

Dag 1

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.1 Vandaag

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

Arduino cursus introductie

(C) Richèl Bilderbeek 

January 30, 2014

1

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

0.3 Wie zijn jullie?

- Wie ben jij?
- Wat wil je?

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

2

3

0.5 Vorm cursus vandaag

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

4

5

0.1 Overzicht

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

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

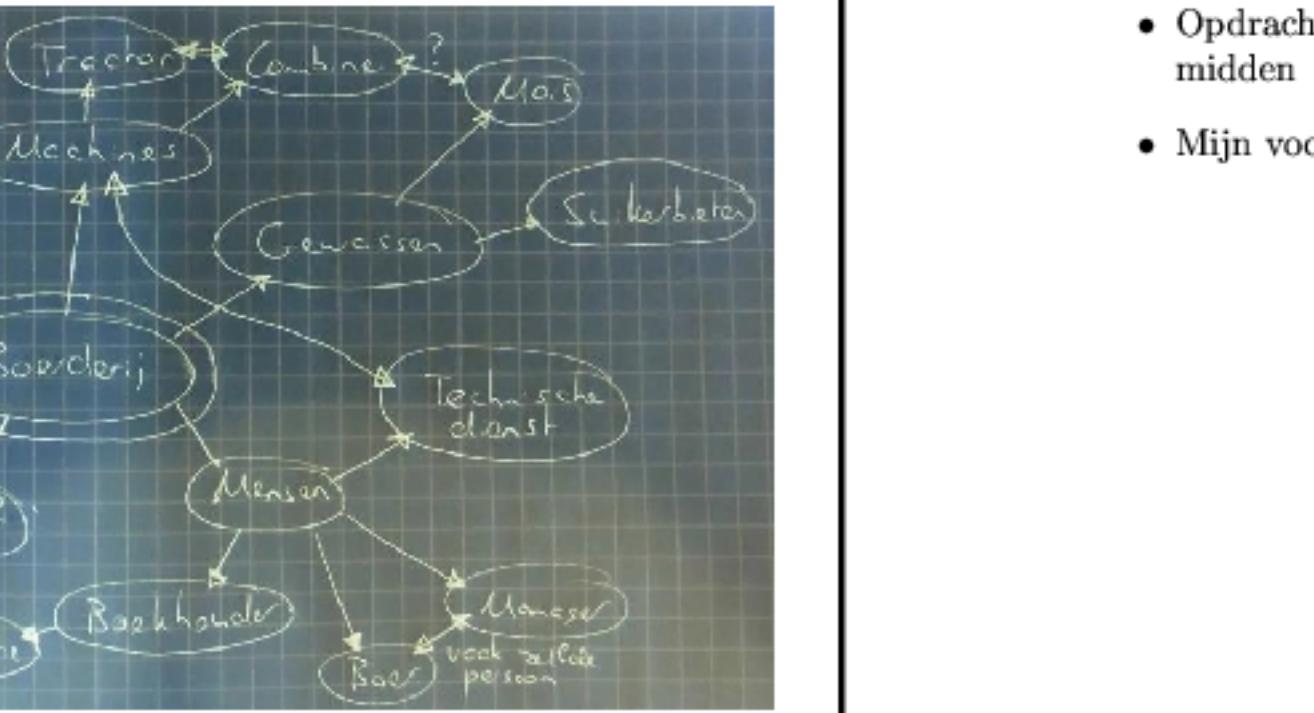
6

0.2 Wat weten jullie?

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

2

0.3 Wat is een mindmap?



3

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

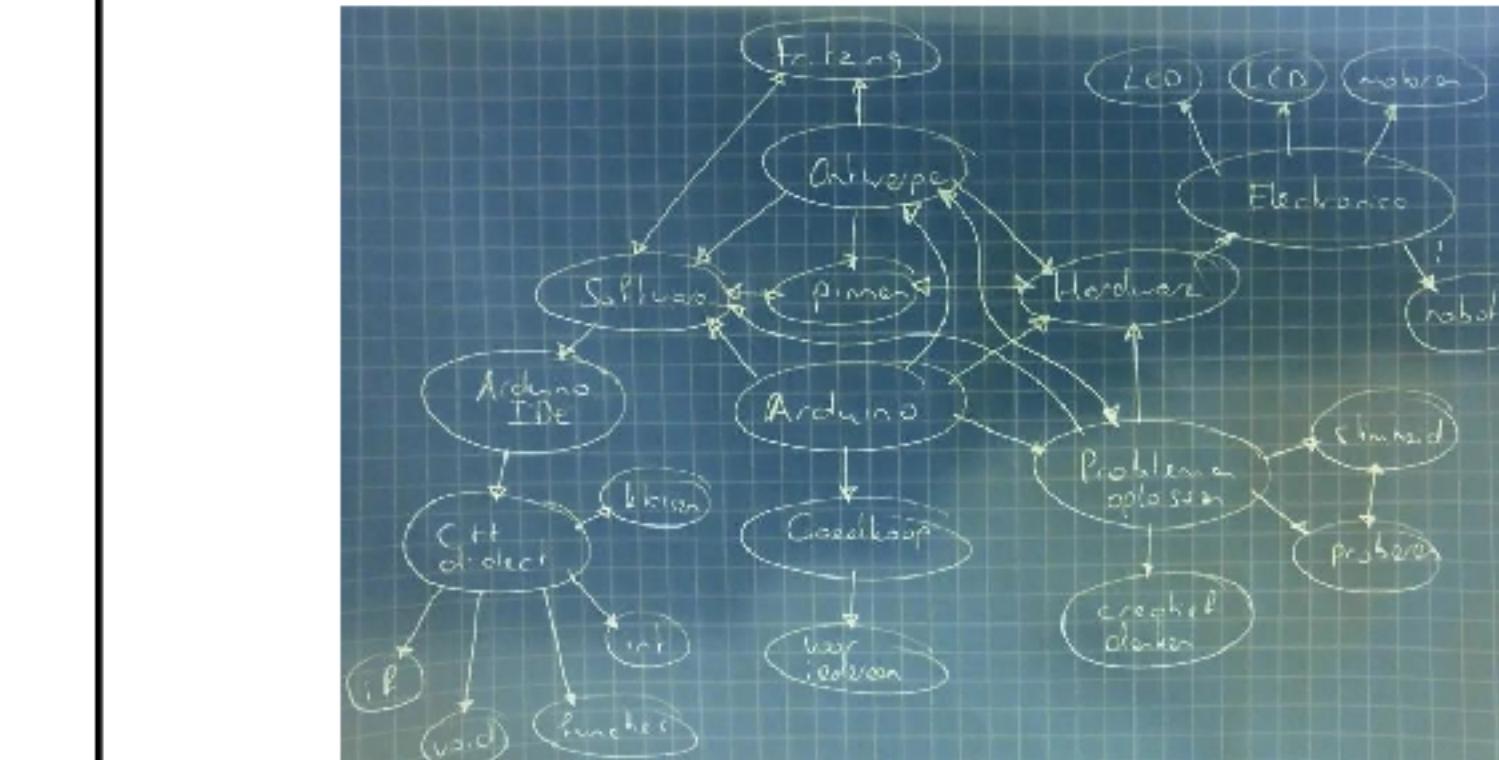
4

0.1 Overzicht

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

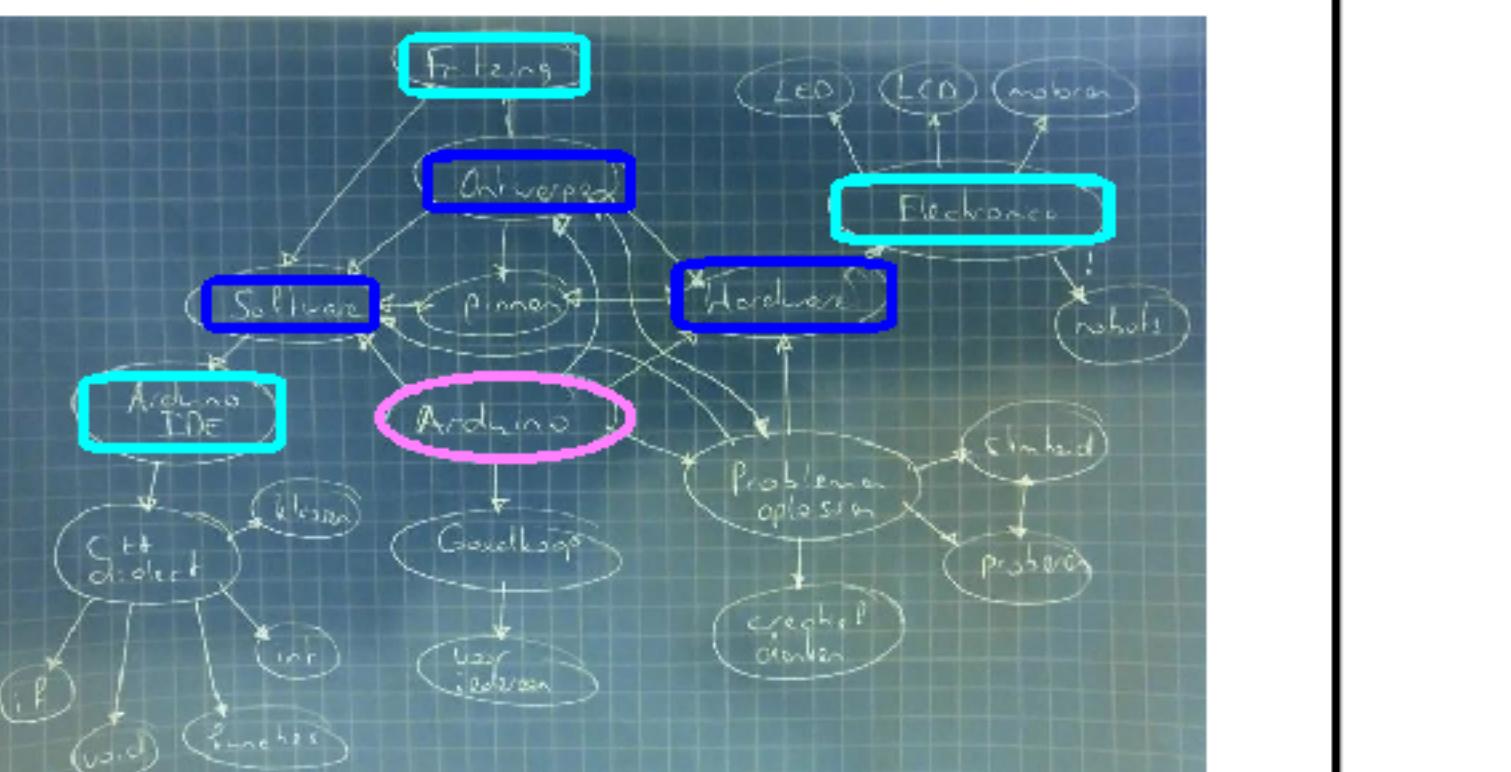
1

0.5 Wat is Arduino volgens Richèl?



5

0.6 Wat is Arduino volgens Richèl?



6

0.10 Conclusie

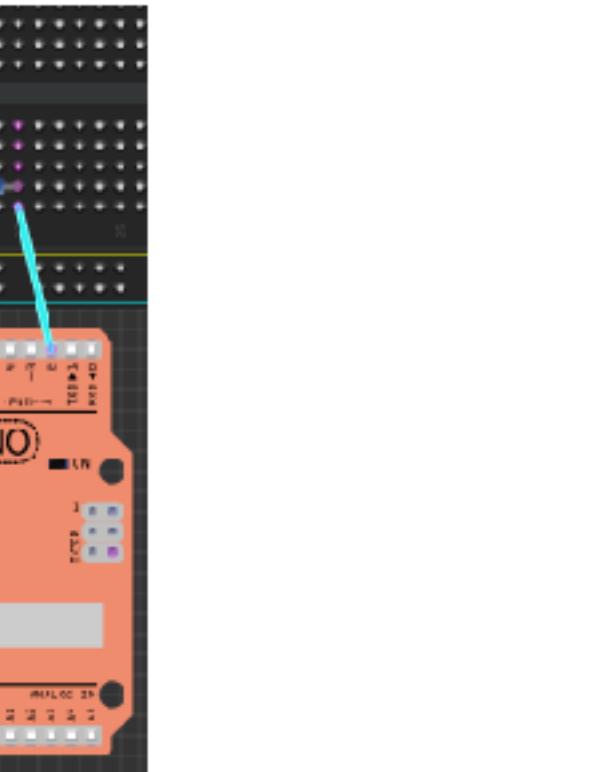
Wat we doen is divers:

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

Wij bouwen dit stap voor stap op

10

0.7 Elektronica



7

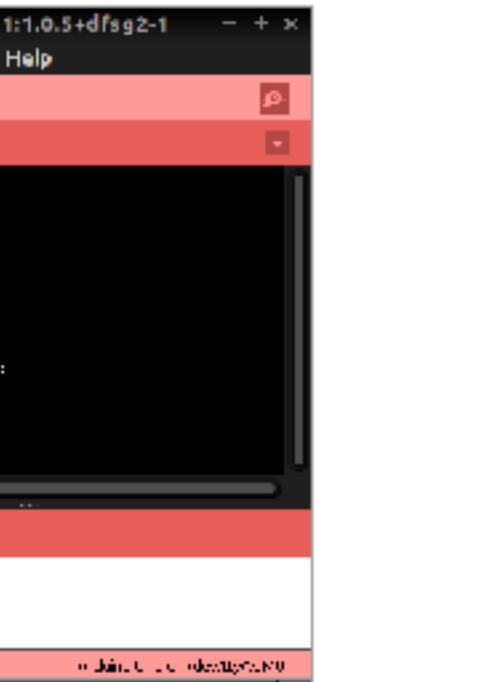
Hoe sluit ik een LED aan?

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

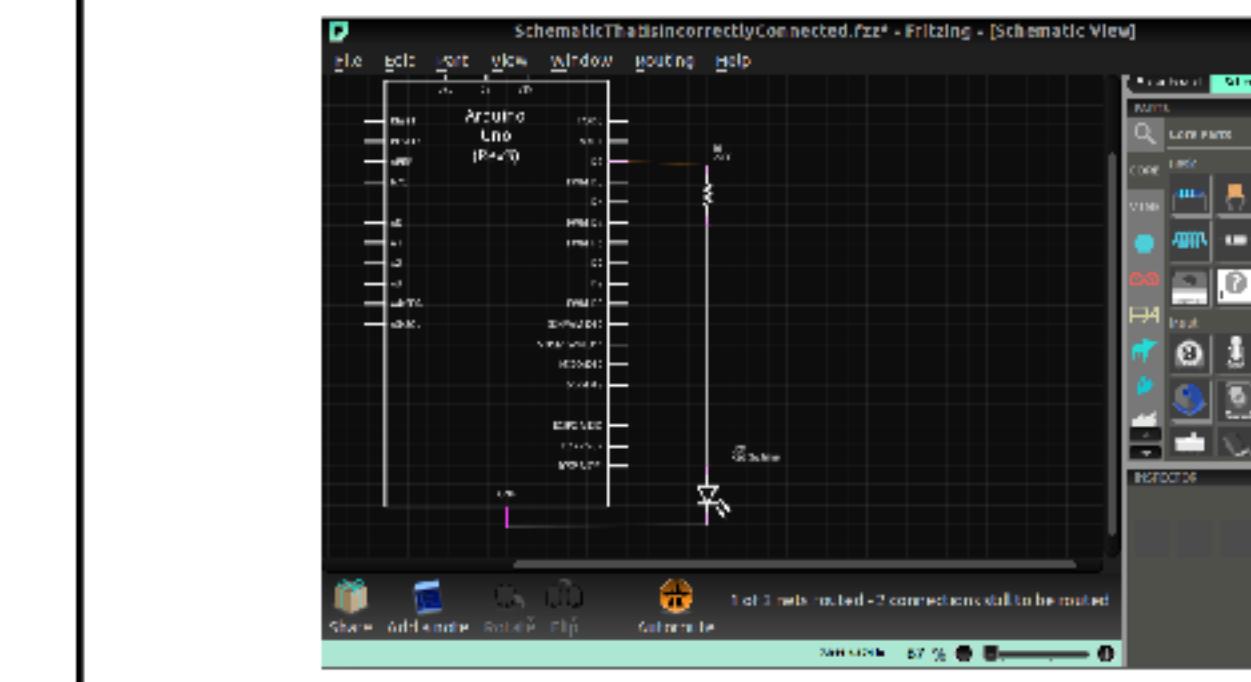
1

0.8 Software



8

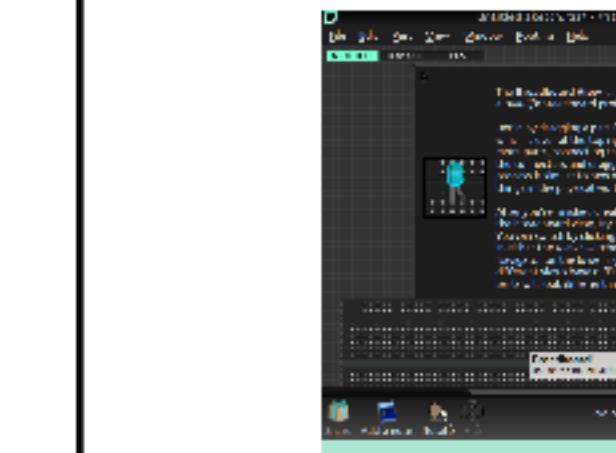
0.9 Ontwerpen



9

0.2 Fritzing

- Vrije software
- Linux, Mac OS X, Windows



2

0.3 Fritzing installatie

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

3

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?

7

8

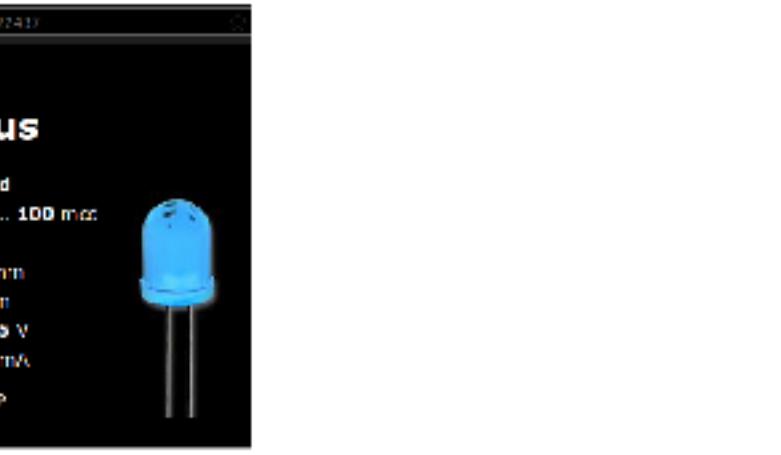
0.4 Opdracht

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

Welk probleem kom je tegen?

4

0.8 Antwoorden



Wat kun hieraan doen?

9

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?

5

9

0.6 Wat weten we?

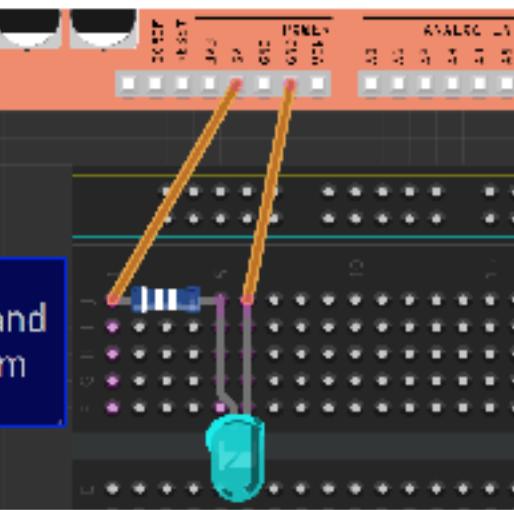
1. Wat is volt?
2. Wie weet hoeveel volt een LED gebruikt?
3. Wie weet hoeveel volt een Arduino levert?

6

10

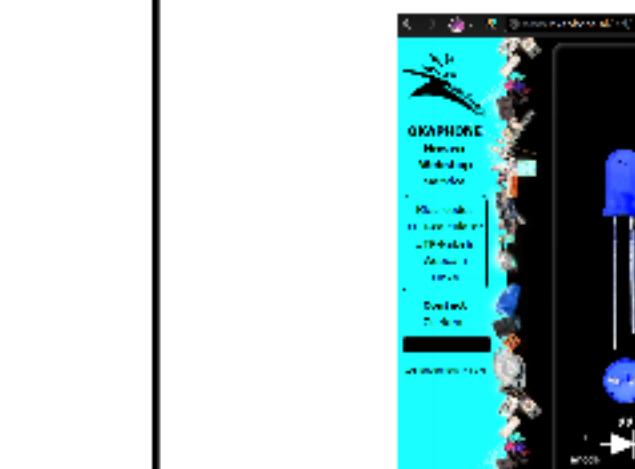
0.9 Hoe hoge spanningen tegen te gaan?

- Met een weerstand!



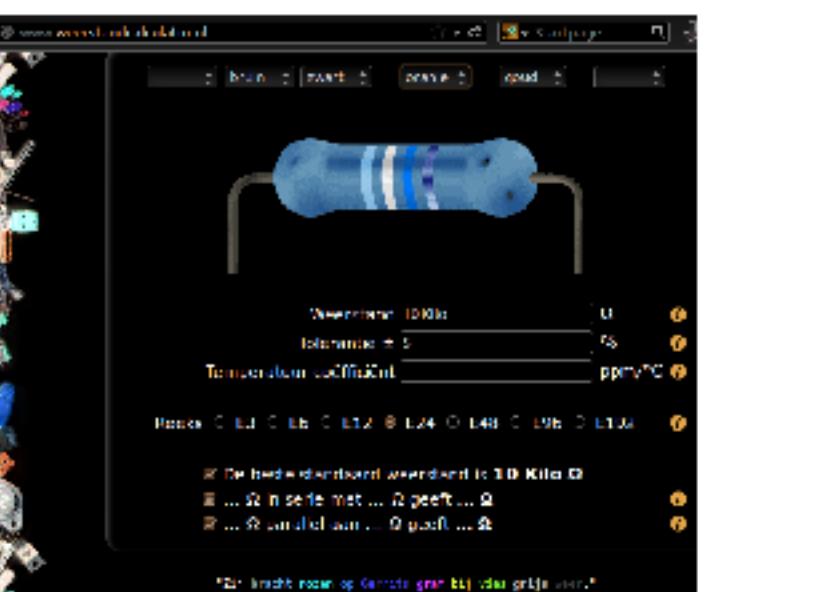
0.10 Welke weerstand?

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



0.11 Welke weerstand?

- Zij Bracht ROzen Op GErrits GRaf Bij Vies GRIJS Weer



11

0.1 Overzicht

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

1

0.12 Bouwen!

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

2

0.13 Geniet

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

3

Hoe schakel ik een LED?

(C) Richèl Bilderbeek

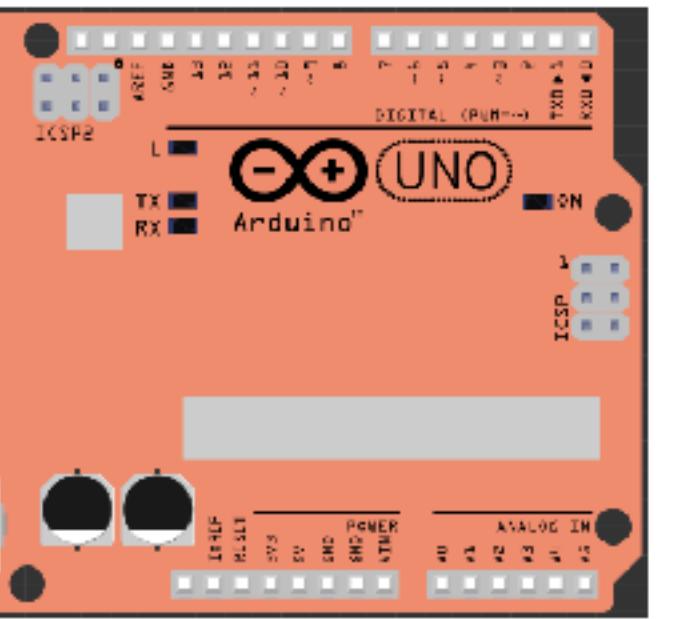
April 19, 2014

0.2 Doel

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

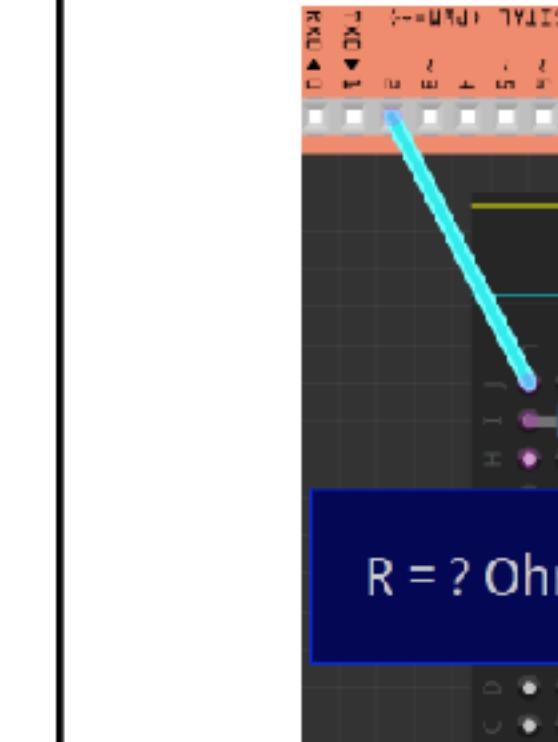
0.3 Hoe ontwerpen?

- Waar denk je dat de Arduino dit mee kan?



3

0.4 Ontwerp



4

0.5 En nu?

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

5

Dag 1 Oefeningen

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.6 Arduino IDE



6

0.7 Arduino IDE installatie

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

7

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

8

0.1 Overzicht

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

0.2 Fritzing installatie

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

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>

4

Kortsluiting & Breadboard

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

1

2

3

0.5 Programmeer een knipperende LED

- 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

1

Dag 2

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

2

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

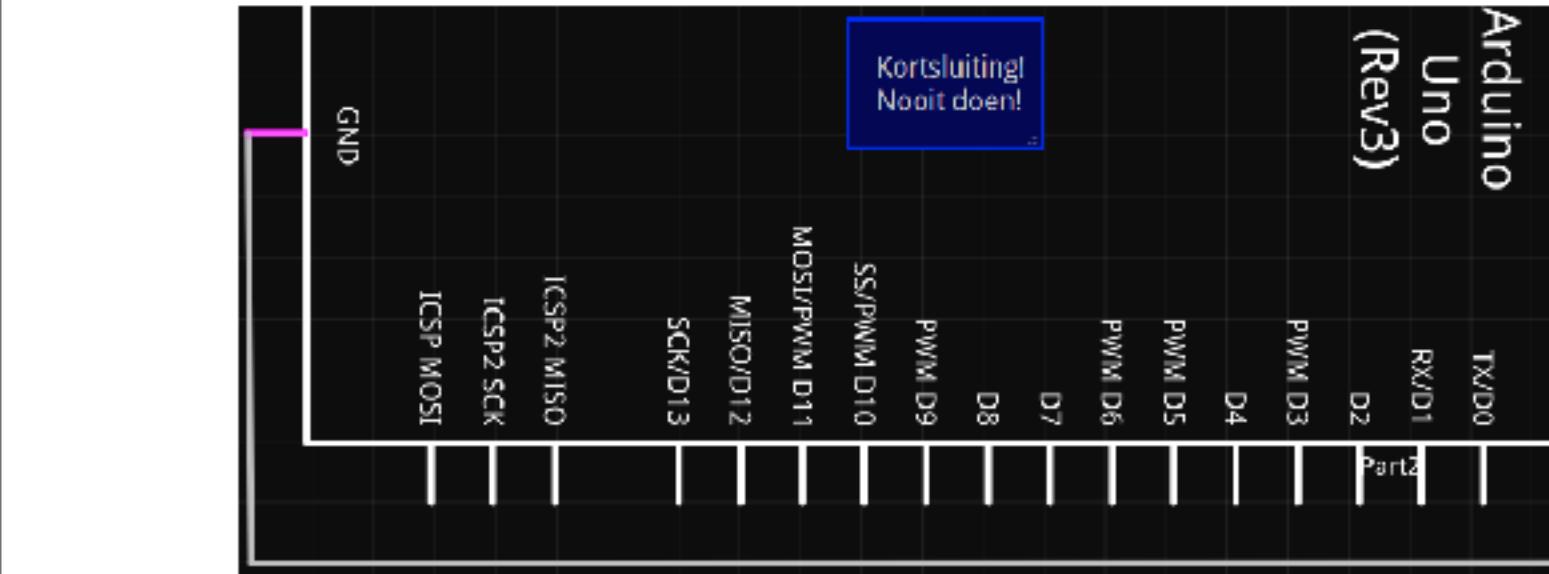
1

0.2 Wat is kortsluiting?



3

0.3 Wat is kortsluiting?



0.4 Hoe dit te voorkomen?

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

4

0.8 Breadboard



8

0.5 Wat is kortsluiting?



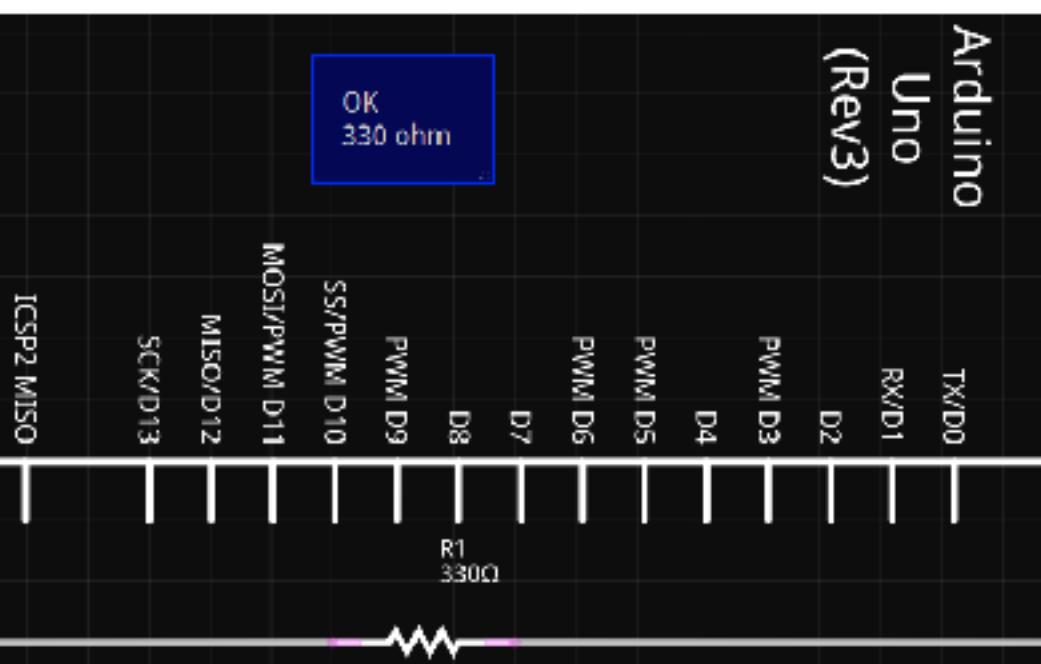
5

analogRead

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

0.6 Wat is kortsluiting?



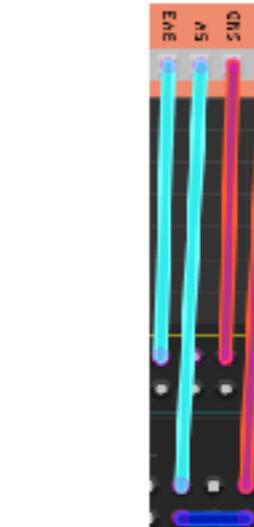
6

0.1 Overzicht

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

1

0.7 Breadboard



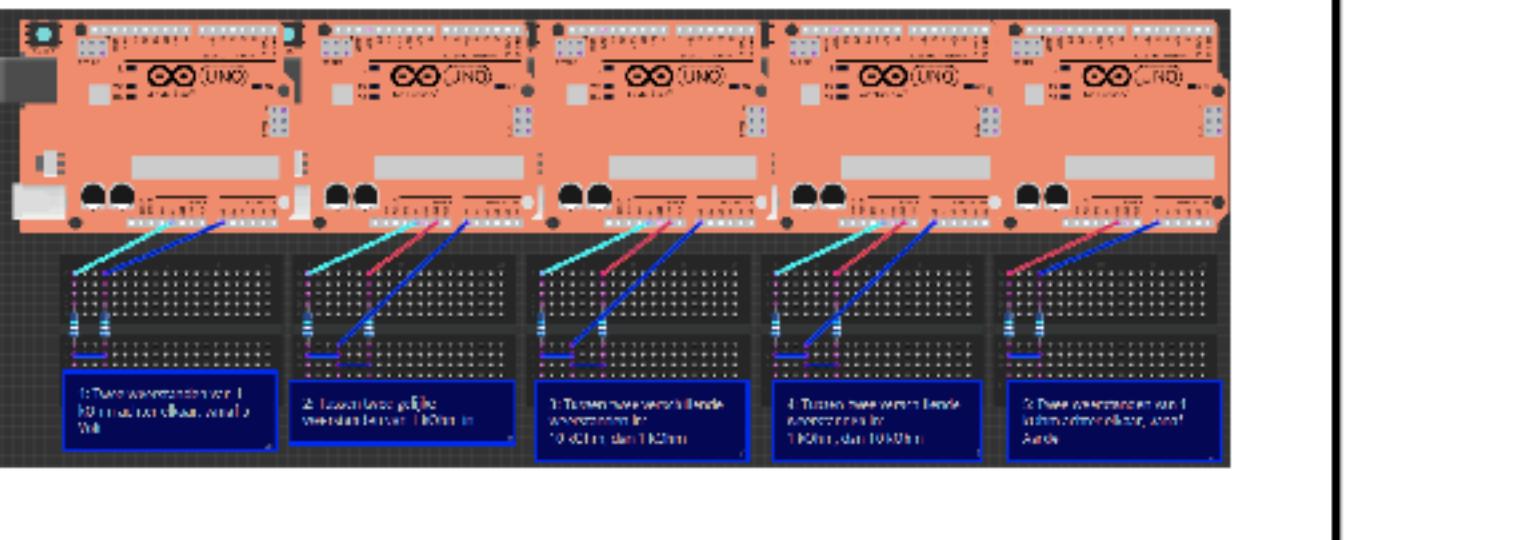
7

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

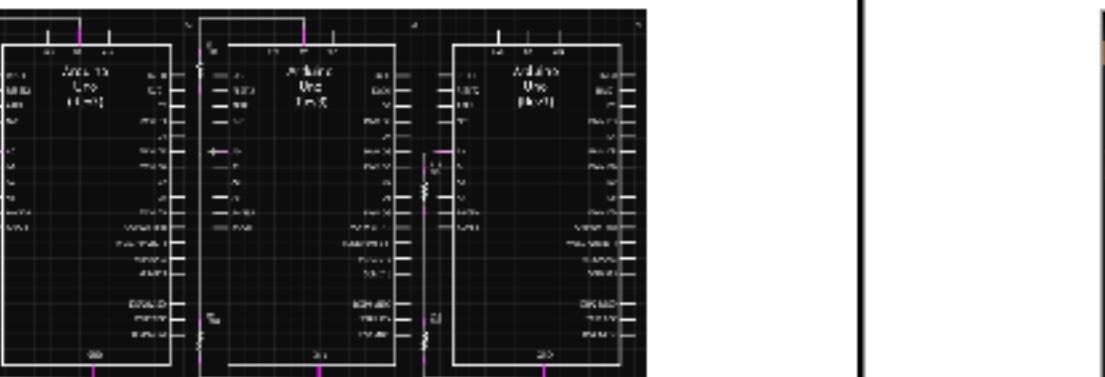
2

0.3 Opdracht



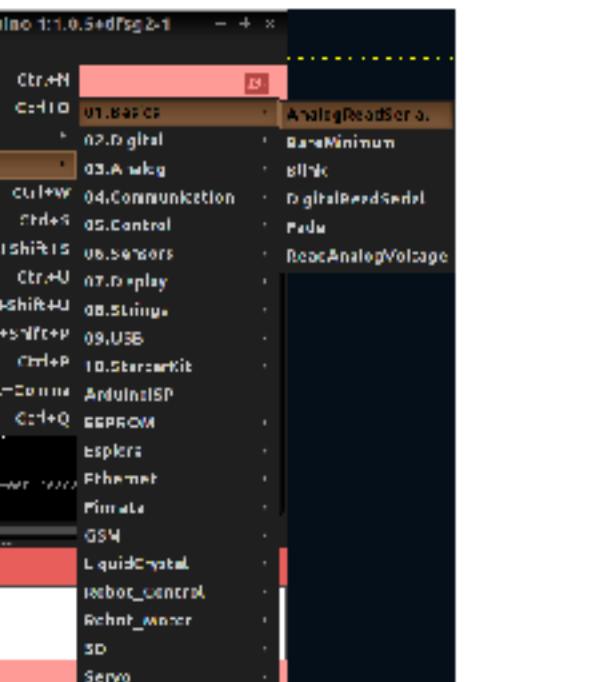
3

0.4 Opdracht



4

0.5 Programma



5

0.6 Programma

```
#include <SoftwareSerial.h>

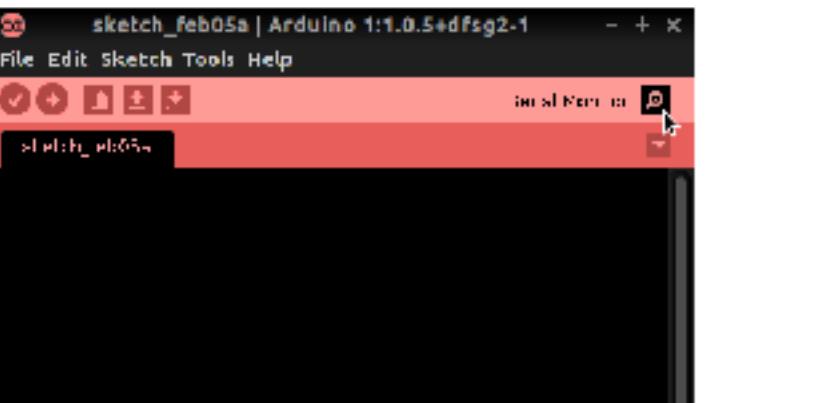
SoftwareSerial mySerial(10, 11);

void setup() {
  mySerial.begin(9600);
}

void loop() {
  int analogValue = analogRead(A0);
  int analogValue2 = analogRead(A1);
  mySerial.println(analogValue);
  mySerial.println(analogValue2);
}
```

6

0.7 Bekijken



7

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!

Hoe lees ik input?

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

8

0.1 Overzicht

1. Doel
2. Vraag
3. Naief & 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

2

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!

3

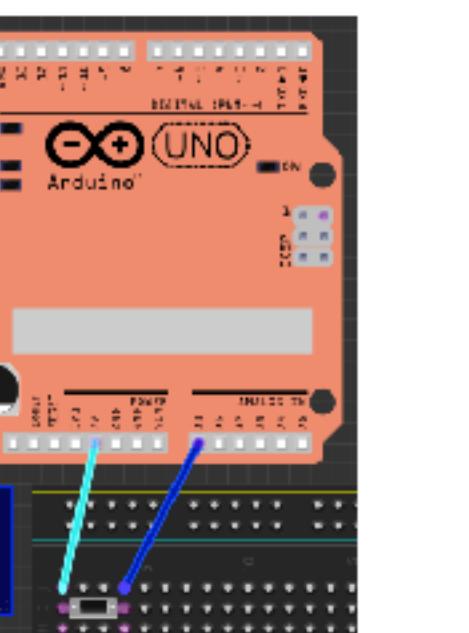
0.7 Waarom onjuist?

- 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?



4

0.4 Ontwerp: naief



4

0.8 Ontwerp: oplossing

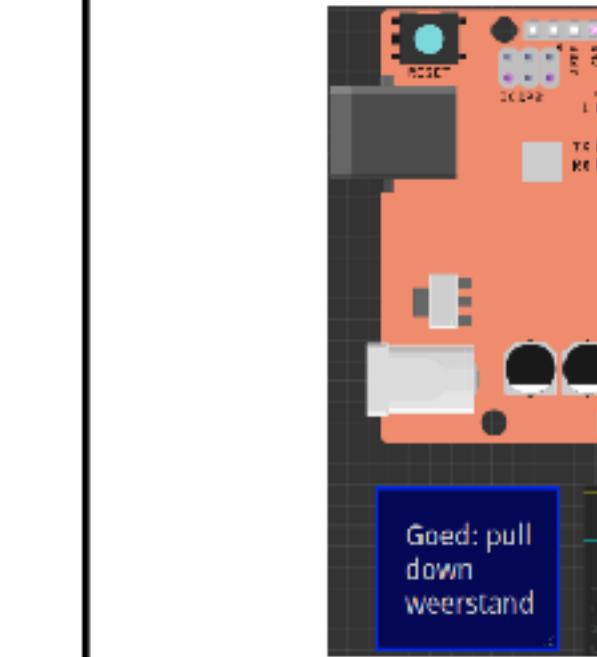
- Verbind de input via een weerstand met de Aarde
- Hierdoor kan restspanning wegvlloeien tot nul Volt
- Dit wordt een pull-down weerstand genoemd

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)

5

0.9 Ontwerp: oplossing



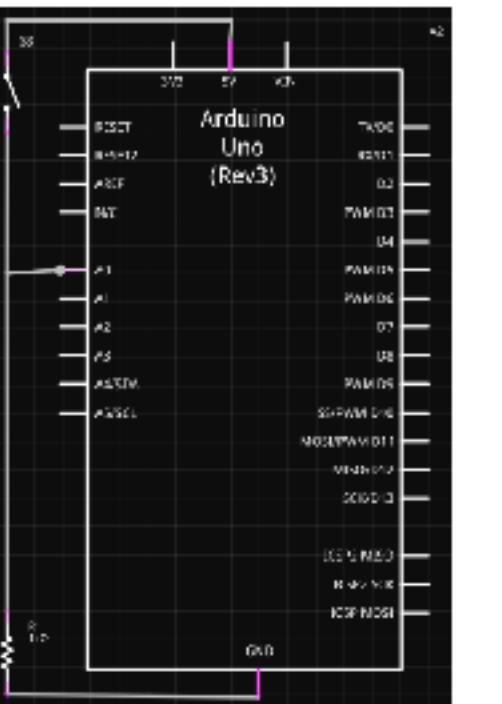
9

6

7

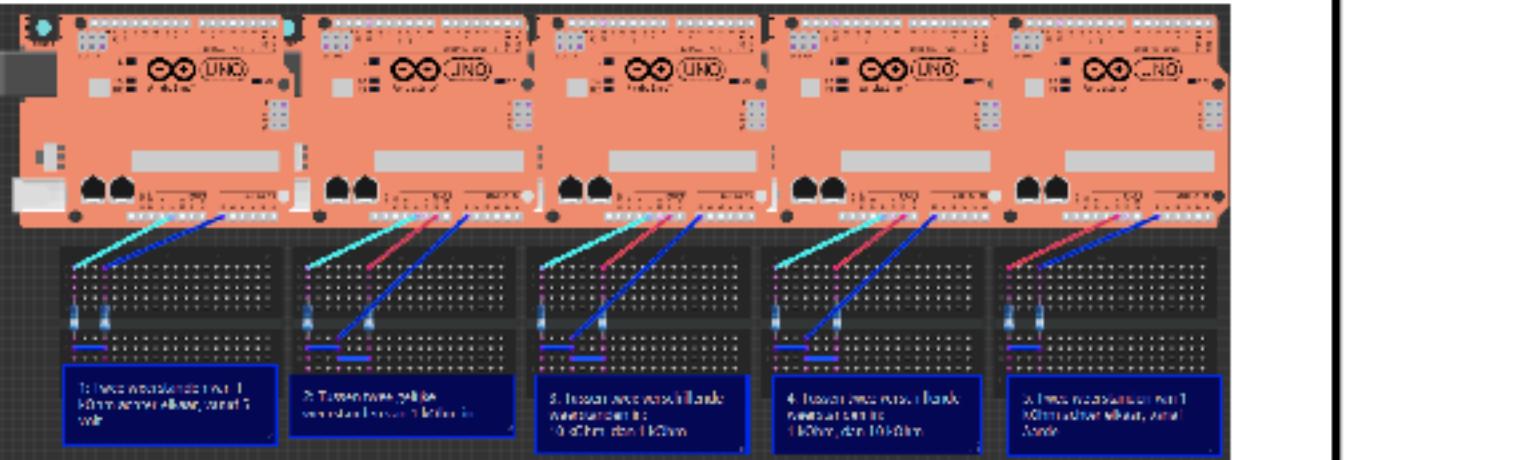
8

0.10 Ontwerp: oplossing



10

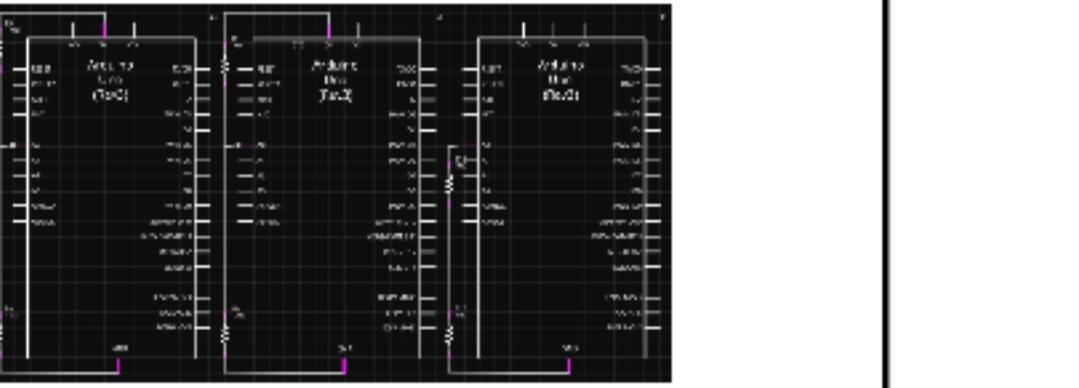
0.2 Basisschakelingen



2

3

0.3 Basisschakelingen



3

4

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

4

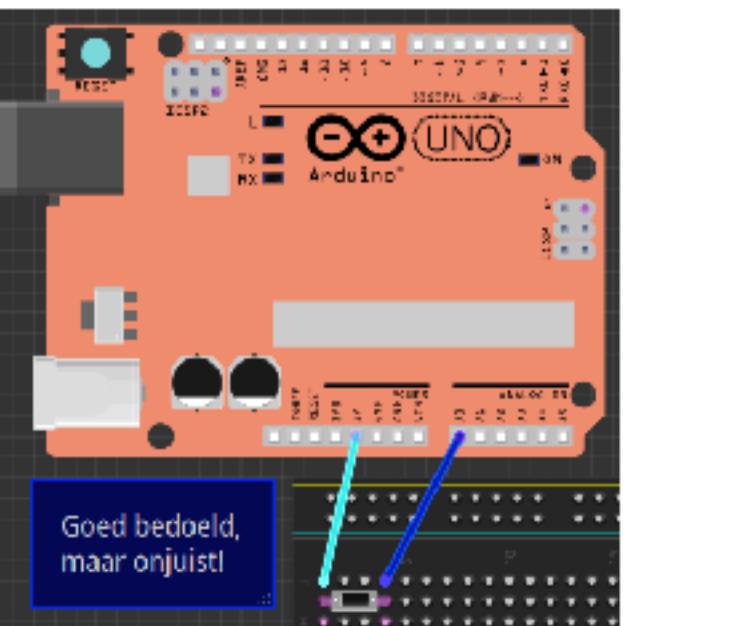
5

0.1 Overzicht

1. De vijf basisschakelingen
2. De drukknop

1

0.6 De Drukknop: naief ontwerp



6

Arduino C++ #1

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

0.7 De Drukknop

- 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

Dag 3

(C) Richèl Bilderbeek

April 19, 2014

7

1

2

3

0.1 Vandaag

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

1

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)

1

0.1 Overzicht

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

1

0.2 Doel

- Fouten leren lezen
- Internet zoektermen
- Basis van programmeren

2

1

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!

4

0.8 Fouten

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

//Een woord of tekencombinatie weg

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

8

0.5 Minimum programma

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

9

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

10

6

10

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
- double: een gebroken getal, bijvoorbeeld: een voltage
- bool: een ja/nee, bijvoorbeeld: is de drukknop ingedrukt?
- nog veel meer

9

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;
```

0.11 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

11

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

12

0.1 Overzicht

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

1

0.2 Doel

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

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);
}
```

13

0.14 Opdracht

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

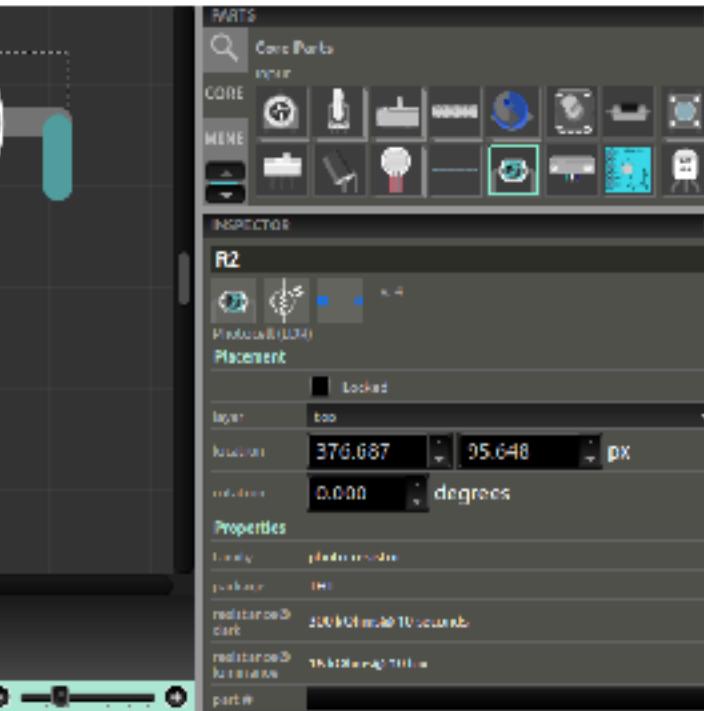
14

Hoe lees ik een sensor?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

0.3 Waar in Fritzing?



3

0.4 Opdracht

- Weet: een lichtsensor 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)

4

0.5 Doen!

0.2 Doel

- Zelf uitvinden hoe een zonnemotor werkt

5

2

0.6 Conclusie

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

3

Hoe stuur ik een zonnemotor?

(C) Richèl Bilderbeek 

April 19, 2014

6

4

0.1 Overzicht

1. Doel

5

0.5 Doen!

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

1

0.6 Conclusie

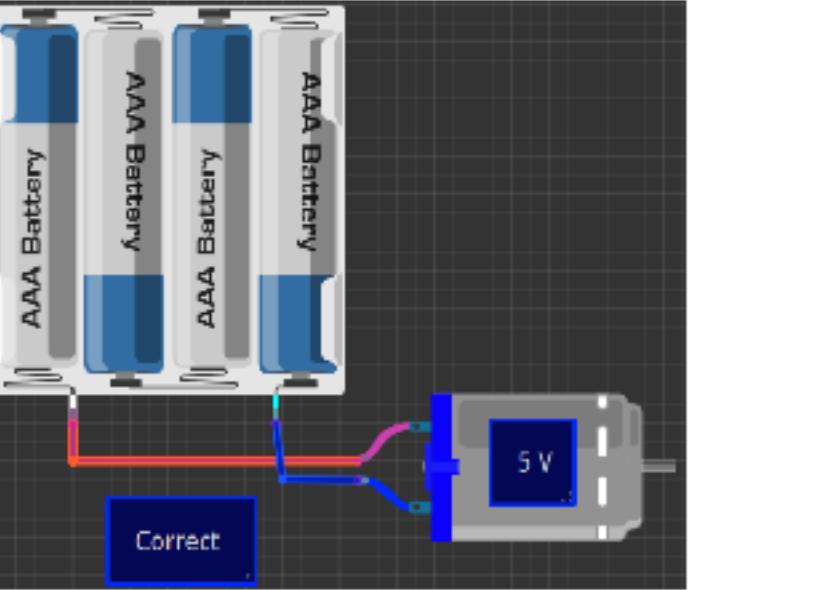
- Waar liep je tegen aan?
- Hoe reageert een lichtsensor?

2

6

0.2 Doel

- Sluit een gelijkstroommotor aan op een Arduino



3

Dag 4

Hoe sluit ik een gelijkstroom motor aan?

(C) Richèl Bilderbeek April 19, 2014

(C) Richèl Bilderbeek April 19, 2014

4

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

5

1

6

0.3 Naieve oplossing



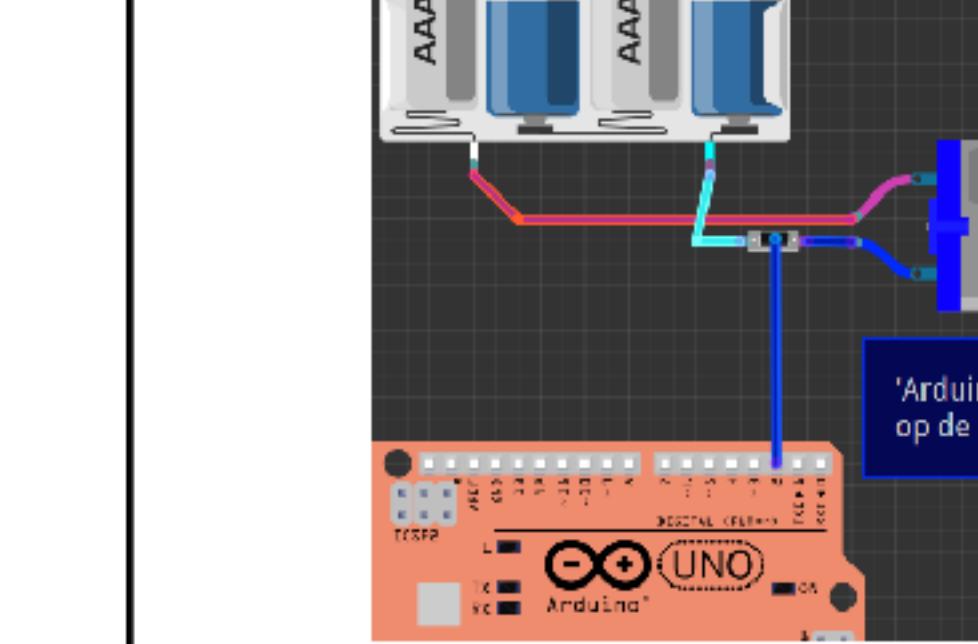
3

0.4 Wat is het probleem?

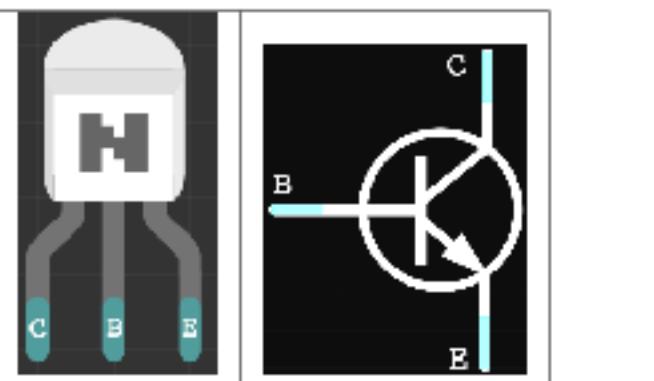
- Een Arduino kan niet veel¹ stroom leveren
- Een Arduino is een micro-controller
- Iets dat veel vermogen² nodig heeft, moet indirect aangestuurd worden

¹40 mA per pin
²Vermogen = Spanning x stroom

0.5 Goed idee



0.6 NPN transistor



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

6

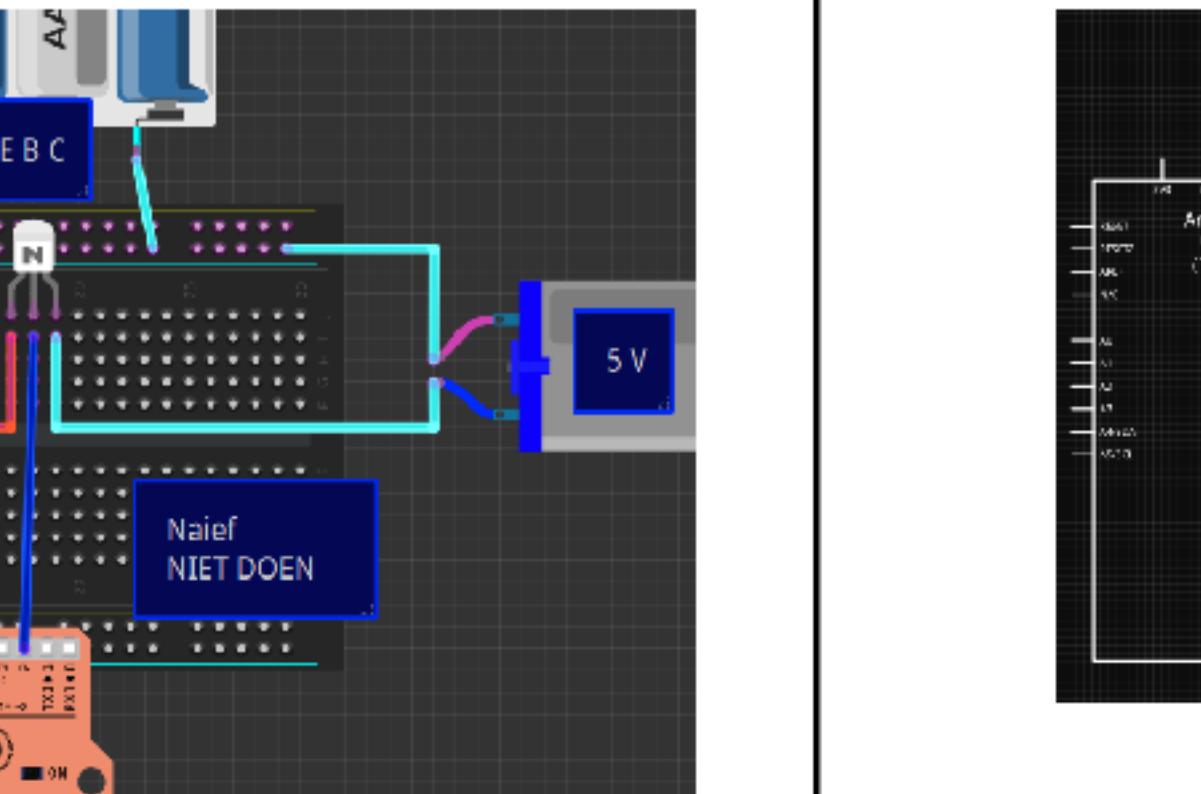
0.10 Diode



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

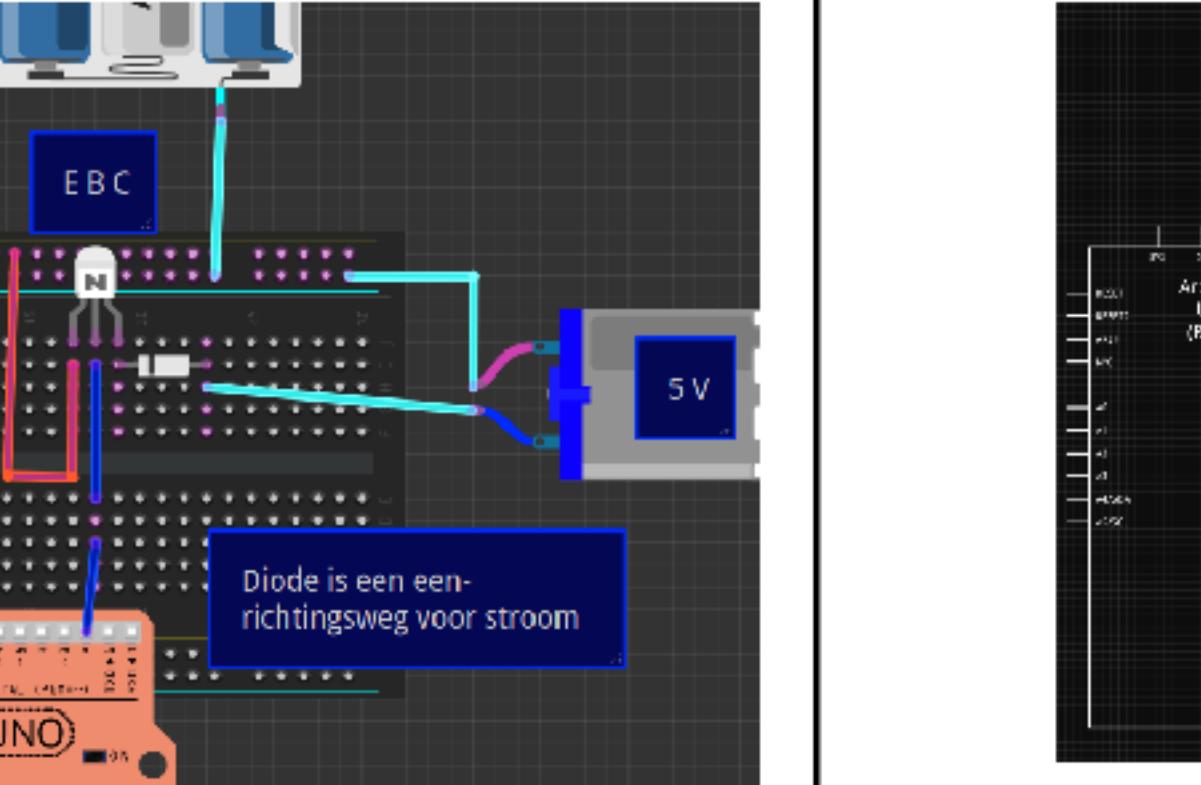
10

0.7 Beter



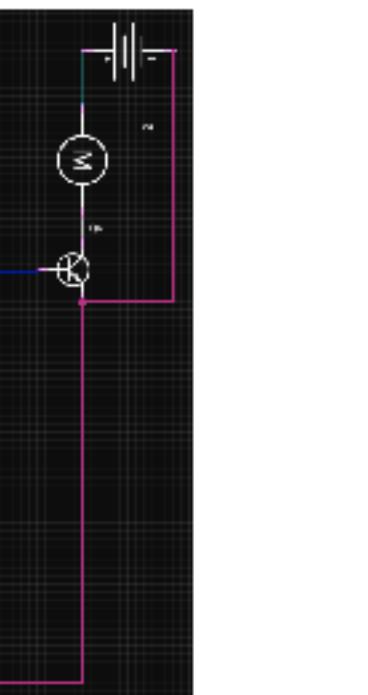
7

0.11 Goed



11

0.8 Beter



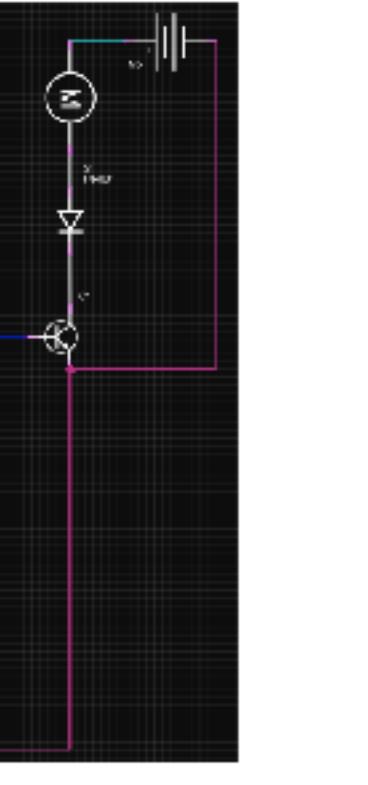
8

0.9 Beter

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

9

0.12 Goed



12

Project: kleuren sensor

(C) Rieke Bildemeijer
March 21, 2014

1 Introductie

Een kleuren sensor kan goed kleur herkennen. Met behulp van een RGB LED kan dit wel.

Dit project bestaat uit meerdere onderdelen:

- Aansturen RGB LED
- Aansturen kleuren sensor
- LED laten reageren op sensor
- Onderprogramma's voor kleuren sensor

2 Aansluiten RGB LED

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

• Wat is anders aan figuur 1? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

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

• Wat is anders aan figuur 2? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

Als je niet bent, sluit je een RGB LED aan als figuur 3.

• Wat is anders aan figuur 3? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 4? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 5? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 6? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 7? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 8? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 9? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 10? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 11? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 12? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 13? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 14? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 15? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 16? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 17? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 18? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 19? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 20? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 21? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 22? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?

• Wat is anders aan figuur 23? Wat eraf gegeven als je dit so aansluit?



Figure 2. Aansluiting RGB LED op een Arduino Uno

Ora een kleur van een RGB lampje aan te sturen kan je gebruik maken van het voorbeeld 'Red'.
Het belangrijkste van een LEDje gebruikt niet de functie 'analogWrite', maar 'digitalWrite'.

analogWrite(9, 127);

Hierin wordt naar pin 9 de waarde 127 gestuurd, waardoor de LED op halve sterke gaat branden.

- Stuk een RGB LED aan. Laat deze altoonstaan anders kleur groen. In de volgende code, gaaf je rood + groen, groen, cyan (-groen + blauw), blauw, magenta (-rood -blauw)

Algoritme 3 is een mogelijk oplossing.

3 Aansluiten lichtsensor

Als je zelf kiest, sluit je een lichtsensor aan als in figuur 3. Om de waarde van een lichtsensor te lezen, kan je het voorbeeldprogramma 'AnalogReadSerial' gebruiken.

Het lezen van een sensor gebruikt met 'analogRead', bijvoorbeeld als volgt:

```
int mijn_sensor_waarde = analogRead(A0);
```

Hieraan wordt de waarde van pin A0 gelezen en opgeslagen in de variabele 'mijn_sensr_waarde'.

- Kun je niet waarschijnlijke waarde je goed meten? Hou dit uiteraai en noem het resultaat.

Als je weet dat figuur 3 niet werkt, beweeg je figuur 4.

- Schrijf op welke waarde je moet in het dossier en in het volle kader.

Vite < Examples < 01_Sensor < Pulse

Vite < Examples < 01_Sensor < AnalogReadSerial

2

0.1 Overzicht

1. Waarom een werkwijze?
2. Welke werkwijze?

1

```
Algoritme 1 RGB LED voorbeeld code
```

```
Figure 3. Lichtsensor naief aangesloten
```

```
Figure 4. Lichtsensor juist aangesloten
```

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

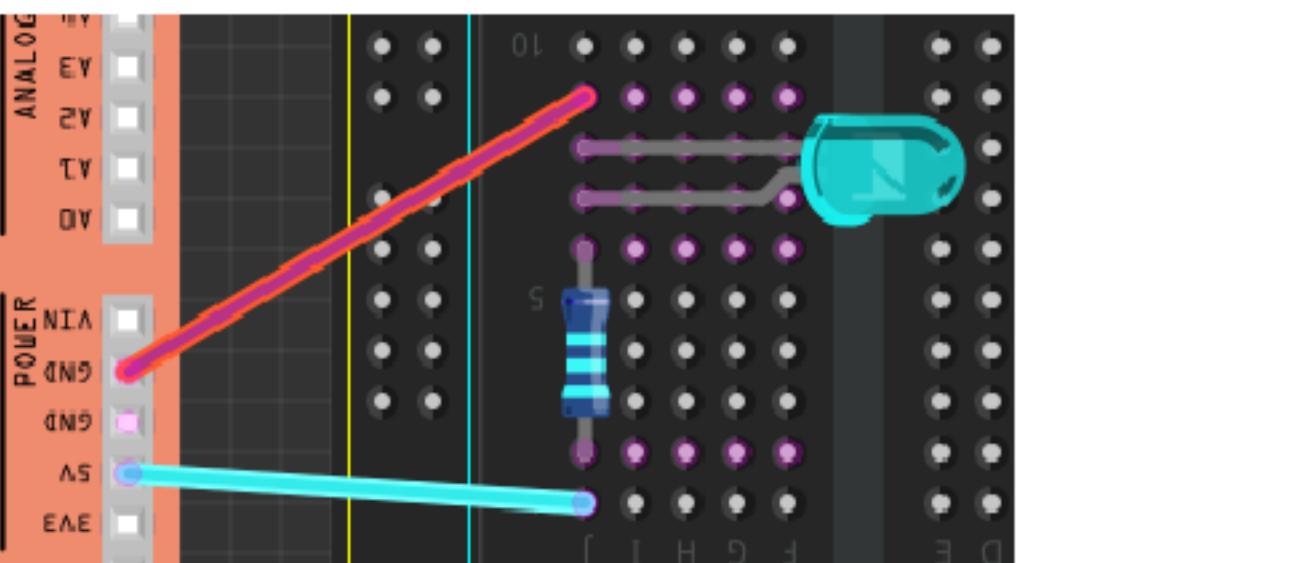
171

172

173

174

0.5 Stroomschema



5

0.9 Wat had je verwacht? Wat zie je gebeuren?

- 'als ik de drukknop indruk, dat dit bij de Arduino binnentkomt'
- '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

0.6 Wat is je programma?

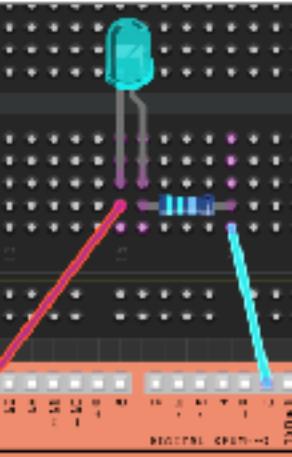
```
void setup()
{
    pinMode(2,OUTPUT);
}

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