

Productverslag bluetoothcontroller

Kris Van de Voorde

December 31, 2017

Abstract

Het prototype van de bluetoothcontroller wordt gerealiseerd aan de hand van drie verschillende ontwerpmethodes. Het eerste dat wordt ontworpen, is een PCB (Printed Circuit Board). Daaropvolgend wordt gebruik gemaakt van OpenScad om een 3D model te maken dat via een 3D printer geprint kan worden. Verder wordt er gebruik gemaakt van lasercutting.

1 Introduction

De Bluetoothcontroller is een product dat gebruikt kan worden om via bluetooth op afstand verschillende elementen te kunnen besturen. Dit is gemaakt naar aanleiding om vooral op HC-05 verschillende voorwerpen(robot arm, wagen, drone, ect...) te kunnen besturen. Ook zou deze bluetoothcontroller gebruikt kunnen worden om programma's op een desktop/laptop te besturen. De volgorde van de ontwerpmethodes is ook de ontwerpvolgorde die in het project van toepassing was.

2 Opbouw van het product

2.1 Printed Circuit Board design

2.1.1 Opbouw

Voor het maken van de PCB werd in EAGLE als eerst een schema gemaakt van de componenten die nodig zouden zijn. Bij de componenten staan een schatting van de stroom die ze kunnen trekken. Op basis daarvan kan de dikte van verschillende traces berekend worden. De trace diktes werden berekend via een online tool die gebruik maakt van de max aantal stroom die doorheen de trace kan gaan. Daarna was het mogelijk om het bordje te ontwikkelen. Er werd gebruik gemaakt van autorouter, mits nog te weinig ervaring met het maken van PCB's. De traces die meer dan 45° gebogen waren, werden handmatig aangepast.

De PCB is ontworpen om zo klein mogelijk te zijn. Daardoor wordt er gebruik gemaakt van een Atmega328p.² Zodat er geen onnodig plaats ingenomen zal worden door Arduino bordjes. Op De PCB bevindt zich ook een bluetooth module(HC-05) zodat er gecommuniceerd kan worden aan de hand van bluetooth. De module heeft een spanning nodig van 5V, deze voltage kan rechtstreeks door de spanningsregelaar geleverd worden. Enkel de Rx pin verwacht een spanning van 3.3v. Dit wordt opgelost door een spanningsdeler met weerstanden van 1K ohm & 2K ohm.³ Er wordt plaats voorzien voor drie knoppen. De knoppen hebben een debouncing condensator van 100nF zodat er in de software geen rekening gehouden moet worden met het bouncing effect. ⁴ Op het bordje zit één joystick maar om het project verder te realiseren zal er via de pinnen die nog vrij zijn een tweede joystick aan toegevoegd worden. Dde pinnen die bij de Atmega niet gebruikt worden, worden via een pinheader eventueel ter beschikking gesteld voor verdere 'upgrades'. ¹ De Atmega328p Was niet beschikbaar in de bibliotheek van EAGLE, daarvoor heb ik een soortgelijke module gebruikt.²

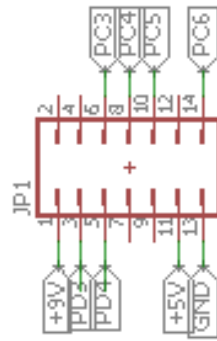


Figure 1: Pinheader vrije pinnen

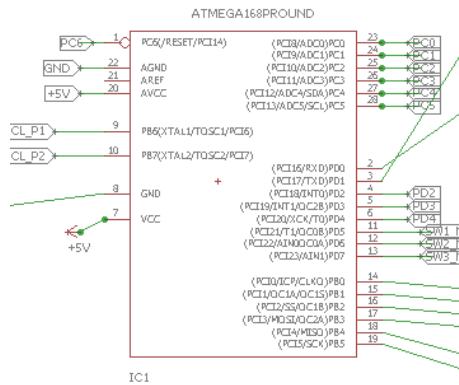


Figure 2: Atmega328p

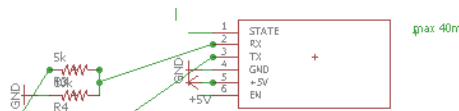


Figure 3: bluetooth module

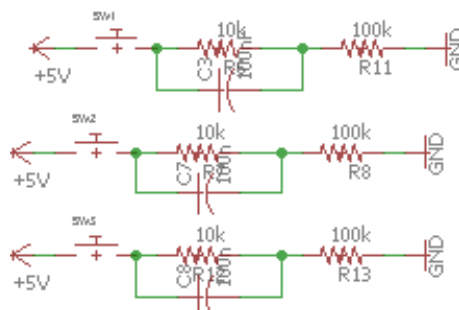


Figure 4: knoppen met debouncing

Verder worden er twee gaten voorzien om een batterij van 9V aan te sluiten op het bordje. Daarbij horend is er een L7805V IC, zodat de voltage van 9V naar 5V omgezet kan worden. De spanningsregelaar kan 1.5 ampere stroom doorlaten, wat meer dan genoeg is. Op de input en de output van de spanningsregelaar, worden twee condensatoren aangesloten om de spanning zo gelijk

mogelijk te houden, hierdoor worden eventuele pieken vermeden. De gaten die voorzien worden voor de "L7805V" komen niet overeen met de pinnen van de L7805V. Dit wordt opgelost door de pinnen van de L7805V te verbinden met de overeenkomende openingen op de PCB aan de hand van draden. Eerst werd er gedacht om gebruik te maken van een voltage divider voor de voltage van 9V naar 5V om te zetten. Dit zou uiteindelijk problemen opleveren omdat er geen vaste stroom voorzien kan worden voor de componenten. 5

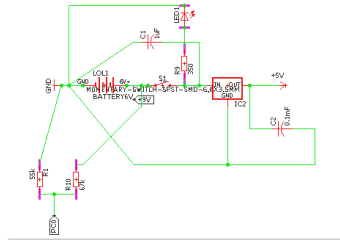


Figure 5: Batterij schakeling

Verder is er nog een clock van 16MHZ aanwezig samen met twee condensator van 20pF. 6 Daardoor zal de Atmega de nodige clock frequentie binnenkrijgen. De clock en zijn traces staan aan de bovenkant en dicht tegen de microcontroller zodat er geen frequentie verlies is. Er is ook een switch die gebruikt wordt om de bluetooth controller aan en af te zetten. Er wordt nog een extra led voorzien die aanspringt wanneer de controller aangezet wordt.

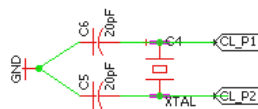


Figure 6: Clock circuit

Op de PCB wordt voor de belangrijkste elementen een test pin voorzien om efficiënt problemen op te lossen. 7 De beide zijdes van de PCB zijn voorzien van een grond. Bijkomend zijn er vier drilling holes gemaakt zodat de PCB ook gemonteerd kan worden via vijzen.

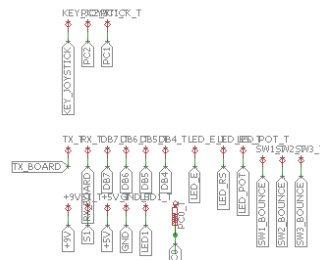


Figure 7: Test pinnen

Voor sommige componenten werden er geen modules voorzien in EAGLE, deze heb ik dan zelf gemaakt. Daarbij had ik de gaten voor de pinnen meer moeten uitmeten.

2.1.2 Problemen & oplossingen

De problemen:

1. De voeding naar de componenten had een te dunne trace.
2. Er waren geen debouncing elementen
3. De inputcomponenten op de PCB waren niet voorzien om rechtstreeks gemonteerd te worden.
4. pinnen van de L7805V zijn verwisseld.(Verkeerd component in EAGLE?)

5. Een joystick te weinig voorzien.
6. Sommige gaten zijn te klein, of staan te ver/ te dicht van elkaar.

De oplossingen:

1. Voor het probleem van de te dunne trace, is in EAGLE de trace van de voeding naar een dikkere trace gezet.
2. Bij de debouncing elementen is een standaard condensator van 100nF bij gezet.
3. De inputcomponenten worden verbonden via kabels naar een printplaat met eilandjes waarop de meeste componenten gesoldeerd worden.
4. De holes die voorzien zijn voor de spanningsregelaar worden via kabels met een printplaat verbonden. Op die printplaat is de spanningsregelaar gemonteerd.
5. De pinheader van de open pinnen worden gebruikt voor een extra joystick.
6. Voor het probleem van de gaten oplossen, kan er weer gebruik gemaakt worden van een externe printplaat.

2.1.3 Verbeteringen

Bij het designen van de volgende PCB, zou ik toch enkele zaken anders aanpakken:

1. Eerst de componenten uit testen op een breadboard.
2. Op de PCB de inputcomponenten voorzien zodat ze rechtstreeks gesoldeerd kunnen worden op het bordje.
3. De meeste gaten iets dikker maken/ minder gebruik maken van Silicon Mounting Pads(SMP)
4. Voor de componenten die standaard door EAGLE beschikbaar zijn, zouden de pinnen ook gecontroleerd moet worden.

2.2 Solderen

Bij het solderen, zijn er een tal van problemen boven gekomen. Als eerst waren de kabels van de voeding rechtstreek op de PCB gesoldeerd. De kabels van de voeding zijn niet stevig, waardoor de kabels constant afbraken. Hierdoor werden de kabels enkele keren gedesoldeerd en daarna weer opnieuw gesoldeerd. Dit zorgde na een paar keer voor een trace die mee gedesoldeerd werd. De beide problemen zijn opgelost door deze keer gebruik te maken van twee header pinnen. De trace die kapot was, is hersteld door de uiteindes aan elkaar te solderen met een stuk kabel.⁸ Het was zeker belangrijk om te voorkomen dat deze kabel in contact kwam met ground.



Figure 8: Beschadigde trace voeding

Doordat er te weinig pin headers waren, was de volgende keuze om de Bluetooth module rechtstreeks aan de PCB te solderen. Dit was geen goed idee omdat de Bluetooth module nog ingesteld moest worden. Het was zeer lastig om de module te desolderen. Uiteindelijk is er besloten geweest om toch gebruik te maken van pin headers.

De joystick gaten die voorzien werden op de PCB waren te klein voor standaard pin headers. Hierdoor heb ik de draden rechtstreeks aan het bordje gemonteerd.

Bij het solderen van het LCD scherm wordt er op het bordje gebruik gemaakt van een pinheader. Het LCD scherm wordt aan de extra printplaat gesoldeerd. Als eerst was het de bedoeling om deze componenten te verbinden met een ribbon cable. De uiteindes die gesoldeerd werden aan de beide kanten braken af door geen gebruik te maken van een omhulsel + lijmpistool. ik had momenteel geen materiaal dat ik kon gebruiken, waardoor ik gebruik gemaakt heb van jumper kabels voor het LCD scherm [10](#).

Ondertussen heb ik gebruik kunnen maken van een lijmpistool en worden de meeste draden gesoldeerd en extra versterkt met lijm. [9](#)

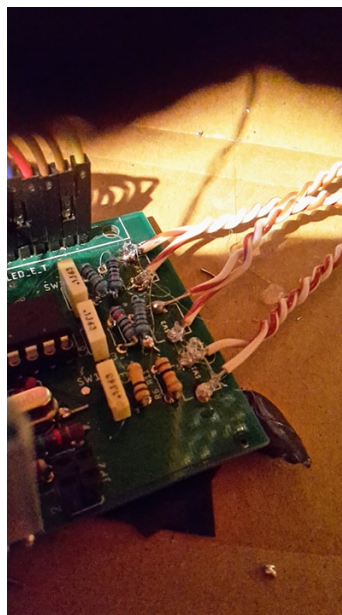


Figure 9: Draden bewerkt met lijmpistool

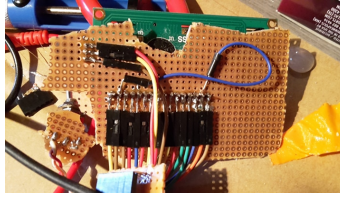


Figure 10: LCD achterkant

Voor de meeste componenten worden headers gebruikt. De header van de microcontroller zorgt ervoor dat nieuwe code uploaden snel en efficiënt gaat. Een probleem hierbij was dat de pinnen van de (namaak) atmega niet stevig zijn. Waardoor het mogelijk was dat de pinnen afbraken. Er is geprobeerd geweest om deze pinnen weer aan de Atmega te solderen maar doordat de ingangen van de pin header zeer dun zijn, paste de Atmega niet meer. Hiervoor werd er een nieuwe Atmega besteld. Ook werd er bij de eerste bestelling geen programmer voor de microcontroller voorzien. De bedoeling was om de Atmega via een Arduino nano te programmeren maar doordat de clock al gesoldeerd was op het bordje, was er geen 16 Mhz clock beschikbaar. Daarom werd er in de tweede bestelling een Arduino UNO voorzien met een vervangbare Atmega.¹¹

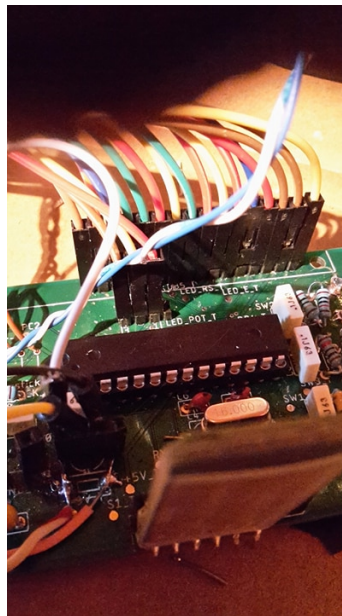


Figure 11: Atmega met 16MHZ clock

De switch die gebruikt wordt in het project heeft speciale pinnen die niet in de gaten van de extra printplaat passen. Als oplossing wordt er een kabel gebruikt om de pin van de switch met de extra printplaat te verbinden. Aan beide kanten wordt de kabel vast gesoldeerd.¹²

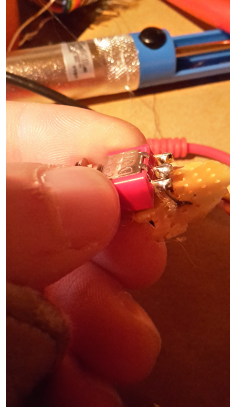


Figure 12: Pinnen van switch

2.2.1 Verbeteringen

1. De voeding direct solderen met een klenschroefblok.
2. Materiaal voorzien om flat cables op een goede manier te solderen. of een speciale header voor flat cables voorzien.
3. Direct de juiste items voorzien. (reserves voor sommige fragile onderdelen)

2.3 OpenScad

Voor het 3D printen wordt er gebruik gemaakt van het gratis programma 'OpenScad'. De eerste keuze die gemaakt werd, was om de controller in drie delen te printen. Het zou de bedoeling geweest zijn om de pads en het middenstuk apart te printen maar dat zou geen goed idee geweest zijn, omdat we het model veel complexer zullen maken dan nodig is. Dus is er eerst een volledige controller gemaakt. Dan is de controller in twee gesplitst. De onderkant en bovenkant kunnen apart bewerkt worden. De beide files includen het volledige object waardoor wijzigingen in de hoofdmodule effect zullen hebben op de andere twee submodules.

Voor de vijzen was de eerste optie, het printen van vijzen in PLA die de bovenkant en onderkant aan elkaar vastmaken. Doordat de vijzen mogelijks de druk niet kunnen houden, is er besloten geweest om gaten te maken die ongeveer 0.5mm kleiner zijn dan de ijzeren vijzen die gebruikt zullen worden om beide delen aan elkaar vast te zetten.

Omdat het eerste model een grote print was, is dit uitgesteld tot nadat al de componenten beschikbaar waren. De eerste versie van de print zag er goed uit. ¹³ Er was enkel bij de afmeting van sommige componenten geen rekening gehouden met de volledige structuur van de componenten. Bijvoorbeeld voor het scherm was er enkel rekening gehouden met het scherm en niet met de printplaat waarop het scherm gesoldeerd is. Waardoor deze module niet in de opening paste. Voor deze afmetingen te doen kloppen, heb ik geprobeerd om het 3D model af te polijsten, Wat zeer tot weinig effect had. Het model zal opnieuw ge 3D print moeten worden met een betere afmeting van de componenten.



Figure 13: controller bovenkant 3D print

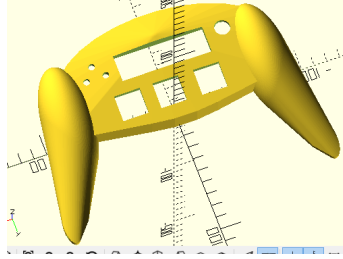


Figure 14: Nieuw 3D model

Omdat het eerst ook de bedoeling was om alle componenten op één externe experimenteer printplaat met eilandjes te solderen, werd het moeilijker om de juiste afmetingen te nemen. Er moest veel in rekening gehouden worden qua afstanden. Nu is de printplaat in stukken geknipt zodat er meer vrijheid is hoe de componenten geplaatst zullen worden. De componenten kunnen nu ook vast gelijmd worden via de extra printplaat.

Als laatste was er een misverstand met de units die in Openscad gebruikt worden. De units van het eerste model stond in cm terwijl de units van Openscad in mm zijn. Dit was snel opgelost door gebruik te maken van de scale functie.

De knoppen die gebruikt zullen worden, hebben een te klein drukoppervlakte waardoor de gebruiker niet aan de drukknop kan. Daarom zal er via de 3D printer een verlengstuk geprint worden.¹⁵

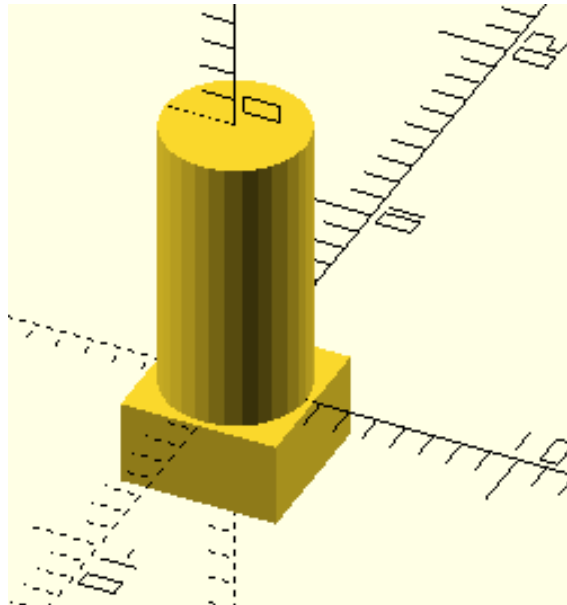


Figure 15: Verlengstuk voor de knoppen

2.3.1 Verbeteringen

1. Als beginner geen complexere figuren meer proberen te maken.
2. Meer werken met variabelen.

2.4 Lasercutting

Voor de BluetoothController te maken, leek het ideaal om de lasercutter te gebruiken zodat het plexiglas in een ideale vorm gecut kan worden. In het project moesten er nog enkele openingen dicht gemaakt worden. Omdat het LCD scherm niet bedekt kon worden door 3D geprint materiaal, was er nood om gebruik te maken van doorzichtig materiaal. Ook werd er voor de kleine opening van de LED plexiglas voorzien.

De capacitieve touch sensor zou metaal nodig hebben om signalen te ontvangen, doordat er geen zuurstof was voorzien om metaal te lasercutten, moest er een alternatief bedacht worden. Het is blijkbaar mogelijk door een combinatie van aluminium papier en plexiglas de sensor te laten werken.

2.5 Software

Nadat de elektronica grotendeels in orde was, is de software voor de microcontrollers geschreven. Als eerst is er begonnen met de twee HC-05 modules te paren. Hiervoor moeten de bluetooth modules gestart worden in een setup mode. Het password en de baudrate worden gecontroleerd op beide modules. Daarna wordt er één van de modules als master gezet. Deze module moet ook het adres van de slave module hebben. Nadat de modules juist ingesteld zijn, zouden de HC-05 modules herstart moeten worden. Na enkele seconden zal de led elke 2 seconden blinken. Hierdoor kan men zien dat beide modules gepaired zijn.

Eerst konden de modules niet gepaired worden, waardoor de HC-05 gereset werd naar de initiële configuratie. Na de configuratie weer door te voeren, konden de modules deze keer wel gepaired geraken.

Als volgt werden alle elementen getest via een Arduino UNO. Twee van de knoppen gaven geen 'true' als ze ingedrukt werden. Na het meten van de weerstand bij het pull down circuit van de respectievelijke knoppen, kwam ik tot de conclusie dat er bij twee van de drie knoppen de verkeerde weerstanden gebruikt werden. Dit werd opgelost door de verkeerde weerstanden te desolderen en de juiste weerstanden terug te solderen.

Wanneer het LCD scherm werd aangesloten op de microcontroller was er een probleem met de verlichting van het scherm. Wanneer ik het schema van EAGLE bekeek, bleek dat er nog een SMP weerstand gesoldeerd moest worden. De SMP voor de weerstand zat te dicht tegen de IC waardoor het solderen zonder pincent moeilijk ging gaan. Ik had geen SMP weerstand ter beschikking die gesoldeerd kon worden. Dit heb ik opgelost door de twee Vin pinnen van het LCD scherm te verbinden 10. Dit is mogelijk omdat de pin een voltage van 5V kan verdragen waardoor het licht feller zal branden en waardoor het scherm meer stroom nodig zal hebben.

De volgende stap is dat de software van het programma in de Atmega geprogrammeerd moest worden. Dit werd gedaan aan de hand van een Arduino Uno bordje die dan gebruikt werd als een programmer. De software werkte direct op de zelfgemaakte PCB. Enkel was er nog een probleem met de Bluetooth. Er werden rare tekens getransmit. Dit kwam omdat de settings die gereset werden, ook de Baudrate veranderde. De baudrate in het programma werd naar 38400 veranderd en het bordje transmittte de juiste signalen. De data wordt in één regel doorgestuurd zodat alle informatie om de 10 ms gestuurd wordt. 16

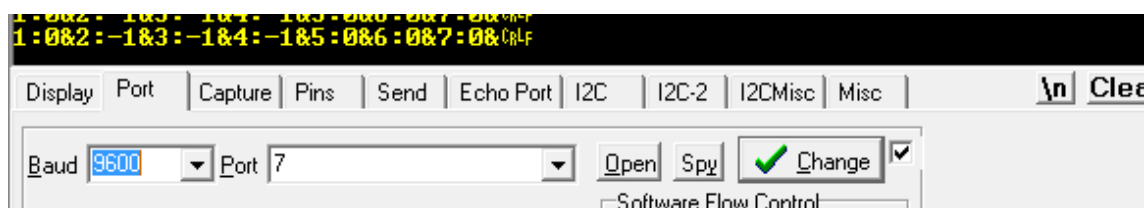


Figure 16: Bluetooth communicatie.

2.6 Robot Arm

De robot arm is een klein zij project zodat er een proof of concept uitgewerkt kan worden. Op deze manier kan de uitwerking van de bluetoothcontroller beter gevisualiseerd worden. Dit zal dan ook een klein hoofdstuk in dit productverslag opnemen.

Voor de robotarm te maken, is het ge3Dprint omhulsel gebruikt van een OpenSource project. Er wordt gebruik gemaakt van vijf Micro Servo 9G, vier AA batterijen die in totaal zes volt leveren. Ook gebruikt het project een 12-bit PWM bordje om 16 servo's via I2C te kunnen aansturen. Er wordt ook gebruik gemaakt van een Arduino Nano en een bluetooth HC-05 module.

De software die ik hiervoor geschreven heb, moet nog geoptimaliseerd worden en ook moeten de servo's aanvankelijk van hun positie gekalibreerd worden. Er zou in de software nog data verstuurd moeten worden naar de bluetoothcontroller. Deze data zou informatie moeten bevatten over de

posities van de verschillende motoren. Daarbij zou ook nog een druksensor geïnstalleerd moeten worden op de grijper waardoor er informatie beschikbaar is of er een voorwerp in de grijpers zit. Deze data zou dan samen verstuurd kunnen worden naar de controller en dat zal dan getoond worden op het LCD scherm.

2.7 Eindresultaat

De Bluetoothcontroller en de servo arm kunnen samenwerken, maar werken momenteel niet optimaal. [17 1](#)

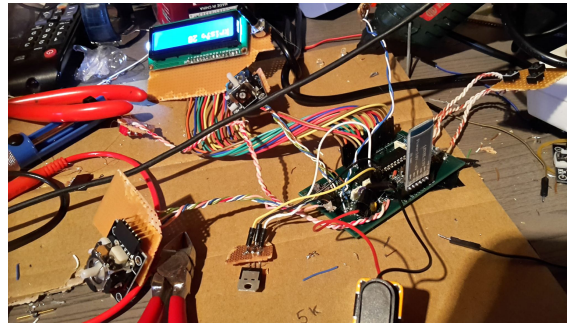


Figure 17: Hardware bluetooth controller



Figure 18: Servo arm

2.8 Extra

In het project zouden er buiten de verbeteringen in de submodules nog extra aanpassingen aangebracht kunnen worden.

- Een USB module die power kan leveren voor de batterij. Die usbmodule zou ook gebruikt kunnen worden om de microcontroller te herprogrammeren wanneer de software updates nodig heeft.
- In plaats van een 9V batterij, zou er gebruik kunnen gemaakt worden van lithium batterijen. Deze batterijen zouden dan via USB opgeladen kunnen worden.

2.9 Tijd

Het maken van het project heeft veel tijd in beslag genomen. Voor ik aan het project begonnen ben, was mijn kennis van elektronica nog niet optimaal. Ik had zelf nog nooit gesoldeerd, ook heb ik weinig praktische ervaring gehad met elektronica.

Buiten de uren die voorzien werden op school, heb ik gemiddeld wekelijks 10 a 20 uur aan het project gewerkt.