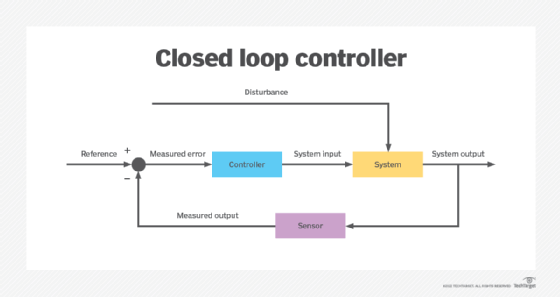
Closed Loop

Tiemon Steeghs



Inhoud

[1. Aanleiding 3](#_Toc132890509)

[2. Probleemstelling 3](#_Toc132890510)

[3. Hoofdvraag: 4](#_Toc132890511)

[3.1. Deelvraag 1: Hoe werkt de HC-SR04P? 4](#_Toc132890512)

[3.2. Deelvraag 2: Hoe lees ik de HC-SR04P sensor uit op het stm32 nucleo bord? 5](#_Toc132890513)

[3.3. Deelvraag 3 5](#_Toc132890514)

[4. Conclusie 6](#_Toc132890515)

[5. Bronvermelding 7](#_Toc132890516)

# Aanleiding

Ik maak deze challenge om te leren wat closed loops zijn en hoe ik de ultrasonische sensor moet toepassen. Dit ga ik doen aan de hand van verschillende requirements waaraan de opdracht moet voldoen.

# Probleemstelling

# Hoofdvraag:

## Deelvraag 1: Hoe werkt de HC-SR04P?

De HC-SR04P is een ultrasone afstandssensor die vaak wordt gebruikt in toepassingen waarbij de afstand tussen objecten moet worden gemeten.

De sensor maakt gebruik van ultrasone geluidsgolven om de afstand tot een object te meten. Het werkt door het verzenden van een ultrasone geluidspuls vanuit de zender van de sensor naar het object dat gemeten moet worden. De puls kaatst terug van het object en wordt opgevangen door de ontvanger van de sensor.

De tijd tussen het verzenden van de puls en het ontvangen van de echo wordt gemeten en omgezet in een afstandsmeting. Dit gebeurt door het vermenigvuldigen van de tijd met de snelheid van het geluid.

De HC-SR04P is een verbeterde versie van de HC-SR04 sensor. Het verschil is dat hij ook op een voltage van 5 Volt werkt in tegenstelling tot het origineel die alleen werkt op 3 volt.

De sensor beschikt over vier pins.

1. Vcc, voor de 5 volt input
2. Trig, de trigger pulse input pin. Op het moment dat deze wordt geactiveerd zal hij een ultrasone pulse uitzenden om de afstand tot een object te kunnen berkeken. Een puls duurt ongeveer 10 microseconden.
3. Echo, de echo puls output pin. Deze pin vangt de ultrasone pulsen op en krijgt ook de tijdsduur binnen die overeenkomt met de tijd die het koste om de puls te versturen en weer terug te laten keren.
4. GND, de grond pin

Afbeelding met diagram

Automatisch gegenereerde beschrijving

Figuur Bron: Datasheet

De afstand tot het object kan worden berekend door de tijd die de ultrasone puls nodig had om te reizen naar het object en terug te keren te delen door twee, omdat de ultrasone puls een afstand aflegt die gelijk is aan de afstand naar het object plus de afstand terug naar de sensor. Door deze berekening te maken kan de afstand tot het object worden bepaald met behulp van de formule:

Afstand = (Tijd x Snelheid van het geluid in de lucht) / 2

Snelheid van het geluid in de lucht = 343 m/s

## Deelvraag 2: Hoe pas ik de HC-SR04P sensor toe op het stm32 nucleo bord?

Om de HC-SR04P sensor juist toe te passen zijn er verschillende stappen die je moet ondergaan. Zoals eerder beschreven maakt de sensor gebruik van een trigger pin en een echo pin. Om de afstand tot een object te kunnen meten, heb je de tijd nodig die het duurt voor het versturen van het signaal, tot de binnenkomst bij de echo pin.

### Techniek 1

Een manier om dit te doen is door als eerste timer 3 in te stellen voor het genereren van een pwm signaal op de trigger pin. Deze stel ik dan in zodat de lengte van het signaal 10 uS is en de tijd tussen twee pulsen 25 ms.

Afbeelding met tekst, schermopname, software, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

Vervolgens stel ik timer 4 in voor het berekenen van de pulsetijd (Echo time). Timer 4 laat ik continue doortellen zodat ik op elk moment de waarde van de timer kan opvragen. Dan vraag ik de waarde van de timer op, op het moment dat de triggerpin is geactiveerd. Als de echo pin hoog wordt en dus het signaal binnenkrijgt, zal er een interrupt getriggered worden. In de interrupt handle methode vraag ik de waarde van de timer weer op. Ik bereken dan het verschil tussen de twee waardes en zo heb ik de tijd dat het signaal erover gedaan heeft om heen en weer te gaan van de sensor, naar het obstakel en weer terug.

Hieronder zie je dat terug in de pulstraveltime die dus wordt berekend aan de hand van de interrupt.

Afbeelding met tekst, schermopname, software, scherm

Automatisch gegenereerde beschrijving

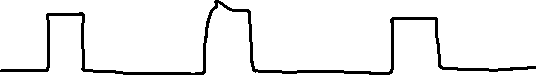
De uiteindelijke afstand bereken ik dat aan de hand van de formule. Omdat de pulstraveltime in microseconde is doe ik hem maal 0.0343 uS/cm (343 m/s is de snelheid van geluid door lucht) en vervolgens deel ik hem nog door twee, omdat anders de gehele tijd wordt meegerekend van het heen en weer gaan van de puls.



### Techniek 2

Er is ook nog een andere techniek die ik kan gebruiken om de afstand te bepalen. Hiervoor moet ik naast het PWM output signaal op de trigger pin ook nog een PWM input signaal hebben op de echo pin. Door deze twee timers juist te timen kan ik constant de afstand blijven uitlezen. Hierbij is het belangrijk dat de timer op de trigger pin een pulse stuurt niet sneller dan elke 20ms. Waardes sneller dan dit zou betekenen dat bij een afstand > 1 meter er al een nieuw trigger signaal komt als de vorige nog niet is opgevangen.

Om de afstand te bepalen moet ik steeds de echotime achterhalen, dit is de tijd dat de puls erover gedaan heeft om terug bij de sensor te komen. Dit kan ik doen door steeds de count te “capturen” op het moment dat de echo pin hoog wordt.



## Deelvraag 3

# Conclusie

# Bronvermelding

Datasheet van de HC-SR04P:

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

*Getting Started with the HC-SR04 Ultrasonic sensor*. (z.d.). projecthub.arduino.cc. <https://projecthub.arduino.cc/Isaac100/7cabe1ec-70a7-4bf8-a239-325b49b53cd4>

Pounder, L. (2018). Tooling Tuesday - HCSR04P Ultrasonic Sensor. *bigl.es*. <https://bigl.es/tooling-tuesday-hcsr04p-ultrasonic-sensor/>

Presentatie over timers van de school git

Presentatie over closed loop van de school git