

Hartslagmeter met een puls sensor



Voorkennis:

Les 1 t/m 10 en Dobbelsteen

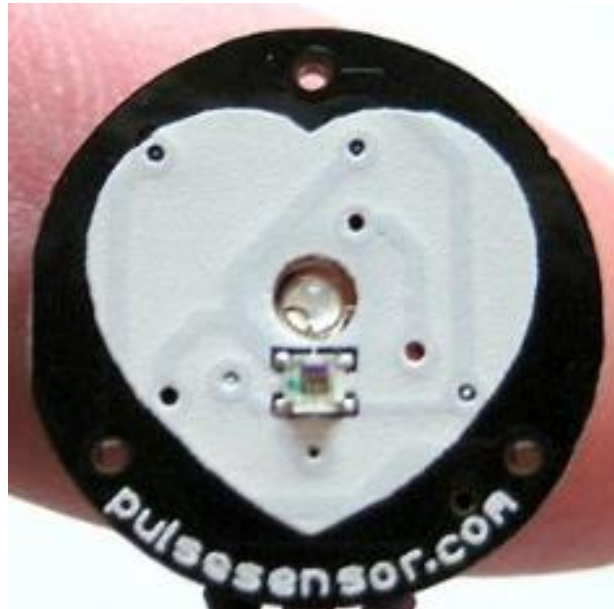
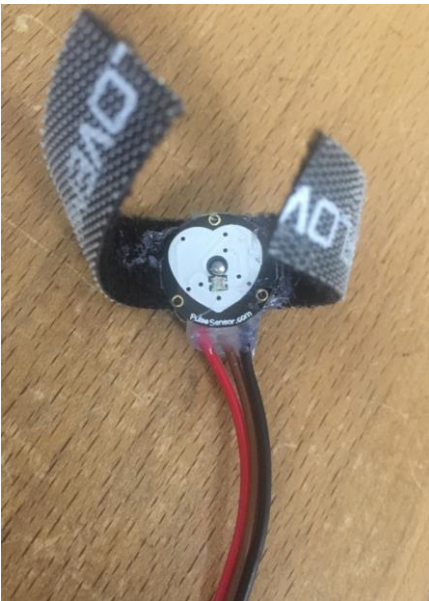
Leerdoelen:

Analoge inputpoort, wissel en gelijk spanning

Benodigdheden

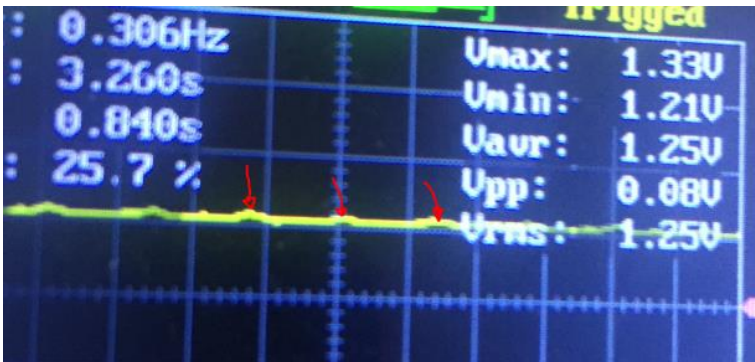
- Arduino (UNO)
- Puls sensor

Introductie



Met de hierboven weergegeven puls sensor kan je op een vinger de hartslag meten.

In het midden van de puls sensor is een LED en een licht sensor. Omdat de lichtdoorlatendheid van je vinger een heel klein beetje verandert in het ritme van je hartslag (meer of minder bloed in je vinger), kan deze sensor de lichtdoorlatendheid meten en op de uitgang van de sensor zal de spanning een klein beetje variëren, zoals op onderstaande figuur bij de rode pijltjes.

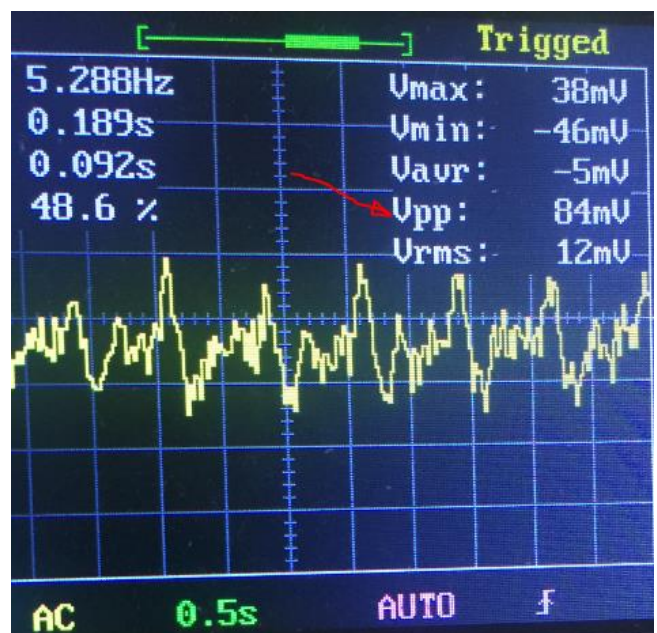




Het signaal dat de puls sensor afgeeft

Het signaal wat de puls sensor afgeeft is heeft een grillig verloop. Dit signaal is een gelijkspanning waarvan de hoogte (amplitude) een beetje verandert. Dit kan je zien in het linker plaatje. In deze meting varieert de spanning tussen 1,21 (Vmin) Volt en 1,33 Volt (Vmax).

Dit signaal kan je beschouwen als een samenvoeging van een gelijkspanning en een wisselspanning. Het rechter plaatje laat alleen de wisselspanning zien met een gevoeliger schaal. Bij deze meting kan je zien dat het verschil tussen de hoogste en de laagste spanning 84 mV (Vpp) is.

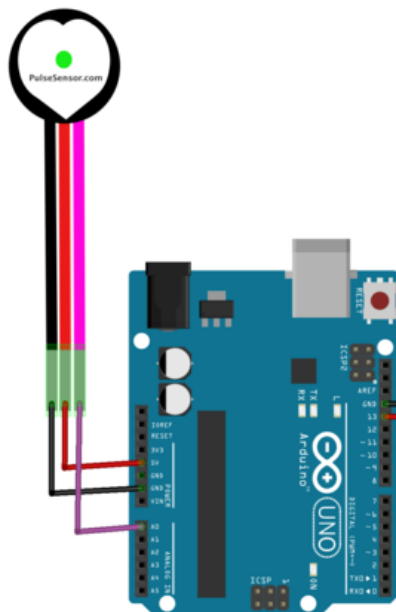


Op de plaatjes is de tijdbasis ingesteld op 0,5 seconden per vakje. Je kan zien dat na iedere ongeveer 0,7 seconden het patroon (de puls) zich herhaald. De periode tijd is dus ongeveer 0,7 seconden. Ik had dus een hartslag van (60 seconden / 0,7 seconden =) 86 slagen per minuut.

De Arduino heeft 6 analoge inputpoorten waarmee spanningen tussen 0 Volt en 5 Volt kunnen meten met de functie `analogRead()`. Als de spanning 0 Volt is geeft de functie 0 terug en bij 5 Volt geeft de functie 1023 terug. Van 0 t/m 1023 zijn 1024 verschillende waarden en 5V/1024 is bijna 5mV. De functie `analogRead()` kan ongeveer 5 mV als kleinste spanningsverschil aangeven.



De puls sensor aansluiten



Het aansluiten van de puls sensor is vrij eenvoudig.

- Zwarte draad is de "ground" (GND);
- Rode draad is 3,3 of 5 volt;
- GroenBruine (in bevenstaande figuur roze) draad moet op een analoge input poort (bijvoorbeeld A0) van de arduino.



OPDRACHT

Detecteer de pulsen om het aantal hartslagen per minuut te berekenen.

Er zijn meerdere manieren om de volledige pulsen te detecteren. We kiezen er nu voor de volgende methode, waarbij we ongeveer 50 samples per seconden meten van de signaal van de puls sensor om de pulsen te bepalen.

1. Bepaal de gelijkspanningscomponent van het signaal
2. Bepaal van het gemeten sample of dit een relatief hoge spanning heeft, zo ja administreer dat je de top hebt waargenomen.
3. Bepaal van het gemeten sample of dit een relatief lage spanning heeft, zo ja administreer dat je het dal hebt waargenomen.
4. Bepaal de periode tijd, dat is de tijd tussen het detecteren van twee opéén volgende toppen.
5. Bereken de hartslag.

Het bepalen van de gelijkspanningscomponent doen we door het middelen van veel samples. Als we de waarde van bijvoorbeeld 500 samples bij elkaar optellen en delen door 500, dan hebben we (ongeveer) de waarde van de gelijkspanningscomponent .

Zoals eerder uitgelegd kan de functie `analogRead()` ongeveer 5 mV als kleinste spanningsverschil aangeven. Dus bij een maximaal spanningsverschil tussen 2 samples van 80 mV zullen de return waardes van de functie `analogRead()` ongeveer 16 verschillen.

We moeten nu bepalen wanneer er een top of een dal is. We hebben gezien dat de puls grillig verloopt en we willen alleen de echte puls detecteren. Omdat niet alle pulsen zijn even sterk zijn lijkt een waarde van de gelijkspanningscomponent + 5 om te besluiten dat er een top is en een waarde van de gelijkspanningscomponent - 3 om te besluiten dat er een dal is.

Zie de hints op de volgende pagina!



HINTS

Declareer een array “signaal_sterkte” bestaande uit integers voor het bepalen van de gelijkspanningscomponent, dus `int signaal_sterkte[500]`. De variabele in deze array zijn te adresseren met `signaal_sterkte[0]` tot en met `signaal_sterkte[499]`, wat precies 500 plaatsen zijn. De gelijkspanningscomponent is het gemiddelde van deze 500 waarden. Omdat we ca 50 samples per seconde nemen berekenen we het gemiddelde over ca 10 seconden.

Declareer een variabele “signaal” van het type `int` om de huidige signaalsterkte in op te slaan. In de functie `loop()` begin je met het lezen van de signaalsterkte van de puls sensor en sla deze op in de variabele “signaal” en kopieer deze waarde ook op de eerstvolgende plaats in de array “signaal_sterkte”. Om te administreren wat de eerst volgende plaats is in de array zal je een variabele “signaal_sterkte_index” van het type `int` moeten declareren. Als de na 500 samples de array vol is begin je weer van vooraf aan. In deze array staan dus de laatste 500 gemeten signaalwaarden van de puls sensor. Nadat je een gemeten signaalwaarde in deze array hebt gekopieerd moet de gemiddelde waarde van die 500 waardes berekenen. Je hebt dus nog een variabele voor nodig dit gemiddelde op te slaan. Wat denk je van een variabele met de naam “signaal_gemiddelde”?

Als de gemeten waarde van de puls sensor **meer** is dan `signaal_gemiddelde + 5`, dan detecteren we een **puls top** en als de gemeten waarde van de puls sensor **minder** is dan `signaal_gemiddelde - 3`, dan detecteren we een **puls dal**.

- Declareer een variabele “puls_top” van het type `boolean` en initialiseer die variabele met de waarde “false”.
- Declareer twee variabelen “puls_top_tijd” en “vorige_puls_top_tijd” van het type `unsigned long`

De variabele “puls_top” krijgt de waarde “true” als je een **puls top** detecteert en “false” als je een **puls dal** detecteert.

Als je een nieuwe **puls top** detecteert moet je een aantal acties uitvoeren, te weten:

1. Geef de variabele “puls_top” de waarde “true” ;
2. De huidige tijd vastleggen in “puls_top_tijd”;
3. De instructie `digitalWrite(LED13,HIGH)` uitvoeren om de onboard LED aan te zetten;
4. bereken m.b.v. de variabelen “vorige_puls_top_tijd” en “puls_top_tijd” het aantal hartslagen per minuut en print deze naar de seriële monitor.
5. Maak de waarde van de variable “vorige_puls_top_tijd” gelijk aan “puls_top_tijd”.

LET OP

Wat is een nieuwe **puls top**? Als je een **puls top** hebt waargenomen kan je pas de volgende **puls top** waarnemen nadat je een **puls dal** hebt waargenomen! Dus je mag alleen de variable “puls_top” de waarde “true” geven als de variabele “puls_top” de waarde “false” heeft. Is de waarde van “puls_top” al “true”, dan is het een sample van dezelfde **puls top**.

Als je een **puls dal** detecteert moet je een aantal acties uitvoeren, te weten:

1. Geef de variabele “puls_top” de waarde “false” ;
2. De instructie `digitalWrite(LED13,LOW)` uitvoeren om de onboard LED uit te zetten;