



IMTHE1: HARDWARE ENGINEERING

Hardware Interaction 101. AVR programmeren met Eclipse en C++

Tijdens het eerste jaar heb je in het vak IARCH en de projecten IPOMEDT en IIPMEDT kennis gemaakt met software-hardware integratie op de Raspberry PI. IMTHE1 heeft als doel je kennis en vaardigheden van embedded software ontwikkeling uit te breiden en je vertrouwen te geven om zelf deze wereld verder te kunnen betreden. Dit bereiken we door veel te oefenen met opdrachten en ondersteunende workshops te bieden. Het vak wordt afgesloten met een eindopdracht waarin je met gegeven unieke componenten zelf een toepassing mag bedenken en bouwen.

Het vak

Doelstelling

IMTHE1 is een introductie voor het ontwikkelen van hardware binnen embedded systemen. Het doel van de introductie is het 'techniek vrij' maken van studenten waardoor ze zelfstandig verder kunnen in het ontwikkelen van embedded software systemen.

Opbouw

Dit doel bereiken we door het aanbieden van workshops waarin begeleid AVR programmeren binnen Eclipse wordt aangeleerd. Ook besteden we aandacht aan randverschijnselen zoals datasheets lezen en begrijpen, binair rekenen en communicatieprotocollen binnen hardware om de student zelfredzamer te maken binnen het vakgebied.

Als ondersteuning van het vak is er een boek voorgeschreven die we strikt volgen en krijgt elke student een IMTHE-Box te leen, waarin alle benodigde hardware zit om AVR's te kunnen programmeren en de opdrachten te kunnen maken. Daarnaast wordt de DWLO ingezet om diverse documenten te kunnen delen.

Lesschema

De lessen zullen over het algemeen in de ochtend gegeven worden.

LES	Onderwerp	Boek
1	Basis principes	H1 & H2
2	Outputs, bitshifting en datasheets	H3 & H4
3	Inputs, debugging en AD conversie	H5 & H6 & H7
4	Interrupts & Timers	H8 & H9
5	Communicatie	H16 & H17

Literatuur

Het verplichte boek voor dit vak is: Make: AVR Programming, *Learning to write software for hardware*, Elliot Williams.

Het gebruik van Eclipse IDE, AVR plugins voor Eclipse en een IMTHE-Box is verplicht bij de uitvoering van de opdrachten. Zie de installatie instructies: <http://playground.arduino.cc/Code/Eclipse>

Opdrachten

De beoordeling is opgedeeld in vijf opdrachten en één eindopdracht. Alle opdrachten tellen mee voor de eindbeoordeling van het vak IMTHE1. De (eind) opdrachten worden uiteindelijk allemaal gebundeld tot één werkstuk. Om de opdrachten beoordeelbaar te maken dient elke (deel)opdracht minstens volgende onderwerpen te bevatten:

- Samenvatting van de aanpak en uitvoering van de opdracht;
- Bronvermeldingen van code en verwijzingen naar datasheets;
- De code uitwerking (als tekst, geen plaatje), die goed leesbaar wordt uitgelijnd en voorzien is van zelf geschreven, uitgebreid commentaar. Dit commentaar is verplicht!;
- Het breadboard schema als plaatje (met bijvoorbeeld Fritzing getekend);
- Een afbeelding van de daadwerkelijke setup;
- Een filmpje van de werking per (deel) opdracht.

Naast deze eisen kan per opdracht ook nog aanvullende eisen gesteld worden. De extra opdracht is niet verplicht en kan een 'slecht gemaakte' andere opdracht compenseren.

O1: Blink once to accept

Maak een 'Blink led' programma, waar twee leds om-en-om aan en uit gaan. Het knipperen van de leds moet traag verlopen, zodat het knippereffect zichtbaar is met het blote oog.

O2: Count me in

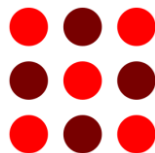
Deze opdracht bestaat uit drie kleinere opdrachten:

1. Maak een programma dat op het 7-segment LED display herhalend telt van 0 t/m 9. Gebruik het rechter display van de twee en verwerk functies en bit-shifting in je oplossing.
2. Breidt de eerste deel-opdracht uit zodat de twee segmenten samen van 0 t/m 99 tellen.

O3: ADC baby!

Deze opdracht bestaat uit twee kleinere opdrachten:

1. Maak een digitale dobbelsteen met 9 leds (zie plaatje). Als je op een knop drukt geven de leds een random waarde tussen 1 en 6 weer op de leds zoals je dat kent op een echte dobbelsteen. Hou bij het programma rekening met dender-gedrag.
2. Maak een programma dat de waarde van een potentiometer vertaalt in een geluidssignaal tussen 100 en 10.000Hz. Laat dit signaal horen op de speaker.



Het getal 5 op een dobbelsteen

O4: Led there be light

Deze opdracht bestaat uit drie kleinere opdrachten:

1. Creëer een 'Color changing light' met het RGB-led op basis van PWM. De PWM moet in een Interrupt Service Routine (ISR) worden afgehandeld.
2. Maak een programma waarin je via Serial communicatie een led aan of uit kan zetten. Dit mag door bijvoorbeeld het karakter 'a' of 'u' te sturen. Het programma geeft feedback over de seriële poort of het gelukt is ja of nee. Gebruik niet de gegeven `usart.c` en `.h` in je uitwerking, maar maak een oplossing in 1 source bestand.
3. Verander deelopdracht 2 zodat binnenkomende data afgehandeld wordt in een interrupt (`USART_RX_vect`) zodat je programma (zoals in het voorbeeld van hoofdstuk 5) niet 'eeuwig' op input wacht. Toon aan dat het werkt door via seriële communicatie een 'r', 'g' of 'b' door te geven aan de AVR en dat dan de corresponderende kleur gaat pulseren (PWM op 1 kleur).

O5: ET Phone home

Deze opdracht bestaat uit twee kleinere opdrachten:

1. Elke IMTHE-Box bevat unieke componenten. Zoek naar de datasheets van deze componenten en maak een kort verslag per component over de protocollen die gebruikt worden en hoe je dit moet gebruiken vanuit de AVR code.
2. Zoek naar een library op internet om het HD44780 display te kunnen besturen en maak een programma dat jouw naam en studentnummer op het display laat zien.

EX: Extra opdracht

De extra opdracht kan je inzetten ter vervanging van één opdracht die je niet gelukt is. Geef bij je verslag aan welke opdracht je vervangt.

Gebruik het 'serialOrgan' programma van hoofdstuk 5 om een eigen melodie te maken. Jouw programma gebruikt geen seriële verbinding, maar gaat zelfstandig een melodie spelen wanneer de AVR aangezet wordt.

Eindopdracht: Show your moves

In opdracht 5 heb je jouw unieke IMTHE-Box componenten uitgezocht. Het doel van de eindopdracht is dat je iets unieks gaat maken met die componenten. Wat je gaat maken is aan jou, zolang het maar voldoet aan de volgende eisen:

- Je maakt correct gebruik van minimaal 1 uniek input en 1 uniek output component. Het staat je vrij om daarnaast elk ander onderdeel uit je IMTHE-Box te gebruiken in je oplossing.
- De afhandeling van je in- en output gebeurt asynchroon door bijvoorbeeld ISR toe te passen.

- Je maakt gebruik van de nauwkeurigheid van de gegeven componenten. Je probeert dus zoveel mogelijk uit je component te halen.

De eindopdracht wordt ook in het verslag opgenomen met alle eisen eraan die al genoemd zijn. Daarnaast geef je ook een beschrijving van het concept inclusief waar het toegepast zou kunnen worden en film je je uitwerking uitgebreid, waarin duidelijk wordt dat je de uitwerking getest hebt in verschillende situaties.

Bewijs van inlevering

Het bewijs van inlevering is een certificaat waarin staat vermeld dat je de IMTHE-Box tijdig en compleet hebt ingeleverd. Dit bewijs wordt ondertekend door de opleiding en door jou. Het ondertekende verslag neem je op in het eindverslag als afbeelding.

Toetsing

De toetsing bestaat uit ingangseisen, die voorwaardelijk zijn voor de beoordeling en de voorwaarden waarop het eindcijfer gebaseerd wordt. Dit hoofdstuk beschrijft deze eisen, samen met de herkansing en beoordelingsmatrix.

Beoordelingseisen

De beoordeling bestaat uit een samengesteld werkstuk dat als één geheel gemaild dient te worden naar de moduleleider Jeroen de Meij. meij.de.j@hsleiden.nl. Het werkstuk bestaat uit:

- O1 t/m O5: alle opdrachten volgens de gestelde eisen gedocumenteerd;
- Eindopdracht volgens de gestelde eisen gedocumenteerd;
- Bewijs van Inlevering van de IMTHE-Box.

Naast het werkstuk moet de werking van O1 t/m O5 en de eindopdracht ook gedemonstreerd worden op video. De student levert daarom op CD/DVD het videomateriaal aan.

De O1 t/m O5 opdrachten zijn voorwaardelijk om het cijfer voor het de eindopdracht van IMTHE1 als eindcijfer te laten gelden. Een enkele deelopdracht kan gecompenseerd worden door het uitvoeren van een enkele [uitdaging] opdracht.

Op het moment dat je een IMTHE-Box ophaalt aan het begin van een periode, geef je daarmee aan deel te nemen aan de toets. Ook wanneer je niet oplevert aan het einde van de periode heb je wel een kans gebruikt. En net als bij ieder ander vak, heb je 2 gelegenheden om de toets af te leggen.

Herkansing

De herkansing van IMTHE1 bestaat uit het aanvullen of repareren van tussenopdrachten waar nodig en het uitvoeren van een nieuwe eindopdracht op basis van nieuwe componenten. Dit betekent dat je altijd de IMTHE-Box aan het einde van de periode inlevert en

een nieuwe box kan ophalen bij aanvang van de nieuwe periode.

Bij het niet tijdig inleveren van de IMTHE-Box wordt je achteraan de wachtrij geplaatst bij het ophalen van een nieuwe box bij de eerstvolgende gelegenheid. We waarderen en belonen namelijk een tijdige oplevering.

Een herkansing kan elke periode van het schooljaar ingepland worden (onder voorbehoud van beschikbaarheid van een IMTHE-Box) en loopt van week 1 t/m week 8. Het inlevertmoment wordt via de DWLO verspreid en is normaal gesproken donderdag schoolweek 8 om 12.00. Per schooljaar kan de student tweemaal meedoen aan een toets voor IMTHE1.

BEOORDELINGSMATRIX

De matrices op de volgende pagina geven een indicatie over de beoordeling van het vak IMTHE1. Als ingangseis voor de beoordeling geldt dat alle opdrachten O1 t/m O5, de eindopdracht, het bewijs van inlevering en de CD/DVD met video's tijdig en volledig aangeleverd zijn.

Beoordelingsmatrix

Beoordeling O1 t/m O5

Alle losse opdrachten moeten met een 'V' afgerond worden, om de uitslag van de eindopdracht te laten gelden als eindcijfer. Dit is een zogenaamd 'Knock-out' criterium. Per opdracht geldt de onderstaande rubric.

O(nvoldoende)	V(oldoende)
Niet alle deelopdrachten zijn aanwezig en de ontbrekende deelopdrachten zijn niet gecompenseerd met een [uitdaging], de beoordelingseisen zijn niet nagekomen, of de opdracht is niet correct uitgevoerd.	Alle deelopdrachten van de opdracht zijn uitgewerkt en bevatten de gevraagde onderwerpen die beoordeling mogelijk maken. De opdracht is correct uitgewerkt.

Beoordeling Bewijs van inlevering

Dit is een zogenaamd 'Knock-out' criterium.

O(nvoldoende)	V(oldoende)
Het bewijs van inlevering is niet aanwezig, of niet leesbaar, of is niet voorzien van de benodigde handtekeningen.	Het bewijs van inlevering is aanwezig in het verslag en is voorzien van de benodigde handtekeningen.

Beoordeling van de eindopdracht

Onderwerp	O(nvoldoende)	V(oldoende)	G(oed)
beschrijving concept (14%)	Het concept is niet compleet uitgewerkt of kan niet overtuigen.	Er is een beschrijving aanwezig van het concept wat de student wil uitwerken met correct beschreven toepassingsgebied en een breadboard schema.	Naast de eisen voor (V)oldoende is het concept bijzonder origineel, door innovatief gebruik van componenten of toepassingsgebied.
gebruik van componenten (10%)	De unieke componenten worden te weinig of foutief toegepast en/of er wordt maar 1 uniek component gebruikt.	Er is 1 unieke input en 1 unieke output gebruikt uit de IMTHE-Box op een correcte manier.	Naast de eisen voor V(oldoende) zijn er nog minimaal 2 componenten uit de IMTHE-Box gebruikt, waarvan er minimaal eentje met I2C of SPI communicatie.
Sensor accuraatheid (10%)	De sensor wordt niet accuraat uitgelezen, met fouten tot gevolg.	De sensor wordt gebruikt met de juiste accuraatheid.	Door toevoegingen aan de sensor door hardware of software is de sensor nog accurater gebruikt dan standaard gevraagd werd.
Asynchrone I/O (8%)	Input en output zijn synchroon (geen ISR oid)	Input en output zijn asynchroon uitgevoerd.	Naast de eisen voor (V)oldoende is er bijzonder slim gebruik gemaakt van Volatile variabelen voor onderlinge communicatie.
Foutafhandeling (8%)	Er is geen of nauwelijks sprake van foutafhandeling.	Buitensporige inputwaarden worden netjes afgevangen door de software.	Naast de eisen voor V(oldoende) wordt de foutafhandeling ook teruggekoppeld aan de gebruiker op een gebruikersvriendelijke manier.
Code commentaar (10%)	Geen tot weinig (nuttig) commentaar toegevoegd, en/of verkeerd taalgebruik	De code is voorzien van algemeen commentaar en bij de -niet voor de hand liggende- coderegels staat uitleg toegevoegd. Verder per functie een uitleg van het doel.	Naast de eisen voor V(oldoende) is er metainformatie aanwezig met minimaal eigenaar, versienummer, datum aanmaken en datum laatste wijziging.
Aanpak (20%)	De beschrijving en/of de aanpak zelf is rommelig, onoverzichtelijk of ontraceerbaar.	De beschrijving van de aanpak toont inzicht in de componenten, de opzet van de applicatie en er zijn goede bronnen gebruikt.	Naast de eisen voor (V)oldoende is de aanpak methodisch onderbouwd en toont het onderzoeks-vaardigheden aan.
Uitwerking (20%)	Er kan niet geverifieerd worden of de applicatie werkt en/of de applicatie werkt niet volledig.	De applicatie werkt in een stabiele omgeving.	De applicatie werkt onder diverse omstandigheden erg goed, ook zoals de omgeving minder stabiel is voor de sensoren.