

Dag 1

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.2 Wie zijn wij?

- Peter
 - Weet veel van elektronica
 - Werkt veel met Arduino, kent veel Arduino projecten
- Richèl
 - Weet veel van programmeren
 - Weet veel van les geven

0.1 Vandaag

1. Introduction: introductie
2. WhatIsArduino: wat is een Arduino?
3. ConnectLed: een LEDje aansluiten
4. SwitchLed: een LEDje laten knipperen

0.3 Wie zijn jullie?

- Wie ben jij?
- Wat wil je?

Arduino cursus introductie

(C) Richèl Bilderbeek 

January 30, 2014

0.4 Vorm cursus

- De vorm van de cursus is vrij
 - Niveau van de uitleg hoger/lager?
 - Uitleg door deelnemers?
 - Wedstrijd?
 - Grote projecten?
- Samen zoeken naar onze favoriete vorm

0.1 Overzicht

1. Wie zijn wij?
2. Wie zijn jullie? Wat willen jullie?
3. Wat willen we?
4. Hoe doen we dat?

0.5 Vorm cursus vandaag

- Schoolse traject
 - begint bij de basis
 - stap-voor-stap uitleg, oefening en nabespreking
- Projectgebaseerde traject
 - vrij

0.6 Hoe handelen we?

- Concentreren: we zijn alleen bezig met Arduino
- Uittesten: fouten maken is goed
- Slim: we gedragen ons als Einsteins
- Samen: we proberen het goede voorbeeld te geven en ons best te doen

0.7 Tijdsindeling avond

- ☑ introductie
- ☐ Wat is Arduino?
- ☐ Ontwerp: LED
- 20:30-21:00 pauze
- ☐ Bouwen: LED
- ☑ Programmeren: LED
- ☐ Ontwerp: schakelbare LED
- ☐ Bouwen: schakelbare LED
- ☐ Programmeren: schakelbare LED

Wat is Arduino?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

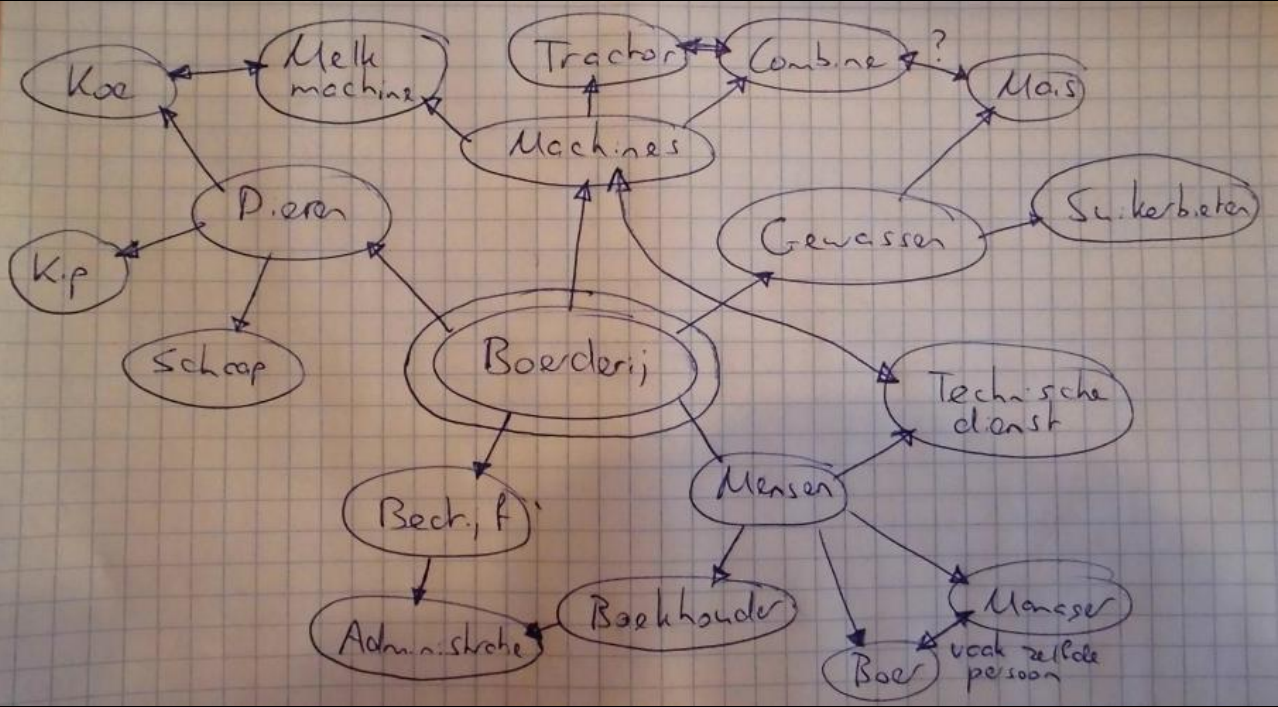
0.1 Overzicht

1. Wat weten jullie al?
2. Wat is een mindmap?
3. Maken mindmap
4. Wat is Arduino volgens Richèl
5. Conclusie

0.2 Wat weten jullie?

- Wij willen weten wat jullie al weten!
- Hiervoor hebben we een mindmap van jullie nodig

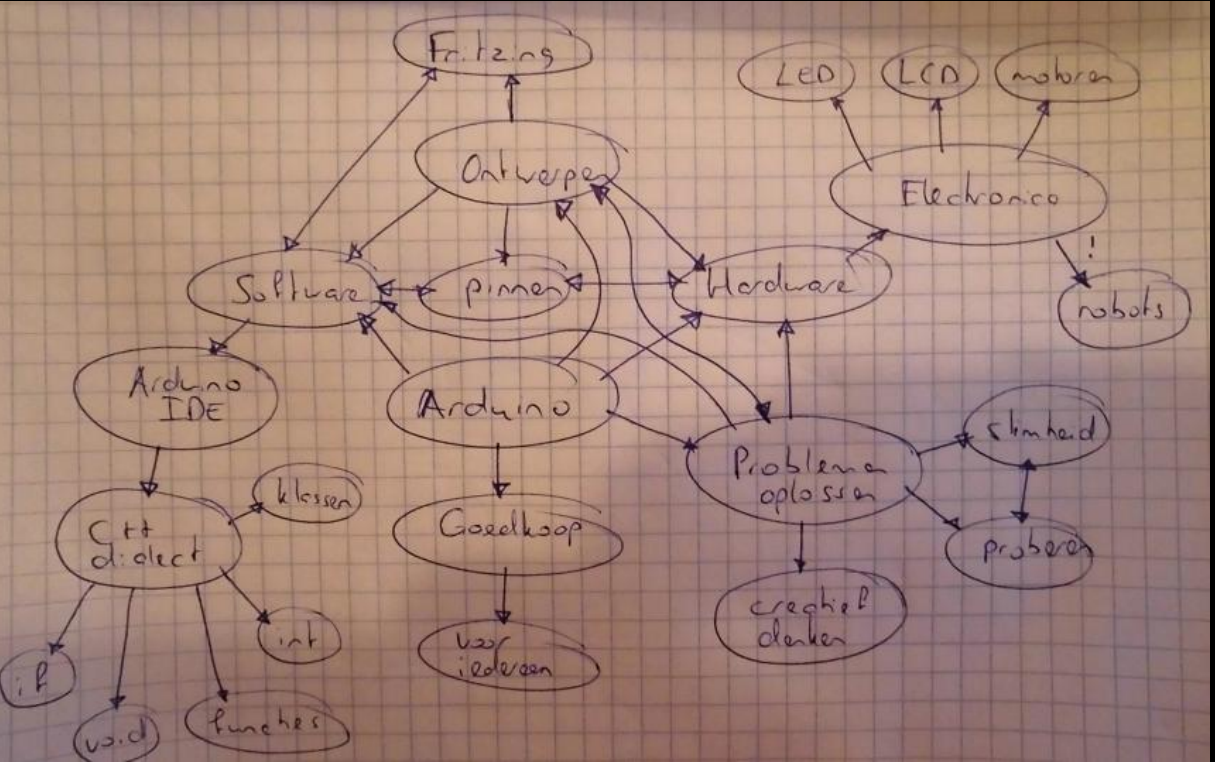
0.3 Wat is een mindmap?



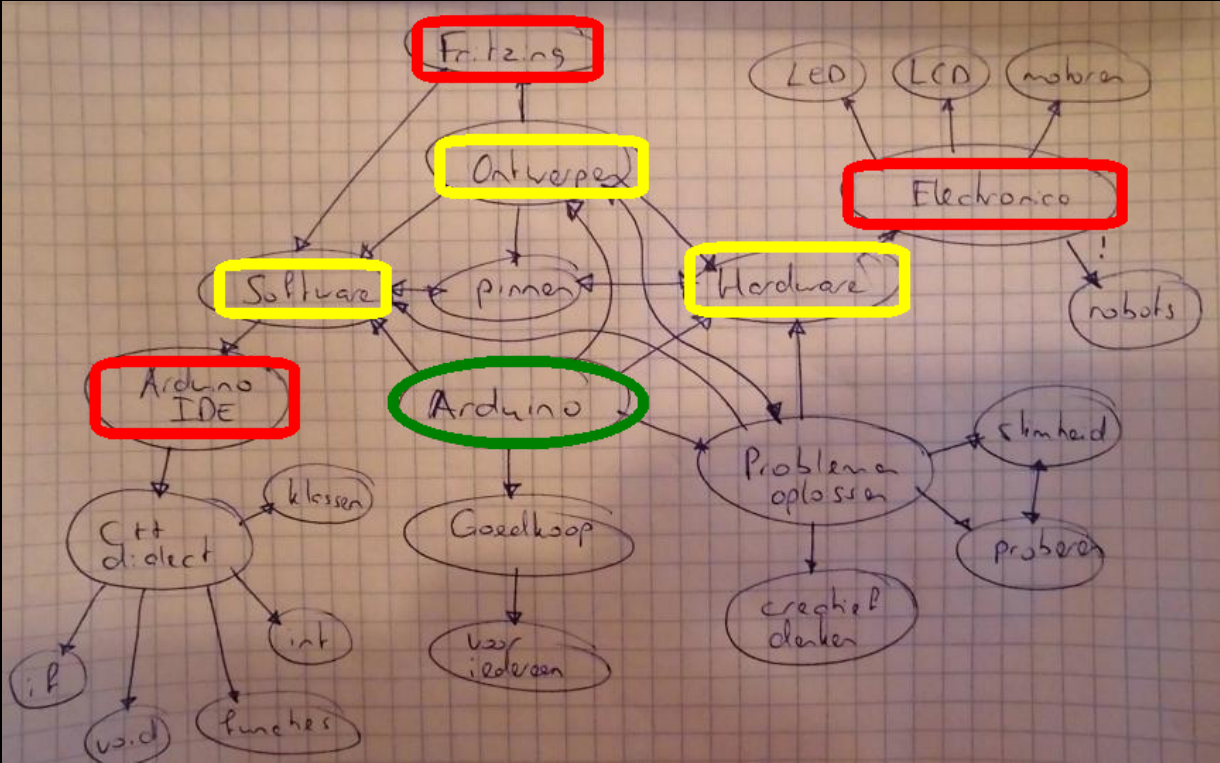
0.4 Maken mindmap

- Opdracht: maak een mindmap met de tekst 'Arduino' in het midden
- Mijn voorbeeld is maar een voorbeeld: alles mag!

0.5 Wat is Arduino volgens Richèl?



0.6 Wat is Arduino volgens Richèl?



6

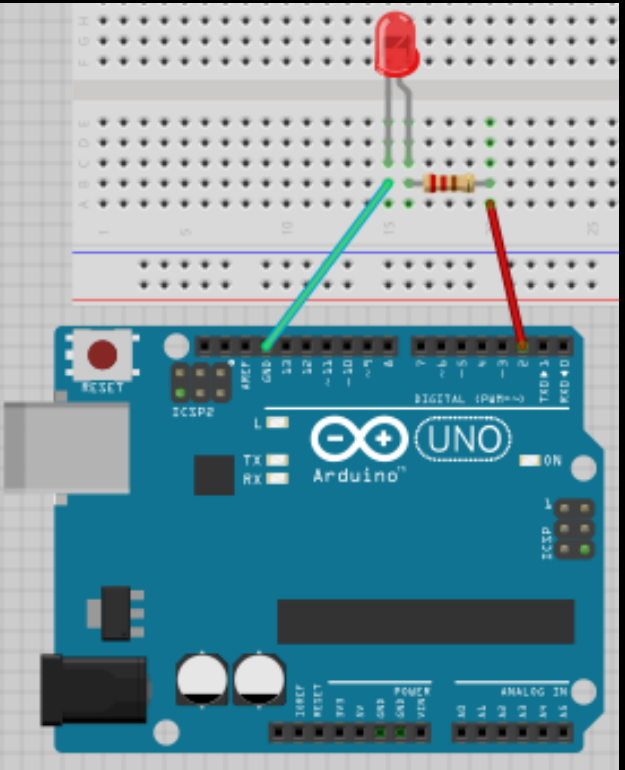
0.10 Conclusie

Wat we doen is divers:

- Ontwerpen: Fritzing
- Bouwen: Elektronica
- Programmeren: Arduino IDE

Wij bouwen dit stap voor stap op

0.7 Elektronica



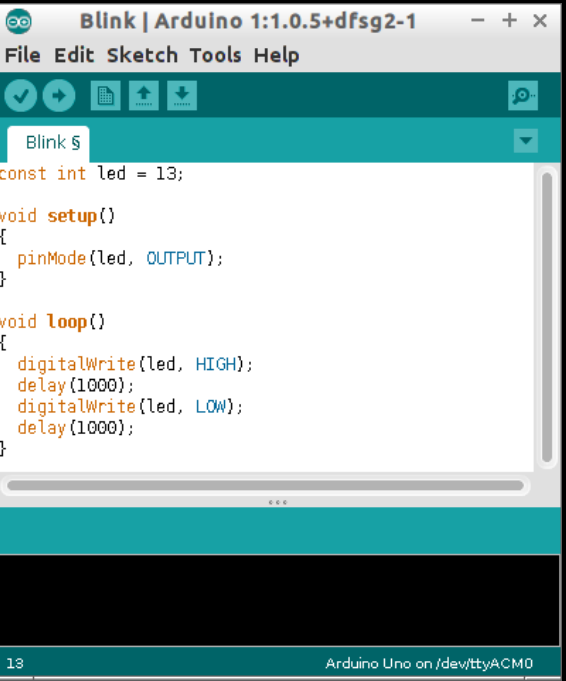
7

Hoe sluit ik een LED aan?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.8 Software

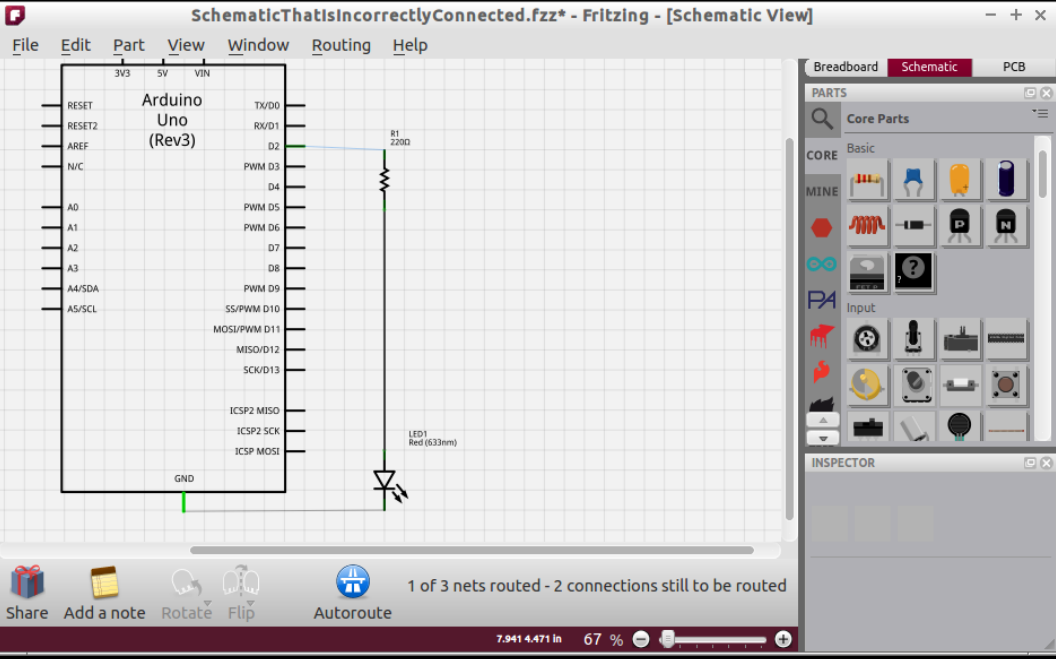


8

0.1 Overzicht

1. Fritzing
2. Er is een probleem?
3. Wat weten we?
4. Er is een probleem?
5. Hoe gaan we daar mee om?
6. Opdracht: vind dit uit! Noteer in je logboek

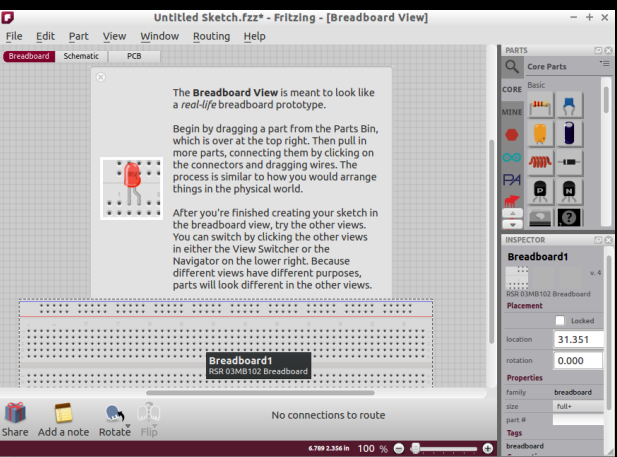
0.9 Ontwerpen



9

0.2 Fritzing

- Vrije software
- Linux, Mac OS X, Windows



0.3 Fritzing installatie

- `sudo apt-get install fritzing`
- `yum install fritzing`
- Download van fritzing.org/download

0.7 Antwoorden

1. Volt = de hoeveelheid energie die stroom levert
2. Een LED (diffuus, zonder [...]) gebruikt 1,8-2,5 Volt (zie volgende slide)
3. Een Arduino levert 3,3 of 5,0 Volt

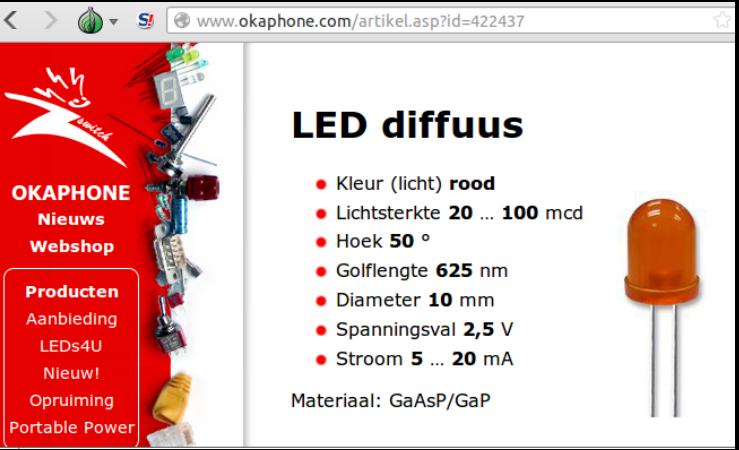
Wat kun hieraan doen?

0.4 Opdracht

- Installeer Fritzing
- Bekijk wat Fritzing kan: 'Breadboard view', 'Schematic' en 'PCB'
- Ontwerp: stroomschema van een LED die altijd brandt

Welk probleem kom je tegen?

0.8 Antwoorden



Wat kun hieraan doen?

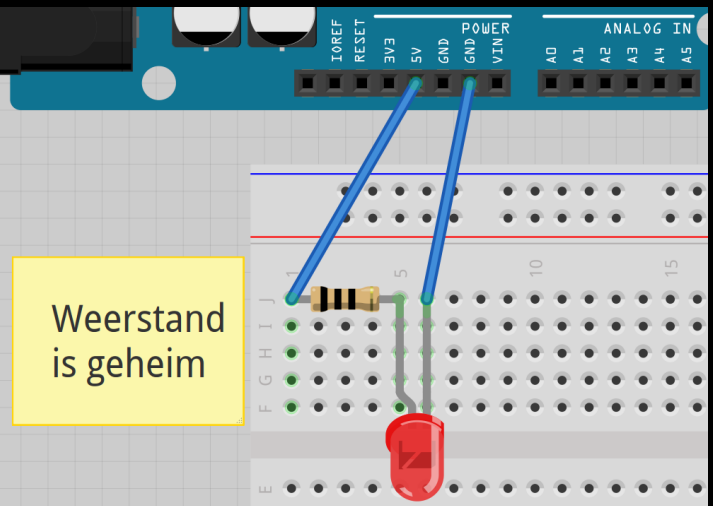
0.5 Er is een probleem?

Ja: je kunt een LED niet direct op een Arduino aansluiten

- Hoe kun je dat merken?
- Dat gaan we doen!
- Waarom is dat zo?

0.9 Hoe hoge spanningen tegen te gaan?

- Met een weerstand!

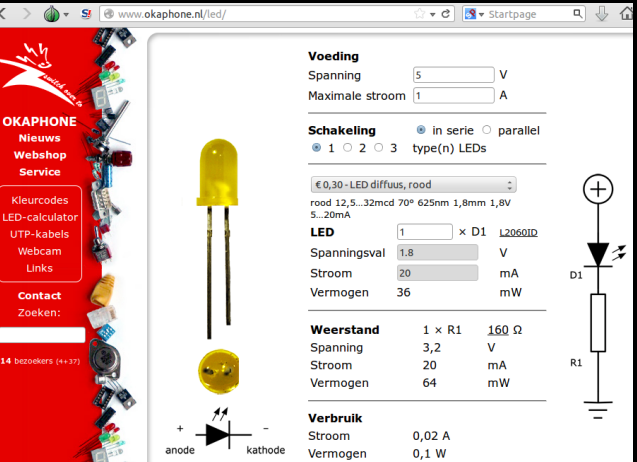


0.6 Wat weten we?

1. Wat is volt?
2. Wie weet hoeveel volt een LED gebruikt?
3. Wie weet hoeveel volt een Arduino levert?

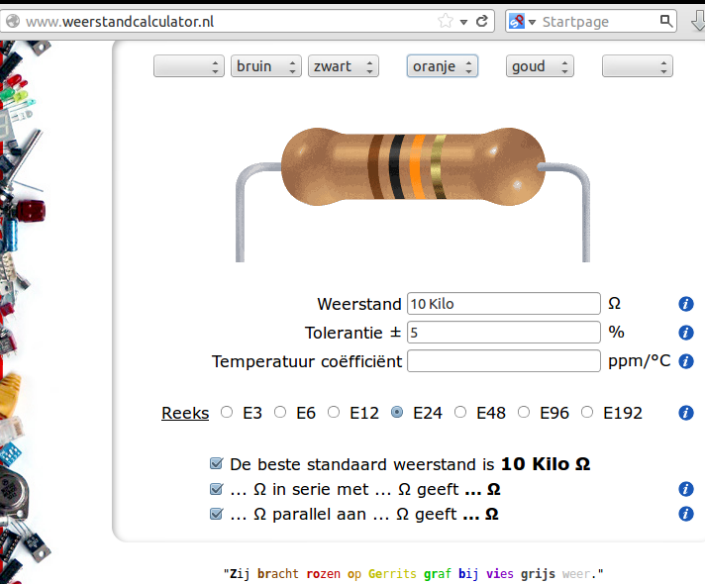
0.10 Welke weerstand?

- Proberen: start met hoge weerstand en ga omlaag
- Berekenen



0.11 Welke weerstand?

- Zij Bracht ROzen Op GErrits GRaf Bij Vies GRIJS Weer



0.12 Bouwen!

- Wat gebeurt er als je de LED omdraait?
- Welke problemen loop je tegen aan?

0.13 Geniet

- Wat zijn logische volgende stappen?
- Welke problemen loop je tegen aan?

Hoe schakel ik een LED?

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

0.1 Overzicht

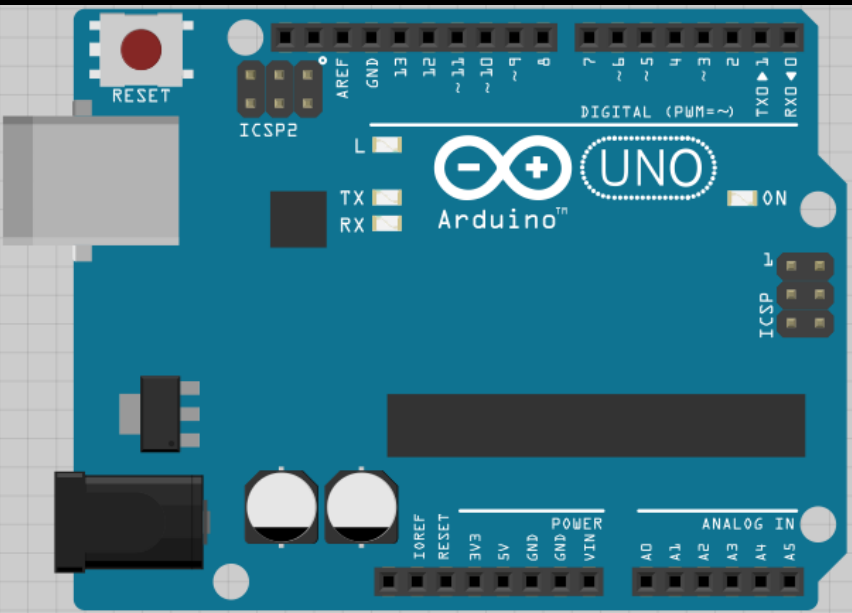
1. Doel
2. Hoe ontwerpen?
3. Arduino IDE
4. Bouwen!

0.2 Doel

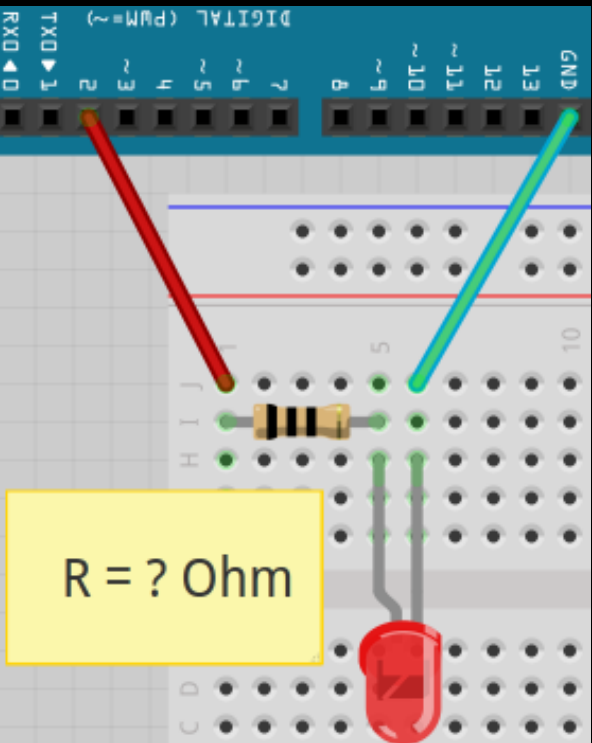
Een machine maken die een LED na een seconde aan doet, en deze een seconde later weer uit doet

0.3 Hoe ontwerpen?

- Waar denk je dat de Arduino dit mee kan?



0.4 Ontwerp



0.5 En nu?

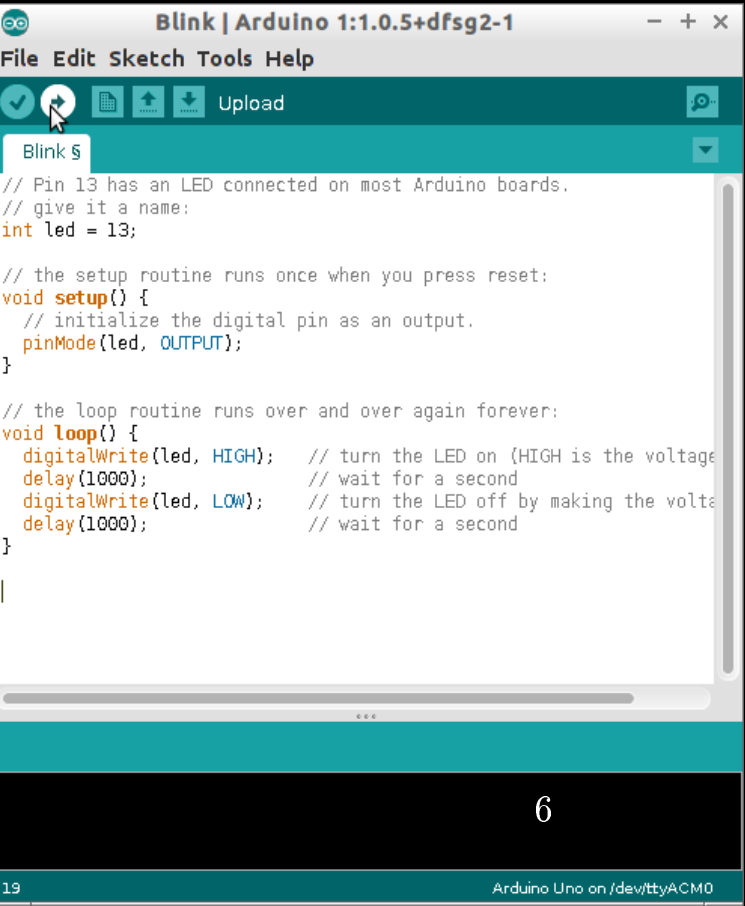
- Programmeren!
- Met Arduino IDE ('Integrated Development Environment' ≈ 'Programmeeromgeving')

Dag 1 Oefeningen

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.6 Arduino IDE



0.1 Overzicht

1. Installeer Fritzing
2. Ontwerp in Fritzing
3. Installeer Arduino IDE
4. Programmeer een knipperende LED

0.7 Arduino IDE installatie

- `sudo apt-get install arduino`
- `yum install arduino`
- Download van <http://arduino.cc/en/main/software>

0.2 Fritzing installatie

- `sudo apt-get install fritzing`
- `yum install fritzing`
- Download van fritzing.org/download

0.8 Opdracht

- Installeer Arduino IDE
- Bekijk wat de Arduino IDE kan: de voorbeelden, het uploaden!
- Ontwerp: stroomschema van een LED die knippert
- Programmeer: vind de code van een LED die knippert
- Bouw, test, noteer

0.3 Ontwerp in Fritzing

- Installeer Fritzing
- Bekijk wat Fritzing kan: 'Breadboard view', 'Schematic' en 'PCB'
- Ontwerp: stroomschema van een LED die altijd brandt
- Bouw, test, noteer

0.4 Arduino IDE installatie

- `sudo apt-get install arduino`
- `yum install arduino`
- Download van <http://arduino.cc/en/main/software>

0.5 Programmeer een knipperende LED

- Installeer Arduino IDE
- Bekijk wat de Arduino IDE kan: de voorbeelden, het uploaden1
- Ontwerp: stroomschema van een LED die knippert
- Programmeer: vind de code van een LED die knippert
- Bouw, test, noteer

Dag 2

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.1 Vandaag

1. shortCircuit: kortsluiting & breadboard
2. analogRead: belangrijk basisschakelingen met weerstandjes
3. readInput: nog een belangrijke basisschakeling met een drukknop
4. Per groepje: solderen bij Tonnie & bouwen met sensoren en motortje
5. Einddoel: een zo ingewikkeld mogelijke machine bouwen

Kortsluiting & Breadboard

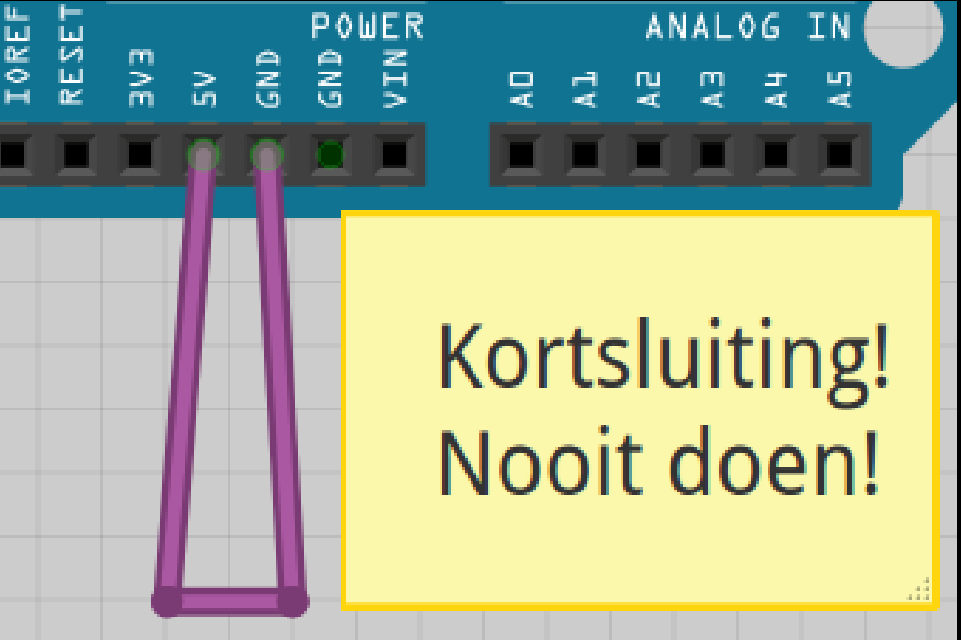
(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

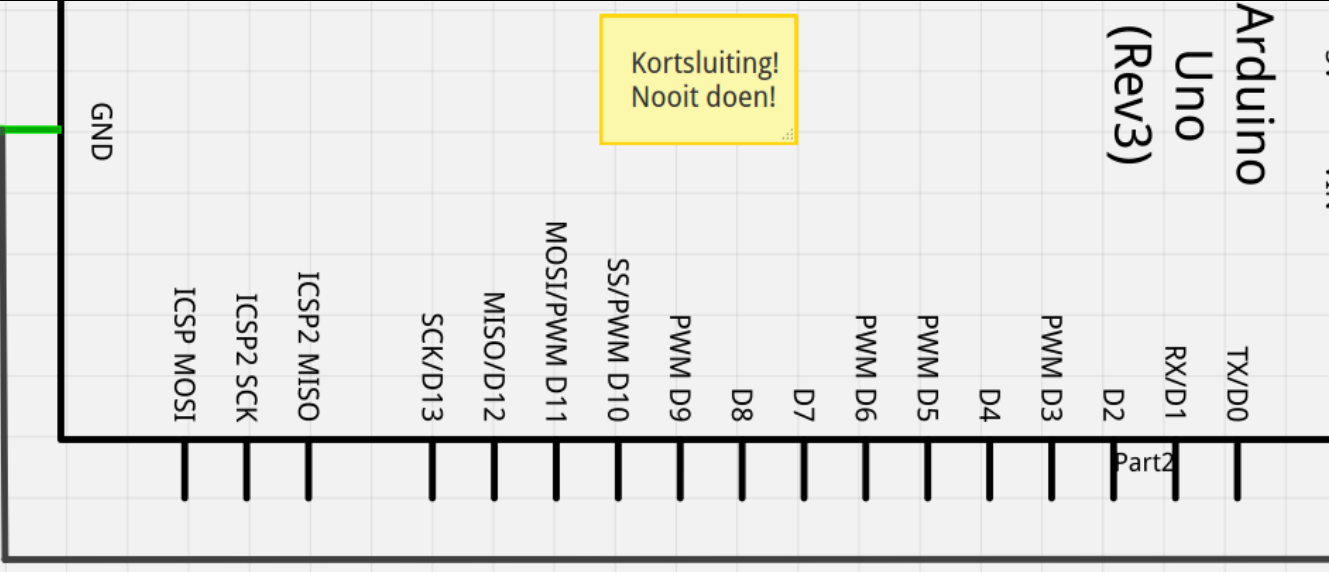
0.1 Overzicht

1. Wat is kortsluiting?
2. Hoe dit te voorkomen?
3. Hoe werkt een breadboard?

0.2 Wat is kortsluiting?



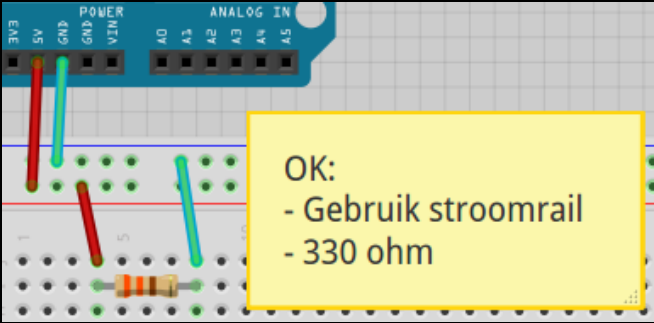
0.3 Wat is kortsluiting?



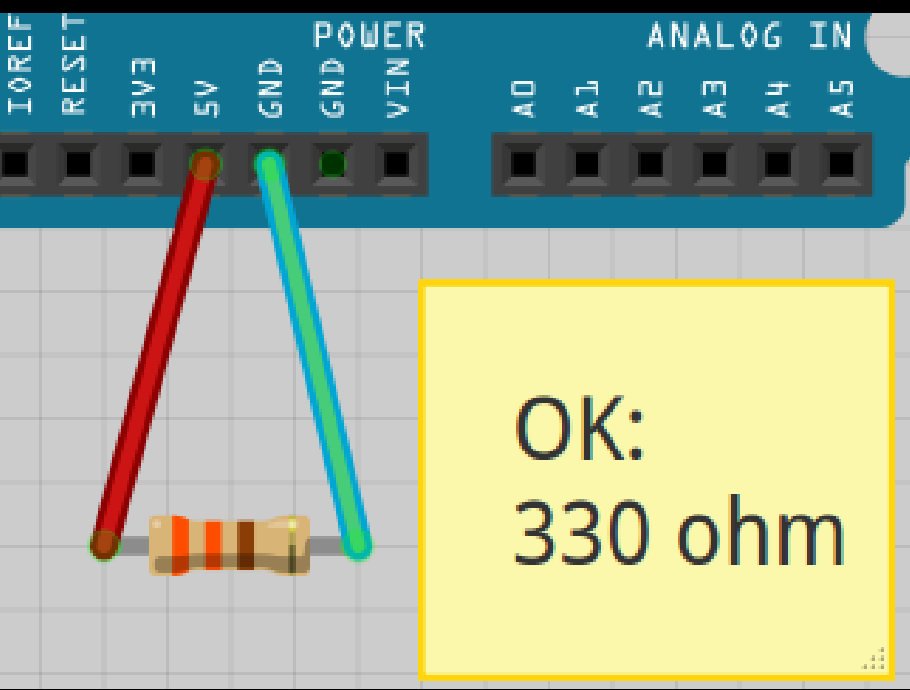
0.4 Hoe dit te voorkomen?

- Weerstand van minimaal 270 ohm
- Ander nuttig gebruik van de spanning

0.8 Breadboard



0.5 Wat is kortsluiting?

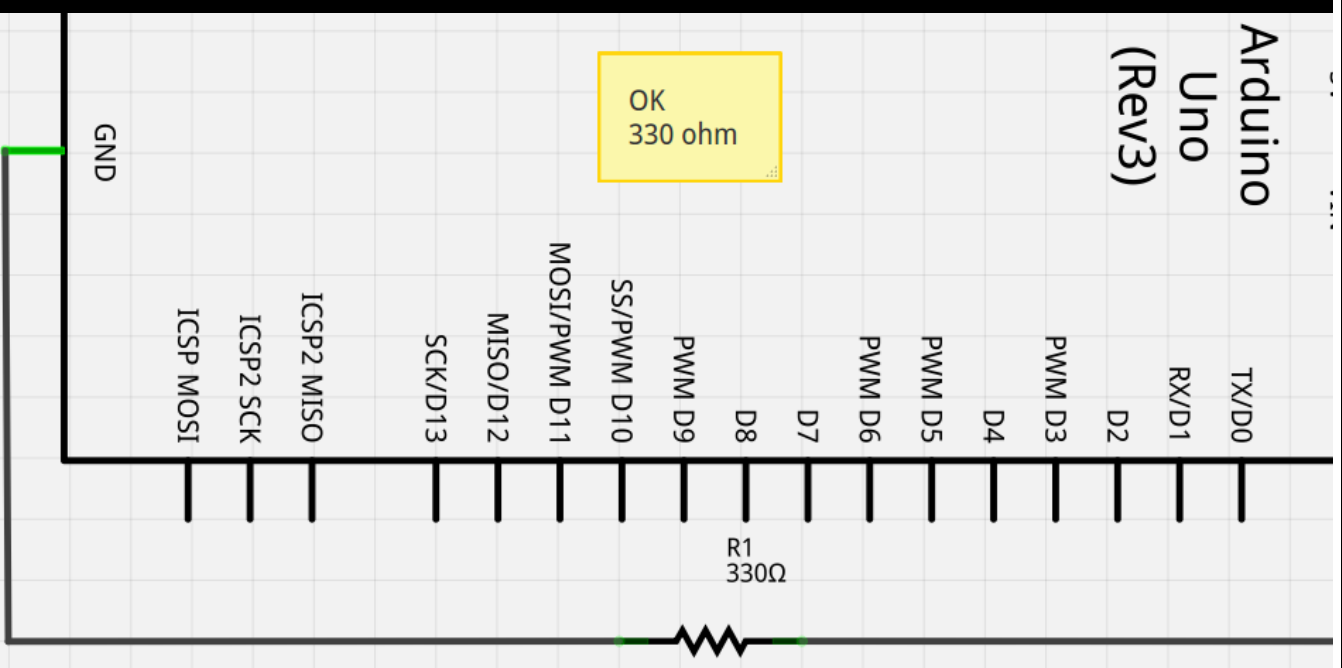


analogRead

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

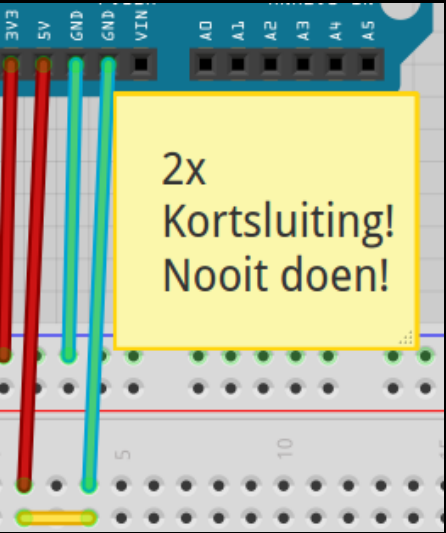
0.6 Wat is kortsluiting?



0.1 Overzicht

1. Doel
2. Opdracht
3. Meten
4. Opschrijven

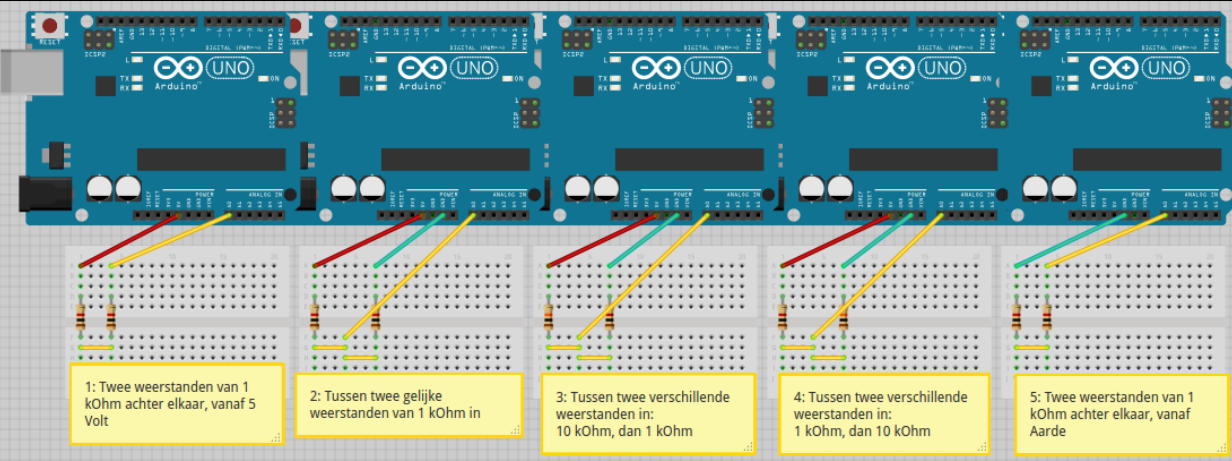
0.7 Breadboard



0.2 Doel

- Spanning meten met Arduino: analogRead
- Basisschakelingen herkennen
- Bouwen van minstens vijf schakelingen
- Dit niet kennen = domme fouten gaan maken: drukknop, sensor, etcetera

0.3 Opdracht



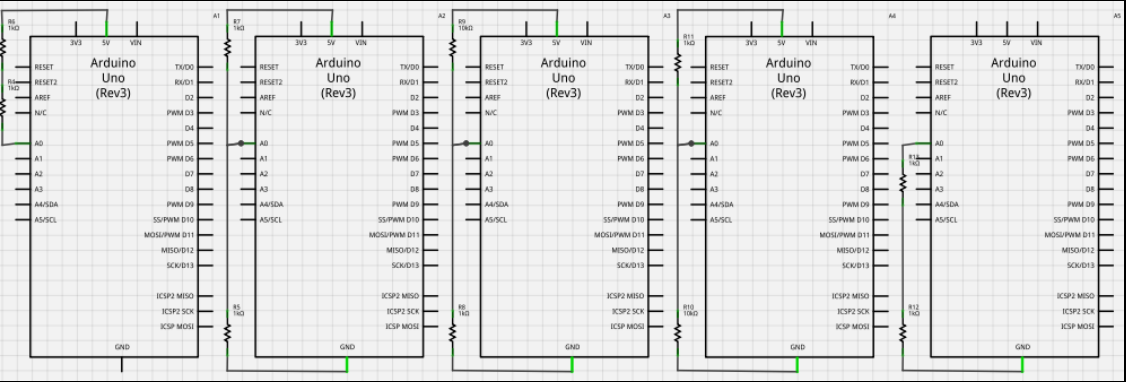
3

0.7 Bekijken



7

0.4 Opdracht



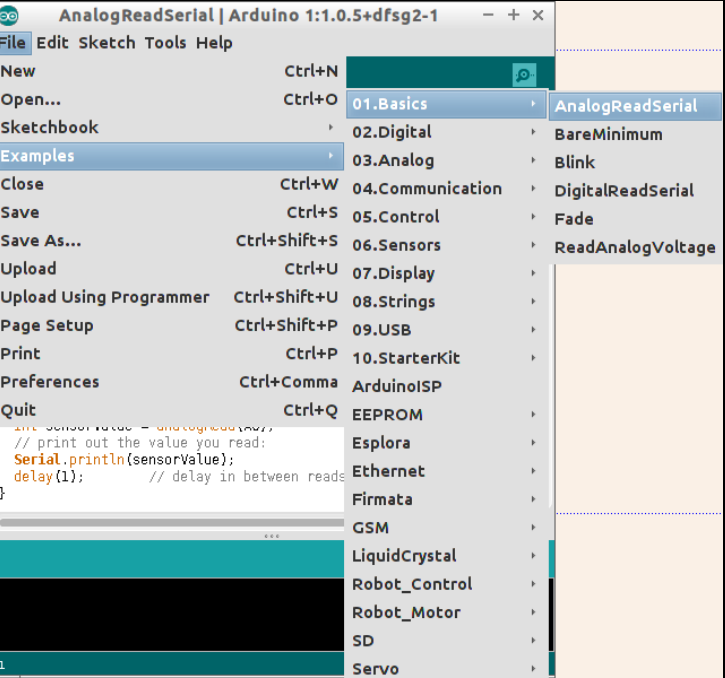
4

0.8 Opschrijven

- Welke waarden meet je bij elk van de vijf schakelingen?
- Kun je voorspellingen maken? Maak gerust nieuwe schakelingen!
- Noteer! Deze schakelingen zul je vaak gaan bekijken!

8

0.5 Programma



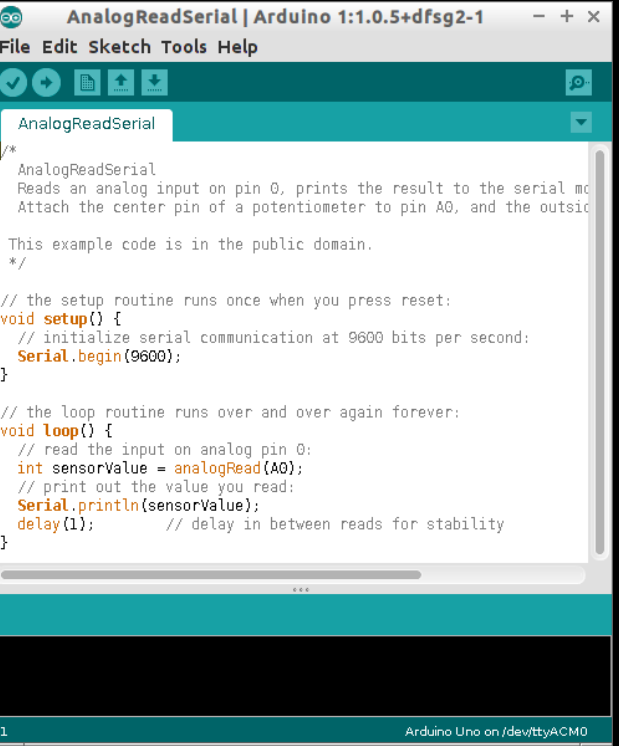
5

Hoe lees ik input?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.6 Programma



6

0.1 Overzicht

1. Doel
2. Vraag
3. Naïef & experiment
4. Zo werkt het
5. Slim & experiment

1

0.2 Doel

- Kunnen reageren op een drukknop
- Een nieuwe basisschakelingen leren
- Dit niet kennen = domme fouten gaan maken

0.6 Doen...

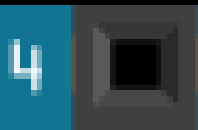
- Volgende slide de oplossing...

0.3 Vraag

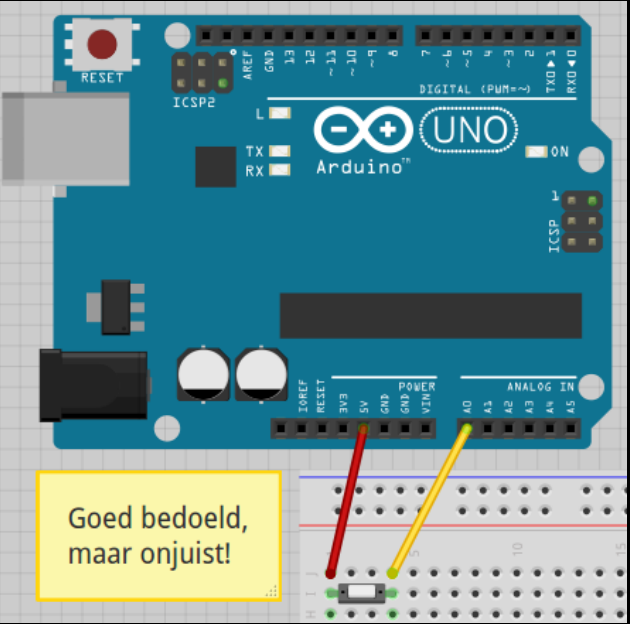
- Bouw een machine die kan reageren op een drukknop
- Gebruik je kennis van 'analogRead'
- ... dit gaat echter anders dan verwacht!

0.7 Waarom onjuist?

- Als de drukknop open is, is de spanning op de input onbepaald: dit kan elke waarde tussen nul en vijf Volt zijn!
- Dit wordt een zwevende input genoemd
- Hoe dit op te lossen?



0.4 Ontwerp: naief



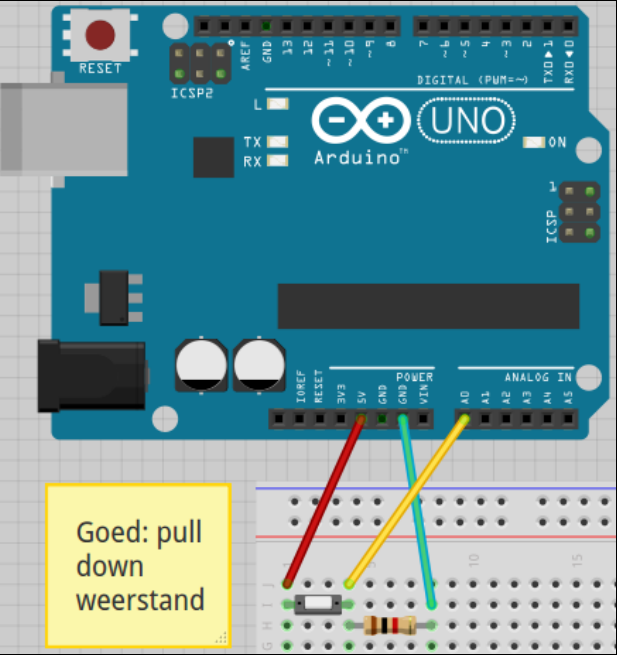
0.8 Ontwerp: oplossing

- Verbind de input via een weerstand met de Aarde
- Hierdoor kan restspanning wegvloeien tot nul Volt
- Dit wordt een pull-down weerstand genoemd

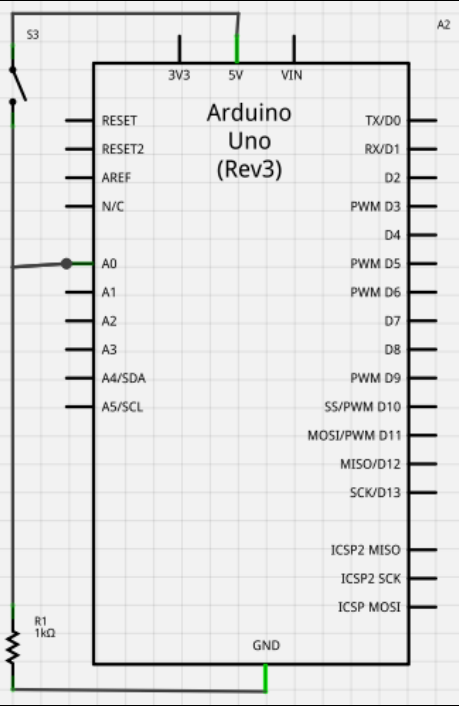
0.5 Opdracht

- Bouw dit!
- Wat voorspel je?
- Gebruik weer programma 'Examples | Basics | AnalogReadSerial'
- Wat meet je als de schakelaar wel/niet ingedrukt is?
- Noteer! Dit onverwachte gedrag zal je vaker tegenkomen!
- (tijd over: probeer de schakeling te laten werken)

0.9 Ontwerp: oplossing



0.10 Ontwerp: oplossing



0.11 Opdracht

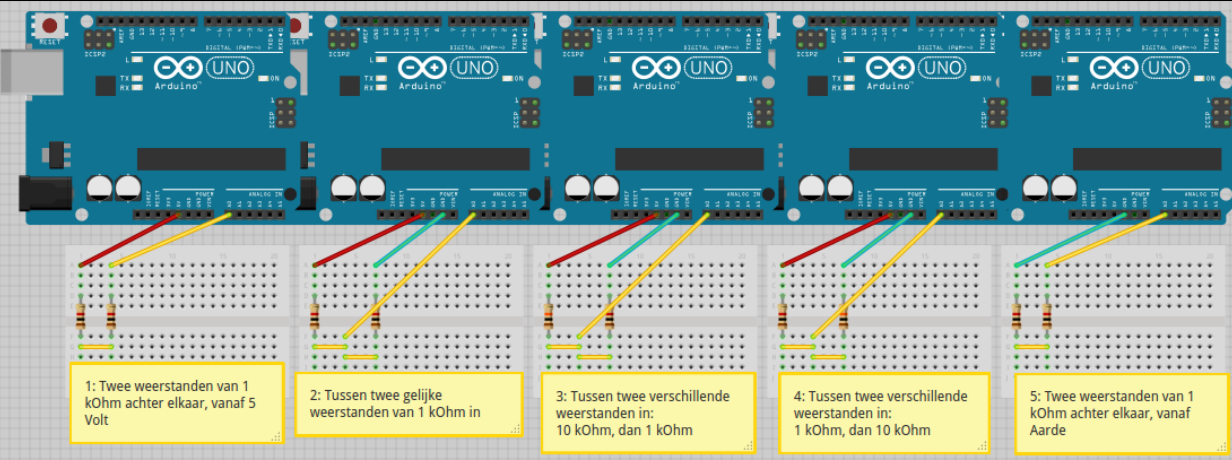
- Bouw dit!
- Wat voorspel je?
- Gebruik weer programma 'Examples | Basics | AnalogReadSerial'
- Wat meet je als de schakelaar wel/niet ingedrukt is?
- (tijd over: gebruik analogWrite naar een LEDje)

Dag 2 Oefeningen

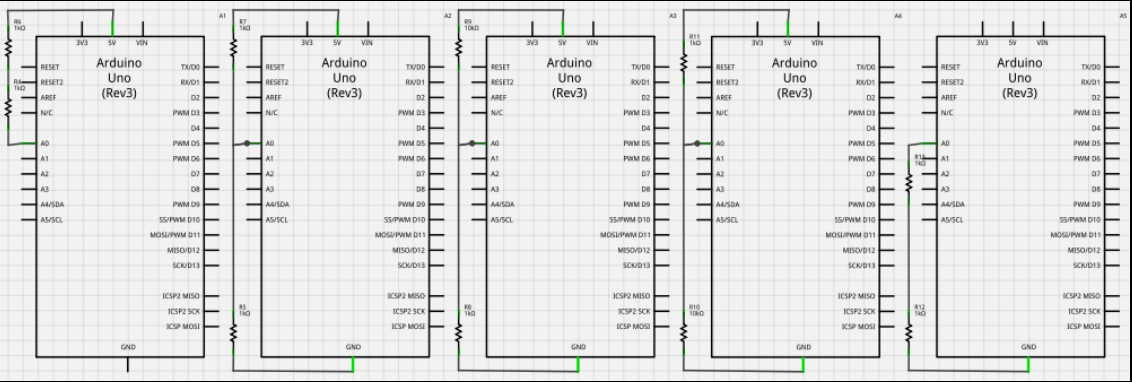
(C) Richèl Bilderbeek 

February 13, 2014

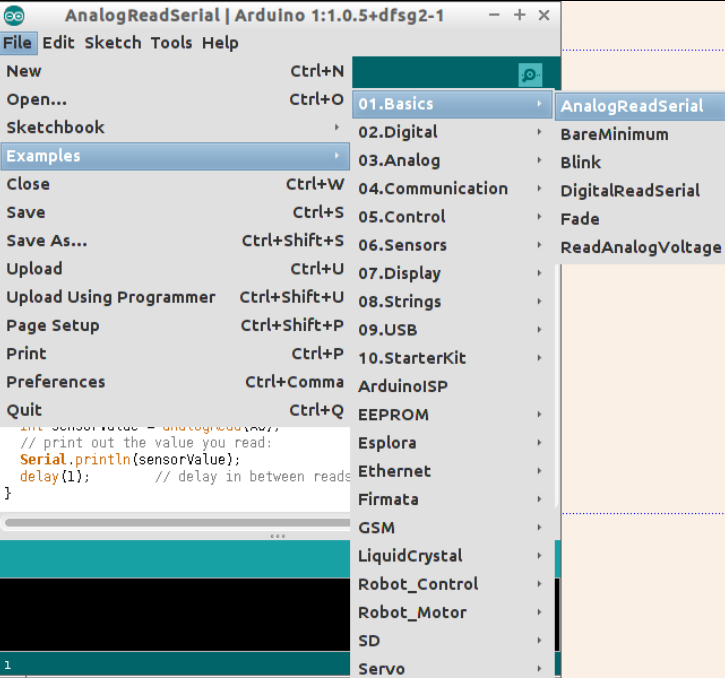
0.2 Basisschakelingen



0.3 Basisschakelingen



0.4 Programma



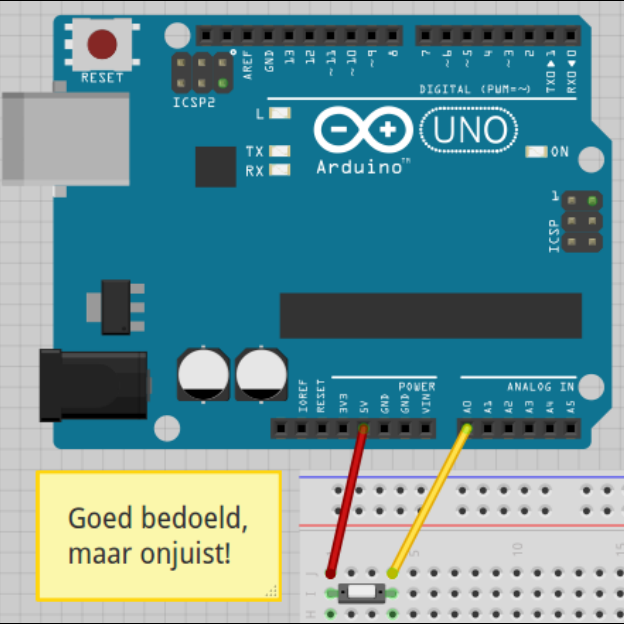
0.1 Overzicht

1. De vijf basisschakelingen
2. De drukknop

0.5 De Vijf Basisschakelingen

- Gebruik het programma: 'Examples | 01. Basics | AnalogReadSerial'
- Bouw omstebeurt de vijf basisschakelingen
- Welke waarden meet je bij elk van de vijf schakelingen?
- Noteer! Deze schakelingen zul je vaak gaan bekijken!

0.6 De Druknop: naief ontwerp



Arduino C++ #1

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.7 De Druknop

- Bouw dit!
- Wat voorspel je?
- Gebruik weer programma 'Examples | Basics | AnalogReadSerial'
- Wat meet je als de schakelaar wel/niet ingedrukt is?
- Noteer! Dit onverwachte gedrag zal je vaker tegenkomen!
- Daarna: krijg de schakeling juist werkend

0.1 Overzicht

1. Doel
2. Arduino IDE
3. 'setup' en 'loop'
4. Fouten
5. data typen
6. if
7. for

Dag 3

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.2 Doel

- Fouten leren lezen
- Internet zoektermen
- Basis van programmeren

0.1 Vandaag

1. RgbLed: aansluiten RGB led
2. Cpp01: C++ basis
3. ReadSensor: lezen van een sensor

0.3 Arduino IDE

- Doel: gemakkelijk programmeren voor beginners (NB: voor gevorderden minder geschikt)
- taal: C++, volgens de C++03 standaard (niet C++0x, niet C++11)
- bibliotheken: C, Arduino
- voegt zelf nog dingen toe (zoals de main functie)

0.4 Van code naar machinetaal

- Code is bedoeld voor mensen om te lezen en te schrijven
- Een chip begrijpt alleen maar machinetaal
- Een compiler doet de vertaling van code naar machinetaal (NB: er zijn meer programma's die helpen, die noem ik vandaag allemaal 'compiler')
- De compiler is erg precies, en dat is goed
- De compiler heeft altijd gelijk!

0.8 Fouten

//Een letter weg	void setup({}
oid setup() {}	void setup) {}
vid setup() {}	void setup() }
vod setup() {}	void setup() {
voi setup() {}	
voidsetup() {}	//Een woord of tekencombinatie weg
void etup() {}	setup() {}
void stup() {}	void () {}
void seup() {}	void setup {}
void setp() {}	void setup()
void setu() {}	

0.5 Minimum programma

```
void setup() {}
void loop() {}
```

0.9 Variabelen en data typen

- Variabele: iets wat een computer moet onthouden, iets dat een mens kan lezen
- int: een geheel getal, bijvoorbeeld: een pin nummer, een aantal seconden

```
const int pin_led = 2;
```

- double: een gebroken getal, bijvoorbeeld: een voltage

```
const double voltage = 3.3; //Volt
```

- bool: een ja/nee, bijvoorbeeld: is de drukknop ingedrukt?

```
const bool is_ingedrukt = /* iets ingewikkelds */;
```

- nog veel meer

0.6 Fouten

De code:

```
//(alle code gewist)
```

Foutmelding:

```
core.a(main.cpp.o):
In function 'main': /[...] / main.cpp:11:
undefined reference to 'setup'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Kern:

```
undefined reference to 'setup'
```

Wat bedoelt de compiler:
De compiler heeft gehoord dat 'setup' moet bestaan, maar kan deze niet vinden

0.10 Ombouwen van data type

- Soms gebeurt dit stiekum of per ongeluk
- Maar dit kan ook open en expres, met static_cast

```
const int waarde
= analogRead(A0);
const double voltage
= static_cast<double>(waarde)
/ 1024.0;
```

0.7 Opdracht

- Start 'Examples | Basics | Bare minimum'
- Probeer zoveel mogelijk verschillende fouten te maken, alleen in 'setup' ('loop' is immers precies hetzelfde)
- Noteer (1) de code (2) de kern van de foutmelding (3) wat je denkt dat de compiler bedoelt (4) laat ruimte over voor later; als je snapt wat de
- Ik vind er met gemak achttien!
- Deze fouten zul je nog vaak tegen komen!

0.11 if statement

- Als je iets soms wel en soms niet wil

```
if (analogRead(A0) < 512) { digitalWrite(2,HIGH); }
else { digitalWrite(2,LOW); }
```

Teken	Spreek uit
==	is gelijk aan
!=	is ongelijk aan
<	is kleiner dan
<=	is kleiner of gelijk dan
>	is groter dan
>=	is groter of gelijk dan

0.12 for loop

- Als je een teller wilt laten lopen

```
for (int teller=0; teller!=255; ++teller)
{
  analogWrite(2,teller);
}
```

- Lees dit als:
 1. Zet een int genaamd 'teller' op de beginwaarde nul
 2. Doe de code tussen accolades zo lang 'teller' niet gelijk is aan 255
 3. Na de code tussen accolades: tel één op bij teller ('++teller') en ga naar stap 2

0.13 Testen

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

void loop()
{
  const double x = 2.0 / 7.0; Serial.println(x);
  const int i = 123; Serial.println(i);
  const bool b = true; Serial.println(b);
  for (int i=0; i!=255; ++i) Serial.println(i);
}
```

0.14 Opdracht

- Zoek een toepassing voor een if statement
- Zoek een toepassing voor een for loop

Hoe lees ik een sensor?

(C) Richèl Bilderbeek



April 19, 2014

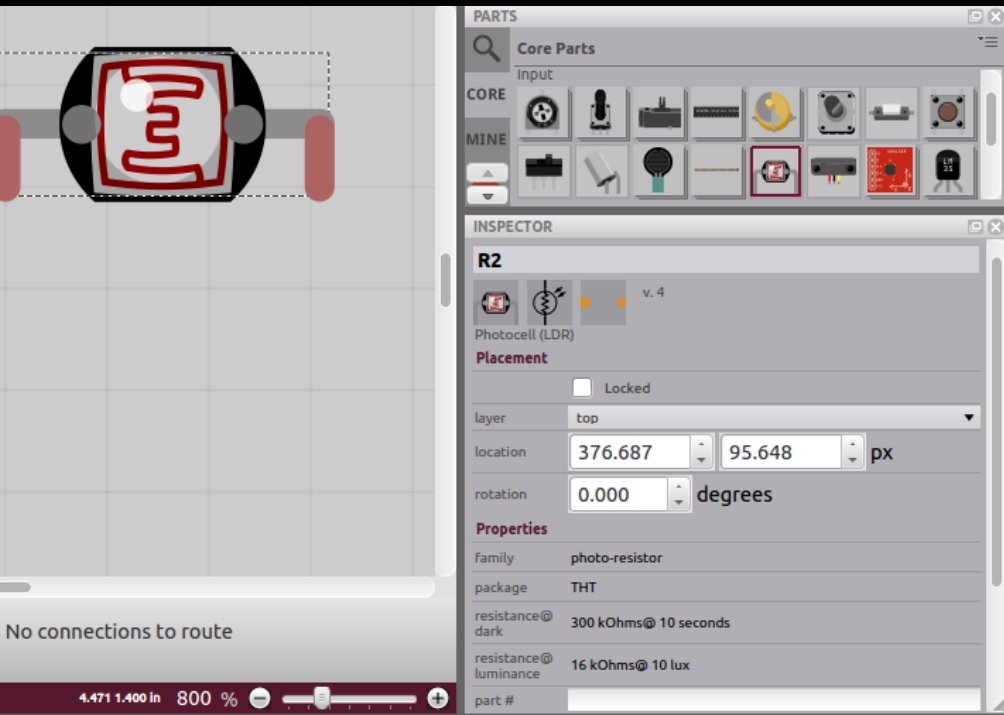
0.1 Overzicht

1. Doel
2. Vraag
3. Naief & experiment
4. Zo werkt het
5. Slim & experiment

0.2 Doel

- Zelf uitvinden hoe een lichtsensord werkt
- Experiment: ontwerpen, bouwen, meten, noteren

0.3 Waar in Fritzing?



0.4 Opdracht

- Weet: een lichtsensord krijgt een andere weerstand bij meer/minder licht
- Weerstanden kennen we!
- Ontwerp een (of meer) schakeling(en) in Fritzing die bij meer/minder licht een andere waarde meet
- Bouw de schakeling, programmeer, meet de waarden, noteer!
- (tijd over: meet alleen de waarde als er op een drukknop wordt gedrukt, gebruik 'if' in je code)

0.5 Doen!

0.2 Doel

- Zelf uitvinden hoe een zonnemotor werkt

0.6 Conclusie

- Waar liep je tegen aan?
- Hoe reageert een lichtsensor?

0.3 Waar in Fritzing?

- Niet

Hoe stuur ik een zonnemotor?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.4 Opdracht

- Weet: een zonnemotor werkt op maximaal 5 Volt
- Gebruik de code van 'Examples | Analog | Fading' met analogWrite erin
- Ontwerp een (of meer) schakeling(en) in Fritzing om de zonnemotor aan te sturen
- Bouw de schakeling, programmeer, bekijk, noteer

0.1 Overzicht

1. Doel

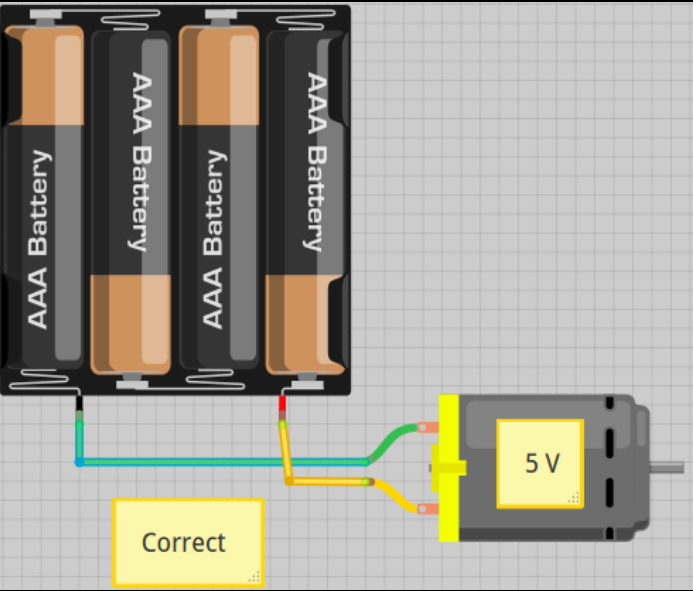
0.5 Doen!

0.6 Conclusie

- Waar liep je tegen aan?
- Hoe reageert een lichtsensor?

0.2 Doel

- Sluit een gelijkstroommotor aan op een Arduino

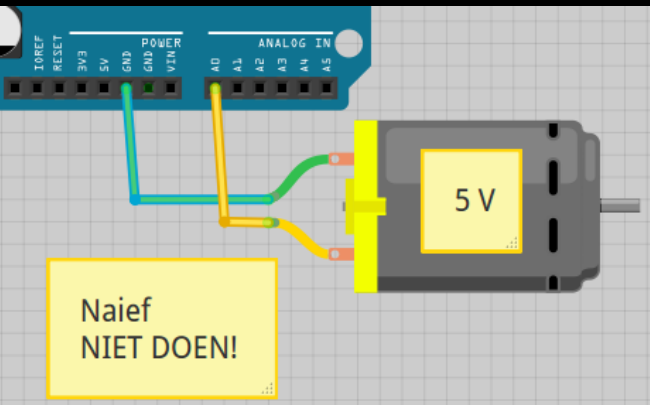


Dag 4

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.3 Naieve oplossing



Hoe sluit ik een gelijkstroom motor aan?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.4 Wat is het probleem?

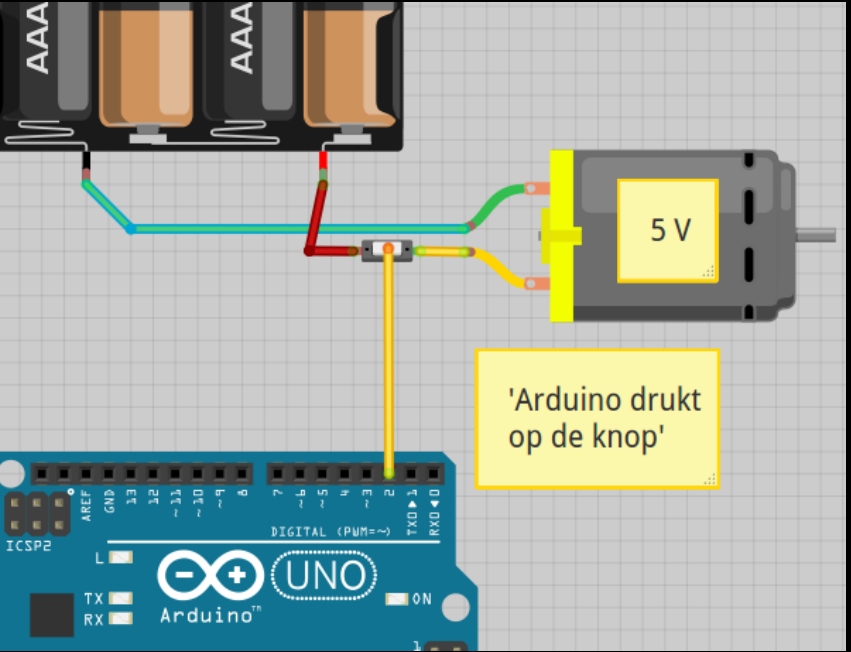
- Een Arduino kan niet veel¹ stroom leveren
- Een Arduino is een *micro-controller*
- Iets dat veel vermogen² nodig heeft, moet indirect aangestuurd worden

¹40 mA per pin
²Vermogen = Spanning x stroom

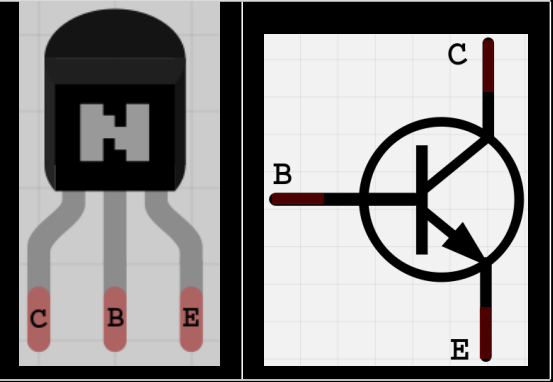
0.1 Overzicht

1. Doel
2. Er is een probleem? 40 mA per pin
3. Wat weten we?
4. Er is een probleem?
5. Hoe gaan we daar mee om?
6. Opdracht: vind dit uit! Noteer in je logboek

0.5 Goed idee

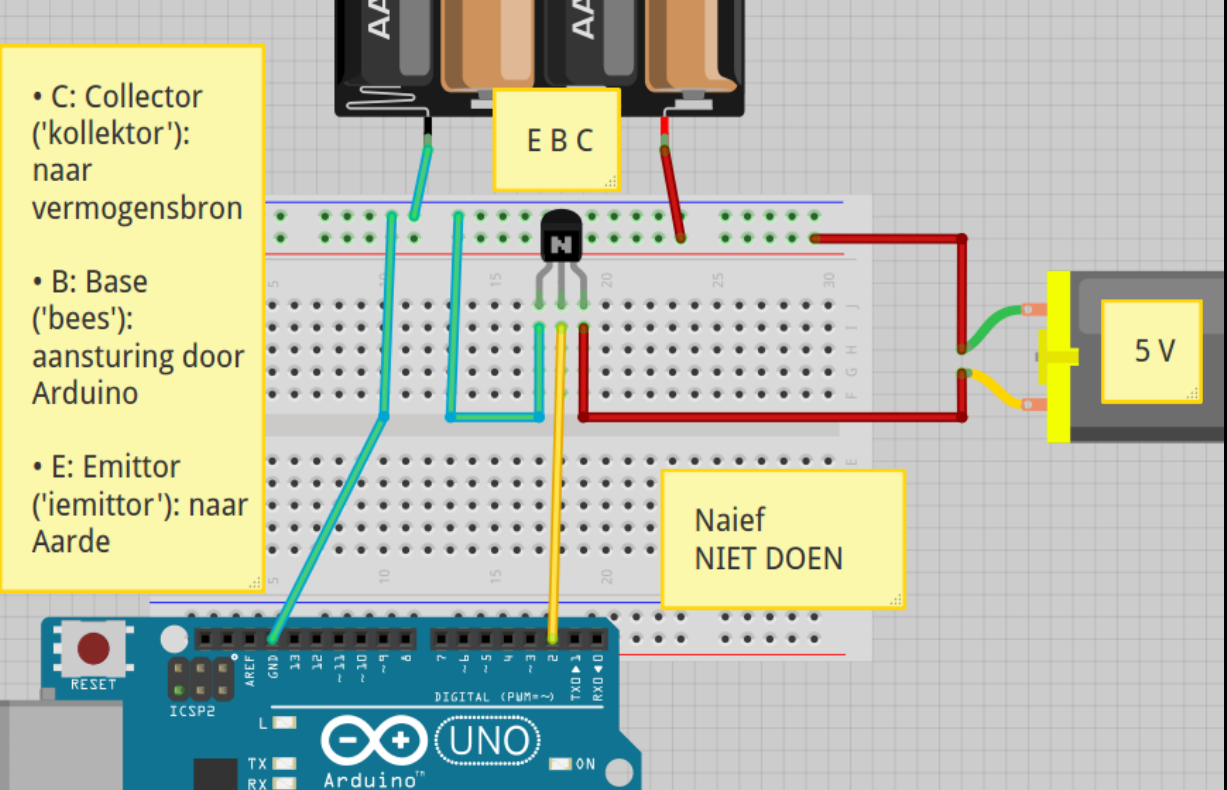


0.6 NPN transistor

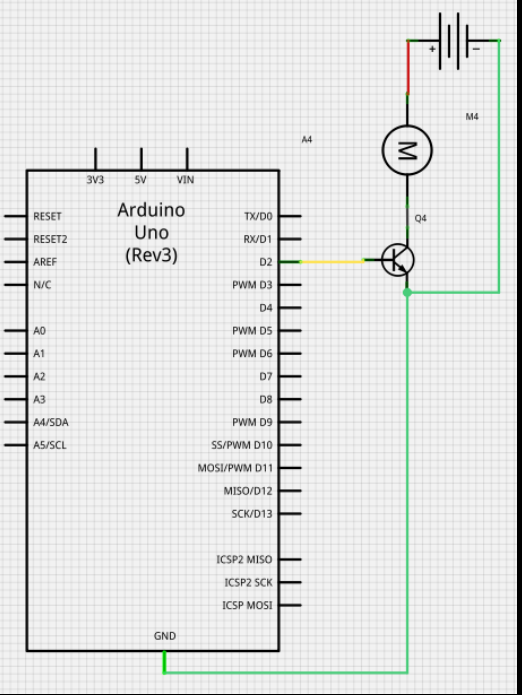


- C: Collector ('kollektor'): naar vermogensbron
- B: Base ('bees'): aansturing door Arduino
- E: Emitter ('iemittor'): naar Aarde

0.7 Beter



0.8 Beter



0.9 Beter

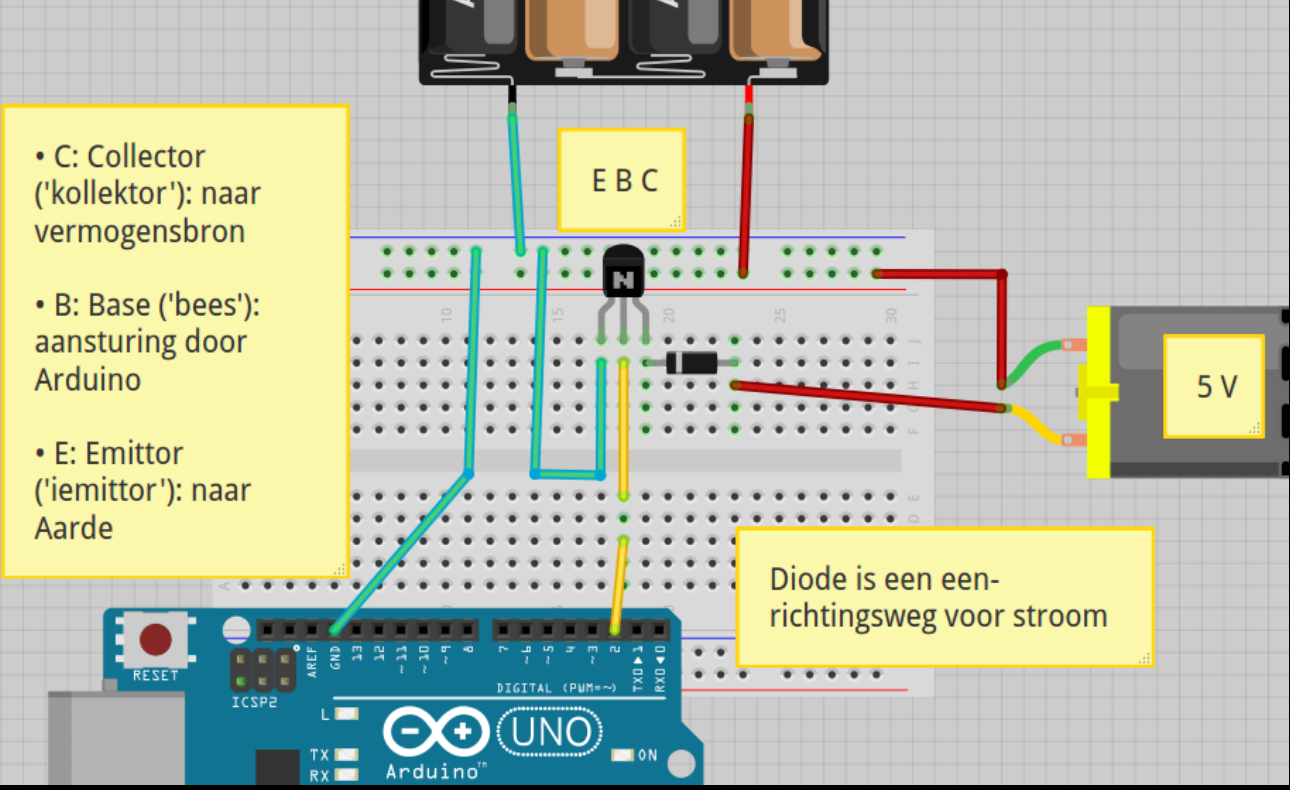
- Een motor kan een terugslag hebben, waardoor er stroom de andere kant op kan gaan lopen
- Dit kan de Arduino beschadigen!
- Er is een onderdeel waardoor stroom maar een kant op kan lopen...

0.10 Diode

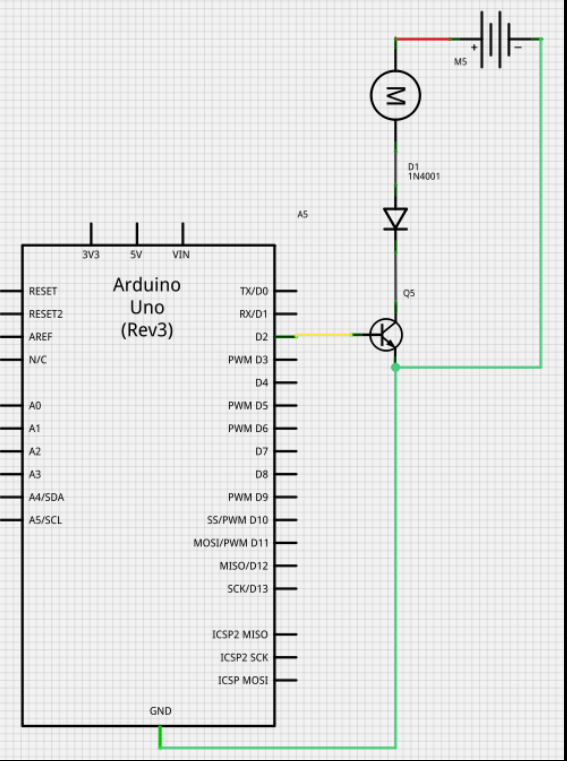


- Stroom loopt van plus naar min
- Bijvoorbeeld van 5V naar GND

0.11 Goed



0.12 Goed



Project: kleursensor

(C) Richèl B lderbeek
March 21, 2014

1 Introductie

Een lichtsensor kan geen kleur herkennen. Met behulp van een RGB LED kan dit wel.

Dit project bestaat uit meerere onderdelen:

- Aansluiten RGB LED
- Aansluiten lichtsensor
- LED laten reageren op sensor
- Omprogrammeren naar kleursensor

2 Aansluiten RGB LED

Als je naief bent, sluit je een RGB LED aan als figuur 1.

- Wat is onjuist aan figuur 1? Wat zou er gebeuren als je dit zo aansluit?

Als je slim bent, sluit je een RGB LED aan als figuur 2.

ook wel 'licht-afhankelijk weerstand' of 'LDR' ('Light Dependent Resistance') genoemd



Figure 1: Aansluiten RGB LED op een naieve manier

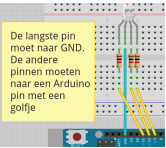


Figure 2: Aansluiten RGB LED op een slimme manier

Om een kleur van een RGB lampje aan te sturen kan je gebruik maken van het voorbeeld Fade².
Het laten schijnen van een LEDje gebeurt met de functie 'analogWrite', bijvoorbeeld als volgt:
analogWrite(9, 127);
Hierin wordt naar pin 9 de waarde 127 gestuurd, waardoor de LED op halve sterkte gaat branden.
• Sluit een RGB LED aan. Laat deze elke seconde een andere kleur geven, in de volgorde rood, geel (=rood + groen), groen, cyaan (=groen + blauw), blauw, magenta (=rood+blauw)

Algoritme 1 is een mogelijke oplossing.

3 Aansluiten lichtsensor

Als je naïef bent, sluit je een lichtsensor aan als in figuur 3. Om de waarde van een lichtsensor te lezen, kan je het voorbeeldprogramma AnalogReadSerial³ gebruiken.
Het lezen van een sensor gebeurt met 'analogRead', bijvoorbeeld als volgt:
int mijn_sensor_waarde = analogRead(A0);
Hierin wordt de waarde van pin A0 gelezen en opgeslagen in de variabele 'mijn_sensor_waarde'.
• Kun je niet voorspellen welke waarde je gaat meten? Bouw dit schema en noteer het resultaat.
Als je weet dat figuur 3 niet werkt, bouw je figuur 4.
• Schrijf op welke waarde je meet in het donker en in het volle licht

²File -> Examples -> 01. Basics -> Fade
³File -> Examples -> 01. Basics -> AnalogReadSerial

```
Algoritme 1 RGB LED voorbeeld code
const int pin_rood = 9;
const int pin_groen = 10;
const int pin_blaauw = 11;

void setup() {
  pinMode(pin_rood, OUTPUT);
  pinMode(pin_groen, OUTPUT);
  pinMode(pin_blaauw, OUTPUT);
}

void GeefKleur(
  const int roodheid,
  const int groenheid,
  const int blauwheid)
{
  analogWrite(pin_rood,r);
  analogWrite(pin_groen,g);
  analogWrite(pin_blaauw,b);
}

void loop() {
  GeefKleur(255, 0, 0); delay(500);
  GeefKleur(255, 255, 0); delay(500);
  GeefKleur( 0, 255, 0); delay(500);
  GeefKleur( 0, 255, 255); delay(500);
  GeefKleur( 0, 0, 255); delay(500);
  GeefKleur(255, 0, 255); delay(500);
}
```



Figure 3: Lichtsensor naïef aangesloten

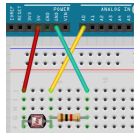


Figure 4: Lichtsensor juist aangesloten

4 LED laten reageren op sensor

Stel je voor, de sensor meet waarden van 400 voor donker en 600 voor licht. Je weet dat een LED als waarde maximaal 255 kan krijgen. Een naïeve manier om de LED aan te sturen is als vol:
const int gemeten_waarde = analogRead(sensor_pin);
analogWrite(led_pin, gemeten_waarde / 3);

- Wat is hiervan het nadeel? Tip: gaat het LEDje ooit volledig branden; gaat het LEDje ooit volledig uit?

Een slimmere manier is de 'map' functie te gebruiken:

```
const int gemeten_waarde = analogRead(sensor_pin);
const int waarde_voor_led = map(gemeten_waarde, 400, 600, 0, 255);
analogWrite(led_pin, waarde_voor_led);
```

- Laat de RGB LED reageren op de gemeten sensorwaarde. Laat deze bijvoorbeeld wit schijnen als er veel licht is.

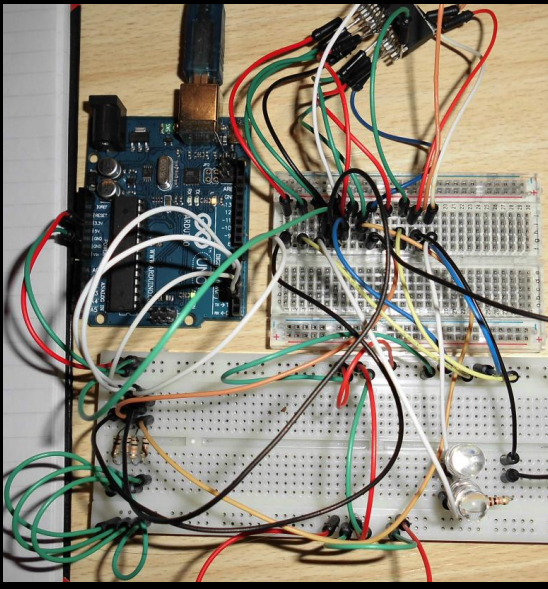
5 Omprogrammeren naar kleursensor

Laat de LED om de beurt rood, groen en blauw branden. Laat de lichtsensor om de beurt de rood, groen en blauwwaarde meten van het ding waarop je schijnt. Laat dan de LED de kleur branden van het ding.

0.1 Overzicht

1. Waarom een werkwijze?
2. Welke werkwijze?

0.2 Hoezo?

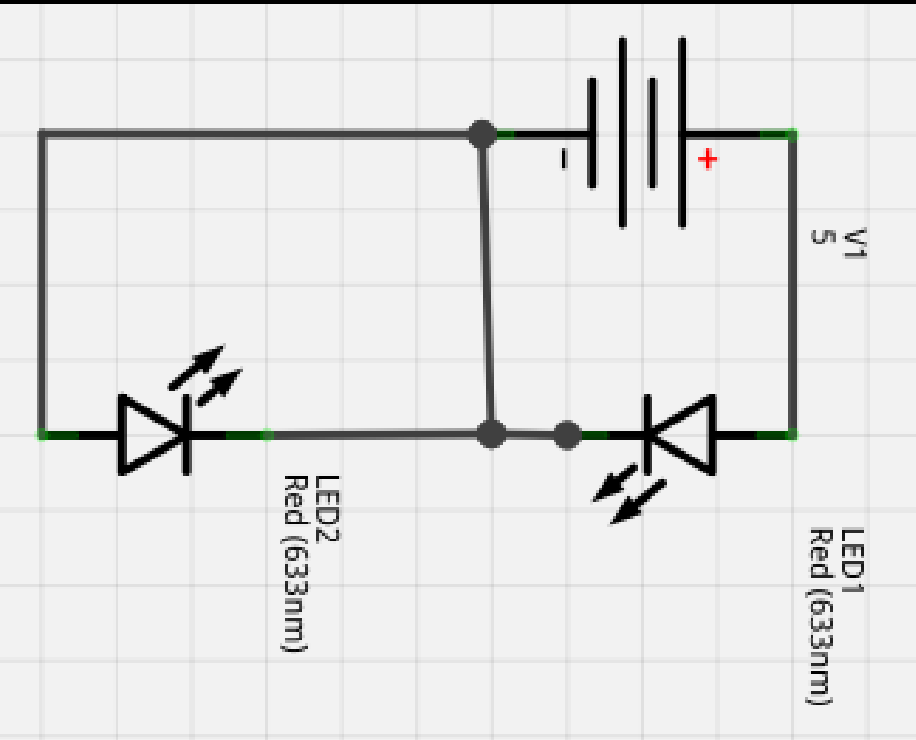


Hij doet het niet!

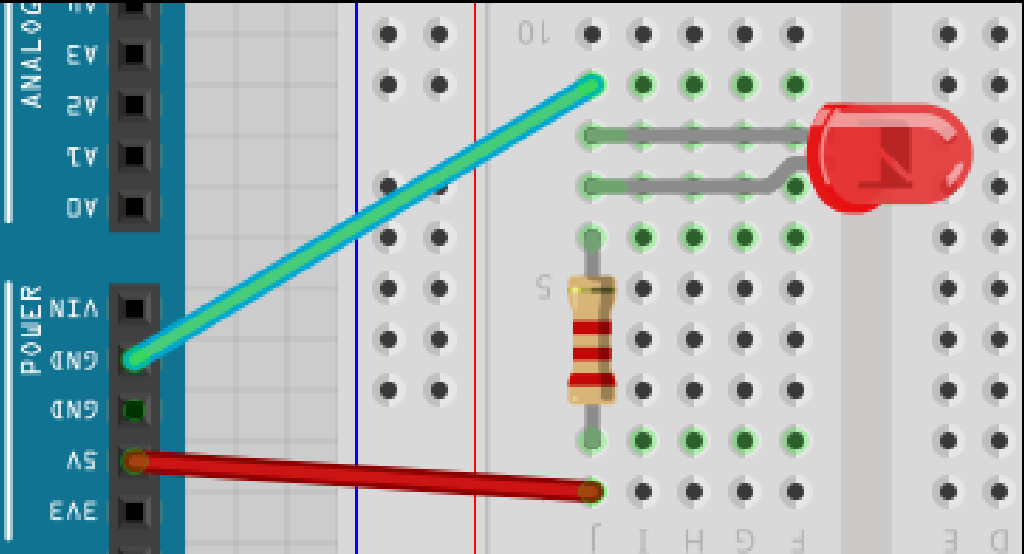
0.3 'Hij doet het niet'

- Wat is je stroomschema?
- Wat is je programma?
- Wat had je verwacht? Wat zie je gebeuren?

0.4 Stroomschema



0.5 Stroomschema



5

0.6 Wat is je programma?

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

void loop()
{
  int x = 0;
  if (x == 10)
  {
    digitalWrite(2,HIGH);
  }
  ++x;
}
```

6

0.7 Wat is je programma?

```
int led = 13;
void setup()
{
  pinMode(led , OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(led , HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led , LOW);
  delay(1000);
}
```

7

0.8 Wat had je verwacht? Wat zie je gebeuren?

- 'Dat er dingen gebeurden'
- 'Dat als ik op de knop druk, er een lampje elke second aan en uit gaat, de pieper gaat piepen met afwisselend elke twee seconde een hoge en een lage toon, het LCD scherm met een snelheid van een letter per seconde als een lichtkrantje het Wilhelmus toont ... camera ... robotarmen ... koude kernfusie
- 'dat het LEDje om de seconde aan en uit gaat'
- [andere citaten van vage verwachtingen]

8

0.9 Wat had je verwacht? Wat zie je gebeuren?

- 'als ik de drukknop indruk, dat dit bij de Arduino binnenkomt'
- 'dat er elke seconde afwisselend wel en geen spanning op het LEDje staat'
- Dit zijn verwachtingen die wijzen richting de oplossing
- Elke verwachting omvat een aanname, die blijkbaar onjuist is gebleken

9

0.10 Werkwijze

- Ontwerp precies
 - maak een stroomschema
- Werk precies:
 - sluit het stroomschema juist aan
 - laat het stroomschema met de software overeenkomen
- Denk precies
 - bedenk wat je verwacht
 - bedenk wat je aanneemt
- Als je dit doet, kun je alles

10