loop()
{
  if (analogRead(A0) < 512)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(100);
}

```

Dit doet de code

- In de `setup` functie gebeuren drie dingen:
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `pinMode(13, OUTPUT)`: pin 13 is een pin waar stroom uitkomt, een output
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen:
- Er zit een `if` statement in: als `analogRead(A0)` kleiner (<) is dan 512, wordt er spanning op pin 13 gezet (`digitalWrite(13, HIGH)`). Anders, wordt de spanning van pin 13 afgehaald (`digitalWrite(13, LOW)`)
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

## Opdracht

- Wat gebeurt er als je 512 hoger zet? Wat gebeurt er als je 512 lager zet?
- Zorg dat de seriele monitor ook A0 meet en laat zien. Welk getal meet de FSR in rust?
- Zorg dat de seriele monitor het woord AAN laat zien als de LED aan gaat, en het woord UIT als de LED uit wordt gezet

## Oplossingen

- Als 512 wordt veranderd naar een te hoog getal, is het lampje altijd aan, hoe hard/zacht je ook drukt. Als 512 wordt veranderd naar een te laag getal, is het lampje altijd uit, hoe hard/zacht je ook drukt
- Hiervoor gebruik je de code van de vorige opdracht: voeg in de `setup` function toe `Serial.begin(9600);`, in de `loop` functie voeg je `Serial.println(analogRead(A0));` toe. De waarde die je gaat zien is afhankelijk van de weerstand, LDR en hoeveelheid licht
- Dit kan door `Serial.println("AAN");` in het eerste gedeelte van het `if` statement te zetten. Zet `Serial.println("UIT");` in het tweede gedeelte van het `if` statement.

```

void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  if (analogRead(A0) < 512)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
    Serial.println("AAN");
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW);
    Serial.println("UIT");
  }
}

```

```
    delay(100);  
}
```

## Opdracht

- Sluit een extra LEDje aan. Als de LDR in normaal licht is, moet er geen LEDje branden. Als je de LDR een beetje donkerder maakt met je hand, gaat er een LEDje branden. Als je de LDR helemaal donker maakt twee. Tip: gebruik twee if statements

## Oplossing

De getallen in de if statement moeten goed ingesteld worden.

```
void setup()  
{  
    pinMode(A0, INPUT);  
    pinMode(12, OUTPUT);  
    pinMode(13, OUTPUT);  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop()  
{  
    Serial.println(analogRead(A0));  
    if (analogRead(A0) < 256)  
    {  
        digitalWrite(13, HIGH);  
    }  
    if (analogRead(A0) < 512)  
    {  
        digitalWrite(12, HIGH);  
    }  
    delay(100);  
}
```

## Eindopdracht

- Sluit drie LEDjes aan: een rode, gele en groene
- Als de LDR in het licht is, moet er geen LEDje branden.
- Als je de LDR een beetje verduisterd wordt, gaat het groene LEDje branden
- Als je de LDR meer verduisterd wordt, gaan de groene en gele LEDjes branden
- Als je de LDR helemaal verduisterd wordt, gaan alle LEDjes branden

## Potmeter

Met een potmeter kun je een spanning naar de Arduino sturen. Deze kun je gebruiken als bijvoorbeeld een volumeknop.



Figure 15: Een potmeter

In deze les leer je:

- Wat een potmeter is
- Hoe je een potmeter gebruikt

## Aansluiten

Eerst sluiten we alleen een Arduino aan:

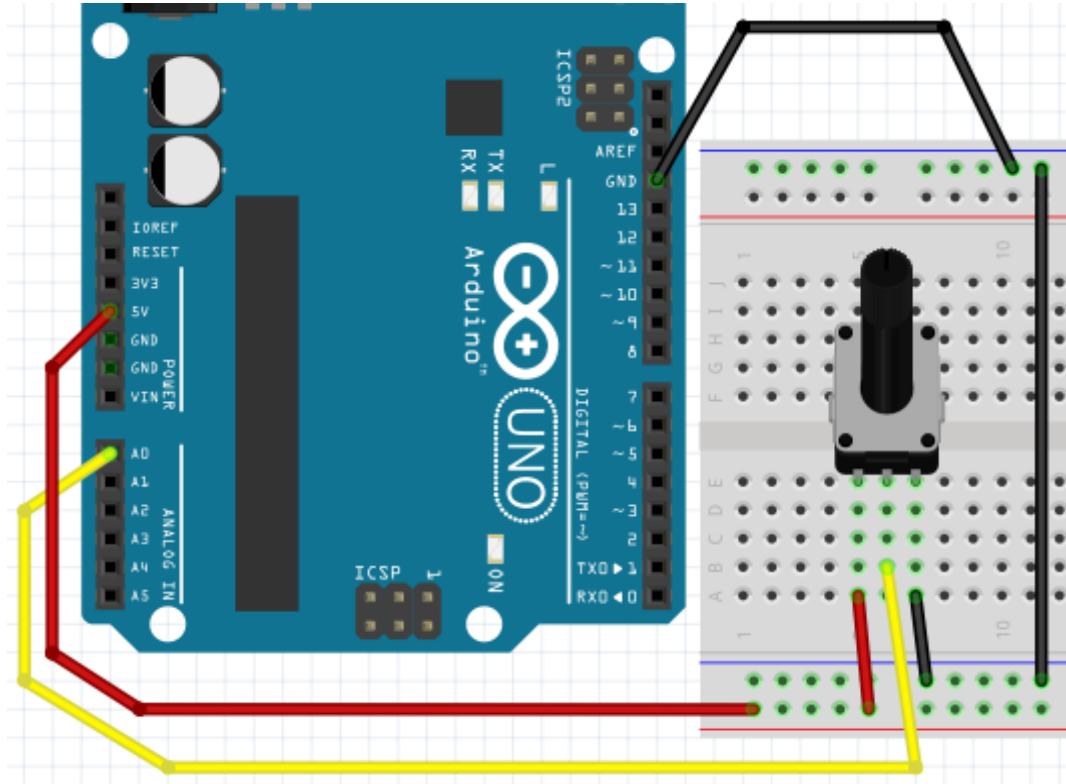


Figure 16: Potmeter aansluiten

Ik denk dat dit wel moet lukken :-)

## Code: lezen potmeter met seriele monitor

Met deze code meten we de stand van de potmeter:

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A0));
  delay(100);
}
```

Dit doet de code:

- In de `setup` functie gebeuren twee dingen
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `Serial.begin(9600)`: de seriele monitor stuurt 9600 bits ('nullen en enen') per seconde
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen

- `Serial.println(analogRead(A0))`: lees de pin A0 uit en schrijf deze naar de seriele monitor
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

## Opdrachten

1. Upload het programma. In de Arduino IDE, klik rechtsboven op 'Seriele Monitor'. Wat zie je?
2. Draai de potmeter helemaal naar links (tegen de klok in). Welke waarde zie je op de seriele monitor?
3. Draai de potmeter helemaal naar rechts (met de klok mee). Welke waarde zie je op de seriele monitor?

## Oplossingen

1. Je ziet een getal van nul tot 1024, afhankelijk van de stand van de potmeter
2. Je ziet het getal nul
3. Je ziet het getal 1023

## Aansluiten potmeter met LED

Nu sluiten we ook een LED aan:

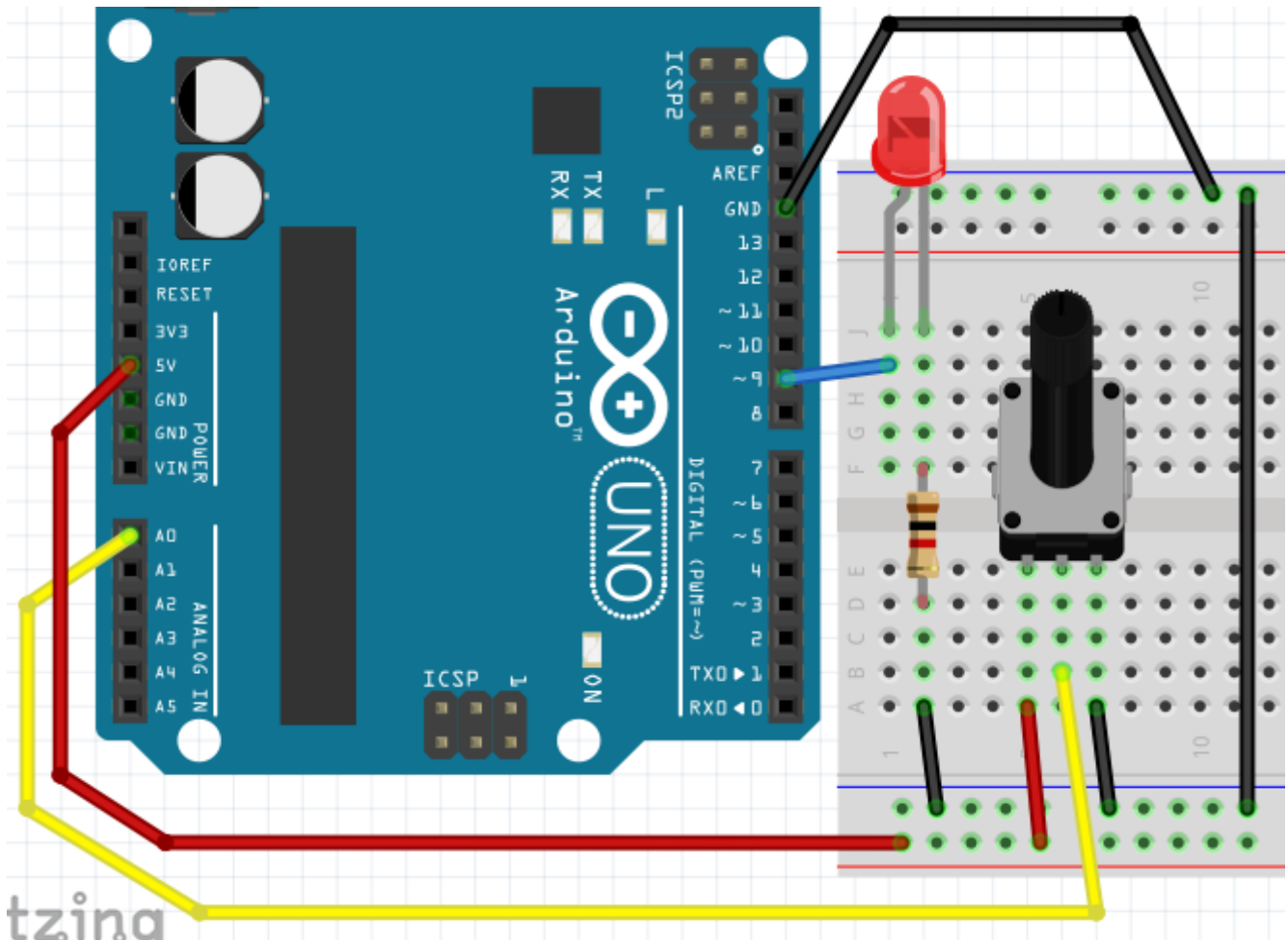


Figure 17: Potmeter met LED

Let op:

- het weerstandje aan de LED is duizend Ohm (bruin-zwart-rood-goud)
- het LEDje moet op een pin met PWM ('een golfje')

## Reageren op potmeter

Nu gaan we het LEDje laten reageren op de potmeter:

```
void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop()
{
  analogWrite(9, analogRead(A0) / 8);
  delay(100);
}
```

Dit doet de code

- In de `setup` functie gebeuren drie dingen:
- `pinMode(A0, INPUT)`: de pin A0 is een pin die leest, een input
- `pinMode(9, OUTPUT)`: pin 9 is een pin waar stroom uitkomt, een output
- In de `loop` functie gebeuren twee dingen:
- `analogWrite(9, analogRead(A0) / 8)`: zet op pin 9 een spanning van `analogRead(A0) / 8`. `analogRead(A0) / 8` betekent: de waarde gelezen van A0 gedeeld door acht (de / is een deelstreep).
- `delay(100)`: wacht honderd milliseconden

## Opdracht

- Wat gebeurt er als je het getal van de deling verandert?
- Wat is de beste waarde van het getal voor de deling/

## Oplossingen

1. Bij een hoger getal, gaat het lampje steeds minder hard in volle stand. Bij een lager getal dan vier gaat het lampje raar reageren: het lampje gaat eerst harder, dan uit en weer harder, etc
2. Het beste getal is vier. Want uit `analogRead` komt hoogstens 1023, terwijl je met `analogWrite` hoogstens 255 kunt schrijven. 1023 gedeeld door 4 is 255 rest 3. De Ardiono maakt daar 255 van

## Eindopdracht

- Sluit vier LEDjes aan: een rode, gele, groene en blauwe
- Als de potmeter helemaal naar links is, moet er geen LEDje branden.
- Als de potmeter meer naar rechts gedraaid wordt, gaat het groene LEDje branden
- Als de potmeter nog meer naar rechts gedraaid wordt, gaat het gele LEDje branden
- Als de potmeter nog meer naar rechts gedraaid wordt, gaat het rode LEDje branden
- De blauwe LED gaat langzaam aan als er meer naar rechts gedraaid wordt # Capacitatieve sensoren

Als je wilt dat je Arduino reageert op aanraking, kun je een drukknop gebruiken. Maar misschien zoek je wel iets (nog) simpeler. Dan maak je een capacitatieve sensor, met twee weerstandjes.

## Stroomschema

Om een capacitatieve sensor te maken heb je twee weerstandjes nodig:

- Duizend Ohm (bruin, zwart, rood, goud)
- Een miljoen Ohm (bruin, zwart, groen, goud)

Tussen de twee weerstanden in kun je drukken en dan merkt de Arduino dat. Op het stroomschema staat er een weerstand van nul Ohm getekent.

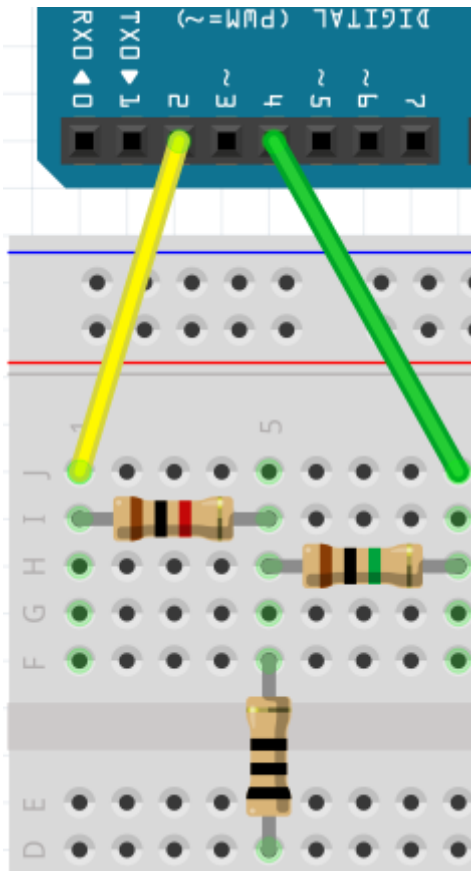


Figure 18: Stroomschema

## Voorbereiden

Om de code te kunnen laten werken, heb je een bibliotheek nodig. In het Engels heet dat een bibliotheek een 'library'. De bibliotheek die je nodig hebt heet 'CapacitiveSensor'. Je kunt de bibliotheek vinden door te Googlen op **Arduino Capacitive Sensing Library**. De pagina die je nodig hebt is van Arduino Playground.

- Download de bibliotheek. Dit is een .zip bestand. Bij mij heet deze `arduino-libraries-CapacitiveSensor-0.5-0-g7684dff.zip` maar het kan ook iets anders zijn
- Ga naar de Downloads folder
- Pak het bestand uit: klik op het bestand met de recht muisknop en kies 'Alles uitpakken' (of iets dergelijks). Je krijgt een dan folder met een naam als `arduino-libraries-CapacitiveSensor-0.5-0-g7684dff`
- Verander de naam van de folder naar `CapacitiveSensor`
- Klik in de Arduino IDE op `Sketch | Import Library | Add Library`
- Klik op de *folder* en op OK
- Nu is de bibliotheek geïnstalleerd:

## Code

Als de bibliotheek is geïnstalleerd, kunnen we een capacitatieve sensor maken:

```
#include <CapacitiveSensor.h>

const int pin_sensor = 2;
const int pin_hulp   = 4;
const int pin_led    = 13;

CapacitiveSensor mijn_cap_sensor = CapacitiveSensor(pin_hulp,pin_sensor);
```



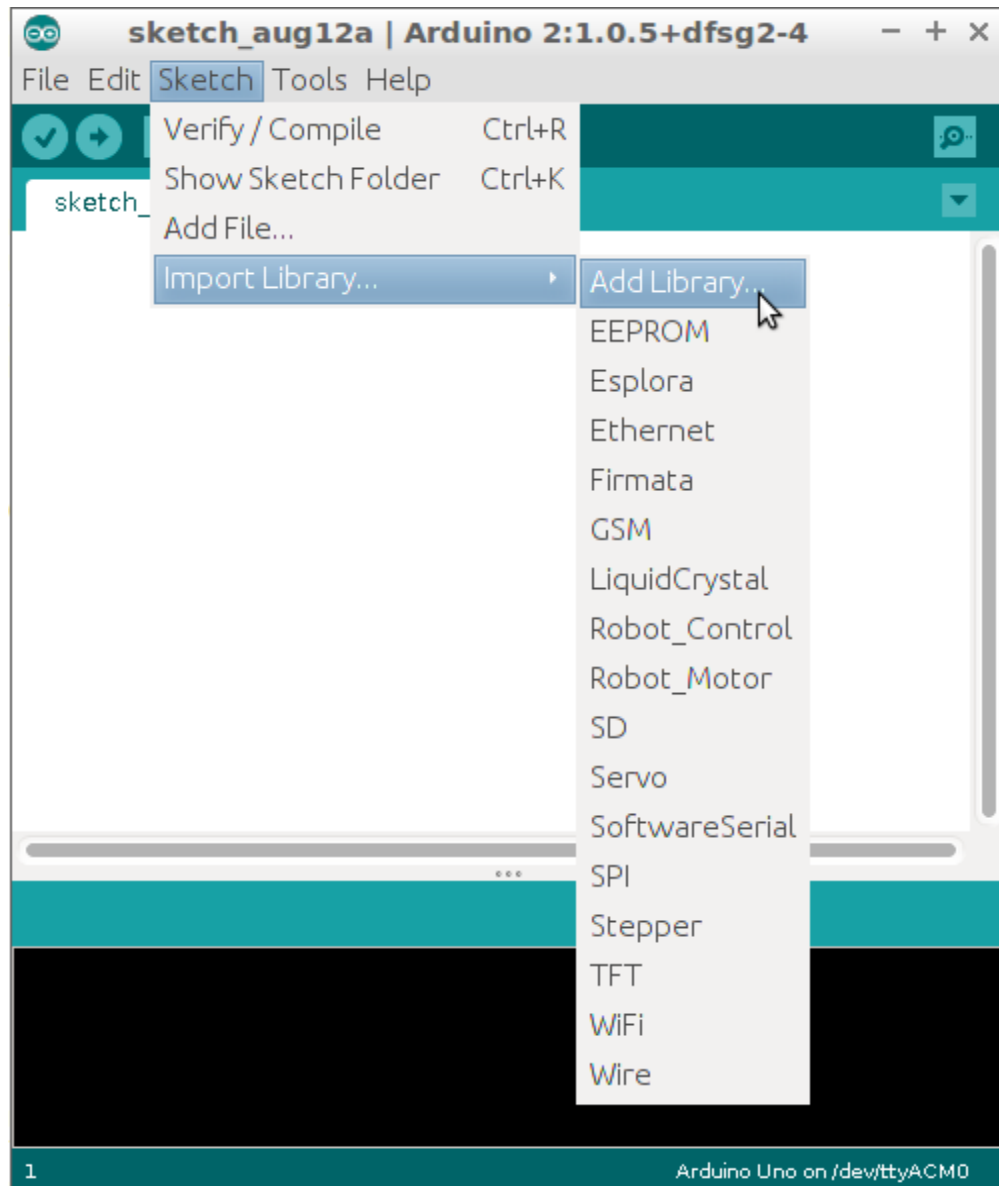


Figure 19: Add Library

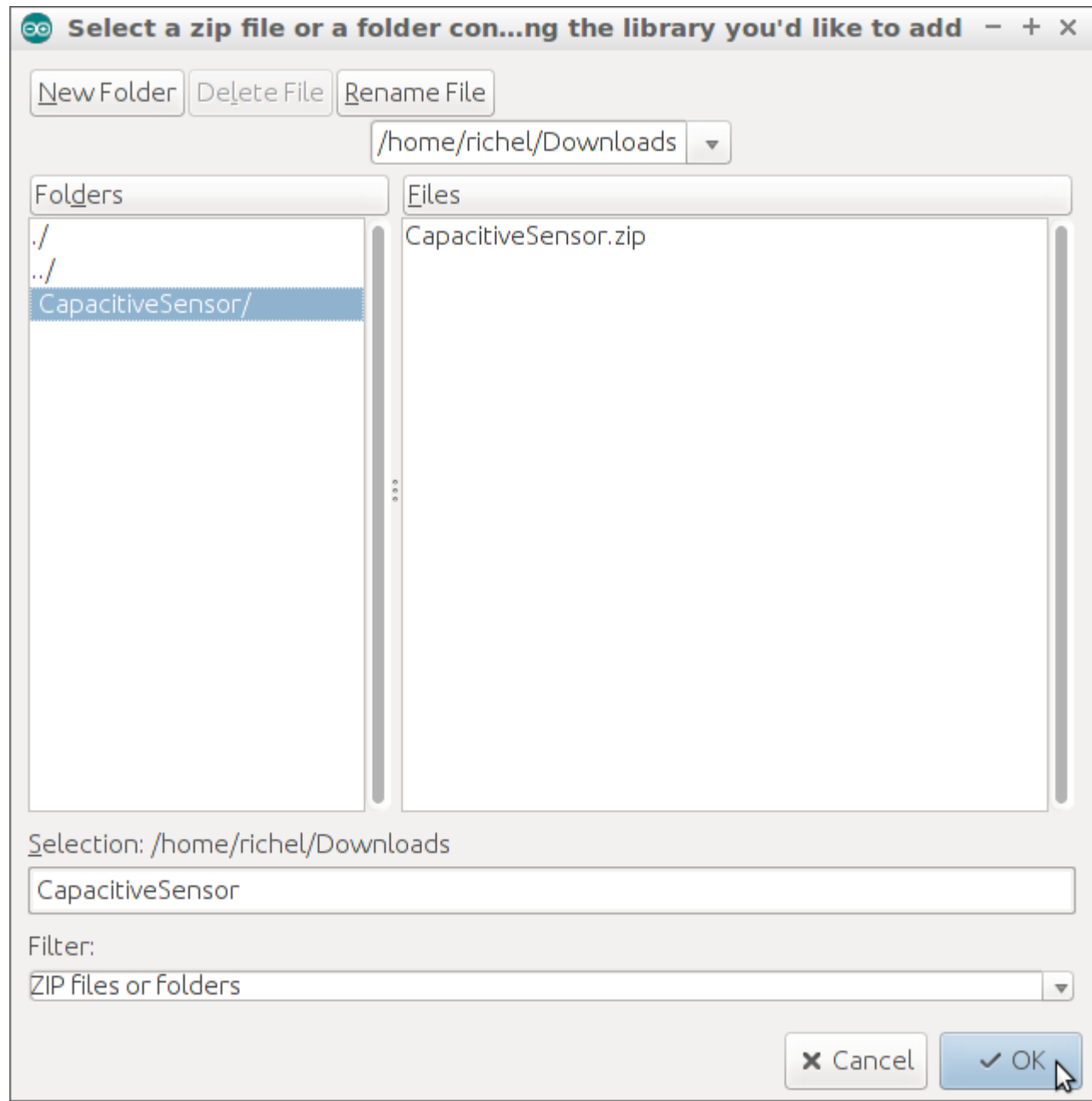


Figure 20: Add Library folder

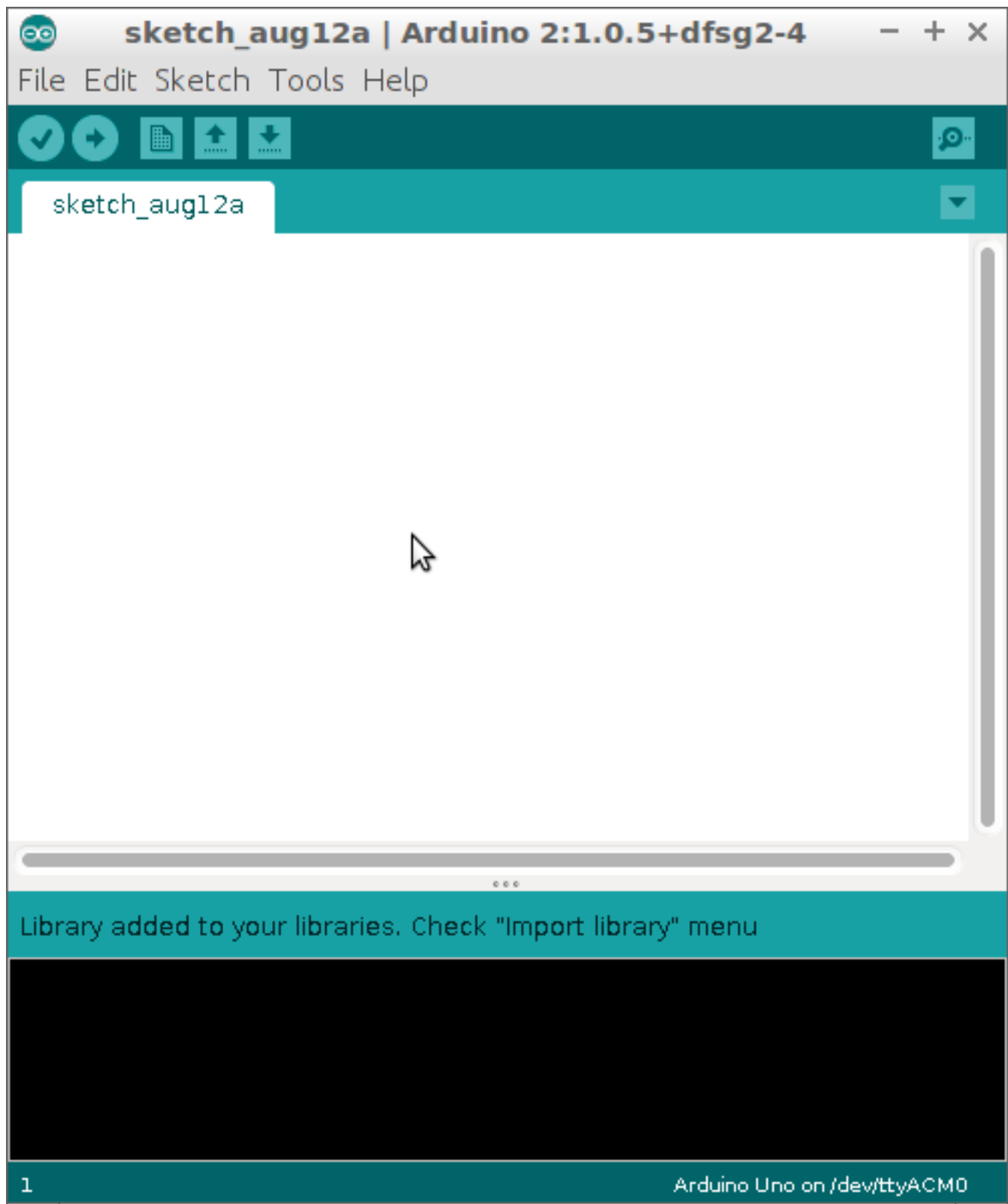


Figure 21: Het is gelukt

```

void setup()
{
  pinMode(pin_led,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  //Hoe hoger 'samples', hoe nauwkeuriger de sensor meet
  const int samples = 30;

  //Meet de waarde van de sensor
  const int waarde = mijn_cap_sensor.capacitiveSensor(samples);

  //Laat de waarde zien in de Serial Monitor
  Serial.println(waarde);

  //De drempelwaarde bepaalt wanneer het programma denkt dat je de sensor aanraakt
  // - te laag: dan zal het programma vaker denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat niet doet
  // - te hoog: dan zal het programma minder vaak denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat wel doet
  const int drempelwaarde = 100;

  //Als je de sensor aanraakt, gaat het LEDje op pin 'pin_led' branden
  digitalWrite(pin_led,waarde >= drempelwaarde ? HIGH : LOW);

  delay(100);
}

```

Dit is wat alles betekent:

- `const int pin_sensor = 2`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `pin_sensor`. De begin waarde van `pin_sensor` is twee. `pin_sensor` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_hulp = 4`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `pin_hulp`. De begin waarde van `pin_hulp` is vier. `pin_hulp` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_led = 13`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `pin_led`. De begin waarde van `pin_led` is dertien. `pin_led` kan niet veranderen (`const`)'
- `CapacitiveSensor mijn_cap_sensor = CapacitiveSensor(pin_hulp,pin_sensor)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een `CapacitiveSensor`. Ik noem die `CapacitiveSensor` `mijn_cap_sensor`. De begin waarde van `mijn_cap_sensor` is `CapacitiveSensor(pin_hulp,pin_sensor)`'
- `void setup() {}`: de `setup` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) een keer gedaan wordt
- `pinMode(pin_led, OUTPUT)`: 'Lieve Arduino, het soort pin (`pinMode`) dat `pin_led` is, is een uitgang (`OUTPUT`)'
- `Serial.begin(9600)`: 'Lieve Arduino, praat met een snelheid van 9600 tekens per seconde met de seriele monitor'
- `void loop() {}`: de `function` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) de rest van de tijd herhaald wordt
- `const int samples = 30`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `samples`. De begin waarde van `samples` is dertig. `samples` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int waarde = mijn_cap_sensor.capacitiveSensor(samples)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `waarde`. De begin waarde van `waarde` is wat je leest uit de capacitatieve sensor (`mijn_cap_sensor.capacitiveSensor(samples)`). `waarde` kan niet veranderen (`const`)'
- `Serial.println(waarde)`: 'Lieve Arduino, laat de waarde van `waarde` op de seriele monitor zien'
- `const int drempelwaarde = 100`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `drempelwaarde`. De begin waarde van `drempelwaarde` is honderd. `drempelwaarde` kan niet veranderen (`const`)'
- `digitalWrite(pin_led,waarde >= drempelwaarde ? HIGH : LOW)`: 'Lieve Arduino, schrijf een `HIGH` of `LOW` (`digitalWrite`) naar de pin `pin_led`. Als `waarde` groter of gelijk is (`>=`) als `drempelwaarde`, dan is dat `HIGH`, anders is het `LOW`'
- `delay(100)`: 'Lieve Arduino, je mag honderd milliseconden wachten'

## Vragen

- Bouw het schema en upload de code. Test de machine. Wat doet de machine?
- In de code, verander de waarde van **drempelwaarde**. Wat gebeurt er?
- In de code, verander de waarde van **samples**. Wat gebeurt er?
- Vervang de weerstand van een miljoen Ohm door een weerstand van tien miljoen Ohm (bruin, zwart, blauw, goud). Wat doet de machine anders? Wat is nu een goede waarde voor **drempelwaarde** en **samples**?
- Haal de adapter uit je laptop. Wat doet de machine?

## Eindopdracht

- Gebruik een capacitatie sensor om een LED aan te sturen

## Capacitatieve sensoren les 2

Als je meerdere capacitatieve sensoren aan wilt sluiten, kun je twee pinnen per sensor gebruiken.

In deze les gaan we dat doen.

## Stroomschema

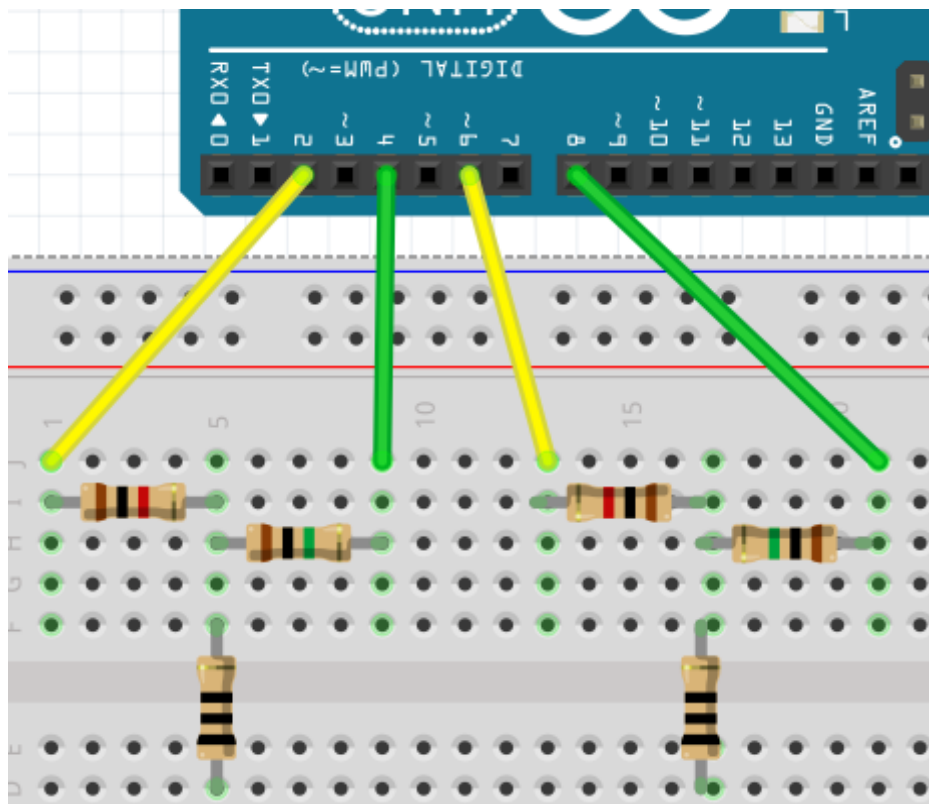


Figure 22: Stroomschema

Dit is bijna hetzelfde als de vorige les, alleen nu met twee capacitatieve sensoren.

## Code

Als de bibliotheek is geïnstalleerd, kunnen we een capacitatieve sensor maken:

```

#include <CapacitiveSensor.h>

const int pin_sensor_1 = 2;
const int pin_hulp_1   = 4;
const int pin_sensor_2 = 6;
const int pin_hulp_2   = 8;
const int pin_led      = 13;

CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_1 = CapacitiveSensor(pin_hulp_1,pin_sensor_1);
CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_2 = CapacitiveSensor(pin_hulp_2,pin_sensor_2);

void setup()
{
    pinMode(pin_led,OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    //Hoe hoger 'samples', hoe nauwkeuriger de sensor meet
    const int samples = 30;

    //Meet de waarde van de sensors
    const int waarde_1 = mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples);
    const int waarde_2 = mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples);

    //Laat de waarde zien in de Serial Monitor
    Serial.println(waarde_1);
    Serial.println(waarde_2);

    //De drempelwaarde bepaalt wanneer het programma denkt dat je de sensor aanraakt
    // - te laag: dan zal het programma vaker denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat niet doet
    // - te hoog: dan zal het programma minder vaak denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat wel doet
    const int drempelwaarde = 100;

    //Als je de sensor aanraakt, gaat het LEDje op pin 'pin_led' branden
    const bool is_hoog_1 = waarde_1 >= drempelwaarde;
    const bool is_hoog_2 = waarde_2 >= drempelwaarde;
    digitalWrite(pin_led,is_hoog_1 && is_hoog_2 ? HIGH : LOW);

    delay(100);
}

```

Dit is wat alles betekent:

- `const int pin_sensor_1 = 2;` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_sensor_1`. De begin waarde van `pin_sensor_1` is twee. `pin_sensor_1` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_hulp_1 = 4;` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_hulp_1`. De begin waarde van `pin_hulp_1` is vier. `pin_hulp_1` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_sensor_2 = 6;` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_sensor_2`. De begin waarde van `pin_sensor_2` is zes. `pin_sensor_2` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_hulp_2 = 4;` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_hulp_2`. De begin waarde van `pin_hulp_2` is acht. `pin_hulp_2` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_led = 13;` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_led`. De begin waarde van `pin_led` is dertien. `pin_led` kan niet veranderen (`const`)'
- `CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_1 = CapacitiveSensor(pin_hulp_1,pin_sensor_1);` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een CapacitiveSensor. Ik noem die CapacitiveSensor `mijn_cap_sensor_1`. De begin waarde van `mijn_cap_sensor` is `CapacitiveSensor(pin_hulp_1,pin_sensor_1)`'.
- `CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_2 = CapacitiveSensor(pin_hulp_2,pin_sensor_2);` Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een CapacitiveSensor. Ik noem die CapacitiveSensor `mijn_cap_sensor_2`. De begin waarde van

- `mijn_cap_sensor_2` is `CapacitiveSensor(pin_hulp_2, pin_sensor_2)`’.
- `void setup() {}`: de `setup` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) een keer gedaan wordt
- `pinMode(pin_led, OUTPUT)`: ‘Lieve Arduino, het soort pin (`pinMode`) dat `pin_led` is, is een uitgang (`OUTPUT`)’
- `Serial.begin(9600)`: ‘Lieve Arduino, praat met een snelheid van 9600 tekens per seconde met de seriële monitor’
- `void loop() {}`: de `function` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) de rest van de tijd herhaald wordt
- `const int samples = 30`: Hiermee zeg je: ‘Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `samples`. De begin waarde van `samples` is dertig. `samples` kan niet veranderen (`const`)’
- `const int waarde_1 = mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples)`: Hiermee zeg je: ‘Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `waarde_1`. De begin waarde van `waarde_1` is wat je leest uit de eerste capacitatieve sensor (`mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples)`). `waarde_1` kan niet veranderen (`const`)’
- `const int waarde_2 = mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples)`: Hiermee zeg je: ‘Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `waarde_2`. De begin waarde van `waarde_2` is wat je leest uit de tweede capacitatieve sensor (`mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples)`). `waarde_2` kan niet veranderen (`const`)’
- `Serial.println(waarde_1)`: ‘Lieve Arduino, laat de waarde van `waarde_1` op de seriële monitor zien’
- `Serial.println(waarde_2)`: ‘Lieve Arduino, laat de waarde van `waarde_2` op de seriële monitor zien’
- `const int drempelwaarde = 100`: Hiermee zeg je: ‘Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (`int`). Ik noem dat hele getal `drempelwaarde`. De begin waarde van `drempelwaarde` is honderd. `drempelwaarde` kan niet veranderen (`const`)’
- `const bool is_hoog_1 = waarde_1 >= drempelwaarde`: ‘Lieve Arduino, onthoudt een boolean (`bool`). Ik noem die boolean `is_hoog_1`. De beginwaarde van `is_hoog_1` is de uitkomst van de test `waarde_1 >= drempelwaarde`. `is_hoog_1` kan niet veranderen (`const`)’
- `const bool is_hoog_2 = waarde_2 >= drempelwaarde`: ‘Lieve Arduino, onthoudt een boolean (`bool`). Ik noem die boolean `is_hoog_2`. De beginwaarde van `is_hoog_2` is de uitkomst van de test `waarde_2 >= drempelwaarde`. `is_hoog_2` kan niet veranderen (`const`)’
- `digitalWrite(pin_led, is_hoog_1 && is_hoog_2 ? HIGH : LOW)`: ‘Lieve Arduino, schrijf een `HIGH` of `LOW` (`digitalWrite`) naar de pin `pin_led`. Als beide `is_hoog_1` en `is_hoog_2` waar zijn (`is_hoog_1 && is_hoog_2`), dan is dat `HIGH`, anders is het `LOW`’
- `delay(100)`: ‘Lieve Arduino, je mag honderd milliseconden wachten’

## Vragen

- Bouw het schema en upload de code. Test de machine. Wat doet de machine?
- In de code, verander de waarde van `drempelwaarde`. Wat gebeurt er?
- In de code, verander de waarde van `samples`. Wat gebeurt er?
- Vervang de weerstand van een miljoen Ohm door een weerstand van tien miljoen Ohm (bruin, zwart, blauw, goud). Wat doet de machine anders? Wat is nu een goede waarde voor `drempelwaarde` en `samples`?
- Haal de adapter uit je laptop. Wat doet de machine?

## Eindopdracht

- Gebruik twee capacitatieve sensoren om twee LEDjes aan te sturen
- De eerste LED gaat aan als je de eerste capacitatieve sensor aanraakt
- De tweede LED gaat uit als je de tweede capacitatieve sensor aanraakt

## Capacitatieve sensoren les 3

Als je meerdere capacitatieve sensoren aan wilt sluiten, kun je twee pinnen per sensor gebruiken.

In deze les gaan we dat doen.

## Stroomschema

Om een capacitatieve sensor te maken heb je twee weerstandjes nodig:

- Duizend Ohm (bruin, zwart, rood, goud)
- Een miljoen Ohm (bruin, zwart, groen, goud)

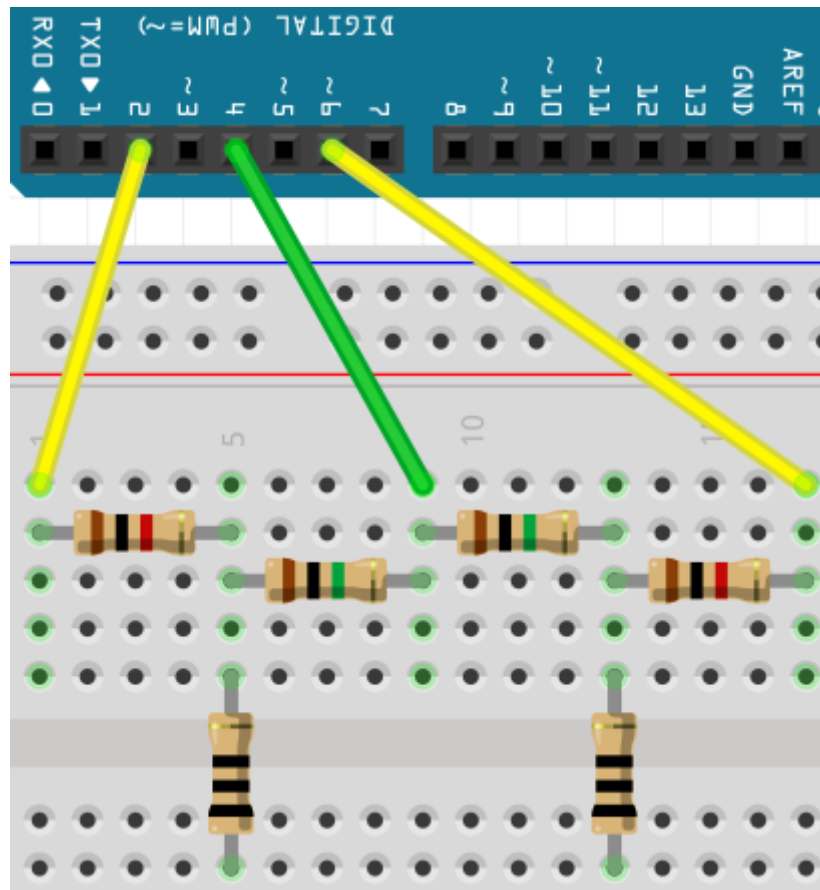


Figure 23: Stroomschema

Tussen de twee weerstanden in kun je drukken en dan merkt de Arduino dat. Op het stroomschema staat er een weerstand van nul Ohm getekent.

## Code

Als de bibliotheek is geïnstalleerd, kunnen we een capacitatie sensor maken:

```
#include <CapacitiveSensor.h>

const int pin_sensor_1 = 2;
const int pin_hulp      = 4;
const int pin_sensor_2 = 6;
const int pin_led       = 13;

CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_1 = CapacitiveSensor(pin_hulp,pin_sensor_1);
CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_2 = CapacitiveSensor(pin_hulp,pin_sensor_2);

void setup()
{
  pinMode(pin_led,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  //Hoe hoger 'samples', hoe nauwkeuriger de sensor meet
  const int samples = 30;
```



```

//Meet de waarde van de sensors
const int waarde_1 = mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples);
const int waarde_2 = mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples);

//Laat de waarde zien in de Serial Monitor
Serial.println(waarde_1);
Serial.println(waarde_2);

//De drempelwaarde bepaalt wanneer het programma denkt dat je de sensor aanraakt
// - te laag: dan zal het programma vaker denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat niet doet
// - te hoog: dan zal het programma minder vaak denken dat je de sensor aanraakt, terwijl je dat wel doet
const int drempelwaarde = 100;

//Als je de sensor aanraakt, gaat het LEDje op pin 'pin_led' branden
const bool is_hoog_1 = waarde_1 >= drempelwaarde;
const bool is_hoog_2 = waarde_2 >= drempelwaarde;
digitalWrite(pin_led, is_hoog_1 && is_hoog_2 ? HIGH : LOW);

delay(100);
}

```

Dit is wat alles betekent:

- `const int pin_sensor_1 = 2`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_sensor_1`. De begin waarde van `pin_sensor_1` is twee. `pin_sensor_1` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_hulp = 4`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_hulp`. De begin waarde van `pin_hulp` is vier. `pin_hulp` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_sensor_2 = 6`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_sensor_2`. De begin waarde van `pin_sensor_2` is zes. `pin_sensor_2` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int pin_led = 13`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `pin_led`. De begin waarde van `pin_led` is dertien. `pin_led` kan niet veranderen (`const`)'
- `CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_1 = CapacitiveSensor(pin_hulp_1, pin_sensor_1)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een CapacitiveSensor. Ik noem die CapacitiveSensor `mijn_cap_sensor_1`. De begin waarde van `mijn_cap_sensor` is `CapacitiveSensor(pin_hulp, pin_sensor_1)`'
- `CapacitiveSensor mijn_cap_sensor_2 = CapacitiveSensor(pin_hulp_2, pin_sensor_2)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een CapacitiveSensor. Ik noem die CapacitiveSensor `mijn_cap_sensor_2`. De begin waarde van `mijn_cap_sensor_2` is `CapacitiveSensor(pin_hulp, pin_sensor_2)`'
- `void setup() {}`: de `setup` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) een keer gedaan wordt
- `pinMode(pin_led, OUTPUT)`: 'Lieve Arduino, het soort pin (`pinMode`) dat `pin_led` is, is een uitgang (`OUTPUT`)'
- `Serial.begin(9600)`: 'Lieve Arduino, praat met een snelheid van 9600 tekens per seconde met de seriele monitor'
- `void loop() {}`: de `function` function zorgt ervoor dat alles tussen de accolades (`{` en `}`) de rest van de tijd herhaald wordt
- `const int samples = 30`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `samples`. De begin waarde van `samples` is dertig. `samples` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int waarde_1 = mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `waarde_1`. De begin waarde van `waarde_1` is wat je leest uit de eerste capacitatieve sensor (`mijn_cap_sensor_1.capacitiveSensor(samples)`). `waarde_1` kan niet veranderen (`const`)'
- `const int waarde_2 = mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples)`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `waarde_2`. De begin waarde van `waarde_2` is wat je leest uit de tweede capacitatieve sensor (`mijn_cap_sensor_2.capacitiveSensor(samples)`). `waarde_2` kan niet veranderen (`const`)'
- `Serial.println(waarde_1)`: 'Lieve Arduino, laat de waarde van `waarde_1` op de seriele monitor zien'
- `Serial.println(waarde_2)`: 'Lieve Arduino, laat de waarde van `waarde_2` op de seriele monitor zien'
- `const int drempelwaarde = 100`: Hiermee zeg je: 'Lieve Arduino, onthoudt een heel getal (int). Ik noem dat hele getal `drempelwaarde`. De begin waarde van `drempelwaarde` is honderd. `drempelwaarde` kan niet veranderen (`const`)'
- `const bool is_hoog_1 = waarde_1 >= drempelwaarde`: 'Lieve Arduino, onthoudt een boolean (bool). Ik noem die boolean `is_hoog_1`. De beginwaarde van `is_hoog_1` is de uitkomst van de test `waarde_1 >= drempelwaarde`. `is_hoog_1` kan niet veranderen (`const`)'
- `const bool is_hoog_2 = waarde_2 >= drempelwaarde`: 'Lieve Arduino, onthoudt een boolean (bool). Ik noem die boolean `is_hoog_2`. De beginwaarde van `is_hoog_2` is de uitkomst van de test `waarde_2 >= drempelwaarde`'

- `is_hoog_2` kan niet veranderen (`const`)
- `digitalWrite(pin_led, is_hoog_1 && is_hoog_2 ? HIGH : LOW)`: ‘Lieve Arduino, schrijf een HIGH of LOW (`digitalWrite`) naar de pin `pin_led`. Als beide `is_hoog_1` en `is_hoog_2` waar zijn (`is_hoog_1 && is_hoog_2`), dan is dat HIGH, anders is het LOW’
- `delay(100)`: ‘Lieve Arduino, je mag honderd milliseconden wachten’

## Vragen

- Bouw het schema en upload de code. Test de machine. Wat doet de machine?
- In de code, verander de waarde van **drempelwaarde**. Wat gebeurt er?
- In de code, verander de waarde van **samples**. Wat gebeurt er?
- Vervang de weerstand van een miljoen Ohm door een weerstand van tien miljoen Ohm (bruin, zwart, blauw, goud). Wat doet de machine anders? Wat is nu een goede waarde voor **drempelwaarde** en **samples**?
- Haal de adapter uit je laptop. Wat doet de machine?

## Eindopdracht

- Gebruik twee capacitatieve sensoren om twee LEDjes aan te sturen
- De eerste LED gaat aan als je de eerste capacitatieve sensor aanraakt
- De tweede LED gaat uit als je de tweede capacitatieve sensor aanraakt

## RFID-RCC522 les 1

RFID is een techniek om een pas/hanger/etc te herkennen.

Bijvoorbeeld: het openbaar vervoer werkt met RFID: je OV chipkaart bevat een RFID chip, de apparaten in de bus bevatten de RFID lezers. Het busbedrijf kan *jou* dus herkennen, door je OV chipkaart.

### Aansluiten RFID lezer

Gewoon dit schema nabouwen:

### RFID bibliotheek installeren

Merk op: je moet een redelijk nieuwe versie van de Arduino IDE hebben! Anders krijg je een foutmelding (`class [iets] not found`).

- In je browser, ga naar miguelbalboa zijn rfid GitHub
- Op deze GitHub website, klik op ‘Download zip’. Nu download je browser een zip bestand
- In de Arduino IDE, kies ‘Add library’ en dubbelklik op het gedownloade zip bestand
- Nu, in de Arduino IDE, staat er bij de Voorbeelden/Examples het kopje **rfid**

## Opdracht

- Installeer de RFID bibliotheek. Vraag een volwassene als je langer dan vijf minuten vast zit

## Eindopdracht

- Upload het voorbeeld **rfid | dumpInfo** op je Arduino
- Houd er dan een tag bij. Wat zie je? Welke andere pasjes doen het ook?



Figure 24: Een RFID lezer met een hanger en pasje met een RFID chip erin

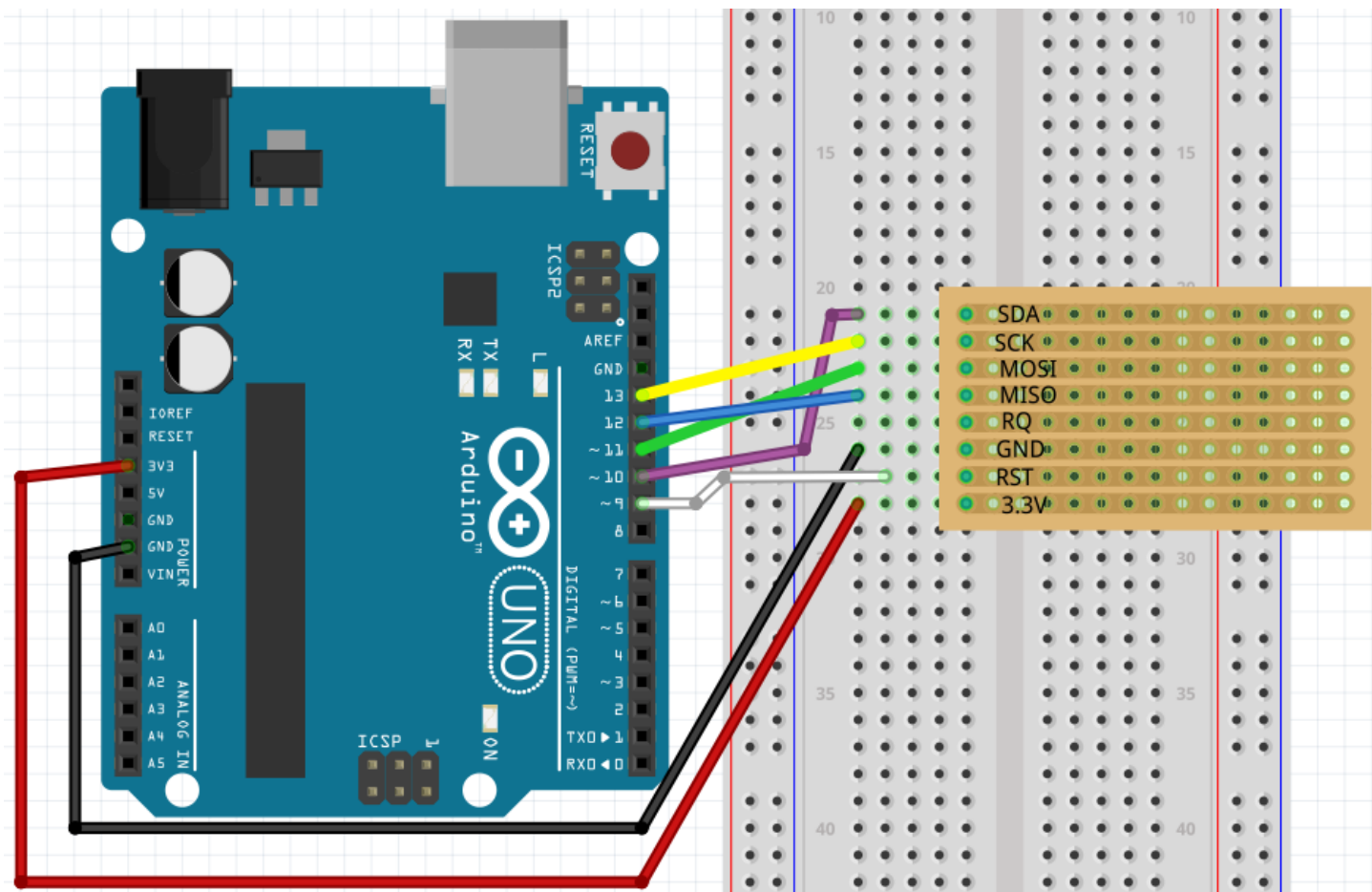


Figure 25: Aansluiten RFID lezer

GitHub - miguelbalboa/rfid: Arduino RFID Library for MFRC522 - Mozilla Firefox

GitHub - miguelbalboa/rfid

Watch 102 Star 623 Fork 419

Code Issues 22 Pull requests 2 Wiki Pulse Graphs

Arduino RFID Library for MFRC522

300 commits 1 branch 7 releases 37 contributors

Branch: master New pull request Find file Clone or download

File	Commit Message	Time
doc	Corrected labeling and swapped GND and RST pins in Fritzing schematic.	10 months ago
examples	upd example multireader	2 months ago
.gitignore	upd readme	2 months ago
.travis.yml	add teensy2 to travis	2 months ago
MFRC522.cpp	added SS define comment	2 days ago
MFRC522.h	Merge pull request #219 from asomov/fix-typos	20 hours ago

Figure 26: De GitHub van miguelbalboa

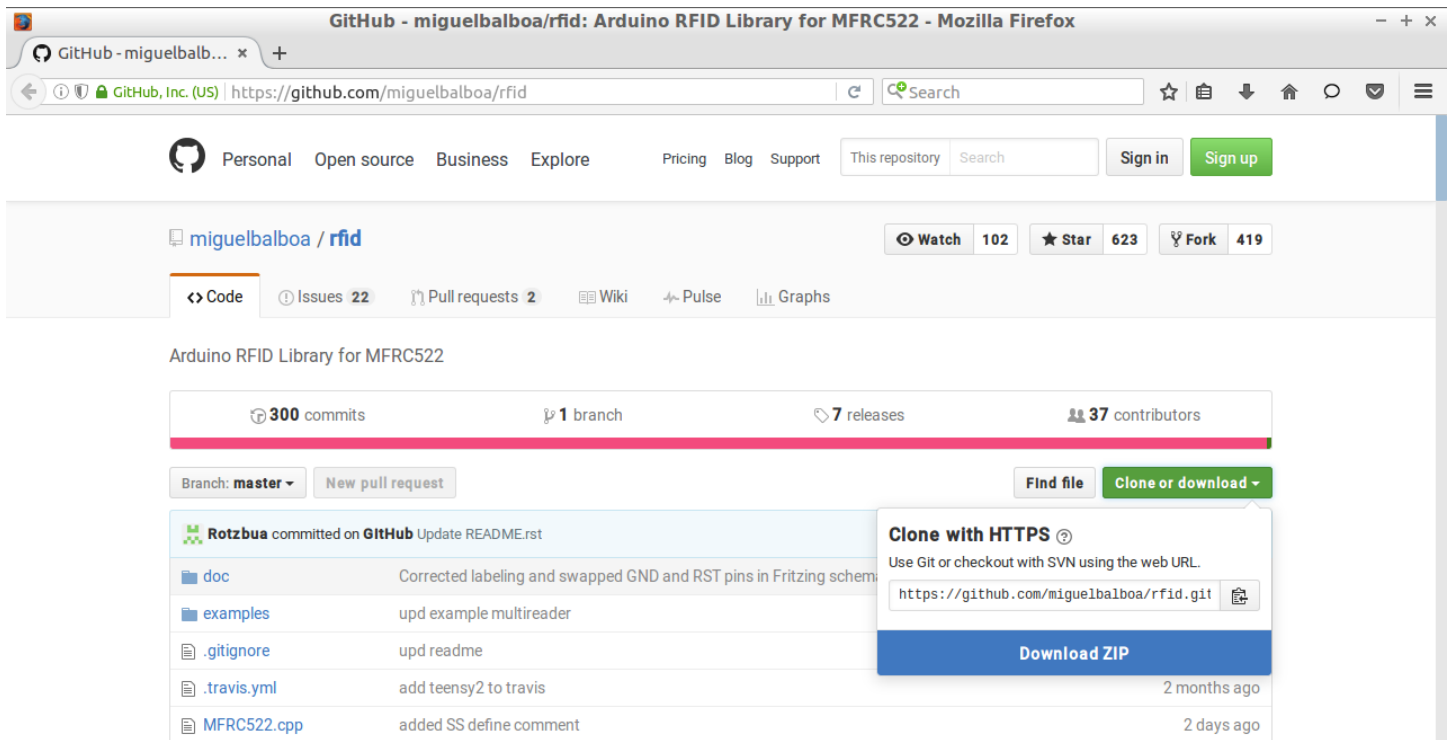


Figure 27: Het zip bestand downloaden

## dumpinfo

Dit is de code van het voorbeeld `rfid | dumpInfo`. Deze is te downloaden op <https://github.com/miguelbalboa/rfid/blob/master/examples/dumpinfo>

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

#define RST_PIN      9           // Configurable, see typical pin layout above
#define SS_PIN       10          // Configurable, see typical pin layout above

MFRC522 mfc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance

void setup() {
  Serial.begin(9600);           // Initialize serial communications with the PC
  while (!Serial);              // Do nothing if no serial port is opened (added for Arduinos based on ATMEGA32U4)
  SPI.begin();                  // Init SPI bus
  mfc522.PCD_Init();            // Init MFRC522
  mfc522.PCD_DumpVersionToSerial(); // Show details of PCD - MFRC522 Card Reader details
  Serial.println(F("Scan PICC to see UID, SAK, type, and data blocks..."));
}

void loop() {
  // Look for new cards
  if ( ! mfc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
    return;
  }

  // Select one of the cards
  if ( ! mfc522.PICC_ReadCardSerial()) {
    return;
  }

  // Dump debug info about the card; PICC_HaltA() is automatically called
  mfc522.PICC_DumpToSerial(&(mfc522.uid));
}
```

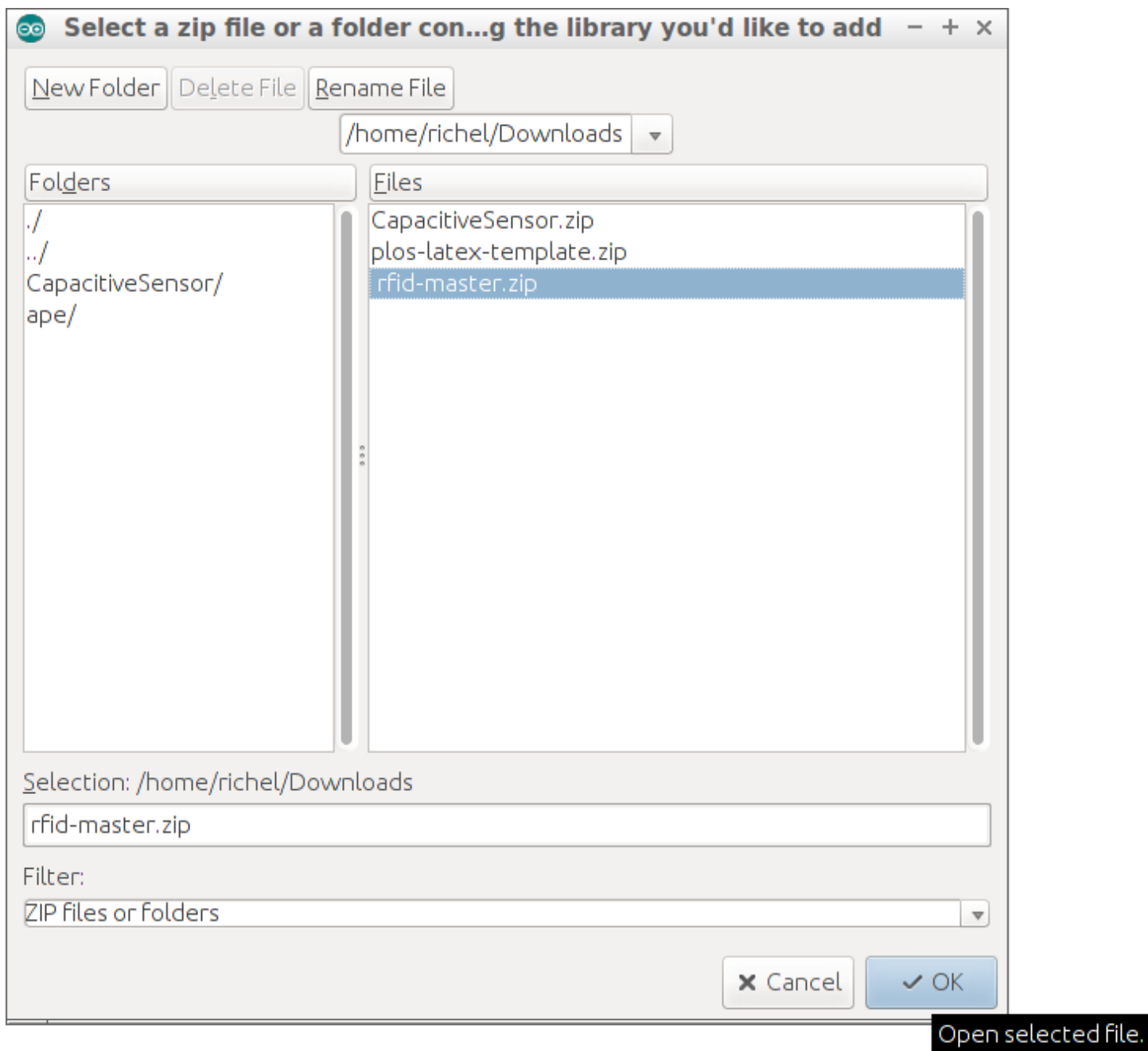


Figure 28: Het zip bestand kiezen

}

Deze code ziet er anders uit dan je gewend bent. Deze programmeur heeft een andere stijl dan wij gebruiken in het boek. Toch is deze code net zo goed.

## Links

- Adafruit page about the MiFare card
- MiFare 1k datasheet

## RFID-RCC522 les 2

### Aansluiten RFID lezer

Gewoon dit schema nabouwen:

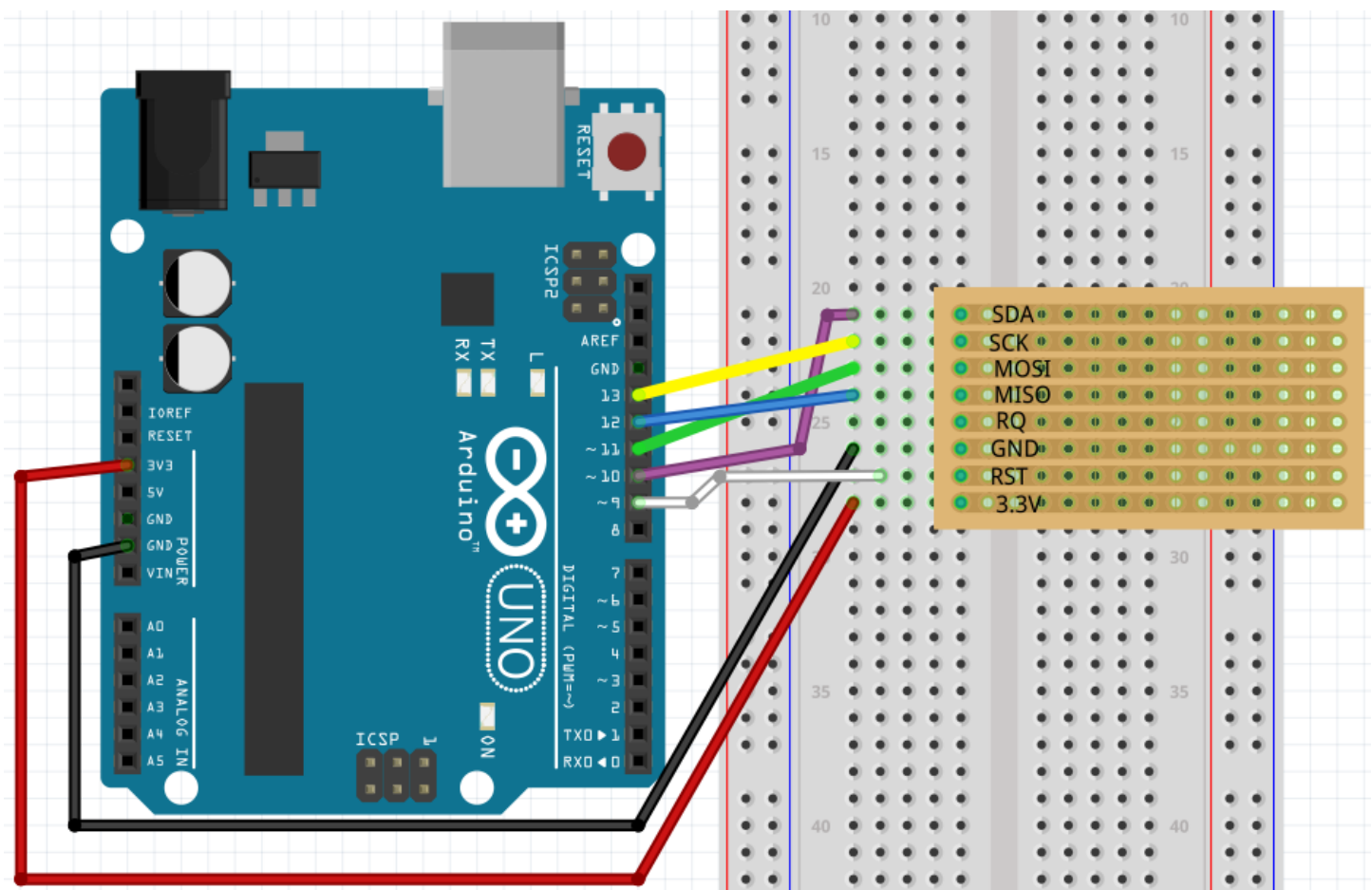


Figure 29: Aansluiten RFID lezer

### Een RFID chip beschrijven

Om iets op een RFID chip te schrijven moet je eerst weten hoe de chip informatie opslaat.

Op een MiFare 1k chip (waarschijnlijk heb je deze) staan 16 sectoren, elke sector heeft 4 blokken van 16 bytes. *Wat betekent dat?* Het geheugen van de chip is opgedeeld in 16 stukjes, deze noemen we sectoren en ze zijn genummerd van 0 tot en met 15. Elke sector is weer verdeeld in 4 stukjes, deze noemen we blokken. De blokken worden soms per sector genummerd van 0 tot

en met drie, maar soms beginnen we niet opnieuw bij een sector en nummeren we door van 0 tot en met 63. Op elk blok kan je 16 getallen/letter/bytes zetten.

**Let op!** Je kan niet naar elk blok schrijven! Op sommige blokken staat namelijk een sleutel waarmee andere blokken op slot staan. We weten de standaard sleutel, maar als je hem per ongeluk veranderd kan je de kaart niet meer lezen of beschrijven. Ten eerste kan je beter niet op blok 0 schrijven, hier staat informatie van de fabrikant en het UID (Unique ID) van je kaart. Ook het laatste blok van elke sector moet je niet beschrijven.

### Hoe weet ik of ik op een blok mag schrijven?

1. Als het blok 0 van sector 0 is mag je er niet op schrijven.
2. Tel één bij het nummer van het blok op, en deel dit getal door vier. Als hier een heel getal uit komt (dus geen komma getal) dan mag je er niet naar schrijven.

Om naar een blok te schrijven kan je het voorbeeld `rfid | ReadAndWrite` gebruiken. Als je wilt zien hoe je een kaart kan lezen om bijvoorbeeld een wachtwoord te controleren kan je kijken naar deze code: `RFID-passWord`.

### Hoe zit het nou precies?

Bytes 0-3 van blok 0 is het UID, voor sommige chips is dit byte 0-7. Het laatste blok van elke sector is de sector trailer, hier staan twee keys en de access bits. Byte 0-5 van de sector trailer vormen key A, bytes 10-15 key B. Welke blokken vergrendeld zijn met welke key en wat je wel/niet met de blokken mag doen wordt bepaald met de access bits (byte 6-9 van de sector trailer). Als je wil weten hoe je de access bits moet zetten om blokken te vergrendelen e.d. lees dan section 8 van het datasheet, hier staat alles wat je zou willen weten over MiFare geheugen.

## Opdracht

- Zet je naam op een RFID chip

## Eindopdracht

- Maak twee RFID passen met verschillende namen
- Als de eene pas herkent wordt, gaat een groen LEDje branden
- Als elke andere pas herkent wordt, gaat een rood LEDje branden

## Links

- Adafruit page about the MiFare card
- MiFare 1k datasheet