

Welcome to

Workshop Arduino Basics

door VIVES - Industriële Wetenschappen en Technologie

Waar ben je?

Campus Brugge Xaverianen

Wie zijn wij?

- De bachelor opleiding elektronica - ICT
- Wij leren studenten werken met
 - Elektronica, sensoren, microcontrollers,
 - Internet of Things
 - Software en Web Development
 - Netwerken en infrastructuur
 - Artificiële Intelligentie

Doel van vandaag

- Vandaag zijn we hier om iets bij te leren over
 - Arduino
 - Programmeren
 - Sensoren en hardware

Hoe pakken we dit aan?

- Kleine stukjes theorie
- Met kleine oefeningen
- Zelf dingen doen
- Experimenteren

Wat is Arduino?

- Arduino is een open-source hardware en software bedrijf
 - Ontwikkelt microcontroller bordjes
 - Voorziet software voor het programmeren: Arduino IDE
 - Heeft een website met documentatie, projecten, ...
 - <https://www.arduino.cc/>
 - Origineel bedoelt voor studenten van een Italiaanse school

Het hart van de Arduino

- Is een microcontroller
 - Een kleine "computer" als 1 chip
 - Bevat een CPU, wat geheugen en I/O
- Dit voert instructies uit
- Koppelt aan hardware (sensoren en dergelijke)
- Doet uit zichzelf niets ! Moet geprogrammeerd worden.

Wat kunnen we hiermee allemaal?

Een robot bouwen

Een plotter

Een game controller

LED Toepassingen

**Een automatische cocktail
bar**

Een DIY zuurstof respirator

De mogelijkheden zijn eindeloos

- Je kan het eigenlijk zo zot niet bedenken
- Heel toegankelijk voor jongeren
- Super veel informatie verkrijgbaar
 - <https://docs.arduino.cc/>
 - <https://maker.pro/arduino/projects>
- Niet te duur
- Wordt zelfs in bedrijven gebruikt om prototypes te bouwen

Welke Arduino's bestaan er allemaal

- Eigenlijk teveel om op te noemen
- Je hebt officiële Arduino boards
- Je hebt Arduino compatibele boards

Wat is Arduino?

TODO: Wat is Arduino ? Wat is Arduino IDE

TODO: Welke Arduino's bestaan er allemaal

TODO: Wat is nu eigenlijk een microcontroller?

Wat is Arduino?

TODO: Wat is Arduino ? Wat is Arduino IDE

TODO: Welke Arduino's bestaan er allemaal

TODO: Wat is nu eigenlijk een microcontroller?

Wat is Programmeren

- Programmeren is instructies geven aan een computer
- Die verstaat echter onze taal niet
 - Verstaat enkel een obscure taal van 1'en en 0'en

Programmeertaal

- Dit is echter veel te complex (low-level) om mee te werken
- Vandaar dat we een "hogere" programmeertaal gebruiken




Compileren

- Wij schrijven dan een programma in die programmeertaal
- Dit wordt dan **vertaald in computer instructies**
 - Dit noemen we compileren

Binary

- Het resultaat van het compilatie-proces is een **binary**
 - Die moeten we wegschrijven naar de microcontroller
 - Dit noemen we **flashen**

Programmeren met Arduino

- Arduino's programmeren doen we met C++
 -  Heel populair voor microcontroller
 -  Krachtig en snel
 -  Niet de gemakkelijkste taal om mee te starten

Starten met "Hello World"

- In de wereld van programmeren starten we altijd met "Hello World"
 - Simpel programma
 - Toont aan dat alles werkt

Hello World - Openen Sketch

- Sketch = programma bij Arduino
- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 01-hello-world


Hello World - Bord kiezen

TODO: Kiezen van correcte board




150 x 150

Hello World - Compileren en Flashen

- Het programma dient eerst te worden gecompileerd
- Vervolgens flashen we de computer instructies naar de microcontroller
- Druk op de pijl naar rechts 

Hello World - Het resultaat

- Het resultaat kunnen we zien in de seriele monitor
- Klik op `Hulpmiddelen => Seriele monitor` of op het vergrootglas  rechts

Hello World - Analyse

- `setup()` :
 - Wordt 1x uitgevoerd wanneer de microcontroller start
 - Hier gaan we bv. hardware initialiseren
 - Zoals de "baudrate" (snelheid) zetten van de seriele poort
 - `Serial.begin(9600);`
 - Dit is de connectie met de computer

Hello World - Analyse

- `loop()` :
 - Wordt telkens opnieuw uitgevoerd
 - Heel snel na elkaar
 - Vandaar dat we een vertraging moeten plaatsen
 - `delay(1000)` , betekent `1000ms` wachten
 - We kunnen ook tekst sturen naar de computer
 - `Serial.println("Hello World");`
 - Merk op dat we tekst tussen dubbele aanhalingstekens plaatsen `"..."`

Hello World - Oefening

- Probeer de hello world sketch aan te passen zodat:
 - Het jouw naam toont: `Hello World! Ik ben Nico`
 - Er 2 seconden wordt gewacht tussen elk bericht in plaats van 1 seconde
 - Probeer volgende tekst op een nieuwe lijn toe te voegen
 - `Ik studeer land- en tuinbouw`

Hello World - Oplossing

```
void loop() {  
  
    // Tekst versturen naar de computer  
    Serial.println("Hello World! Ik ben Nico");  
    Serial.println("Ik studeer land- en tuinbouw");  
  
    // Even wachten (2000ms = 2s)  
    delay(2000);  
  
}
```


Variabelen

- Een variabel is een symbolische naam voor een geheugen locatie
- Een variabel kan een getal, tekst, karakter, ... bevatten
- Een variabel kan van waarde veranderen
- We kunnen er ook bewerkingen op uitvoeren

Variabelen - Declareren

- Variabelen moeten we eerst declareren = creeren
- We geven de variabel een **naam**
- Geven ook aan welk **type** het is
- En we kunnen ook een 1ste **waarde** meegeven

Variabelen - Declareren

- Hoe?
 - `type naam = waarde;`
- Een paar voorbeelden:

```
// int = een getal (kan ook negatief zijn)
int leeftijd = 34;

// String = tekst
String naam = "Nico";

// double = komma-getal
double pi = 3.14;
```


Variabelen - Declareren

- Types: `int`, `double`, `String` (er zijn er nog andere)
- Kiezen van de naam
 - Geen spaties of speciale tekens
 - Beschrijvend

Variabelen - Printen

- De waarde van een variabele kunnen we tonen door deze uit te printen

```
// Eerst printen we een beetje tekst  
Serial.print("De variabele naam: ");  
  
// Dan kunnen we de waarde van de variabele printen  
Serial.println(naam);
```

Variabelen - Veranderen van waarde

- De waarde van een variabele kunnen we ook veranderen met =

```
// Veranderen van de waarde van een variabele  
naam = "Chuck Norris";  
  
// Of van een getal variabele  
leeftijd = 35;
```

- Merk op dat enkel de variabele naam links plaatsen (geen type)
- Als je deze nu opnieuw print zal je de nieuwe waarde zien

Variabelen - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 02-variabelen
- Bovenaan zie je een aantal variabelen gedeclareerd
- In loop() printen we de waarde van de variabelen

Variabelen - Oefening

- Verander de waarde van de variabele `naam` door je eigen naam
 - Doe dit bij het maken van de variabele (helemaal bovenaan)
- Maak `pi` nauwkeuriger door er `3.1415` van te maken
 - Doe dit in `setup()`
- Verander `leeftijd` naar je eigen leeftijd
 - Doe dit in `loop()`

Kan je verklaren wat het verschil is tussen deze 3 manieren?

Variabelen - Oplossing

- naam veranderen bovenaan

```
// String = tekst  
String naam = "Chuck Norris";
```

Hier wordt de 1ste waarde aangepast op het moment dat we de variabel maken

Variabelen - Oplossing

- `pi` veranderen in `setup()`

```
void setup() {  
  
    // Instellen van de snelheid waarmee we data naar de computer sturen  
    Serial.begin(9600);  
  
    // pi aanpassen naar nauwkeurigere waarde  
    pi = 3.1415;  
  
}
```

`pi` is bij declaratie `3.14`, dan wordt `setup()` uitgevoerd en hier passen we de waarde aan naar `3.1415`

Variabelen - Oplossing

- leeftijd veranderen in loop()

```
void loop() {  
    leeftijd = 35;  
  
    // ...  
}
```

leeftijd is bij declaratie 34. Vervolgens gaan we elke keer dat loop() wordt uitgevoerd, de leeftijd aanpassen naar 35.

Variabelen - Wiskundige Bewerkingen

- Variabelen kunnen ook worden gebruikt in bewerkingen
- Gelijklopend met de wiskundige bewerkingen
- Voorbeelden (`a` , `b` , `c` , ... zijn `int` variabelen)

```
a = a + 15;  
b = a - c;  
c = 45 / 9;  
d = (10 * 10) + 5;
```

Merk op dat je ook haakjes mag gebruiken

Variabelen - Wiskundige Bewerkingen - Oefening

- Zorg er voor dat de variabele `teller` elke iteratie van `loop()` met `1` wordt verhoogt.

Variabelen - Wiskundige Bewerkingen - Oplossing

- Je kan hiervoor de bewerking `teller = teller + 1` gebruiken

```
void loop() {  
  
    // ....  
  
    // De teller variabel verhogen  
    teller = teller + 1;  
  
    // Een teller als variabel  
    Serial.print("De variabel teller heeft de waarde ");  
    Serial.println(teller);  
  
    // Even wachten (1000ms = 1s)  
    delay(1000);  
}
```


Hardware

- Het leuke aan microcontrollers en dergelijke is dat we er hardware kunnen aan koppelen
 - Onder de vorm van shields
 - Of aparte sensoren en actuatoren

Hardware - Sensoren en Actuatoren

- Voorbeelden
 - Een lichtje - aka LED
 - Een knop - aka button
 - Een temperatuur sensor
 - Een vochtsensor
 - Een geluid alarm - aka buzzer
 - Een servo motor
 - ...

Hardware - Koppelen

- Komt wel wat bij kijken
 - Correcte aansluiting
 - Spanningsniveau (5V, 3V3, ...)
 - Communicatie protocol (hoe ermee praten)
 - Libraries (software)
 - ...

Hardware - Koppelen

- Arduino helpt hier heel veel
 - Veel informatie online / boeken
 - Starter kits
 - Click shields

Hardware - Grove

- Gestandaardiseerd prototype systeem
- Makkelijk connecteerbaar maken
- Voorbeelden van code online
- Bestaat uit
 - Adapterbord
 - Module (sensoren - actuatoren)
 - 4-pins connector

Hardware - Blinky LED

- We maken de "Hello World" van microcontrollers
- Een lichtje dat aan en uit gaat - aka "Blinky"

Hardware - Blinky - Benodigdheden

- Arduino
- Grove Shield
- LED Module
- Een gekleurde LED

Hardware - Blinky - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D2 connector
 - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de LED module aan
- Stop een LED in de module
 - Let op de vorm

Hardware - Blinky - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 03-blinky
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

TODO: GIF van eindresultaat?

Meer informatie vind je op https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Red_LED/

Hardware - Blinky - Analyse

- `pinMode(2, OUTPUT);`
 - Hiermee stellen we pin `2` in als een digitale uitgang
 - Digitaal = `1` of `0`
 - `1` = `5V`
 - `0` = `0V`
 - Met een uitgang kunnen we iets aansturen
 - 1x dus doen we dit in `setup()`

Hardware - Blinky - Analyse

- `digitalWrite(2, HIGH);`
 - Hiermee maken we pin 2 hoog
 - hoog = 1 of dus 5V
- `digitalWrite(2, LOW);`
 - Hiermee maken we pin 2 laag
 - laag = 0 of dus 0V

Hardware - Blinky - Oefening

- Kan je de LED sneller aan en uit laten gaan?
- Kan je de LED 1 seconde aan laten en 2 seconden uit?

Hardware - Blinky - Oplossing

- Sneller aan / uit
 - Dit kan door beide delays te verkleinen

```
void loop() {  
  
    Serial.println("We zetten de LED aan");  
    digitalWrite(2, HIGH);    // Uitgang aanzetten (HOOG = 5V)  
    delay(200);              // Even wachten (200ms = 0.2s)  
  
    Serial.println("We zetten de LED uit");  
    digitalWrite(2, LOW);    // Uitgang uitzetten (LAAG = 0V)  
    delay(200);              // Even wachten (200ms = 0.2s)  
  
}
```

Hardware - Blinky - Oplossing

- 1 seconde aan / 2 seconden uit
 - Dit kan door beide delays anders te kiezen

```
void loop() {  
  
    Serial.println("We zetten de LED aan");  
    digitalWrite(2, HIGH);    // Uitgang aanzetten (HOOG = 5V)  
    delay(1000);             // Even wachten (1000ms = 1s)  
  
    Serial.println("We zetten de LED uit");  
    digitalWrite(2, LOW);    // Uitgang uitzetten (LAAG = 0V)  
    delay(2000);             // Even wachten (2000ms = 2s)  
  
}
```


Hardware - Button

- De simpelste sensor die we kunnen bedenken is een drukknop
- Koppelen we aan digitale **ingang**
 - Indrukken = HOOG = 1 = 5V
 - Loslaten = LAAG = 0 = 0V

Hardware - Button - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D3 connector
 - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de BUTTON module aan

Hardware - Button - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 04-button
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

Meer informatie vind je op <https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Button/>

Hardware - Button - Analyse

- `pinMode(3, INPUT);`
 - Hiermee stellen we pin `3` in als een digitale ingang
 - Digitaal = `1` of `0`
 - `1` = `5V` = knop ingedrukt
 - `0` = `0V` = knop los gelaten
 - Met een ingang kunnen we iets inlezen
 - 1x dus doen we dit in `setup()`

Hardware - Button - Analyse

- `int knop = digitalRead(3);`
 - Hiermee kunnen we de staat van een ingang binnenlezen
 - Het resultaat slaan we op in de variabele `knop`

Hardware - Button - Oefening

- Kan je nu de LED aansturen met de knop?

Hardware - Button - Oplossing

- Dit kan inderdaad. We kunnen de waarde in de variabele `knop` naar `D2` schrijven:
- In `setup()` moeten we `D2` als uitgang zetten:

```
// Configureer D2 als een digitale uitgang
pinMode(2, OUTPUT);

// Configureer D3 als een digitale ingang
pinMode(3, INPUT);
```

Hardware - Button - Oplossing

- In `loop()` kunnen we `D2` (de LED) aansturen met de waarde van `D3` (de knop)
- Dus in plaats van `LOW` of `HIGH` te schrijven, sturen we de waarde van `knop`:

```
void loop() {  
  
    int knop = digitalRead(3);  
    Serial.print("De toestand van de knop is: ");  
    Serial.println(knop);  
  
    // Zet de uitgang gelijk aan de stand van de knop  
    digitalWrite(2, knop);  
  
    delay(1000);    // Even wachten (1000ms = 1s)  
  
}
```


Beslissingen maken in code

- Beslissingen kunnen we in code maken aan de hand van `if-else` structuren
- `if`: als een **conditie waar** is dan doen we iets
- `else`: anders doen we eventueel iets anders

TODO: Figuur

Beslissingen - De conditie

- De conditie bestaat meestal uit 1 of meerdere vergelijkingen
- Hierbij kunnen we een aantal operatoren van de wiskunde gebruiken:
 - `==` : gelijk aan
 - `!=` : verschillend van
 - `>` : groter dan
 - `>=` : groter dan of gelijk aan
 - `<` : kleiner dan
 - `<=` : kleiner dan of gelijk aan

Beslissingen - De conditie - Voorbeeld

- Een voorbeeld van een beslissing
 - Toegepast op de 04-button sketch

```
if (knop == HIGH) {  
  Serial.println("De knop is ingedrukt");  
} else {  
  Serial.println("De knop is niet ingedrukt");  
}
```

Probeer dit maar eens uit ...

Hardware - De Buzzer

- De buzzer is een piezo element dat een geluidstoon uitstuurt
- We kunnen dit sturen via
 - een digital signaal: aan of uit
 - een analoog signaal: dan genereren we een toon

Wij werken voorlopig enkel met het digitale signaal.

Hardware - De Buzzer - Benodigdheden

- Arduino
- Grove Shield
- Buzzer Module

Hardware - De Buzzer - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D4 connector
 - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de BUZZEER module aan

Hardware - De Buzzer - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 05-buzzer
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

Meer informatie vind je op <https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Buzzer/>

Hardware - De Buzzer - Analyse

- `pinMode(4, OUTPUT);`
 - Hiermee stellen we pin `4` in als een digitale uitgang
 - Digitaal = `1` of `0`
 - `1` = `5V`
 - `0` = `0V`
 - Met een uitgang kunnen we iets aansturen
 - 1x dus doen we dit in `setup()`

Hardware - De Buzzer - Analyse

- `digitalWrite(2, HIGH);`
 - Hiermee maken we pin 2 hoog
 - hoog = 1 of dus 5V
 - de buzzer maakt geluid
- `digitalWrite(2, LOW);`
 - Hiermee maken we pin 2 laag
 - laag = 0 of dus 0V
 - de buzzer maakt geen geluid

Logica in Code - Een Alarm

- Kunnen we nu samen volgende applicatie maken?
 - Wanneer je de knop 3 seconden of langer indrukt moet het alarm aangaan.
 - Wanneer je de knop 1 seconde indrukt moet het alarm uitgaan.
- Wat kan ons allemaal helpen
 - Goed nadenken
 - Stap per stap uitwerken
 - Informatie sturen via `Serial.println()` naar de computer

Logica in Code - Een Alarm - Opbouw

- We moeten bijhouden hoe lang er op de knop wordt gedrukt
 - Dit kan via een variabele, bv. `secondenIngedrukt`
- Als de knop ingedrukt is, a.k.a. `HIGH`
 - Dan tellen we een seconde bij
- Als de knop is losgelaten, a.k.a. `LOW`
 - Dan moeten we kijken hoe lang deze eventueel was ingedrukt
 - 1 seconde: alarm uit
 - 3 seconden: alarm aan
 - Als laatste zetten we de teller terug op `0`

Temperatuur sensor

- Een temperatuur sensor kan de omgevingstemperatuur opmeten
 - Veel verschillende soorten
 - Analooq / i2c / spi / 1-wire
 - Temperatuur / Luchtdruk / Luchtvochtigheid
 - Nauwkeurigheid
 - IC (chip), thermistor, ...
 - ...
 - Keuze hangt af van de toepassing

Temperatuur sensor - Grove

- Grove voorziet een 10-tal verschillende temperatuur sensoren
- Wij gebruiken nu een simpele thermistor (temperatuursafhankelijke weerstand)
- Koppelen we aan een **analoge ingang**
 - Niet meer 1 of 0 (digitaal)
 - Maar waarde tussen 0 en 1023
 - Stelt spanning voor tussen 0 en 5V (of 3V3)

Temperatuur sensor - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de A0 connector
 - A = analoog
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de temperatuur sensor module aan

Temperatuur sensor - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 06-temperature-sensor
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

Meer informatie vind je op https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Temperature_Sensor_V1.2/

Temperatuur sensor - Analyse

- `pinMode(A0, INPUT);`
 - Hiermee stellen we pin `A0` in als een analoge ingang
 - Bij het inlezen krijgen we dan getal tussen 0 en 1023
 - 1x dus doen we dit in `setup()`

Temperatuur sensor - Analyse

- `int voltage = analogRead(A0);`
 - Hiermee kunnen we de huidige "spanning" inlezen op de analoge pin
- De berekening is heel eigen aan temperatuur en deze sensor
- Dit haal je uit de datasheet of online
 - <https://www.youtube.com/watch?v=wjL7xOGqAqg&t=249s>

Temperatuur sensor - Oefening

- Stuur een bericht naar de computer afhankelijk van de temperatuur.
 - Bv. `Temperatuur is ok` als deze lager is dan `25°C`
 - Bv. `Opgelet! Temperatuur is te warm` als deze hoger of gelijk is aan `25°C`.
 - Speel gerust zelf met de grenswaarde
 - Je kan de temperatuur verhogen door je vinger op het IC te leggen

Temperatuur sensor - Oplossing

- We zullen hiervoor een `if-else` beslissing moeten implementeren.

```
void loop() {  
  // Temperatuur bepalen  
  int voltage = analogRead(A0);  
  double R = ((1023.0 / voltage) - 1.0 ) * R0;  
  double temperatuur = (1.0 / ((log(R/R0)/B) + (1/298.15))) - 273.15;  
  
  // Beslissen of temperatuur ok is of niet  
  if (temperatuur < 25) {  
    Serial.println("Temperatuur is ok");  
  } else {  
    Serial.println("Opgelet! Temperatuur is te warm");  
  }  
  
  delay(1000);  
}
```


Bodem vocht sensor

- Een bodem vocht sensor kan opmeten hoeveel vocht er in de grond zit
 - Er bestaan verschillende soorten
 - Resistief (goedkoop maar oxideert)
 - Capacitief (complexer maar oxideert niet)
 - ...
 - Keuze hangt af van de toepassing

Bodem vocht sensor - Grove

- Grove voorziet resistief en capacitieve bodem vocht sensoren
- Wij gebruiken nu een simpele resistieve sensor
- Koppelen we aan een **analoge ingang**
 - Niet meer 1 of 0 (digitaal)
 - Maar waarde tussen 0 en 1023
 - Stelt spanning voor tussen 0 en 5V (of 3V3)

Bodem vocht sensor - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de A1 connector
 - A = analoog
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de bodem vocht sensor module aan

Bodem vocht sensor - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 07-moisture-sensor
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

Meer informatie vind je op https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Moisture_Sensor/

Bodem vocht sensor - Analyse

- `pinMode(A1, INPUT);`
 - Hiermee stellen we pin `A1` in als een analoge ingang
 - Bij het inlezen krijgen we dan getal tussen 0 en 1023
 - 1x dus doen we dit in `setup()`

Bodem vocht sensor - Analyse

- `int vochtgehalte = analogRead(A1);`
 - Hiermee kunnen we de huidige "spanning" inlezen op de analoge pin
- Is een ruwe waarde. Er bestaat niet echt een eenduidige omzetting naar % vocht.

Grafieken maken

- Via `Hulpmiddelen => Seriele Plotter` kan je grafieken maken
- De getallen mag je niet achter tekst plaatsen.
 - Dus waarde uitsturen via `Serial.println()`

Grafieken maken - Grond vocht

- Dus bijvoorbeeld:

```
void loop() {  
  // Eerst moeten we de analoge spanning meten (getal tussen 0 en 1023)  
  int vochtgehalte = analogRead(A1);  
  
  SerialUSB.println("Grondvocht: ");    // println !!  
  SerialUSB.println(vochtgehalte);  
  
  delay(1000);  
}
```

- Resultaat zie je via Hulpmiddelen => Seriele Plotter