

# Inhoud

## **Inleiding—1**

Leerdoelen 1

## **1 Aftrap—3**

- 1.1 Aanschaf 3
- 1.2 Arduino UNO R3 of Arduino MEGA 2560? 4
- 1.3 Poorten en voeding 5
- 1.4 Systeemeisen 6
- 1.5 Software 6
- 1.6 Arduino met pc verbinden 10
- 1.7 Software instellen 11

## **2 Eerste project—13**

- 2.1 Knipperende LED 13
- 2.2 Sketch 15
- 2.3 Functies en waarden 17
- 2.4 Verifieer versus Upload 18
- 2.5 Oefeningen 19
  - 2.5.1 *Oefening – Knippersnelheid aanpassen* 19
  - 2.5.2 *Oefening – Sketch opslaan en openen* 19
  - 2.5.3 *Oefening – Zonder USB-kabel* 19

## **3 Werken met componenten—21**

- 3.1 Breadboard 21
- 3.2 LED 22
- 3.3 Halfgeleider 23
- 3.4 Weerstand 24
- 3.5 LED en weerstand aansluiten 25
- 3.6 Oefeningen 27
  - 3.6.1 *Oefening – Twee LEDs knipperen* 27
  - 3.6.2 *Oefening – Versnelde LED* 29
  - 3.6.3 *Oefening – Externe LEDs zelfstandig laten knipperen* 29
  - 3.6.4 *Oefening – Knight Rider* 30
  - 3.6.5 *Oefening\* – Morsecode* 30

<b>4</b>	<b>Digitale input en output—31</b>
4.1	Drukknopschakelaar 31
4.2	HIGH en LOW 32
4.3	In- en uitgangen (digitaal) 33
4.4	Pull-down-weerstand 34
4.5	Pull-up-weerstand 35
4.6	LED in- en uitschakelen 35
4.7	Digitale Hall-effect-sensor 38
	4.7.1 <i>Contactloze schakelaar</i> 39
	4.7.2 <i>AAN wordt UIT en UIT wordt AAN</i> 41
4.8	Oefeningen 42
	4.8.1 <i>Oefening – 30 seconden uitschakelvertraging</i> 42
	4.8.2 <i>Oefening – Looplicht van acht LEDs op schakelaar</i> 42
	4.8.3 <i>Oefening* – Veranderende functie van de schakelaar</i> 42
	4.8.4 <i>Oefening* – Toggle-schakelaar</i> 42
<b>5</b>	<b>Analoge sensoren – deel 1—44</b>
5.1	Spanningsdeler 44
5.2	Potentiometer 45
5.3	Regel knippersnelheid met potentiometer 46
5.4	Lichtsensoren LDR 47
5.5	LDR-spanningsdeler 49
5.6	Oefeningen 51
	5.6.1 <i>Oefening – Automatische verlichting</i> 51
	5.6.2 <i>Oefening* – Volkomen rood kruispunt</i> 52
<b>6</b>	<b>Rekenen op Seriële monitor—54</b>
6.1	Vermenigvuldigen 54
6.2	Optellen 57
6.3	Stopwatch 58
6.4	Oefeningen 59
	6.4.1 <i>Oefening – Aftellende klok</i> 59
<b>7</b>	<b>Analoge sensoren – deel 2—60</b>
7.1	Temperatuursensor LM35 60
7.2	Temperatuurmeting 62
7.3	Druksensor 65
7.4	Drukmeting 67
7.5	Gassensor MQ-x 70
7.6	Gasmeting (mg/l en ppm) 72

7.7	Oefeningen	72
7.7.1	Oefening – Lumenmeter	72
7.7.2	Oefening – Tellen	72
7.7.3	Oefening* – Alcoholslot	72
<b>8</b>	<b>Digitale sensoren—</b>	<b>73</b>
8.1	DHT11 temperatuur- en relatieve-luchtvochtigheidsensor	73
8.2	Metten met de DHT11	74
<b>9</b>	<b>Library—</b>	<b>75</b>
9.1	Wat is een library?	75
9.2	Library installeren (standaard)	76
9.3	Library toevoegen – include	77
9.4	Library troubleshooting	78
9.5	Library installeren (custom)	79
9.6	Library gebruiken – vochtmeting met DHT11	82
9.7	Samenvatting – werken met libraries	86
9.8	Oefeningen	86
9.8.1	Oefening – DHT11 tot op twee decimalen nauwkeurig	86
9.8.2	Oefening* – Thermostaat en hygrometer	86
<b>10</b>	<b>Displays—</b>	<b>87</b>
10.1	LCD-displays met 16 pinnen	87
10.2	LCD-displays	88
10.2.1	LCD-display 1602 en 2004	88
10.2.2	Tekst weergeven op LCD-display	89
10.2.3	Kamertemperatuur en relatieve vochtigheid op LCD-display	92
10.3	Oefeningen	95
10.3.1	Oefening – Backlight	95
10.3.2	Oefening – Vergelijk sensoren	95
10.3.3	Oefening* – Verschil	95
<b>11</b>	<b>Actuatoren—</b>	<b>96</b>
11.1	Relais	96
11.2	Transistor	97
11.3	Relais schakelen met transistor	101
11.4	FET	102
11.5	PWM	103
11.5.1	Frequentie en duty cycle	104
11.5.2	Duty cycle van PWM regelen met potentiometer	105
11.5.3	PWM op de oscilloscoop	106

11.6	Parallel proces – Blink Without Delay - Duo	107
11.7	Oefeningen	110
11.7.1	<i>Oefening – LED-dimmer</i>	110
11.7.2	<i>Oefening – Lichtdimmer</i>	110
11.7.3	<i>Oefening* – Lichtdimmer in balans</i>	110
11.7.4	<i>Oefening – Blink Without Delay - Trio</i>	110
<b>12</b>	<b>Elektromotor—111</b>	
12.1	Elektromotor schakelen met relais	111
12.2	Elektromotor schakelen en toerental regelen met FET	112
12.3	Servomotor	115
12.3.1	<i>Werking servomotor</i>	115
12.3.2	<i>Servomotor aansturen met Arduino</i>	118
12.4	Stappenmotor	119
12.4.1	<i>Werking van de stappenmotor</i>	119
12.4.2	<i>Soorten stappenmotoren</i>	121
12.4.3	<i>Stappenmotor aansturen met Arduino</i>	124
12.4.4	<i>Stappenmotoraansturing zichtbaar gemaakt</i>	128
12.5	Oefeningen	129
12.5.1	<i>Oefening – Ventilator regelen met een DHT11</i>	129
12.5.2	<i>Oefening – Airco sweeper</i>	130
12.5.3	<i>Oefening – Stuurinrichting met stappenmotor</i>	130
<b>13</b>	<b>Bussystemen—131</b>	
13.1	Seriële bus, synchroon, one-wire, één sensor	132
13.2	Seriële bus, synchroon, one-wire, een of méér sensoren	133
13.2.1	<i>Digitale DS18B20 temperatuursensor</i>	133
13.2.2	<i>Meerdere DS18B20-temperatuursensoren op one-wire-bus</i>	135
13.3	I2C-bussysteem	140
13.3.1	<i>BMP180-barometer via I2C</i>	140
13.3.2	<i>I2C en LCD-display</i>	144
13.4	SPI (Serial Peripheral Interface)	148
13.5	UART (Universal Asynchronous Receiver & Transmitter)	149
<b>14</b>	<b>Data loggen—150</b>	
14.1	Data loggen op SD-kaart	150
14.2	Oefeningen	155
14.2.1	<i>Oefening – Relatie temperatuur en licht</i>	155
<b>15</b>	<b>Telemetrie en telematica—157</b>	
15.1	Telemetrie en telematica in de praktijk	158
15.2	Datatransmissie via 433 MHz	159

15.2.1	<i>Zenden op 433 MHz</i>	159
15.2.2	<i>Ontvangen op 433 MHz</i>	163
15.2.3	<i>Oefening – Professioneel weerstation via 433 MHz</i>	165
15.3	<i>Datatransmissie via het internet</i>	166
15.3.1	<i>Ethernet Shield W5100</i>	166
15.3.2	<i>Sensorwaarden monitoren op webpagina</i>	170
15.4	<i>WiFi</i>	173
15.4.1	<i>Installatie ARDUINO UNO WIFI REV2</i>	174
15.4.2	<i>WiFi-toegang en processturing</i>	176
15.5	<i>Bluetooth</i>	179
15.5.1	<i>Bluetooth-module HC-06</i>	179
15.5.2	<i>Licht schakelen met smartphone</i>	180
15.5.3	<i>Verkeerslicht schakelen met smartphone</i>	183
15.6	<i>Oefeningen</i>	186
15.6.1	<i>Oefening – E-Health</i>	186
15.6.2	<i>Oefening – Analoge regeling met Bluetooth-‘remote’</i>	186
15.6.3	<i>Oefening* – Arduino Webserver met beeld</i>	186
15.6.4	<i>Oefening* - WiFi en procesregeling via website</i>	187
<b>16</b>	<b>Overige sensoren—188</b>	
16.1	<i>Ultrasone afstandsmeter</i>	188
16.2	<i>Geluidssensor</i>	189
16.3	<i>Hall-effect-sensoren</i>	189
16.3.1	<i>Hall-effect</i>	189
16.3.2	<i>Hall-effect-sensor 49E en A3144</i>	191
16.3.3	<i>Toerentalmeting</i>	192
16.4	<i>Vochtgehaltesensor</i>	196
16.5	<i>Regensensor</i>	197
16.6	<i>Windsnelheidsmeter (anemometer)</i>	197
16.7	<i>Shield</i>	198
16.8	<i>Hartslagsensor</i>	199
16.9	<i>GPS</i>	202
16.9.1	<i>NEO-6M GPS sensor</i>	202
16.9.2	<i>GPS-gegevens ophalen van NEO-6M GPS</i>	204
16.9.3	<i>Positie weergeven op webpagina</i>	206
16.10	<i>Oefeningen</i>	208
16.10.1	<i>Oefening – Afstandsmeting en alarm met ultrasone afstandsmeter</i>	208
16.10.2	<i>Oefening – VU-meter</i>	208
16.10.3	<i>Oefening* – Weerstation voltooien</i>	210
16.10.4	<i>Oefening* - Hall-sensor-toerenteller</i>	210

## **17 Arduino-programmeertaal—212**

- 17.1 Structuur 212
  - 17.1.1 *Structuur – control* 213
  - 17.1.2 *Structuur – divers* 217
  - 17.1.3 *Structuur – rekenkundige bewerkingen* 218
- 17.2 Waarden – variabelen en constanten 219
  - 17.2.1 *Variabelen* 219
  - 17.2.2 *Typen variabelen* 220
  - 17.2.3 *Constanten* 222
- 17.3 Functies 223
  - 17.3.1 *Digitale input- en outputfuncties* 224
  - 17.3.2 *Analoge input- en outputfuncties* 225
  - 17.3.3 *Tijdfuncties* 226
  - 17.3.4 *Wiskundige en goniometrische functies* 227
  - 17.3.5 *Random waarden* 229
  - 17.3.6 *Datacommunicatie* 229

## **Eindoefening—231**

### **Appendix 1 Troubleshooting—232**

- A1.1 Hardware – algemeen 232
- A1.2 Hardware – voedingsspanning 232
- A1.3 Hardware – spanning op analoge/digitale input 233
- A1.4 Hardware – GND 233
- A1.5 Hardware – MQ-x-gassensoren 233
- A1.6 Hardware – Ethernet Shield W5100 234
- A1.7 Software – Installatiefouten 235
- A1.8 Software – Foutmeldingen 235
- A1.9 Software – Aanhalingstekens 238
- A1.10 Software – Onrealistische sensorwaarden 239

### **Appendix 2 Datasheets—240**

- A2.1 Datasheet weerstanden 240
- A2.2 Datasheet NPN-Transistor BC546..560 240  
*Switching and Applications* 240
- A2.3a Datasheet N-Channel FET BUZ11 242
- A2.3b Datasheet N-Channel FET 4N60 en 5N60 242
- A2.4 Datasheet LDR T9-serie 243
- A2.5a Datasheet DHT11 Sensor 243
- A2.5b Datasheet RGB tri-color LED 244
- A2.6 Datasheet LM35 Sensor 245

A2.7	Datasheet MQ3 Gassensor	245
	<i>A. Standard work condition</i>	246
	<i>B. Environment condition</i>	246
	<i>C. Sensitivity characteristic</i>	246
	<i>D. Structure and configuration, basic measuring unit</i>	246
	<i>E. Electric parameter measurement circuit</i>	247
	<i>F. Sensitivity characteristic curve of MQ-3</i>	247
	<i>F. Sensitivity adjustment</i>	248
A2.8	Datasheet Drukknopschakelaar	248
A2.9	Datasheet DS18B20	249
A2.10	Vorbereidende soldeerinstructies displays	249

### **Appendix 3 ASCII-tabel—250**

### **Appendix 4 Onderdelenlijst—251**

*Basisset Arduino derde druk* 251

*Aanvullingsset Arduino derde druk* 252

### **Register—253**