



AP HOGESCHOOL
ANTWERPEN

Elektronica-ICT

Smart City

Onderdeel van de stage
ondersteund door de

AP Hogeschool

En uitgevoerd op en begeleid door het bedrijf

AP Hogeschool

Jonas van Raemdonck & Sten Hulsbergen

Elektronica-ICT

Begeleider: Patrick Houtven
Mentor: Patrick Houtven

Academiejaar 2021-2022
1^{ste} semester

VERSIEBEHEER.....	4
TERMEN EN AFKORTINGEN	4
OPDRACHTGEVER.....	5
SAMENVATTING.....	5
SITUATIE AS-IS.....	5
SMART TILES.....	5
SMART CAR	5
SITUATIE TO-BE	6
HARDWARE.....	6
<i>Smart tiles</i>	6
<i>Smart car</i>	6
SOFTWARE.....	7
<i>Firmware van een MCU</i>	7
<i>Webapplicatie</i>	7
<i>Services</i>	7
PROJECTDEFINITIE	8
DOELSTELLING	8
SCOPE	8
NIET IN SCOPE	8
PLANNING.....	9
HOOFDLIJNEN.....	9
TOELICHTING FASES	9
DETAILPLANNING (1 ^{STE} SEMESTER)	9
DETAILPLANNING (2 ^{DE} SEMESTER).....	10
FUNCTIONEEL DESIGN	11
HARDWARE.....	11
<i>Smart tiles</i>	11
<i>Smart car</i>	12
SOFTWARE.....	13
<i>Firmware van een MCU</i>	13
<i>Webapplicatie</i>	13
<i>Services</i>	13
TECHNISCH DESIGN	14
SMART OBJECT (HARDWARE ANALYSE)	14
<i>Microcontroller</i>	14
<i>Remote firmware flashing</i>	14
<i>Smart tiles</i>	15
<i>Smart car</i>	16
BLOKDIAGRAMMEN	17
<i>Smart tiles</i>	17
<i>Smart car</i>	17
SPECIFICATIES	18
<i>Smart tiles</i>	18
<i>Smart car</i>	18
ONDERLIGGENDE ARGUMENTATIE	19
ELEKTRISCHE SCHEMA'S.....	20
<i>Smart tiles</i>	20
<i>Smart car</i>	20
SMART OBJECT (SOFTWARE ANALYSE)	21

<i>Smart tiles</i>	21
<i>Smart car</i>	22
BESCHRIJVING VAN DE MOGELIJKE INTERFACES	24
BESCHRIJVING VAN EVENTUELE DATAMIGRATIE	25
BESCHRIJVING VAN EVENTUELE IMPACT OP DE HUIDIGE INFRASTRUCTUUR	26
ANALYSE VAN SECURITY EN EVENTUELE AUTORISATIEROLLEN	27
BCP	27
PRIVACY	27
DOCUMENTATIE	28
BRONVERMELDING	28

Versiebeheer

Nr.	Datum	Verspreiding	Status	Wijziging
0.01	18-11-2021	Jonas van Raemdonck, Sten Hulsbergen	Eerste draft	Inleiding + projectomschrijving + projectdefinitie + functioneel design
1.00	23-12-2021	Jonas van Raemdonck, Sten Hulsbergen	Finale versie	De rest van de bundel volledig afgewerkt na feedback van Patrick Houtven

Termen en Afkortingen

Term	Omschrijving
IoT	IoT is de afkorting voor Internet of Things, dit is een verzameling van apparaten die via een internetverbinding met elkaar in contact staan om zo gegevens uit te kunnen wisselen.
Node-RED	Node-RED is een programmeertools om hardware, API's en online services met elkaar te linken zonder code te moeten schrijven.
I ² C	Werkt op basis van twee seriële buslijnen die synchroon lopen met elkaar. Ontworpen voor de communicatie tussen microcontrollers en ander apparatuur.
PCB	Een Printed Circuit Board (PCB) is een plaat met elektrisch geleidende verbindingen waar elektronische componenten op gesoldeerd kunnen worden om schakelingen op te bouwen.
MCU	Microcontroller unit is een programmeerbare chip die apparaten kan besturen alsook gegevens kan inlezen.
API	API's zorgen ervoor dat apparaten gegevens kunnen overbrengen van systeem naar systeem. API's zijn een gestandaardiseerde toegang tot alle applicatiegegevens of apparaten.
MQTT	MQTT is een licht netwerkprotocol om communicatie mogelijk te maken tussen sensoren en mobiele apparaten waar netwerkbandbreedte beperkt is.

Opdrachtgever

Patrick Houtven – Product owner en begeleider

Maarten Luyts – Opdrachtgever

Samenvatting

Het doel is om een bijdrage te leveren aan een reeds bestaand project. Het project bestaat uit volgende onderdelen: smart tiles, smart car en een webapplicatie. Het doel hiervan is om een Smart City te simuleren met als doel later een automatische magazijnrobot.

De smart tiles bestaan uit meerdere verlegbare tegels die actuatoren bezitten in een veranderlijke configuratie. De smart car bevat ook een aantal sensoren en een microcontroller, deze auto wordt geprogrammeerd over het internet en kan via een webinterface bestuurd worden.

Situatie As-Is

Smart tiles

Momenteel zijn er een aantal tegels gemaakt en ook meerdere configureerbare bovenplaten. De tegels zijn voorzien van een aantal stoplichten en slagbomen die op de verschillende bovenplaten gezet kunnen worden om zo meerdere mogelijkheden te hebben voor de smart car.

De stoplichten zijn gemaakt uit een 3D-geprinte houder waar drie ledjes op gemonteerd zijn. De slagbomen bestaan uit 2 onderdelen: een houder voor de servomotor en de slagboom zelf. Beide onderdelen zijn gemaakt met behulp van een 3D printer.

Smart car

De huidige auto bestaat uit twee lagen acryl, een bovenlaag en een onderste laag. De bovenlaag dient om een PCB te monteren. Rond deze PCB zullen dan meerder montagegaten zitten voor sensoren. De onderste laag dient om de DC-motor te monteren van de auto, alsook sensoren die grondgericht zijn.

Er is al een flow voorzien voor de communicatie tussen de gebruiker van de webinterface en het systeem. Deze flow kan gebruikt worden via een userinterface dat gegenereerd wordt door Node-RED. Hierdoor is er de mogelijkheid de auto remote te besturen.

Situatie To-Be

Het project moet uitgebreid worden met functies. Zo werd er gevraagd om deze programmeerbaar te maken over het internet, omdat het programmeren van microcontrollers zonder kabel handiger is eens deze in werking zijn of zich in het werkveld bevinden. Ook zal er een uitbreiding verwacht worden van de smart tiles, met verschillende obstakels zoals verkeerslichten en slagbomen. De smart car gaat ook uitgebreid worden zodat deze de verschillende obstakels op de smart tiles kan navigeren zonder problemen.

Hardware

Smart tiles

Er zijn een aantal verschillende smart tiles die steeds een andere configuratie hebben. De tegels kunnen met elkaar verbonden worden waardoor er een willekeurige weg ontstaat waar de smart car op kan rijden.

De smart tiles zijn hol vanbinnen, in deze ruimte kan alle elektronica worden voorzien om de voeding en dataconnectie mogelijk te maken met andere tegels. Dit gebeurt door middel van magnetische connectoren aan de zijkanten. De tegels bevatten beïnvloedbare stoplichten en slagbomen die door de gebruiker via de webinterface aangepast kunnen worden. Op de bovenplaat wordt een weg gegraveerd met behulp van een laser cutter.

Elke tegel bevat een microcontroller waar componenten zoals de verkeerslichten of slagbomen aanhangen om geprogrammeerd en bestuurd te worden. Er worden PCB's gemaakt voor elk component waar nodig. De communicatie tussen de tegels gebeurt via I²C.

Er werd vorig jaar gebruikt gemaakt van een centrale tegel met USB-C Power Delivery, deze moet omgezet worden om elke tegel met een batterij te laten werken voor zeker twaalf uur. Hierdoor komt er geen centrale tegel meer en kunnen alle tegels met elkaar verbonden worden zonder problemen.

Smart car

De smart car is een slimme auto die zelf kan rijden of ook bestuurd worden via de webapplicatie. Er moeten twee auto's naast elkaar kunnen rijden dus de auto wordt de helft van de breedte van de weg.

De auto heeft twee montage lagen, zo kunnen er allerlei sensoren gemonteerd worden aan de bovenste laag van de auto. De onderste laag is voor het monteren van de motoren, de batterij en sensoren die dicht bij de grond moeten. Over de motoren worden encoders geplaatst om de bewegingen bij te kunnen houden.

Er wordt een PCB voorzien waar een microcontroller op gemonteerd wordt. Daarmee kunnen de motoren bestuurd en sensoren afgelezen worden. Hierdoor zal de auto automatisch kunnen rijden of manueel bestuurd worden.

De auto moet mogelijk opnieuw ontworpen worden om de kwaliteit te verbeteren.

Software

Firmware van een MCU

Om de microcontrollers van de smart car en tiles te kunnen programmeren moet er een API centraal staan. Wanneer code verstuurd wordt controleert de API of dat er een nieuwe firmware versie mogelijk is. De gegevens daarvan zijn opgevraagd uit een database.

Voor het herhaaldelijk programmeren van de microcontroller wordt een template gemaakt. De template beschikt over methodes waar de API mee aangeroepen kan worden. De microcontroller zal vragen welke firmware versie beschikbaar is en deze vergelijken met de huidige firmware. Als er een nieuwe versie beschikbaar is dan wordt de microcontroller deze installeren.

Webapplicatie

Om het project te kunnen beheren wordt er een webapplicatie opgebouwd. Dit geeft de mogelijkheid dat de firmware en programmatie van de microcontrollers remote geüpload kan worden. Hoe dit tot stand wordt gebracht is met een API.

Services

De service die hier gebruikt wordt is Node-RED. Via Node-RED kan een flow gecreëerd worden van functionaliteiten. Hiermee wordt ook een interface aangemaakt. Dit geeft de mogelijkheid om remote de microcontroller te besturen.

De communicatie tussen Node-RED en de microcontroller gebeurt met het MQTT-protocol. Hiervoor dient een Node-RED server en MQTT-broker op te worden gezet.

Projectdefinitie

Doelstelling

Er wordt verwacht dat de auto remote geprogrammeerd kan worden, zelfstandig kan rijden en keuzes kan maken bij obstakels en remote bestuurd kunnen worden via een webinterface. Ook moet de kwaliteit van de huidige onderdelen verbeterd worden.

Scope

- *PCB's ontwerpen en solderen*
- *Microcontroller remote kunnen programmeren (MVP)*
- *Werkend prototype voorzien*
- *Kwaliteitsverbetering*

Niet in Scope

- *Smart car opnieuw ontwerpen*
- *Smart tiles opbouwen*
- *Verbeteren prototype*

Planning

Bij deze analyse wordt het Agile principe toegepast. Voor de planning wordt er gebruik gemaakt van een Kanbanplanning om alle items die afgewerkt moeten worden op te volgen en te verwerken. Elke week op donderdag is er een sprint voorzien.

Hoofdlijnen

Analyse afhebben - 23/12/2021

Project afhebben - 1/6/2022

Toelichting fases

Dit project gaat gebruik maken van iteraties. Eerst zorgen we dat we van de verschillende onderdelen beschikken over een Minimum Viable Product, en dan gaan we telkens itereren op dit onderdeel om deze te optimaliseren en bugs eruit te halen.

Detailplanning (1^{ste} semester)

Onderdelen planning	Datum	Student
<i>Versiebeheer</i>	<i>23/12</i>	<i>Jonas</i>
<i>Termen en afkortingen</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten</i>
<i>Samenvatting</i>	<i>2/12</i>	<i>Sten</i>
<i>Situatie As-Is</i>	<i>2/12</i>	<i>Sten, Jonas</i>
<i>Situatie To-Be</i>	<i>9/12</i>	<i>Sten</i>
<i>Projectdefinitie</i>	<i>16/12</i>	<i>Sten</i>
<i>Planning</i>	<i>25/11</i>	<i>Sten, Jonas</i>
<i>Functioneel design</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten</i>
<i>Technisch design</i>	<i>25/11</i>	<i>Sten, jonas</i>
<i>Beschrijving van de mogelijke interfaces</i>	<i>23/12</i>	
<i>Beschrijving van eventuele datamigratie</i>	<i>23/12</i>	<i>Jonas</i>
<i>Beschrijving van eventuele impact op de huidige infrastructuur</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten, Jonas</i>
<i>Analyse van security en eventuele autorisatie rollen</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten, Jonas</i>
<i>Documentatie</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten, Jonas</i>
<i>Bronvermelding</i>	<i>23/12</i>	<i>Sten, Jonas</i>

Detailplanning (2^{de} semester)

<i>Onderdelen planning</i>	<i>Datum</i>	<i>Student</i>
<i>Testen van infrarood sensor en</i>	<i>Maand 1</i>	<i>TBD</i>
<i>Smart car lijnen laten volgen</i>	<i>Maand 1</i>	<i>TBD</i>
<i>Node-RED webserver opstellen</i>	<i>Maand 2</i>	<i>TBD</i>
<i>Smart tiles ontwerp maken</i>	<i>Maand 2</i>	<i>TBD</i>
<i>Smart tiles extra componenten bestellen</i>	<i>Maand 2</i>	<i>TBD</i>
<i>Smart tiles in elkaar steken</i>	<i>Maand 3</i>	<i>TBD</i>
<i>Informatie van smart tiles doorsturen naar de webserver</i>	<i>Maand 3</i>	<i>TBD</i>
<i>Commando's en informatie van de webserver naar de smart car sturen</i>	<i>Maand 4</i>	<i>TBD</i>
<i>Smart car reacties op inputs programmeren en deze intelligenter laten reageren</i>	<i>Maand 4</i>	<i>TBD</i>
<i>Zorgen dat alles stabiel werkt</i>	<i>Maand 4</i> <i>- einde</i>	<i>TBD</i>

Functioneel design

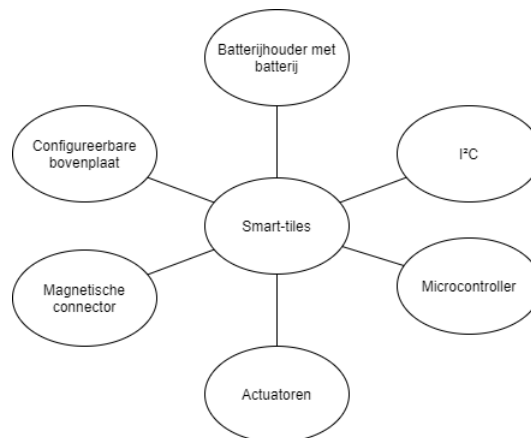
Hardware

Smart tiles

De smart tiles bestaan uit een aantal verschillende tegels die met elkaar communiceren om samen één geheel te vormen. De tegels bevatten een batterijhouder waar een batterij in geklikt kan worden, met magnetische connectoren zal niet alleen de voeding maar ook de data connectie tot stand gebracht worden.

Alle tegels bevatten een vervangbare topplaat waar de smart car op zal rijden. Op iedere topplaat worden er een aantal montageplaatsen voorzien, hierdoor is er een mogelijkheid sensoren en actuatoren te plaatsen.

De microcontrollers in de smart tiles zullen te programmeren zijn via het internet of een sturing via een I²C verbinding. Dit geeft de mogelijkheid het project van een afstand te kunnen gebruiken.

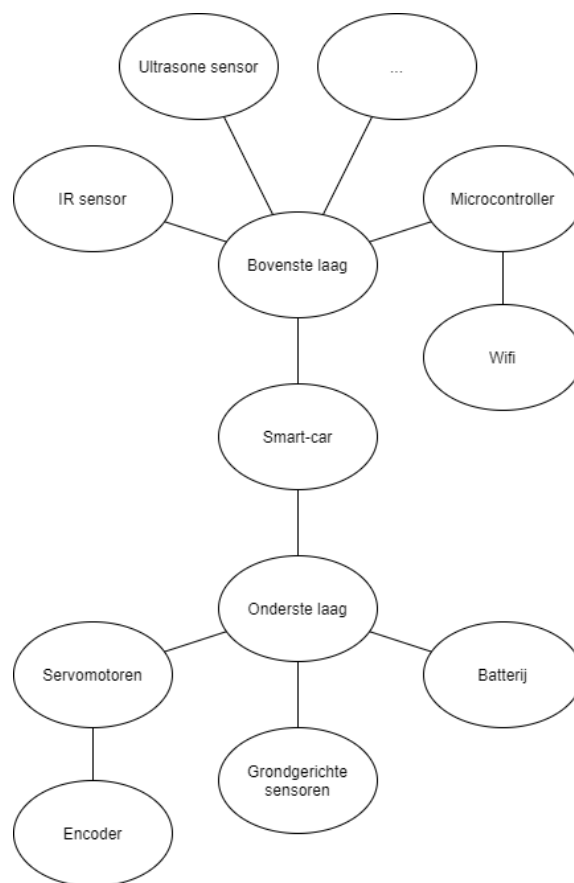


Smart car

De smart car bestaat uit twee lagen, de bovenste laag. De bovenste laag is vooral voorzien voor sensoren op te plaatsen en heeft daarom ook een grote modulariteit. Op de onderste laag worden componenten geplaatst waardoor de auto kan voortbewegen.

De bovenste laag bevat veel montagegaten om bijhorende sensoren op te plaatsen, deze laag heeft ook plaats voorzien om de PCB met microcontroller en GPIO-pinnen op te zetten. De sensoren worden reeds verbonden met de GPIO-pinnen.

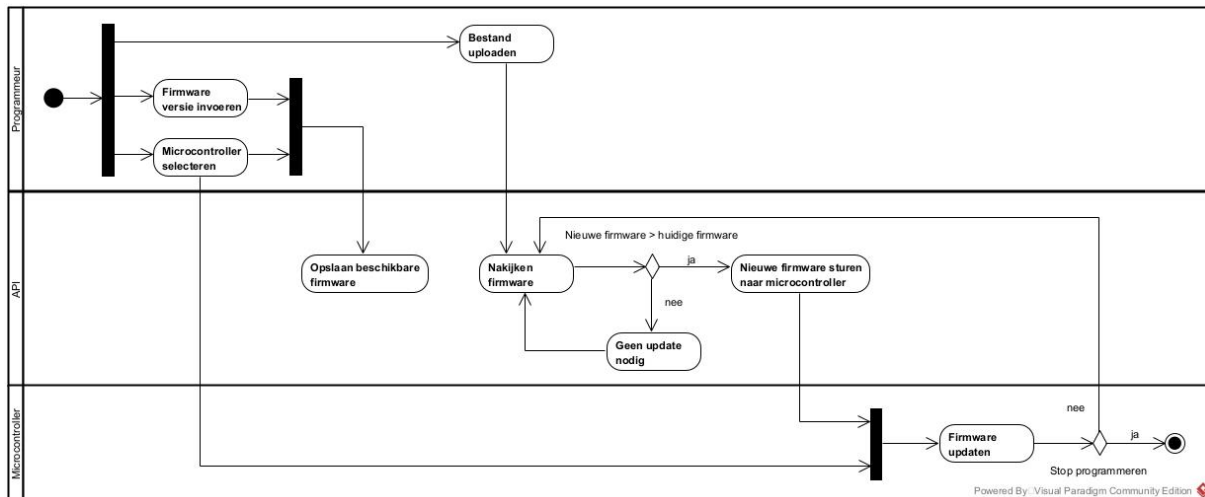
De onderste laag is voorzien om de motoren, de batterij en grondgerichte sensoren op te monteren.



Software

Firmware van een MCU

Bij dit project is het mogelijk om de microcontroller via het internet te programmeren. Dit gebeurt met behulp van een API. De API stuurt de nieuwste beschikbare versie door naar de microcontroller als de versies verschillen met elkaar.



Webapplicatie

Om alles te kunnen beheren zal als eerste de webapplicatie opgebouwd worden omdat dit nodig is om firmware en code naar de microcontroller te sturen. De code die verstuurd moet worden moet binair zijn.

Als de juiste firmware versie en microcontroller zijn aangeduid zal de juiste microcontroller geprogrammeerd worden met de code in het binaire bestand.

Bestand

Choose File

Upload

Enter the firmware version

Select Microcontroller

MCU 1

▼

Services

Om gebruik te maken van een API en webapplicatie gaan er een aantal servers op worden gezet. Voor de API en webapplicatie wordt een webserver opgezet.

De data die opgeslagen moet worden zoals de beschikbare firmware versies, worden opgeslagen in een MYSQL-database. De database heeft een verbinding met de API.

Als alle servers zijn opgezet kan alles via internet beschikbaar gesteld worden om er remote mee bezig te kunnen zijn.

Technisch design

Smart Object (Hardware Analyse)

Microcontroller

Voor dit project moet de microcontroller via internet kunnen worden geprogrammeerd en bestuurd, dat betekent dat er een microcontroller nodig is die met het internet verbonden kan worden via wifi.

Uit onderzoek moet de ESP32 gebruikt worden. Deze microcontroller bevat een wifi- en bluetooth module en een groot aantal GPIO-pinnen. Hierdoor kunnen er veel sensoren en of actuatoren aangesloten worden.

De ESP32 is een veel gebruikte microcontroller hierdoor is er dus veel documentatie over en zijn er veel bibliotheken beschikbaar. De microcontroller wordt geplaatst op een PCB, zo kunnen de GPIO-pinnen makkelijk aangesloten worden.

Remote firmware flashing

Om de microcontroller te kunnen programmeren via het internet moet er onderzoek gedaan worden naar technologieën die dit mogelijk maken.

Arduino OTA

Deze technologie maakt het mogelijk om een microcontroller die compatible is met Arduino te updaten via wifi. Maar om dit te gebruiken moet python en de Arduino OTA bibliotheek geïnstalleerd zijn.

Een groot nadeel hiervan is dat steeds fysiek de voorbeeldcode op de microcontroller geplaatst moet worden. Dit geeft veel problemen als er gebruik wordt gemaakt van remote programmeren.

Webserver

Bij deze technologie gedraagt de microcontroller zich als een webserver. Hiermee is het mogelijk om via een webbrowser de firmware up te daten en ook kan code worden geüpload. Hiervoor zijn wel een aantal bibliotheken nodig die geïnstalleerd moeten worden.

Het probleem hiervan is dat de microcontroller maar één keer geprogrammeerd kan worden.

Webapplicatie

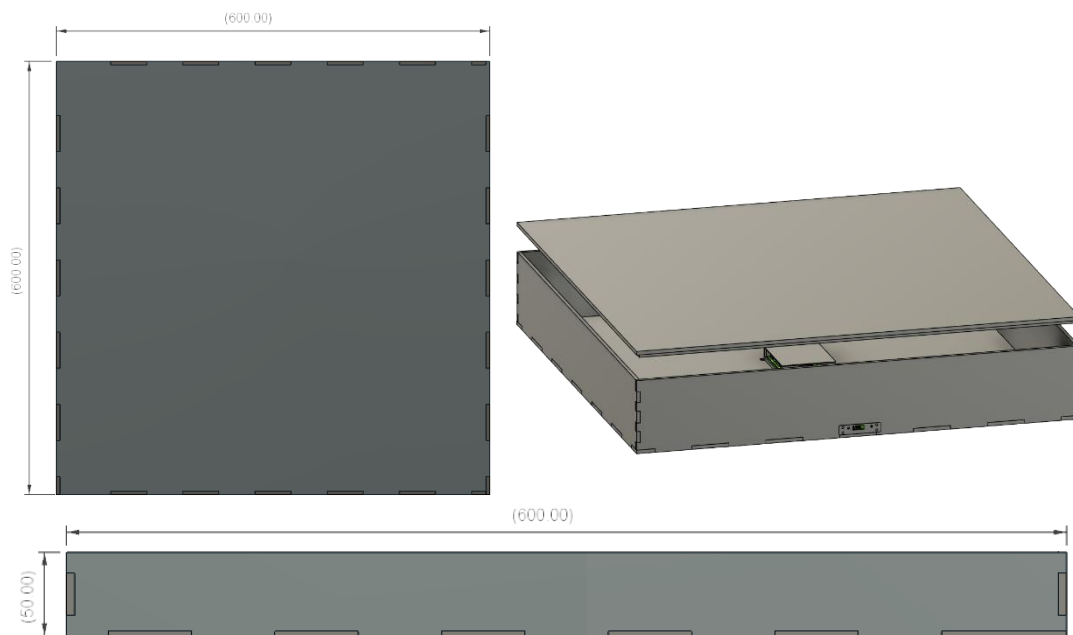
Zelf een API maken om de microcontroller te programmeren lijkt het meest interessant, er zijn een aantal bibliotheken beschikbaar. In een voorbeeldcode is een template voorzien om nieuwe firmware en een binaire file te sturen naar de microcontroller.

Smart tiles

De smart tiles zijn opgebouwd als houten dozen die vervaardigd zal worden met de lasercutter. Elke tegel heeft een batterijhouder zodat overal een batterij ingestoken kan worden.

Elke smart tile bevat een microcontroller om de actuatoren en sensoren aan te sturen en uit te lezen. Onderling zijn de tegels verbonden met magnetische connectoren, dit maakt I²C communicatie mogelijk tussen de tegels.

De magnetische connectoren bestaan uit pogo pinnen en contactpunten. Hierdoor kunnen de smart tiles modulair opgebouwd worden.

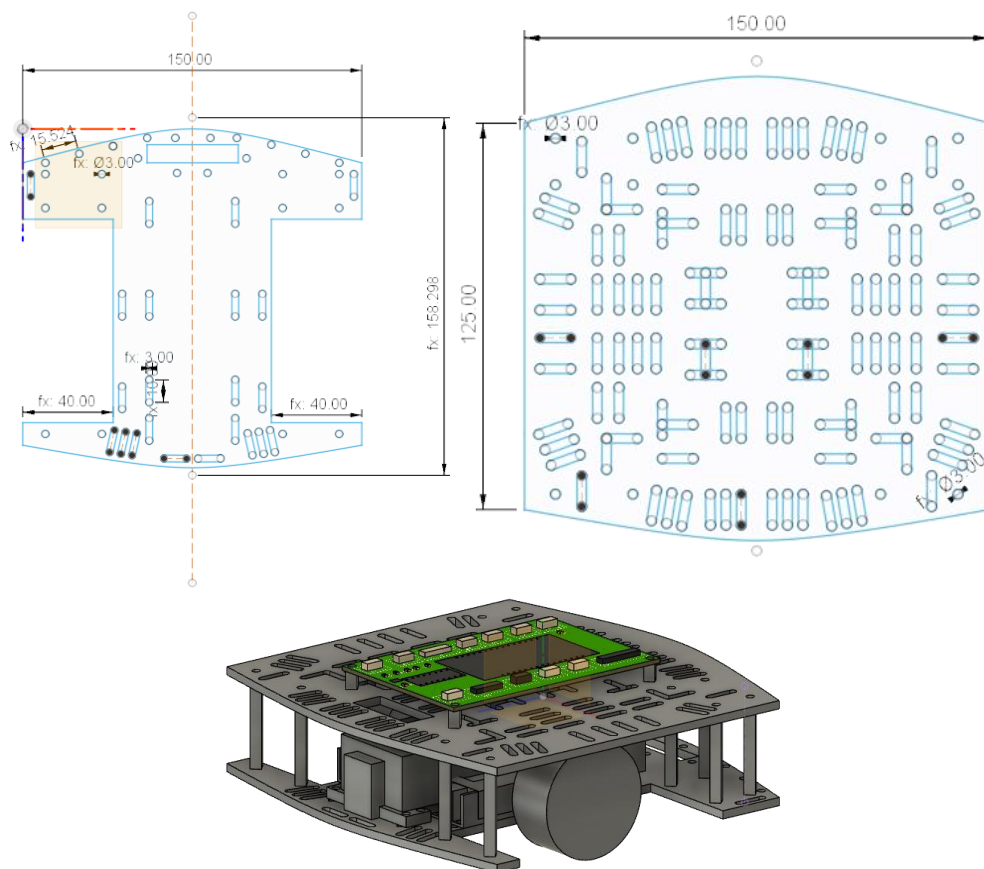


Smart car

De auto bestaat uit twee lagen, de bovenste laag en onderste laag. De bovenste laag wordt gebruikt om de PCB met microcontroller op te plaatsen met PCB standoffs en bij de rest van de montagegaten sensors naar keuze. De lagen zijn van acrilic en zijn gemaakt met behulp van een lasercutter.

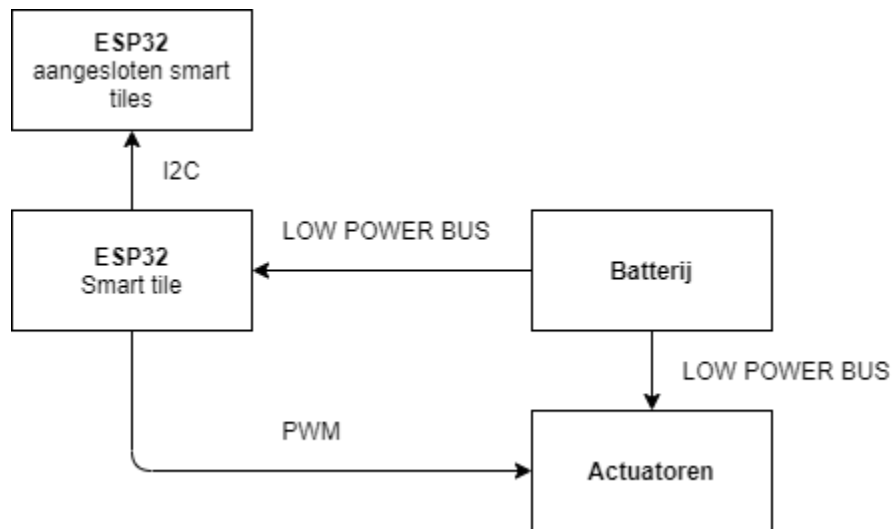
De onderste laag wordt gebruikt om de motoren, batterij en grondgerichte sensoren op te monteren.

De spanning die van de batterij gaat geregeld moeten worden met een schakeling, de microcontroller mag maximaal maar op 5V. Voor de motoren is dit niet nodig. De microcontroller dient voor het aansturen van de motoren en het inlezen van de sensoren.

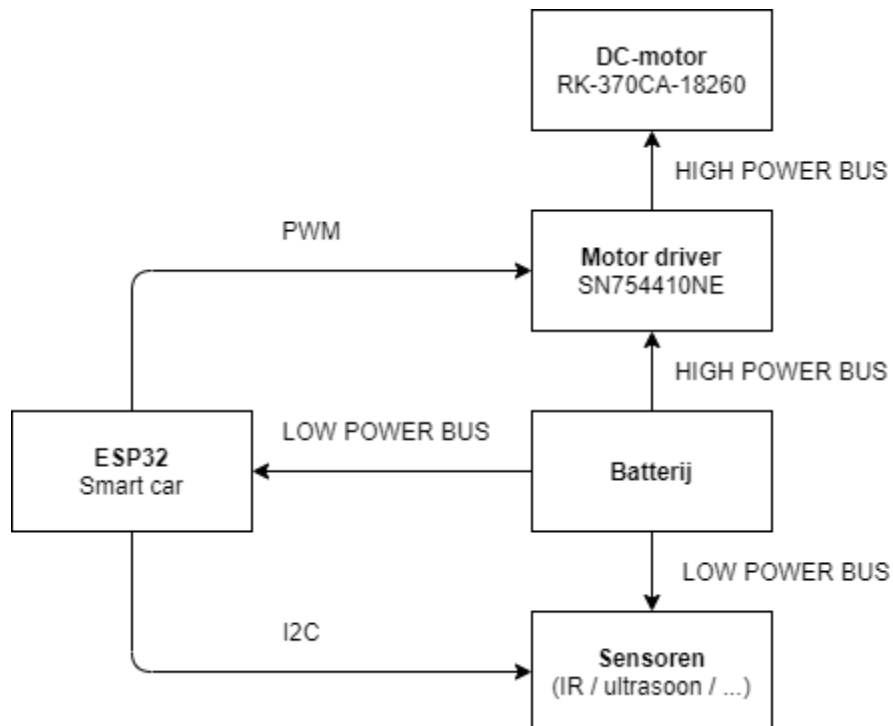


Blokdiagrammen

Smart tiles



Smart car



Specificaties

Smart tiles

Blok	Specificatie	Min	Nominaal	Max
Batterij	Stroom		500mA	2A
	Capaciteit		2700mAh	
ESP32	F_{cpu}	80 MHz	160 MHz	240 MHz
	Werkspanning	2.2V	3.3V	3.6V
	Stroom	5 μ A		500mA
	Wifi			150 Mbps
Servo SG-90	Werkspanning		4.8V	6V
	Toerental		100tr/min	125tr/min

Smart car

Blok	Specificatie	Min	Nominaal	Max
Batterij	Stroom		500mA	2A
	Capaciteit		2700mAh	
ESP32	F_{cpu}	80 MHz	160 MHz	240 MHz
	Werkspanning	2.2V	3.3V	3.6V
	Werkstroom	5 μ A		500mA
	Wifi			150 Mbps
SN754410NE	Uitgangsstroom	0A	1.1A	2A (<5ms)
	Uitgangsspanning	-0.5V		36V
	Ingangsspanning	36V	36V	36V
	Vermogen			2075mW
RK-370CA-18260	Werkspanning	6V	13V	18V
	Werkstroom	55mA	360mA	2.35A
	Vermogen	33mW	4.68W	42.3W
	Toerental	8500tr/min	7370tr/min	

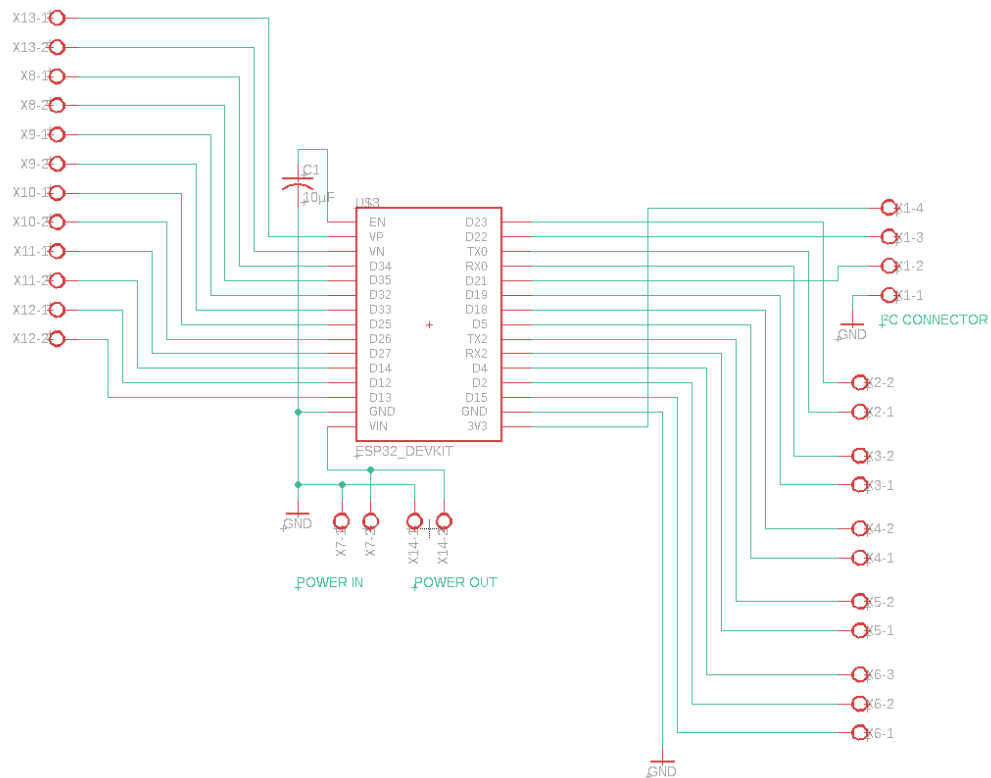
Onderliggende argumentatie

Voor elk blok van het blokdiagram moet je ook een argumentatie geven waarom deze gebruikt wordt in de voorgestelde oplossing in de analyse. Geef ook mogelijke alternatieven. Geef deze informatie in het volgend formaat:

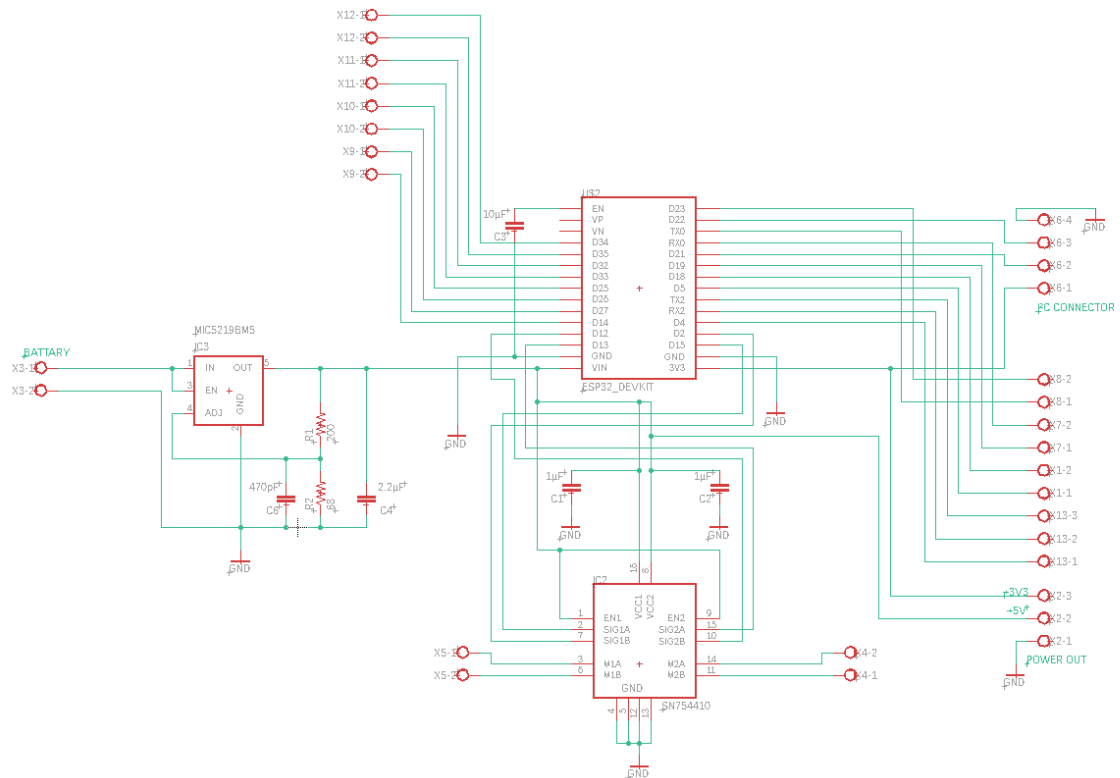
Blok	Argumentatie	Alternatieven
<i>Motor Power</i>	<i>De loodbatterij is oplaadbaar en levert de correcte spanning voor de motorsturing. De LiPo batterij is een betere oplossing vooral door gewicht en beter behoud van capaciteit. De loodbatterij was beschikbaar en moest niet aangekocht worden</i>	<i>LiPo, powerbank</i>
<i>Wireless Driver</i>	<i>We maken gebruik van een nRF24L01 omdat dit de simpelste manier van communicatie is, geen protocol en een simpele communicatie voorzien.</i>	<i>Bluetooth, ZigBee, wifi</i>
<i>ESP32</i>	<i>Deze MCU bevat wifi functionaliteit, hierdoor is communicatie met de smart tiles en smart car mogelijk via internet.</i>	<i>Arduino met wifi chip, Raspberry pi met Wi-Fi stick, Jetson nano met Wi-Fi stick</i>
<i>SN754410NE</i>	<i>De motor moet aangestuurd kunnen worden, hiervoor is deze chip geschikt. Deze chip wordt gebruikt omdat deze al reeds op de bestaande PCB zit en deze genoeg functionaliteit heeft voor ons.</i>	<i>Full H-brug, Odrive</i>

Elektrische schema's

Smart tiles



Smart car



Smart Object (Software Analyse)

Om software /datamigratie te analyseren is een top down methodologie aangeraden. Eerst moeten de datastromen vastgelegd worden. Als bepaalt is welke data er in en uit een specifieke blok van het systeem komt, moet eveneens het formaat bepaald worden waarin dit gebeurt. Om dit succesvol te doen moet er ook rekening gehouden worden met de hardware restricties. Bv. JSON versturen over I²C met een Arduino is gedoemd om te falen.

Het aangeven van welke data eer specifiek in een bepaald blok ingaat of uitkomt geef je weer met volgend format:

Dit project beschikt over twee smart objecten die geconnecteerd zullen zijn door de webserver.

Smart tiles

Blok	Data In	Data Uit
<i>ESP32</i>	<i>Actuator status</i>	<i>Actuator status</i>
<i>Actuatoren (verkeerslicht, ...)</i>		<i>Actuator status</i>

Smart car

Blok	Data In	Data Uit
ESP32	Webserver commando's, Sensordata IR sensor, Sensordata ultrasoon sensor	Motorcontroller commando's
SN754410NE (motor driver)	Commando's van ESP32	PWM voor motor
Infrarood sensor		Sensordata infrarood
Ultrasoon sensor		Sensordata ultrasoon

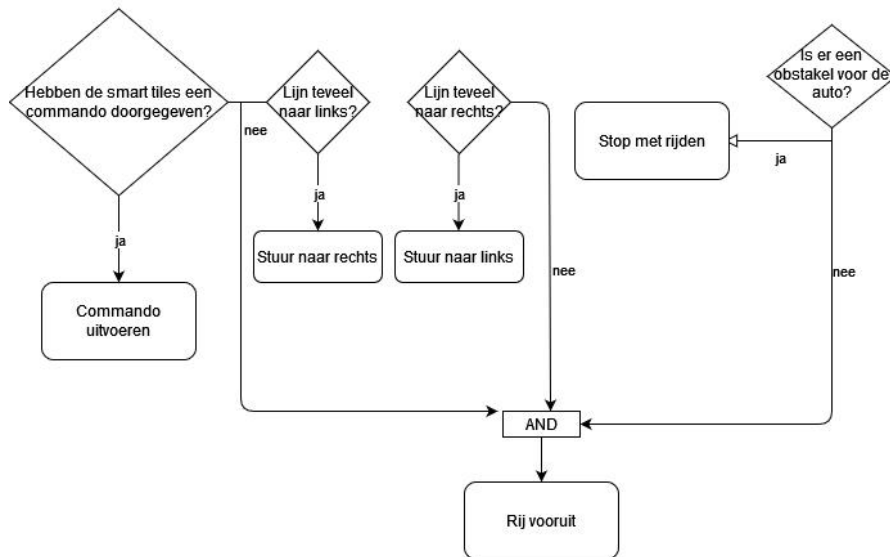
Statediagram

Maak een statediagram van je voorgestelde oplossing. Hieronder vind je een voorbeeld:

/

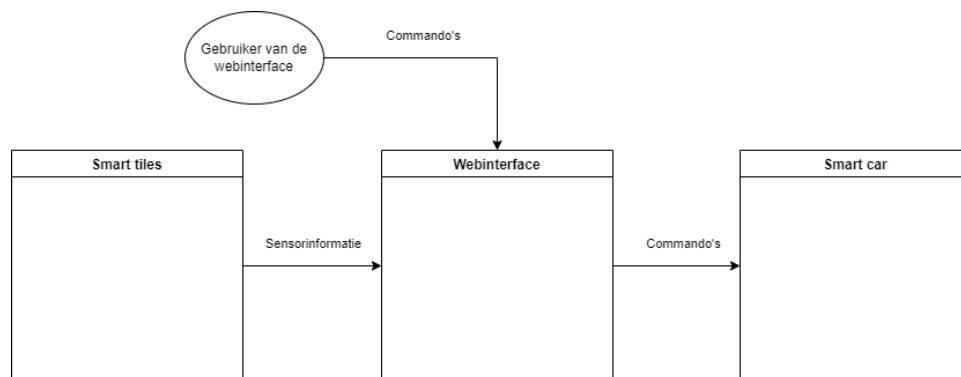
Flowchart

Het wisselen van de verschillende states beschrijf je best in een flowchart. Maak voor elke transition een flowchart.



Beschrijving van de mogelijke interfaces

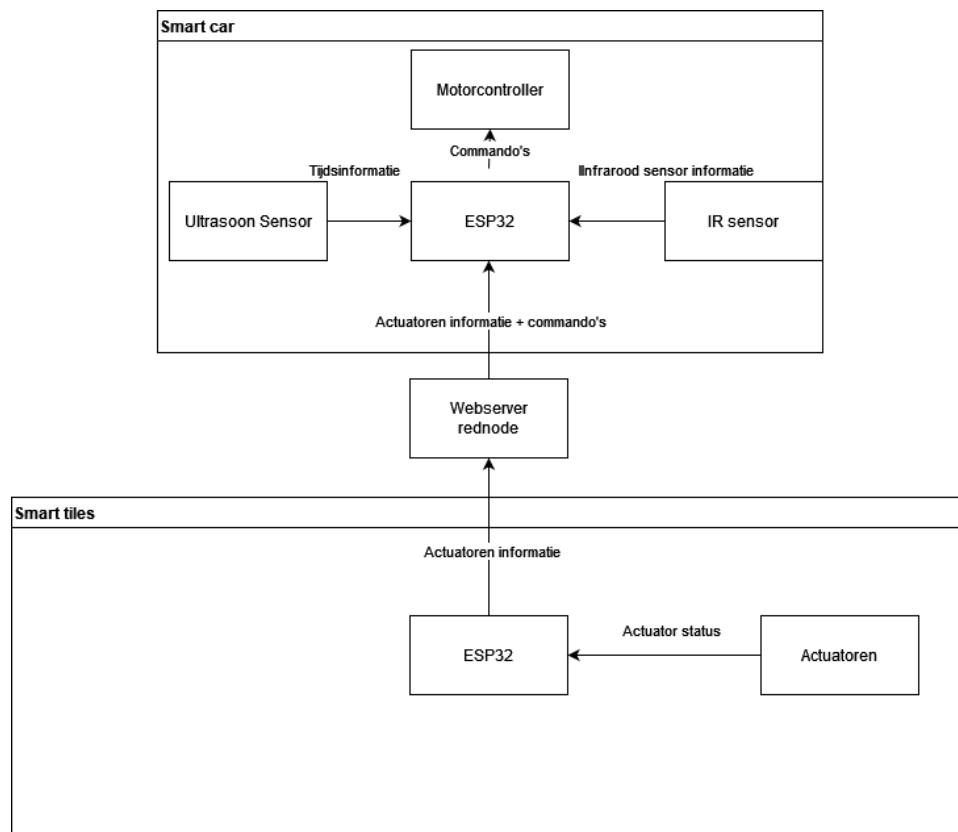
De interface voor het uploaden van code en updaten van de firmware wordt zelf ontworpen.



Besturen van de smart car kan via de interface van Node-RED



Beschrijving van eventuele datamigratie



Beschrijving van eventuele impact op de huidige infrastructuur

- *[Beschrijf de impact op de infrastructuur. Dienen er servers aangekocht te worden, geherinstalleerd, of gewijzigd te worden? Worden er andere systemen in het landschap voorzien of verwijderd?]*

De code zal nu via wifi overgezet worden van de computer naar de microcontroller (IPV usb). Communicatie met de tegels zal ook via wifi gaan.

- *[TIP! Gebruik component- of deploymentdiagram.]*

Analyse van security en eventuele autorisatie rollen

Onze aanpak voor de security is een wachtwoord voor de wifi verbinding met het wagentje te beveiligen. Toegang tot de ESP32 kan makkelijk gehackt worden omdat deze via wifi werkt.

BCP

De wagen vormt geen gevaar en dit onderdeel moet dus niet worden uitgewerkt.

Privacy

Er is geen privacy gevaar. We werken niet met sensitieve data.

[Beschrijf de verschillende autorisatie rollen en wat ze net kunnen in het systeem]

Iedereen die toegang heeft tot het password van de ESP32 kan in principe code sturen naar deze microcontroller. Verder werkt de wagen alleenstaand en is er geen menselijke input.

Documentatie

De documentatie zal terug te vinden zijn op GitHub van de code. Ook zullen er comments in de code voorzien worden om beduiding te brengen tot sommige zaken.

Er zal een handleiding worden voorzien. De project analyse zal ingeleverd en gequoteerd worden.

Bronvermelding

Texas Instruments. (2021-12-16). Opgehaald van Texas Instruments:

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/28616/TI/SN754410NE.html>

Espriff systems. (2021-12-16). Opgehaald van Espriff systems:

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

SHINEMING TECH. (2021-12-16). Opgehaald van SHINEMING TECH:

<https://datasheetspdf.com/pdf-file/1017723/SHINEMINGTECH/RK-370CA-18260/1>

Last Minute Engineers. (2021-12-16). Opgehaald van Last Minute Engineers:

[ESP32 Over The Air \(OTA\) Web Updater In Arduino IDE - 3 Simple Steps \(lastminuteengineers.com\)](https://lastminuteengineers.com/ESP32-Over-The-Air-OTA-Web-Updater-In-Arduino-IDE-3-Simple-Steps/)

Components101. (2021-12-16). Opgehaald van components101:

<https://components101.com/motors/servo-motor-basics-pinout-datasheet>