|  |
| --- |
|  |
| Uitwerkingen Practicum |
| Microcontrollers |
|  |
| **Mauro de Lyon & Arthur Brink** |
| **21-03-2016** |

|  |
| --- |
| --- |

Inhoudsopgave

[**Track 1** 3](#_Toc446413430)

[**Bewijs** 3](#_Toc446413431)

[**B.1** 3](#_Toc446413432)

[**B.2** 4](#_Toc446413433)

[**B.3** 4](#_Toc446413434)

[**B.4** 5](#_Toc446413435)

[**B.5** 6](#_Toc446413436)

[**B.6** 7](#_Toc446413437)

[**B.7a** 8](#_Toc446413438)

[**Track 2** 9](#_Toc446413439)

[**Bewijs** 9](#_Toc446413440)

[**A.** 9](#_Toc446413441)

[**B.1** 10](#_Toc446413442)

[**B.2** 11](#_Toc446413443)

[**B.3** 13](#_Toc446413444)

[**B.4** 14](#_Toc446413445)

[**Track 3** 15](#_Toc446413446)

[**Bewijs** 15](#_Toc446413447)

[**A.1** 15](#_Toc446413448)

[**A.2** 15](#_Toc446413449)

[**A.3** 16](#_Toc446413450)

[**A.4** 17](#_Toc446413451)

[**B.1** 18](#_Toc446413452)

[**B.2** 19](#_Toc446413453)

[**B.3** 20](#_Toc446413454)

[**Track 4** 21](#_Toc446413455)

[**Bewijs** 21](#_Toc446413456)

[**B.1** 21](#_Toc446413457)

[*a.* 21](#_Toc446413458)

[*b.* 21](#_Toc446413459)

[*c.* 21](#_Toc446413460)

[**B.2** 22](#_Toc446413461)

[a. 22](#_Toc446413462)

[b. 22](#_Toc446413463)

[c. 23](#_Toc446413464)

[**B.3** 25](#_Toc446413465)

[**B3.1** 25](#_Toc446413466)

[**B3.2** 25](#_Toc446413467)

[**Opdracht** 26](#_Toc446413468)

[**Track 5** 27](#_Toc446413469)

[**Bewijs** 27](#_Toc446413470)

[**B.1** 27](#_Toc446413471)

[a. 27](#_Toc446413472)

[b. 27](#_Toc446413473)

[c. 27](#_Toc446413474)

[d. 27](#_Toc446413475)

[a. 28](#_Toc446413476)

[b. 29](#_Toc446413477)

[c. 29](#_Toc446413478)

[**B.3** 30](#_Toc446413479)

[a. 30](#_Toc446413480)

[b*.* 30](#_Toc446413481)

[c. 31](#_Toc446413482)

[**B.4** 32](#_Toc446413483)

[a. 32](#_Toc446413484)

[b. 33](#_Toc446413485)

[**Track 6** 34](#_Toc446413486)

[**Bewijs** 34](#_Toc446413487)

[**Opzoekvragen** 34](#_Toc446413488)

[**Coding** 34](#_Toc446413489)

**Track 1**

## **Bewijs**

<https://www.youtube.com/watch?v=7i-rq-SOiLg>

**B.1** Uit de literatuur

1. *Hoe groot is het program memory van de ATmega128?*

128kB

4Kbytes + 4kB EEPROM

1. *Wat is het adres van Data direction register van PORTE (DDRE)?*

Het adres van PORTE is $03($23) en DDRE is $02($22)

$03 / $23

1. *Uit hoeveel byte bestaat de instructie ‘IN R3, PORTA’ ?*

Op pagina 80 van de instruction set wordt beschreven dat de IN instructie 2 bytes is.

2 bytes

1. *Hoeveel RS232 poorten zitten er op het BIGAVR6 development board?*

Op het bord zijn 2 RS232 poorten aanwezig

2

1. *Op welke pin van de microcontroller zit de ingang voor Analog digitaalconverter, channel 1?*

De ADC zit op pin 60

Pin 60

1. *Hoe groot is het data geheugen van de microcontroller maximaal?*

64 Kb

64 kB

1. *Hoeveel I/O-registers zijn er op de ATmega128?*

Op pagina 20 staat dat het bord 64 ports hebben

64

1. *De pinnen van PORTA kunnen met een weerstand naar 0 V (pull-down) of met een weerstand naar de +5V verbonden worden (pull-up). Hoe is dat standaard ingesteld op het BIGAVR6 development board?*

De standaard is Pull downs

Pull down

**B.2**

*Maak een nieuwe applicatie die beurtelings de LED op PORTD, pin 7 (PORTD.7) en de LED op PORTD, pint 6 (PORTD.6) om de 500ms laat oplichten. Ontwikkel de applicatie in de simulator en programmeer daarna het board (gaat veel sneller!)*

Zoals de opdracht al zegt moet je applicatie eerst PORTD instellen op OUTPUT en vervolges om de beurt twee LED’s op aan en uit zetten met een interval van 500 ms. Dit gebeurt met de volgende code (zie het bijbehorende commentaar):

DDRD = 0b11111111; //Set PORTD to OUTPUT

while (1)

{

PORTD = 0x80; //Turn on only PORTD7

wait(500); //Wait for 500ms

PORTD = 0x40; //Turn on only PORTD7

wait(500); //Wait for 500ms

}

Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B2>

**B.3**

*Maak een applicatie die de led op PORTD.7 laat knipperen als drukknop PORTC.0 laag (0) is (ingedrukt) en stopt bij het loslaten van de drukknop.*

Zoals de opdracht al noemde moet je applicatie bij deze opdracht een LED laten knipperen als reactie op het indrukken van een drukknop. Dit doen wij door eerst PORTC op INPUT te zetten en PORTD op output te zetten. Vervolgens checkt de applicatie met een interval van 250 ms wat de status is van PINC en of het eerste bit aan staat (wat betekend dat de benodigde drukknop zou zijn ingedrukt). Zo ja, dan zal de LED(s) op PORTD getoggled worden. Mocht het eerste bit niet aanstaan zal PORTD uitgezet worden (zie commentaar). Hieronder de essentiele code van deze opdracht:



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B3>

**B.4**

*Implementeer een looplicht applicatie op de LED’s van PORTD. Tussen elke verandering van output zit 50ms (milliseconden). Hoe zou je dit kunnen meten?. Om een eenvoudig looplicht te maken kun je gebruik maken van de shift operatoren in C (de >> en de < <). Dit heb je ook al gedaan in periode TI-1.1 op het GUI board.*

Zoals hierboven al is uitgelegd moet de applicatie van deze opdracht een “Looplicht” maken met de LED’s van PORTD. Dit gebeurd door eerst PORTD op OUTPUT te zetten en deze een standaard waarde te geven (om deze te kunnen bitshiften verderop in de code). Vervolgens checkt de applicatie om de 50 ms eerst of de animatie al ten einde is. Zo ja, dan zal de applicatie PORTD resetten naar 0x1 en weer 50 ms wachten. Is dit echter niet het geval dan zal de applicatie de waarde/status van PORTD gaan bitshiften. Dit zorgt ervoor dat het eerstvolgende LED op de strip die is aangesloten op PORTD zal aangaan (de rest van de LED’s is dan uit) waarna er weer 50 ms zal worden gewacht (zie ook het commentaar bij de onderstaande code).

De code die bij deze opdracht hoort:



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B4>

**B.5**

*Een looplicht kun je implementeren met een schuifoperatie. Als het gewenste patroon niet zo eenvoudig is kun je e.a. met een grote if-then-else of switch-case constructie implementeren. Dit levert, in het algemeen, slecht onderhoudbare en starre implementaties op. Beter is om een lichtpatroon te sturen vanuit een datastructuur, bijvoorbeeld een C array.*

*Enig idee hoe dit moet? Zie ook het voorbeeld in de code repository. Implementeer een lichteffect met behulp van deze techniek.*

Zoals in de opdracht is vermeld moet je een animatie aansturen op een strip met LED’s. Zoals in de opdracht is voorgesteld hebben wij de animatie opgeslagen in een array van structs om grote switches en if-then-else statements te voorkomen. Hierdoor kan de animatie in kwestie ook snel worden aangepast. De desbetreffende struct (genaamd ‘step’) bevat een code waarin staat welke LED’s aan of uit moeten en een value die aangeeft wat de pause moet zijn tussen deze en de volgende stap. Voor de uitwerking van deze array en deze struct verwijs ik naar de repository.

Als de applicatie draait zal PORTD eerst op OUTPUT worden ingesteld. Verder word ook een value(index) geinitialiseerd die bij gaat houden bij welke stap in de array we zijn. Hierna checkt de applicatie om de zoveel tijd (aangegeven bij de huidge step) of we aan het einde van de animatie zijn gekomen. Zo nee, dan zal PORTD de waarde van de huidige step krijgen en zal de index waarde met 1 worden verhoogd (in andere woorden de volgende step wordt geselecteerd). Vervolgens zal er gewacht worden voor een bepaalde tijd die door de huidige step wordt gedefinieerd. Mocht de animatie ten einde zijn dan zal de index weer op 0 gezet worden zodat de animatie opnieuw begint (zie het commentaar bij de onderstaande code).

De essentiele code bij deze opdracht:



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B5>

**B.6**

*Toestanden. Maak een applicatie die de led op PORTD.7 laat knipperen met een frequentie van circa 1Hz (1 keer per seconde). Als nu PORTC.0 kort wordt ingedrukt gaat (en blijft) de led sneller knipperen (bijvoorbeeld 4H). Bij nogmaals kort drukken gaat (en blijft) de led weer knipperen met een frequentie van 1Hz.*

Zoals in de opdracht al uitgelegd moet deze applicatie de toestand van een LED (de LED van PORTD.7 om precies te zijn) veranderen op basis van het indrukken van een drukknop die is aangesloten op PORTC (PORTC.0 op precies te zijn).

In onze applicatie gebeurt dat door eerst PORTD op OUTPUT te zetten en PORTC op INPUT en word PORTD op 0x0 gezet. Ook worden er eerst twee values geinitialiseerd (de toggle value die zal bijhouden of het LED op 1 of 4 Hz moet knipperen en de “Time to wait” value T2W. Hierna zal de applicatie om de zoveel tijd (aangegeven door T2W) controleren of de drukknop die is aangesloten op PORTC.0 is ingedrukt. Zo ja, dan zal gecontroleerd worden wat de huidige instelling is van de LED en zal deze worden aangepast (zie if-then-else statement van de onderstaande code). Op het einde van de while loop zal de waarde van de LED aangesloten op PORTD (PORTD.7) worden omgedraaid (zie commentaar bij de onderstaande code).

De essentiële code van deze opdracht:



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B6>

**B.7a**

*Implementeer onderstaande ‘eindige toestandsmachine’ (eng: finite state machine of fsm). Een fsm is de basis van bijna elke embedded applicatie. Koffiemachines, televisies, pacemakers, ABS computers, alarmsystemen enz. zijn voorbeelden van applicaties waar de main-loop vaak bestaat uit een (ingewikkelde) eindige toestandsmachine.*

Bij het maken van de opgave is gekozen voor een switch case met daarin verscheidene if-statements. Er is ook een enumerator aangemaakt die ervoor moet zorgen dat er duidelijke states zijn waar de switch doorheen gaat.



Ondanks deze code werkte het programma niet op de bedoelde manier en ging hij regelmatig naar de end state.

Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track1/B7a>

**Track 2**

## **Bewijs**

<https://www.youtube.com/watch?v=P8XSCOYnRaw>

**A.**

**Good**

Er zijn drie soorten interrupts: blocking, polling en interrupting.

Blocking: snel en ideaal voor processen waarbij timing van belang is, maar waarbij er verder geen taken voltooid moeten worden.

Polling: langzamer de microcontroller controleert regelmatig of er al voldaan is aan een bepaalde waarde. Dit is langzamer, maar de controller kan ondertussen andere taken voltooien.

Interrupts: snel en ze zorgen ervoor dat de controller andere taken kan voltooien interrupts combineerd hierbij het beste van beiden.

**BAD**

Je moet een interrupt niet te lang maken anders komt je main-loop nooit aan de beurt.

Interrupts hebben verschillende prioriteiten en het is dan ook van belang dat je ze goed indeeld.

Het is belangrijk dat je processor intensieve taken in de main-loop houdt en dat je de interrupts zo kort mogelijk houdt.

**The ugly**

In dit artikel gaat Elliot Williams in op de minder mooie aspecten van het gebruiken van bijvoorbeeld interrupts.

The “obvious” pitfall when sharing variables with ISRs is the [race condition](https://en.wikipedia.org/wiki/Race_condition): your code sets the variable’s value here and then uses it again there. The “race” in question is whether your code can get fast enough from point A to point B without an interrupt occurring in the middle.

Als je variabelen toegankelijk maakt voor je main én interrupts kan je nooit weten wanneer een interrupt zal worden geactiveerd (murphy’s law) waardoor je variabele kan veranderen naar iets ongewenst na het checken op deze ongewenste waardes.

Een mogelijke oplossing is het gebruiken van een shadow copy. Dit brengt dan wel enige problemen met zich mee wanneer de code op een 8 of 16 bit ARM machine wordt gebruikt.

Een variabele zal namelijk hoogstwaarschijnlijk (op een 8/16bit machine) in meerdere regels machine code worden opgeslagen (en is dus niet “Atomic”). Een interrupt tijdens het uitvoeren van deze code kan foutieve waardes opleveren.

Als laatste komt men met een goed werkende oplossing. Men zet gewoon de interrupts tijdelijk uit terwijl de main methode met de meest huidige variable werkt.

**B.1**

*Download ioisr.c uit de repository en executeer deze op het BIGAVR board. Verklaar de werking*

Tijdens uitvoeren van deze code is te zien dat PORTD.7 om de 500 ms aan/uit wordt gezet.

Als er op de knop PORTD.0 wordt gedrukt gaat PORTD.5 aan.

Als er op de knop PORTD.1 wordt gedrukt gaat PORTD.5 uit.

We gaan nu in de code kijken hoe dit precies in elkaar zit. Als eerste zal de main methode worden uitgevoerd. Er gebeuren verschillende dingen in de main methode.

Zoals de documentatie al uitlegt wordt PORTD ingesteld. Hierbij worden PORTD.4 t/m PORTD.7 ingesteld voor output en PORTD.0 t/m PORTD.3 ingesteld voor input (hier komen ook de interrupts vandaan, maar meer hierover later).

EICRA **|=** 0x0B;

EIMSK **|=** 0x03;

Hier worden de verschillende interrupts ingesteld.

Bij EICRA **|=** 0x0B; wordt ingesteld op wat voor soort interrupts INT0 en INT1 moeten reageren.

De binaire code van 0x0B is: 0000 0000 0000 1011.

Hierbij vertegenwoordigt 11 INT0 en 10 INT1. 11 houdt in dat de interrupt zal worden geactiveerd bij een rising edge en 10 houd in dat de interrupt zal worden geactiveerd bij een falling edge.

Vervolgens zal bij EIMSK **|=** 0x03 INT0 en INT1 worden geactiveerd. Een 1 staat voor geactiveerd en een 0 staat voor gedeactiveerd.

De binaire code van 0x03 is 0000 0000 0000 0011.

Hierbij vertegenwoordigt de meest rechtse 1 INT0 en die ernaast INT1 (en zo gaat deze rij door t/m INT7).

sei();

Hiermee zal het interrupt systeem van het board geactiveerd worden.

Vervolgens gaat een infinite while loop PORTD.5 om de 500 ms aan of uitzetten (togglen).

Buiten de main functie zijn er ook twee interrupt methodes voor INT0 en INT1. Hieronder een code fragment van de interrupt methode voor INT0:

ISR( INT0\_vect ){

PORTD **|=** (1**<<**5);

}

De interrupt methode voor INT0 zet PORTD.5 aan terwijl de interrupt methode voor INT1 deze weer uitzet. Als de interrupt methodes worden aangeroepen zal de while loop in de main methode tijdelijk stilstaan.

**B.2**

*Implementeer een looplicht applicatie waarbij de main() bestaat uit een initialisatie gedeelte met daarna een lege while(true) loop. In ISR\_INT1 en ISR\_INT2 maakt het looplicht steeds 1 stap. Het looplicht wordt dus gestuurd vanuit de ISR’s, niet vanuit de main().*

Zoals in de opdracht is beschreven moet je applicatie een looplicht animatie doorlopen via interrupts. Deze interrupts,wanneer geactiveerd, moeten de volgende stap van de animatie tonen op PORTD.4 t/m PORTD.7. Het looplicht zelf is een aangepaste versie van onze uitwerking van B5 uit week 1.

Als eerste gaat de applicatie door de main methode heen. Deze initialiseerd het interrupt systeem en PORTD. Eerst wordt PORTD.4 t/m PORTD.7 op output en PORTD.0 t/m PORTD.3 op input gezet. Vervolgens wordt er gespecificeerd waarop de interrupts moeten reageren (rising of falling edge). In ons geval zetten we INT0 t/m INT3 op falling edge. Vervolgens activeren wij deze interrupts bij EIMSK. Hierna wordt het interrupt systeem geactiveerd met sei().

Hierna gaat de main methode een infinite while loop in waar niks gebeurd. De rest van de applicatie-logica speelt zich ergens anders af. Net zoals bij B5 uit week 1 heb je een struct die gegevens van een stap bezit en een array met daarin verschillende stappen.Boven aan de code staan 4 Interrupt methodes (zie code hieronder). Deze roepen alle 4 de methode nextstep() aan. In deze methode zit de logica voor het functioneren van het looplicht. Als eerste checkt nextstep of het einde van het looplicht is bereikt. Zo niet, dan toont hij de volgende stap en verhoogt hij de index waarde met 1 (zodat de methode bij een volgende aanroep de volgende stap kan laten zien) waarna er voor een in de struct gespecificeerde tijd wacht. Als de loopanimatie ten einde is wordt de indexwaarde weer op 0 gezet en begint het looplicht opnieuw.

Een probleem dat wij tegen kwamen bij onze uitwerking was dat wij INT0 en INT1 wel geactiveerd/werkend kregen maar dit niet lukte bij INT2 of INT3 terwijl uit de binaire codes te halen is dat wij deze toch wel activeren.

**Essentiele code:**

**Interrupt methode:**

ISR( INT1\_vect )

{

nextStep(); //Show the next step of the animation

}

**looplicht methode (zie ook B5 week 1):**

**Initialisatie PORTD en Interrupts:**



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track2/B2>

**B.3**

*Implementeer een functie waarmee een 7 segment display kan worden aangestuurd.*

*Bijvoorbeeld: void display(int digit){…}.*

er is een display functie gemaakt die met behulp van een lookup table alle waardes op een hexadecimaal display kan weergeven.

als het getal groter is dan 15 dan wordt er een E met een punt weergegeven om een error voor te stellen.

er zijn ook functies gemaakt voor het ophogen en verlagen van de waarde die wordt weergeven.





Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track2/B3>

**B.4**

*Bestudeer de code uit de repository uit lesweek 1 (lookup.c) waarin met behulp van een lookup-table een patronen op leds worden afgebeeld. Implementeer een ‘7 segment display lichteffect’ met behulp van deze techniek. Zie presentatie voor de aansluiting van het 7 segment display.*

Met behulp van de lookup techniek heb ik een lichteffect gemaakt die van boven naar beneden het 7-segment display activeert.



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track2/B4>

**Track 3**

## **Bewijs**

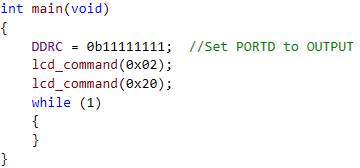
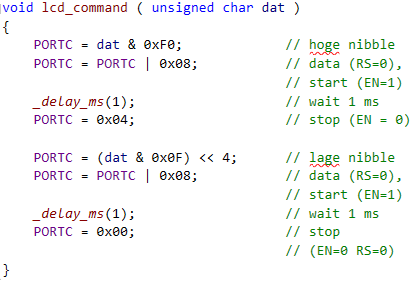
<https://www.youtube.com/watch?v=tTreXhOzpCw>

**A.1**

*De initialisatiecode om het LCD in 4-bits mode te initialiseren (dia pagina 10). Welke data, commando’s en instellingen moet je maken om het LCD te initialiseren? Maak een tabel en vertaal deze handelingen in een C functie.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simulator handeling tabel | | | | | | | | | | | | |
| Stap | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 | E | R/W | RS | uitleg |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Cursor home. |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4-bit mode ON  1 line  5\*8 font |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**C functie code:**



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/A1>

**A.2**

*Verklaar de functie van de D0-D7 pinnen, de E pin en de RS pin.*

De pinnen D0-D7 zijn de data bussen die worden gebruikt om data te lezen/schrijven.

De E pin bepaald of het lcd scherm de data verwerkt.

De RS pin wordt gebruikt om data te schrijven naar de instruction register of naar het data register

**A.3**

*Het afbeelden van enkele karakters op het display. Welke data, commando’s en/of instellingen moet je maken? Vertaal deze handelingen in een C functie.*

Je moet een aantal functies hebben:

* commando
* initialisatie
* schrijven van een karakter

|  |  |
| --- | --- |
| Main | Initialisatie |
|  |  |
| Commando  C:\Users\mauro\Desktop\Track #3 A3.jpg | |
| Schrijven karakter    Link naar repository:  <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/A3> | |

**A.4**

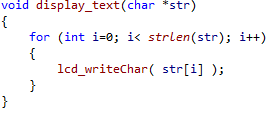
Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/A4>

*Het schuiven van alle tekst naar rechts. Welke data, commando’s en/of instellingen moet je maken? Vertaal deze handelingen in een C functie.*

Je moet een aantal functies hebben:

* commando
* initialisatie
* schrijven van een karakter of tekst
* scrollen van de karakter of tekst



## **B.1**

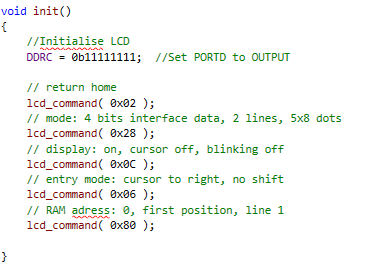
*Ontwerp een LCD ‘C module’ (dus een \*.c en een \*.h file, bijvoorbeeld lcd.c en lcd.h).*

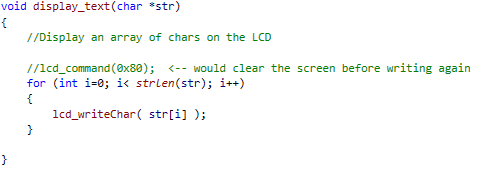
Het idee van deze opdracht is om generieke LCD functies te schrijven waarmee verschillende dingen gedaan kunnen worden met het LCD scherm. Men moest 3 functies (init, display\_text en setcursor) uitwerken.

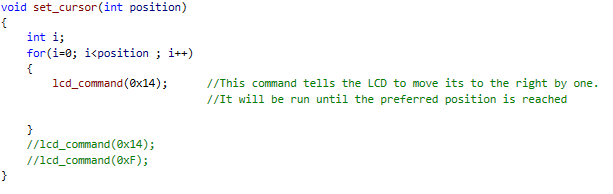
Bij onze oplossing hebben we gebruik gemaakt van de al gegeven methodes lcd\_writeChar en lcd \_command. De init methode maakt het LCD klaar voor gebruik. Deze methode haalt onder andere het scherm leeg en zet de cursor op positie 0,0.

Bij display\_text maken we gebruik van de lcd\_writeChar methode. Ook staat er (in comments) een mogelijkheid om eerst het scherm leeg te maken voor het schrijven. De functie roept per character in de array van characters de desbetreffende methode aan. Bij setcursor maken we gebruik van de lcd\_command methode. We gebruiken deze methode om de cursor positie op te schuiven naar een gewenste positie. De code om de cursor een plek naar rechts te doen bewegen is 0x14 (0001 0100 in binary). Deze methode met deze code wordt aangeroepen tot de aangegeven position is bereikt.

Hieronder samples van de code:







Link naar de repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/B1>

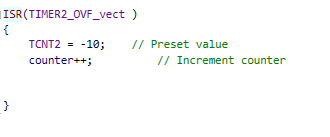
## **B.2**

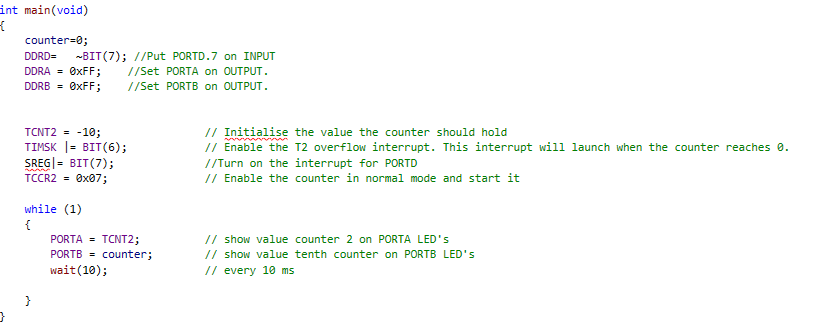
*Realiseer met AVR T/C-2 (counter mode) een ‘teller’ die het aantal keren ‘toets indrukken’ telt en weergeeft op het LCD (met de code uit B.1).*

De opdracht is hier om een teller te maken toets indrukken moet bijhouden. Deze moet gebruik maken van de AVR T/C-2. Ook moet dezecode werken met de IR-sensor).

Bij onze oplossing was er een klein probleem bij het het gebruiken van de code van B2 en de LCD code van B1.Beide onderdelen werkte n gescheiden van elkaar maar in combinatie kregen we niks te zien op het scherm. Daarom hebben we er op moment van schrijven voor gekozen om de reacties te tonen op de LED’s van PortA en PORTB. De code initialiseerd als eerste PORTD.7 voor INPUT en PORTA en PORTB voor OUTPUT en wordt de counter value op 0 gezet. Vervolgens gaan we de teller initaliseren. Eerst geven we de teller een start value van -10 waarna we de teller instellen om te reageren op een overflow interrupt (zie code documentatie). Vervolgens zetten we interrupts aan voor PORTD en zetten we de teller aan. In de while methode die hierop volgt laten we de values zien op PORTA en PORTB. Hier zou je ook de LCD code kunnen aanroepen. Wat de applicatie moet doen bij deze interrupt is ook gedefinieerd. Deze moet de teller resetten en bijhouden hoe vaak de interrupt is aangeroepen. Deze code werkt ook met een IR-sensor als deze is aangesloten op PORTD.

Hieronder wat sample code:





Link naar de repository:

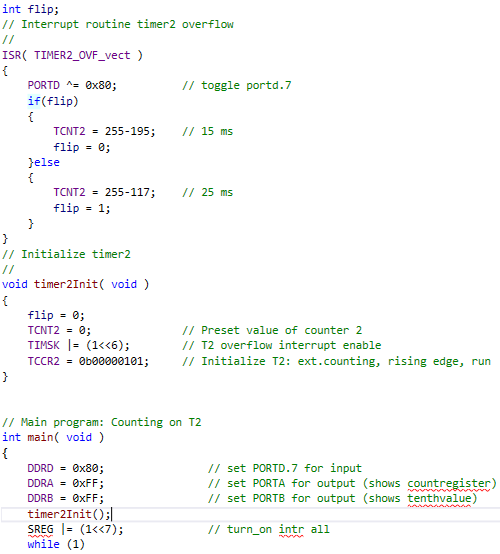
<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/B2>

## **B.3**

*Realiseer met de AVR T/C-2 (timer mode) pulsen op PORTD.7 van 15ms (milliseconden) ‘hoog’ en daarna 25ms ‘laag’. Realiseer dit door gebruik te maken van interrupts en meet met een oscilloscoop op PORTD.7 om het gewenste gedrag te controleren.*

*Vragen die je jezelf kunt stellen:*

* *Zet de prescaler, in deze opdracht, op 1024. Wat betekent dit?* 
  + *De snelheid van de klok wordt wat trager gemaakt.*
* *Met welke frequentie wordt Timer2 dan aangestuurd?*
  + *7812.5 Hz.*
* *Met welk tijdsinterval telt Timer2?* 
  + *128 microseconde.*
* *Wat is de waarde in TCNT2 die je moet instellen om 15ms af te tellen?* 
  + *15000/128 = 117.*
* *Kun je dan een interrupt genereren en daar een I/O pin toggelen?*
  + *Ja, zie de code.*



Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track3/B3>

**Track 4**

## **Bewijs**

<https://www.youtube.com/watch?v=o4Pc7q77RBE>

## **B.1**

*a. Meet met een oscilloscoop de pulsbreedte en de frequentie. Noteer deze, en maak een foto of print van het beeld voor jouw verslag. *

Je kan een aantal dingen van de afbeelding afleiden:

Periode = 2.275 ms

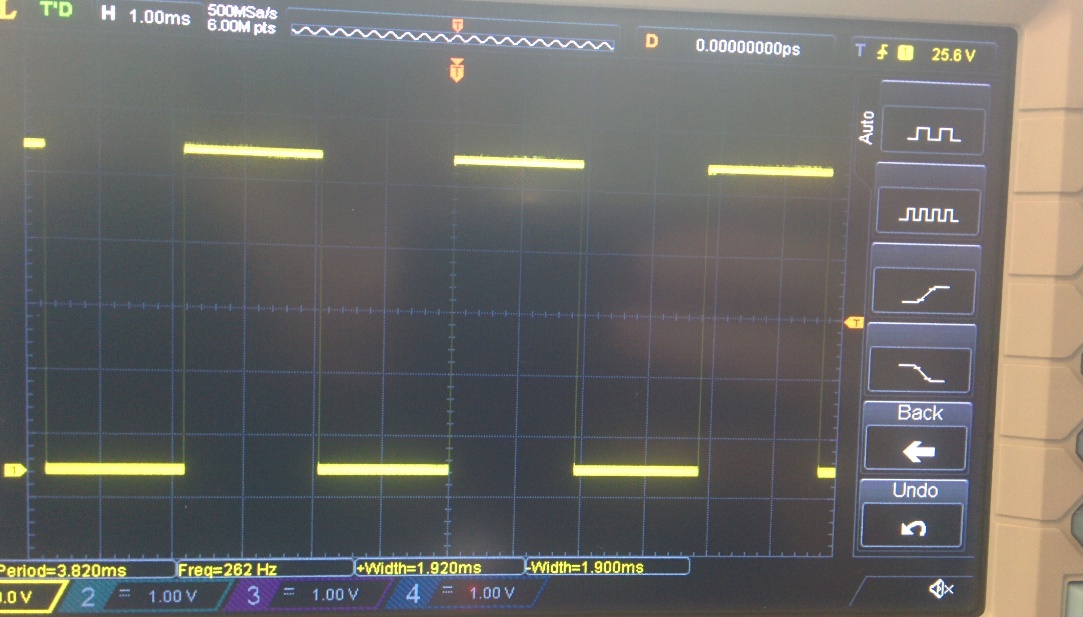
Freq = 439 Hz

Duty cycle = 50%

*b. Je kunt eventueel de buzzer aansluiten, je hoort dan een toon.*

Toon is gehoord.

*c. Pas het programma aan, zodat je de grote C (C4) laat horen. Zoek eerst op: Welke frequentie heeft deze grote C, en welke periodetijd?*

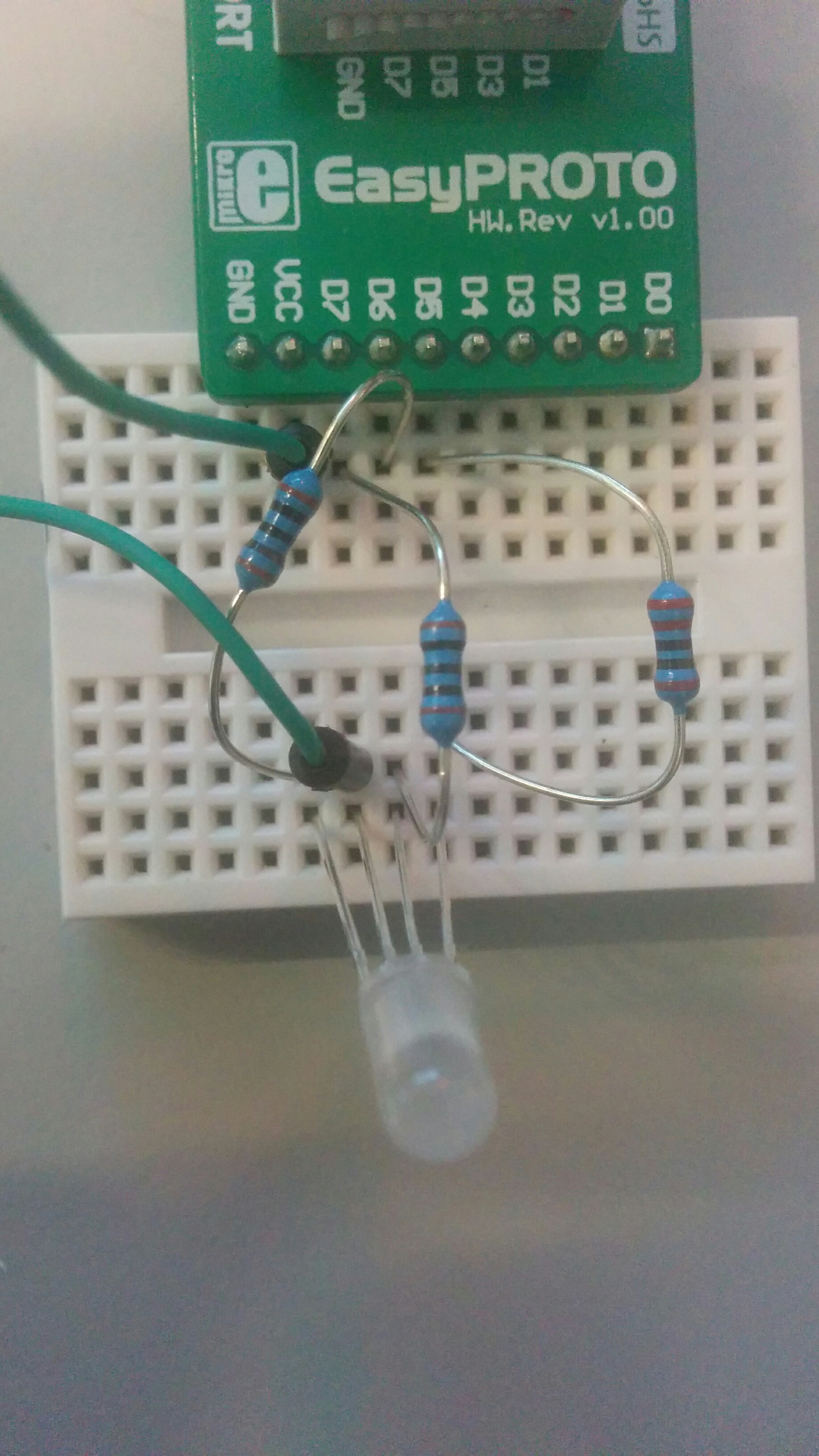
**

Link naar repository:

[**https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B1**](https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B1)

[**https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B1c**](https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B1c)

**B.2**



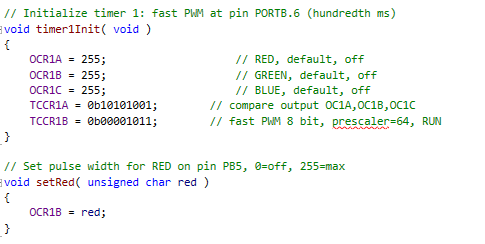
### a.

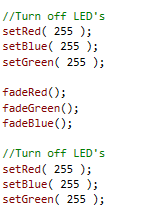
Er is gebruik gemaakt van twee 100 Ohm weerstanden en een 220 Ohm weerstand (zie foto).

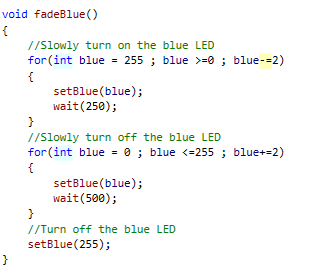
### b.

*Gebruik het programma pwm\_red.c (geeft alleen de rode kleur weer) en modificeer de code zodat elke kleur van de LED’s afzonderlijk kan worden aangestuurd*

Het idee van deze opdracht is om alle drie de LED’s van het RGB lampje afzonderlijk van helemaal uit naar helemaal aan te zetten. Bij onze oplossing konden we gedeeltelijk gebruik maken van de al aangeleverde code. Let op dat bij onze LED alle waardes omgedraait zijn. 0 is dus ‘aan’ en 255 is dus ‘uit’. Eerst zetten we in de main functie PORTB op OUTPUT met DDRB waarna we timer 1 initialiseren. Dit doen we met timer1Init(). Hier stellen we de OCR1 waardes in op 0. OCR1A,B en C zijn respectievelijk PORTB5,6 en 7. Vervolgens stellen we de timer in om OCR1A,B, en C te vergelijken waarna we de timer instellen om als PWM te functioneren. Vervolgens zetten we OCR1A,B en C op 255 (dus uit). Hierna roepen we achterelkaar fadeRed(), fadeBlue en fadeGreen aan. Deze functies zetten hun respectievelijke LEDje van uit naar aan en andersom. Hierna zetten we alle LED’s weer uit en beginnen we weer opnieuw.

Essentiele code:





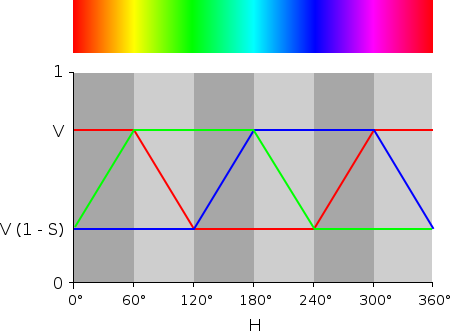
Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B2>

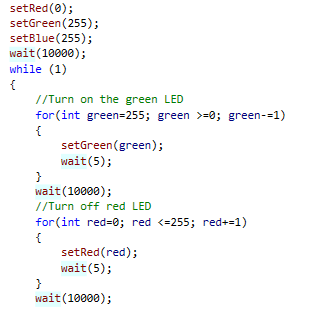
### c.

*Maak een programma dat de drie kleuren vloeiend in elkaar laat overlopen over het hele mogelijk bereik (miljoenen kleurmogelijkheden).*

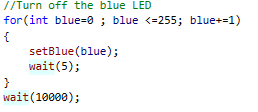
Bij deze opdracht moet je gebruik maken van het RBG LEDje om zoveel mogelijk kleuren weer te geven. Bij onze oplossing maken we grotendeels gebruik van dezelfde basis code als bij B2b (zie uitleg B2b). Het enige verschil zit in de while loop van de main functie.We zetten namelijk de verschillende LEDjes in een specifieke volgorde aan zoals te zien in de onderstaande afbeelding:



Het resultaat zorgt voor veel verschillende kleuren.

Essentiele code:





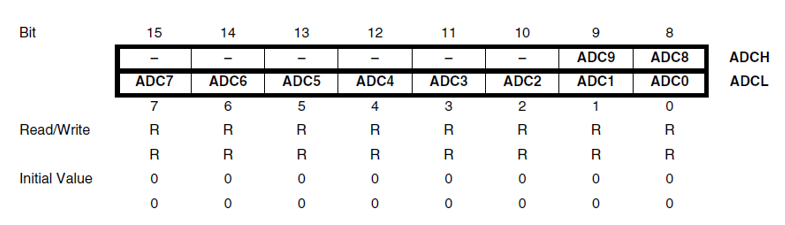
Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B2c>

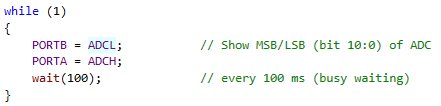
**B.3**

**B3.1**

*Laat de 10 bits AD-waarde van kanaal 1 op de led’s van Poort A en B zien. Bij Vin=0V zijn alle led’s uit, bij Vin = Vref zijn alle leds aan!*



De converter verandert een analoog signaal naar een digitaal 10-bit signaal. Dit signaal wordt vervolgens ingeladen op portA en portB.



Dit wordt continu gedaan waardoor je met een hoger signaal meer leds aan hebt staan.

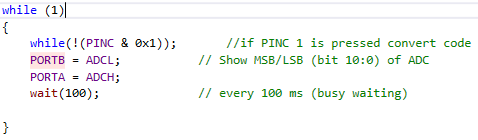
Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B3.1>

**B3.2**

*Verander het programma zodat het alleen een AD-conversie uitvoert als jij dat wilt, dus op aanvraag.*

We maken gebruik van een while loop die blijft runnen tenzij de C0 knop is ingedrukt. Er zal dus geen signaal geconvert worden tenzij iemand op de knop drukt.



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/B3.2>

## **Opdracht**

*LM35 is een temperatuurgevoelige sensor met een lineaire spanningsafgifte van 10mV/°C.*

*Als de deze LM35 aansluit op een ADC kan je de temperatuur aflezen.*

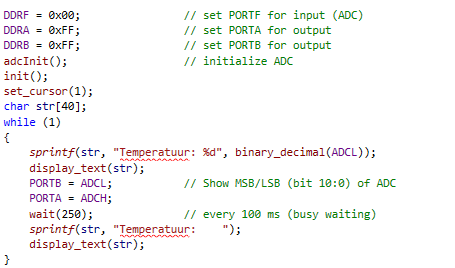
* *Laat de waarde van ADCH op de LED’s van een poort zien.*
* *Laat de waarde van temperatuur op het LCD-display verschijnen.*

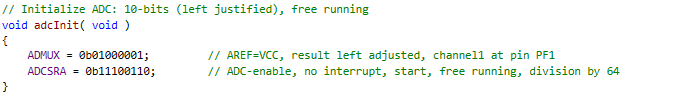
Bij deze opdracht was het de bedoeling om de analoge waarde van de temperatuursensor om te zetten naar een digitale waarde met behulp van een ADC en deze te tonen op een LCD scherm.

Aan het begin van de main functie gaan we eerst PORTF (ADC) op input en PORTA&PORTB op output. Vervolgens roepen we een functie aan genaamd adcInit(). Zoals de naam al zegt stellen we in deze functie de ADC in door ADMUX in te stellen op 01000001 (0x41) en de ADC in te schakelen met ADCSRA op 11100110 (0xE6).

Weer terug in de main functie initialiseren we het LCD met init() en zetten we de cursor een plek naar rechts met set\_cursor(1). Vervolgens maken we nog een char array aan waar alle waardes in zullen komen voordat we naar de (infinite) while loop gaan. In de while loop vullen we de char array met het woord “Temperatuur ” en de huidige waarde van de ADC (door middel van de waarde van ADCL van binary naar decimaal om te zetten). Vervolgens tonen we deze tekst met de display\_text(str) functie. Hierna stellen we PORTB in op de waarde van ADCL en PORTA op de waarde van ADCH (als extra controle). Hierna wachten we 250 ms en clearen we de eerder getoonde waarde van ADCL van het LCD scherm.

Essentiele code:





Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track4/Opdracht>

# **Track 5**

## **Bewijs**

<https://www.youtube.com/watch?v=9mUGhuZf2wc&index=3&list=PLmEgS-3JUwrVtybN5K9zBuOQf4nCxjqmO>

**B.1**

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/>

### a.

*Run het programma dag5\_1a.c.*

Het programma functioneert.

### b.

*Verander de baudrate in het venster van ‘PuTTY naar 4800 baud en bekijk het resultaat. Ga na wat je moet veranderen in het programma dag5\_1a.c om ook het BIGAVR-board te laten functioneren op 4800 baud.*



Er word niet correct gecommuniceerd tussen het bord en putty.



Je moet de baudrate van het programma veranderen. Dan wordt er weer op dezelfde snelheid gecommuniceerd.



### c.

*Het BIGAVR-board is natuurlijk meer dan een draadje:*

*Pas het programma zo aan het van elke kleine letter die het ontvangt een hoofdletter maakt en deze dan terugstuurt.*





De functie toupper(char) maakt van een lowercase een uppercase character.

### d.

*Maak een codefile voor een module uart0.c, waarvan de headerfile, uart0.h, in bijlage 5.2 staat. Voeg deze uart0.c en uart0,h file toe aan je project en pas de code van het programma van opdracht 5.2c aan, zodat het gebruik maakt van deze uart0-module.*

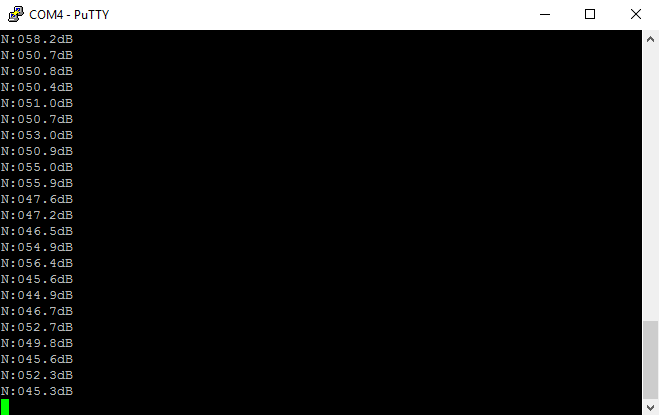
Uart0.c en uart0.h zijn aangemaakt op basis van de bijlages van de opdracht.

**B.2**

### a.

*Sluit de dB-meter aan op je PC (met serial converter en programma PuTTY). De seriële poort van de dB-meter werkt op: 2400 baud, 8 databits, 1 stopbit, no parity, DTR on. Dat laatste is nodig om de dB-meter van de juist spanning te voorzien om RS232-signalen te kunnen leveren.*

We hebben de dB-meter aangesloten en PuTTY ingesteld zoals was aangegeven in de opdracht. Na het opstarten van de verbinding begonnen we informatie van de dB-meter binnen te krijgen (zie onderstaande afbeelding).



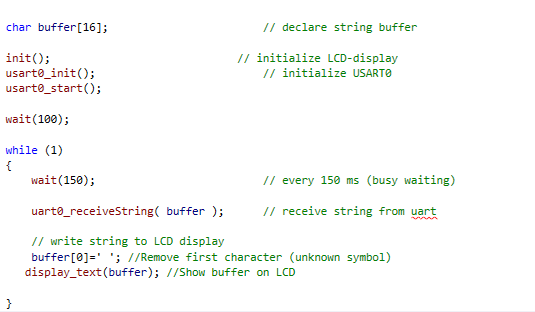
### b.

*Run het programma dag5\_2a.c op de microcontroller. Dit programma leest de data van de RS232-poort, toont de bytes op de led’s en slaat ze op in een buffer. Verander het programma zo, dat de meetwaarde op het lcd-display getoond wordt. Maak daarbij gebruik van de module ‘lcd’, met code file lcd.c en headerfile lcd.h die al eerdere gebruikt zijn. Deze modules staan op Blackboard; je kan het aanpassen/aanvullen waar nodig*

Zoals de opdracht al zegt moeten we de opgeleverde code aanpassen om deze te tonen op het LCD van het AVRBoard. De code zit als volgt in elkaar:

In de mainloop maken we eerst een char array aan waar alle binnenkomende informatie opgeslagen zal worden. Vervolgens initialiseren we het lcd en de uart0 code waarna we 100 ms wachten. Hierna gaan we een while loop in. Per 150 ms lezen we de dB –meter uit en stoppen we die informatie in de buffer. Vervolgens (dit maakt deel uit van de volgende opdracht) halen we de eerste character uit de array weg waarna we de buffer op het lcd scherm tonen.

Essentiele code:



Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B2b>

### c.

*Als je alles netjes uitvoert, zie je de meetwaarde van de dB-meter, maar ook nog een ander karakter. Ga na waar dat vandaan komt en hoe je dit probleem kunt verhelpen.*

Zoals bij B2.b al was getoond kon je dit simpel weghalen door de eerste character van de buffer array te veranderen. Dit symbool is informatie die gebruikt werd om de juiste verbinding te kunnen opzetten maar die niet getoond kan worden op het scherm.

Essentiele code:

https://i.gyazo.com/a1de1154231d3cc2385fd45f140681ff.png

## **B.3**

### a.

*In bijlage 5.4 staat de code voor het schrijven naar dit display, maar slechts voor de eerste twee digits. Laat het programma draaien en constateer dit.*



Er is een scan limiet van 2 segmenten in gesteld.

Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B3>

### b*.*

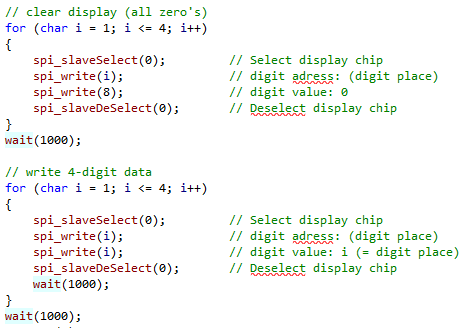
*Vul de code aan met de aanpassingen zoals hieronder aangegeven en test het na elke aanpassing. Geef in je verslag duidelijk aan waar je de code hebt aangepast en waarom en hoe. Geef ook commentaar in de code. Laat ook de uitvoer zien. Bekijk de Datasheet voor de aansturing van de registers.*

*b1. Stuur alle vier digits aan en laat daar de cijfers 1-2-3-4 verschijnen.*

Het scan limiet vergroten van 0 tot en met 3



En in beiden for loops de increment ophogen tot 4



*b2. Zet het display op maximale intensiteit*

met deze code zet je de display op maximale intensity



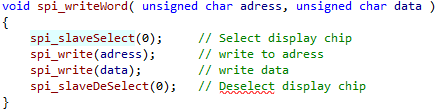
Link naar repository: <https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B3b>

### c.

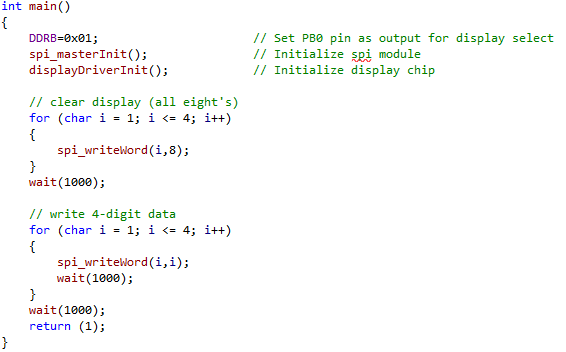
Maak een functie die deze vier acties achtereenvolgens uitvoert. Deze functie heeft de volgende header:

*void* **spi\_writeWord** *( unsigned char adress, unsigned char data )*

// Write a word = address byte + data byte from master to slave



Dit is de functie die de 4 acties vervangt en hieronder kan hij gezien worden in de main methode.



Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B3c>

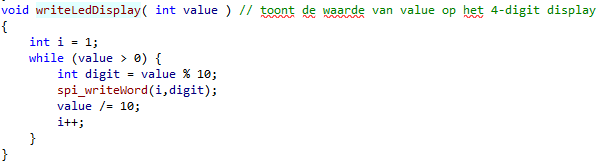
## **B.4**

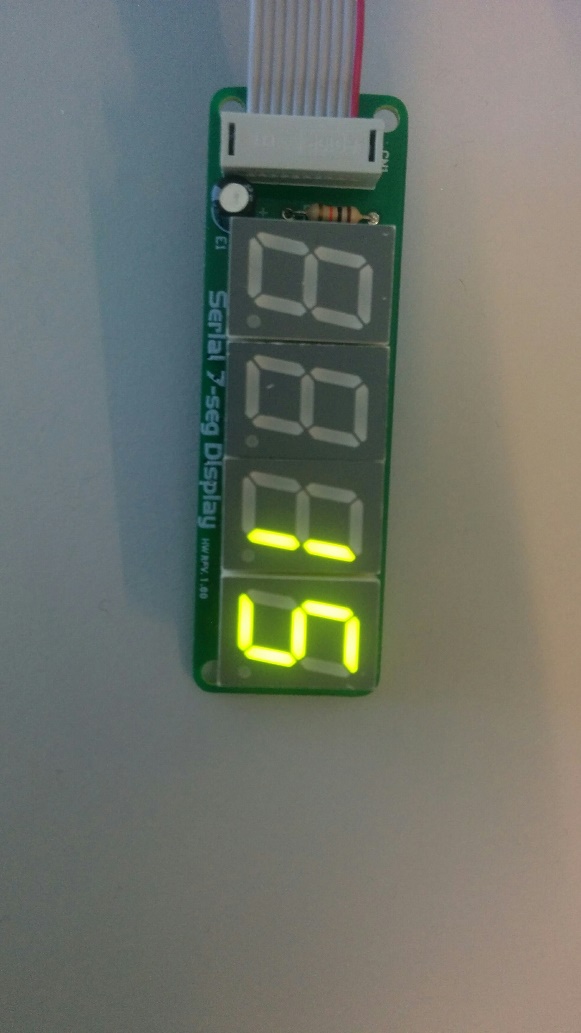
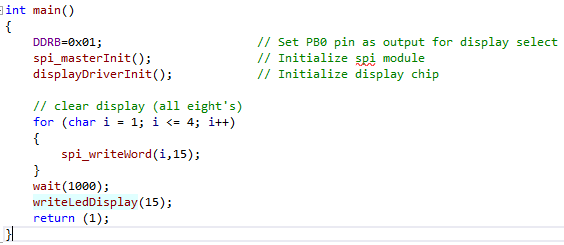
a.

*Maak een functie dat de waarde van een niet-negatieve integer van maximaal 4 cijfers op het display laat zien.*

void **writeLedDisplay**( int value );

*toont de waarde van value op het 4-digit display Geef een toelichting bij de code en test deze functie.*



De functie writedisplay biedt de mogelijkheid om een positief decimaal getal tot de 9999 te weergeven op het scherm. 

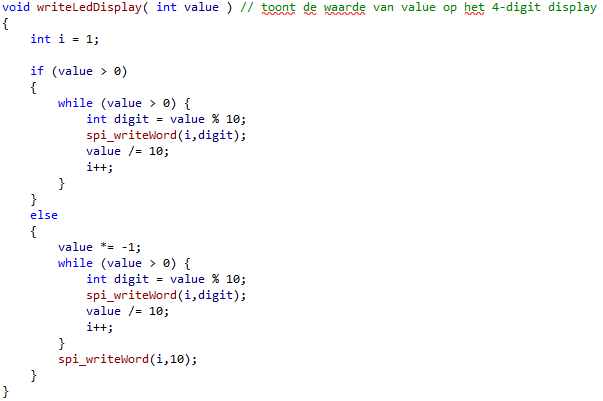
De code is hier ook aangepast om tijdens het clearen van de 7-segmenten leeg te laten.

Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B4a>

b.

*Pas de functie van b3) aan zo dat ook negatieve gehele getallen van maximaal drie cijfers getoond kunnen worden.*



De functie is veranderd zodat hij registreert of het getal negatief is. Zo ja, dan voegt hij aan het einde een ‘-’ toe zodat het op het 7-segment display negatief is.





Link naar repository:

<https://github.com/MaurodeLyon/Microcontrollers/tree/master/Track5/B4b>

**Track 6**

## **Bewijs**

## **Opzoekvragen**

1. **Hoe heet de adresseermode in: ldi yh,$04**

De adresseermode heet immidiate addressing.

1. ***Wat is het verschil tussen: mov r1,r2 en ld r1,Z***

Mov is het kopieren van r1 naar r2.

Ld is het laden van r1 met de waarde Z

1. **Hoeveel klokpulsen zijn nodig voor: adc r5,r7**

2 voor de command(16-bit operand code)

4 voor de registers(2\* 8-bit \* 2 registers)

Dus in totaal 1 klokpuls

1. **Hoeveel verschillen de ‘load’ - instructies zijn er?**

-Er zijn in totaal 15 verschillende load instructies.

1. **Schrijf een instructie/ instructies om een geheugenplaats waarvan het adres in register r12 zit een waarde 88d te geven**

start:

ldi r20,$88

mov r12,r20

rjmp start

## **Coding**

1. Laad de code, start de debugger, en bekijk het code en het data geheugen, ga stap voor stap door code heen (F11),

De code veranderd niks aan de registers.

main: ;

; 8 bits optelling: r9 = r8 + r7 (23 + 48 = 6 / ab + 98 = 43 + carry)

ldi r20,$01

ldi r21,$03

mov r8,r20

mov r7,r21

forever:

add r4, r8 ; R4 <- R8

add r4, r7 ; R4 <- R4+R7

mov r9, r4 ; R9 <- R4

rjmp forever ; unlimited loop, when done

Ik heb de code verander(zie boven).

Nu wordt de register waarde 9 steeds met 4 opgeteld (01+03=04+01+03=08 etc.)

1. Uit hoeveel bytes bestaat de code van dit programma, hoeveel cycles zijn nodig voor de executie? Geef een tabel met per regel een instructie en #bytes en #cycles en het totaal.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Instructie | #bytes | #cycles |
| mov r4, r8 | 2 + 2 + 2 = 6 | 0.75 |
| add r4, r6 | 2 + 2 + 2 = 6 | 0.75 |
| mov r5, r9 | 2 + 2 + 2 = 6 | 0.75 |
| adc r5, r7 | 2 + 2 + 2 = 6 | 0.75 |
| Totaal: | | 3 |

1. View code geheugen: de eerste 10 bytes en de bytes vanaf 0200H, klopt het met b) ?
2. Zet een breakpoint aan het einde, laat het programma runnen in de debugger (‘go’), klopt het aantal cycles met b)