
Eindrapportage PRO-K

PWM Controller

Door:

Kerim Kiliç	16024141
Dennis van den Berg	16078969
Folkert Kevelam	16018575

**Faculteit TIS
De Haagse Hogeschool
Delft, 6 juni 2019**

Inhoudsopgave

0.1	Inleiding	1
0.2	Uitgevoerde activiteiten	1
0.2.1	Software	1
0.2.2	Communicatie protocol	1
0.2.3	Onderzoek naar hardware fouten	1
0.3	Opgeleverde eindresultaten	2
0.4	Afwijking van oorspronkelijke planning en resultaten	2
0.5	Problemen die zich hebben voorgedaan met leerpunten	3
0.6	Kosten en baten	3
0.7	Aanbevelingen voor de opvolger	3
0.8	Risico's voor de opvolger	3

0.1 Inleiding

In dit verslag wordt er besproken wat er allemaal gedaan is om tot het eindresultaat te komen. Ook worden de afwijkingen van de oorspronkelijke planning en resultaten besproken. Verder worden er problemen en bijbehorende leerpunten besproken. Ook worden de kosten en baten van het project en de aanbevelingen en risico's voor de opvolger besproken.

0.2 Uitgevoerde activiteiten

Tijdens het project zijn er aan verschillende activiteiten gewerkt die onderverdeeldbaar zijn in drie subgroepen. De ontwikkelde software, het ontworpen communicatie protocol en het onderzoek naar de hardwarefouten in de printplaat.

0.2.1 Software

De hoofdactiviteit binnen het project is de ontwikkeling van software voor de ATmega328p microcontroller met behulp van de AVR Toolchain en voor de computer om de microcontroller aan te sturen. Alle activiteiten omtrent de geschreven software, wanneer het geschreven is en door wie het geschreven is, is allemaal te vinden op de git repository van het project ¹.

Microcontroller code

De code op de microcontroller is zoals genoemd geschreven in C met behulp van de AVR Toolchain. Omdat het communicatieprotocol zowel moet werken via een User Interface als via de terminal op de PC zijn er twee versies software ontwikkeld. Één versie van de microcontroller software is ontwikkeld op basis van string commandos en de andere versie van de software op basis van binaire commandos.

User interface code

Tijdens het project is er ook een User Interface ontwikkeld, om de microcontroller mee aan te sturen. Er is in het project voor gekozen om hiervoor Python te gebruiken. Bij de User Interface code zijn de belangrijkste Python3 packages die gebruikt zijn: Tkinter, hiermee is het grafische gedeelte van het User Interface opgebouwd en Pyserial, hiermee worden de commandos over de COM port van de computer verstuurd.

0.2.2 Communicatie protocol

Een andere belangrijke activiteit binnen het project is het ontwerp van het communicatie protocol. Het communicatie protocol is op te splitsen in string commando's en binaire commando's. String commando's worden gebruikt om via de terminal de microcontroller aan te sturen. Binaire commando's worden gebruikt om via het User Interface de microcontroller aan te sturen. De commando's van de twee protocollen zijn ook te vinden in token.csv een bestand op de git repository.

0.2.3 Onderzoek naar hardware fouten

De laatste belangrijke activiteit die gedaan is, is het onderzoek doen naar fouten en bugs in de bestaande hardware van de Universal 4 Leg. Uit dit onderzoek naar fouten en bugs in de hardware volgt ook een aantal aanbevelingen aan de opdrachtgever en de opvolger van het project.

¹<https://github.com/bloodsweatengineers/PRO-K>

0.3 Opgeleverde eindresultaten

Alle eindresultaten kunnen gevonden worden op de online git repository ². Op deze repository staat onder het mapje GEN een .CSV met de commandos die gebruikt worden voor zowel software versie voor het terminal als de software versie van het user interface. Op de repository staat onder het mapje Embedded alle code die is ontwikkeld voor de microcontroller en onder het mapje UI de code die is ontwikkeld voor het user interface. Verder is er testcode ontwikkeld om de microcontroller code mee te testen, dit is te vinden onder het mapje Test. Er is een makefile aanwezig, hiermee wordt de code gecompileerd en de microcontroller wordt geflashed.

0.4 Afwijking van oorspronkelijke planning en resultaten

Verwachting

Het project is anders gelopen dan de initiële planning en resultaten. De projectomschrijving ³ wekte in de eerste instantie de indruk dat er naast de software die is ontwikkeld ook Hardware ontwikkeld moest worden. Na nadere vergaderingen met de opdrachtgever kwam naar boven dat enkel de software nog ontwikkeld moet worden.

Planning

Het project is anders verlopen dan initiële gepland was. In de initiële planning was er opgenomen om in blok 3 een gros van zowel de embedded code als de UI code af te ronden. Echter, omdat er gedurende de eerste 7 weken van het project verschillende partijen bij het project werden betrokken is er veel onduidelijkheid en discussie ontstaan tussen de klant, de technisch adviseur en de engineers. Pas in het einde van blok 3 is er een compromis gesloten tussen de klant (Ir. P. van Duijsen) en de technisch adviseur (Ir. F. Theinert) van de software en het protocol wat opgeleverd moet worden. Dit heeft voor vertraging gezorgd bij de engineers in de ontwikkeling van de software en het communicatieprotocol. Door deze vertraging is er bijvoorbeeld minder aandacht besteedt aan het onderzoek naar daadwerkelijk alle fouten in de hardware.

Resultaten

Er zijn ook een aantal afwijkingen in de eindresultaten ten opzichte van het plan van aanpak. Een van deze aanpassingen is dat de amplitude niet bij alle vier de kanalen individueel instelbaar is. Dit heeft te maken de specificaties van de microcontroller waar de projectgroep aan gebonden was. Deze microcontroller had te weinig CPU kracht om deze dynamische berekening te maken en te weinig RAM om een statische berekening te maken. De microcontroller zou 1 kB meer RAM minimaal nodig moeten hebben om deze dynamische berekening te kunnen maken. Uiteindelijk is ervoor gekozen om i.v.m. de specificaties, drie kanalen dezelfde amplitude te geven en bij het vierde kanaal een afzonderlijke amplitude in te stellen. Ook is er besloten om de PWM frequentie niet meer instelbaar te maken. Dit is gedaan, omdat een zo hoog mogelijke PWM frequentie gewenst is voor de beste resolutie aan de uitgang van de Universal 4 Leg. Naast resultaten die uit het einddesign zijn gehaald, zijn er ook bepaalde dingen toegevoegd die niet gespecificeerd waren in het plan van aanpak. Zo is er een zogenaamde Variable Frequency Drive functie geïmplementeerd die langzaam de amplitude en frequentie verhoogt. Dit kan handig gebruikt worden bij het aansturen van synchrone motoren.

²<https://github.com/bloodsweatengineers/PRO-K>

³Projectomschrijving H-pwm_controller_1.pdf, Blackboard

0.5 Problemen die zich hebben voorgedaan met leerpunten

Eén van de problemen die zich heeft voorgedaan is de voortdurende verandering van de eisen in blok 3 door de klant, dit wordt ook wel een moving target genoemd. Dit heeft voor veel onnodige vertraging opgeleverd voor de ontwikkeling van de software. Een belangrijk leerpunt voor zowel de klant als de engineers is dat de knoop over de deliverables en de eisen aan de deliverables zo snel mogelijk doorgemaakt moet worden.

0.6 Kosten en baten

Omdat er in het project voornamelijk software is ontwikkeld zijn er geen kosten gemaakt. Het project heeft wel enkele baten. De parameters van de microcontroller kunnen zowel via de terminal als via de GUI ingesteld worden. Het communicatieprotocol is eenvoudig te begrijpen voor de studenten en praktisch inzetbaar binnen practica. Er is een Variable Frequency Drive functie geïmplementeerd, hiermee kunnen in vermogens gerelateerde vakken, synchrone motoren worden aangestuurd.

0.7 Aanbevelingen voor de opvolger

De aanbevelingen voor de opvolger bestaan uit procesmatige, hardwarematige en softwarematige aanbevelingen. De belangrijkste procesmatige aanbeveling voor de opvolger is dat het belangrijk is om in de eerste weken van het project alle deliverables en eisen vast te stellen en een moving target te voorkomen. De hardwarematige aanbevelingen gaan over de bestaande hardware en de softwarematige aanbevelingen gaan over de python code.

hardware

Er zitten een aantal fundamentele bugs in de bestaande hardware. Om te beginnen is bij de buckregulator de output en de feedback pin omgewisseld. De buckregulator werkt wel maar is minder betrouwbaar door deze fout. De 5V lineaire voeding op de PCB staat parallel aan de 5V lineaire voeding op de Arduino Nano. In de huidige toestand kan de PC niet communiceren met de Arduino zonder externe bedrading toe te voegen. Verder mist er een Aref condensator op de PCB, hierdoor werkt, zonder externe bedrading en een condensator de ADC niet. De pinout van de Arduino Nano die op de PCB moet klopt niet, de PWM pinnen op de Arduino komen niet overeen met de stuurpinnen op de PCB. Ook een belangrijke aanbeveling is het gebruik maken van krachtigere hardware die in dezelfde prijs categorie valt als een Arduino Nano, zoals een microcontroller van STM of NXP.

software

Voor de opvolger van dit project wordt er aangeraden om de structuur van de software te analyseren. Door de modulariteit van de software is het eenvoudig om uitbreidingen toe te voegen. De software van het user interface kan uitgebreid worden met meer features, zoals realtime plots van de spanning en stroom en een FFT om de verschillende harmonische in het signaal te bepalen.

0.8 Risico's voor de opvolger

Het risico bestaat dat als er een krachtigere microcontroller wordt toegepast dat de embedded code grotendeels opnieuw geschreven moet worden, dit komt omdat de huidige code niet platform independent is. Ook zal er nieuwe hardware ontwikkeld moeten worden om de krachtigere microcontroller te ondersteunen.