



CHALMERS



Smart Cykelbelysning

Aktiv belysning som förebygger olyckor och höjer trafiksäkerheten för cyklister

Erik Englund

Daniel Johansson

EXAMENSARBETE 2020

Smart Cykelbelysning

Aktiv belysning som förebygger olyckor och höjer trafiksäkerheten för
cyklister

ERIK ENGLUND
DANIEL JOHANSSON



Institutionen för Elektroteknik
Avdelningen för Kommunikation, antenner och optiska nätverk
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

Smart Cykelbelysning

Aktiv belysning som förebygger olyckor och höjer trafiksäkerheten för cyklister

ERIK ENGLUND

DANIEL JOHANSSON

© ERIK ENGLUND, DANIEL JOHANSSON, 2020.

Rättigheterna till samtliga bilder och fotografier tillhör författarna om inget annat anges.

Handledare: Björn Bergholm, Broccoli Engineering AB

Handledare: Jesper Pedersen, Institutionen för Elektroteknik

Examinator: Erik Ström, Institutionen för Elektroteknik

Examensarbete 2020

Institutionen för Elektroteknik

Avdelningen för Kommunikation, antenner och optiska nätverk

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Telefon +46 31 772 1000

Omslagsbild: Cykel utrustad med baklyse och styre-modul

Sammanfattning

Designen och funktioner hos cykelljus har varit den samma i årtionden, även om teknologin i liknande områden ständigt utvecklas. Genom att inkorporera moderna komponenter är det möjligt att utveckla cykelbelysningen så att belysningen spelar en större roll i det moderna samhället och på så sätt minskar antalet skadade i trafiken.

Detta projekt innefattar två möjliga funktioner som kan bidra till ökad trafiksäkerhet för cyklister. En föreslagen funktion är att möjliggöra så att baklyset på cykeln känner av kraftiga inbromsningar och varnar medtrafikanter för potentiella olyckor. Broms-avkänningen sker med hjälp av en accelerometer som används för att mäta retardationen av cykeln och en mikrokontroller som behandlar datan för att sedan skicka ut signaler till LED-lampor som uppför sig olika beroende på hur stark inbromsningen är.

Ytterligare en föreslagen funktion är att visa när cykeln ska svänga genom att tända lampor i handtagen på styret. Genom att mäta cykelns vinkel till marken samtidigt som styrets rotation mäts kan dessa två faktorer påvisa en svängning av en cyklist och kan således förebygga skador i trafiken. Även denna lösningen bygger på en mikrokontroller som behandlar all indata från komponenter.

Funktionerna bildar tillsammans två moduler, en baklyse-modul och en styre-modul, som förebygger många av de olycksbådande situationer som uppstår med cyklister i trafiken. Tillsammans samverkar dessa moduler för att dels förhindra att cyklister kolliderar med varandra med hjälp av baklyse-modulen och även att förhindra att cyklister kolliderar med tyngre trafikanter så som motorcyklar och bilar vid riskfyllda svängar med hjälp av styre-modulen.

Nyckelord: accelerometer, cykel, säkerhet, mikrokontroller, modul

Abstract

The design and function of bicycle lights has remained the same for decades even though the technology in similar areas has been developing steadily, e.g, car brake lights. By incorporating modern components such as accelerometers and microcontrollers it is possible to evolve the bicycle lights to take a part in the modern society and thus decrease the risk of traffic injuries.

This project suggests two novel functions that could improve the safety of cyclists. One of the proposed features is to change the function of a regular bike back light to react to sudden braking and subsequently warn other road-users. The magnitude of the braking is measured by an accelerometer. A microprocessor handles the data and sends signals to LED:s that behave differently, depending on the force of the braking.

The other proposed function is to show when the bike is about to turn by lighting up LED:s in the bike's handles. This is done by measuring the bike's angle to the ground below and at the same time measure the rotation of the handlebars. These factors can detect a sudden turn from the bike and thus, prevent accidents on the roads. A microprocessor is used to handle all the data and light up LED:s

Together, the proposed functions provides an aid in some of the dangerous situations that involve bikes in traffic. By collaboration between the two modules it is possible to prevent collisions with other cyclists as well as collisions with heavier road-users such as motorbikes and cars.

Keywords: accelerometer, bike, safety, microprocessor

Förord

Denna rapport är för ett examensarbete utfört av Erik Englund och Daniel Johansson vid högskoleingenjörsprogrammet elektroteknik på Chalmers tekniska högskola i Göteborg genomfört VT2020.

Vi vill rikta ett stort tack till Broccoli Engineering AB och deras medarbetare för all hjälp i form av material och kunskap samt möjligheten att utföra arbetet i samarbete med dem. Vi vill rikta ett extra tack för hjälpen som biståts av Björn Bergholm (VD på Broccoli Engineering AB) bestående av intressanta diskussioner och råd på vägen. Vi vill även tacka Jesper Pedersen och Erik Ström som varit vår handledare respektive examinator från Chalmers samt Sakib Sistek och Göran Hult som har bidragit med viktiga komponenter.

Förkortningar

DIL - Dual In-line Package

I/O - Input/Output

I²C - Inter-Integrated Circuit

LCD - Liquid Crystal Display

LED - Light Emitting Diode

LSB - Least Significant Bit

LVP - Low Voltage Programming

MSB - Most Significant Bit

PCB - Printed Circuit Board

PWM - Pulse Width Modulation

SAR - Successive Approximation Register

SPI - Serial Peripheral Interface

STL - Standard Triangle Language (Filformat för 3D-modeller)

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål	2
2	Teori	4
2.1	ADXL345 Accelerometer	4
2.2	I ² C	4
2.3	Analog till digital (AD)-omvandling	5
2.4	Mikrokontroller PIC16F1827	6
2.5	PWM	6
2.6	LED	7
2.7	Potentiometer	8
2.8	Lödning	8
3	Metod	9
4	Genomförande	14
4.1	Användning av komponenter	14
4.1.1	Programmering av mikrokontroller PIC16F1827	14
4.1.2	Användning av ADXL345	16
4.1.3	Programmering av LCD MC21605G6W	19
4.2	Konstruktion av moduler	20
4.2.1	Konstruktion av baklyse-modul	21
4.2.2	Konstruktion av styre-modul	26

4.3 Kretsuppbyggnad i KiCad	31
5 Resultat & Diskussion	32
6 Slutsats	36

1 Inledning

I Sverige omkommer cirka 25 cyklister varje år till följd av kollisioner med motorfordon och antalet skadade är uppe i hundratalen. En stor andel av olyckorna sker vid cykelpassager eller överfarter där cyklister korsar vägar och blir träffade från sidan, samt när cyklister befinner sig i samma körfil som andra motorfordon och blir påkörda bakifrån [1].

Till följd av ett ökande i antalet människor som väljer att låta bilen stå och istället använda sig av cykel som främsta transportmedel i vardagen, blir det viktigare och viktigare att höja säkerheten för cyklister. Flera cyklister leder till mer intensiv trafik på vägarna, detta resulterar således i en större risk för olyckor. Det är därför nödvändigt att utveckla bättre hjälpmedel för att motverka antalet dödsfall och skador i trafiken.

Utvecklingen av produkter som minimerar skador och dödsfall för cyklister är i dagsläget utformade för att reducera kroppsskador vid kollision. Ett exempel på detta är den nya generationens hjälmar som har förmågan att detektera en kollision och sedan gardera cyklisten för att göra skadan så liten som möjligt när olyckan redan är framme. Däremot är produkterna som är utformade för att förebygga kollisioner underutvecklade och framstegen i processen för fler produkter som förebygger olyckor har stagnerat. Det är möjligt att minska antalet olyckor som sker vid överfarter och vid gemensamma vägbanor genom att uppmärksamma kringgående fordon på cyklistens intentioner genom innovativ vidareutveckling av cykelbelysningen.

Mer specifikt skulle ett adaptivt baklyse med funktionen att höja och sänka ljusintensiteten beroende på cykelns hastighet (bromsljus) kunna motverka missuppfattningar mellan förare av motorfordon och cyklistens intentioner. Genom att förbättra kommunikationen mellan förare av motorfordon och cyklister kan skeenden av olyckor där misskommunikation och brist på uppmärksamhet är orsaken till olycksfallet minskas. Innebörden av ett system som varnar motortrafikanter för cyklister vars avsikt är att svänga och korsa deras vägbanor kan vara till fördel för att minska antalet olyckor. Genom att läsa av olika parametrar på cykeln är det möjligt att installera ett ljussystem som varnar för plötsliga svängar från cyklisten, det resulterar i att motorfordonen får en ökad chans att uppmärksamma vad som sker på vägbanan och på så sätt tillta lämpliga åtgärder för att motverka potentiellt farliga trafiksituationer.

1.1 Bakgrund

Cykelbelysning har i många år fungerat likadant. En röd baklykta med möjlighet att antingen blinka eller lysa med ett fast ljus samt en framlykta med vitt sken. Dagens

cykelbelysning har inte följt med i samma utvecklingskurva som liknande teknik, så som lysen för bilar och motorcyklar, har gått igenom och har av den anledningen ännu inte utvecklats till sin fulla kapacitet. Genom att implementera en mikrokontroller i cykelbelysningen kan lamporna göras aktiva. På så sätt kan belysningen bättre anpassas till nutidens trafikflöden, övriga trafikanter och höja den allmänna säkerheten för cyklisten.

En risk som många cyklister utsätts för i vardagen är när de korsar körbanor vid oöverskådade överfarter och övergångsställen. Det som utsätter cyklisten för stor fara vid dessa tillfällen beror på att cyklisten och motorfordon kör parallellt med varandra fram till överfarten. Om cyklisten då beslutar sig för att utföra en kraftig vänstersväng för att korsa motorfordonens vägbana, kan ouppmärksamhet leda till att bilförare inte uppfattar cyklistens svängning och sedan kolliderar. Genom att skapa och implementera baklyse- och styre-modulen på en cykel är det möjligt att reducera risken för att ovan nämnd situation uppenbarar sig.

1.2 Syfte

Syftet med belysningsmodulerna är att öka säkerheten för cyklister i trafiken genom att utveckla och förbättra dagslägets triviala belysningssystem. De faktorer som arbetet främst belyser är plötsliga inbromsningar samt svängar. Till följd av det kommer två moduler att utvecklas, en modul som behandlar bakljuset och en andra modul som omfattar styret på cykeln.

Baklyse-modulens uppgift är att motverka kollisioner mellan cyklister genom att varna vid hastiga inbromsningar. Likt en vanlig baklykta så lyser modulen med ett konstant sken för att uppmärksamma omgivningen om dess existens tills en inbromsning sker. Då ökar ljusstyrkan med en viss intensitet beroende på hur kraftig inbromsningen är. Vid ett tvärstopp går lyktans sken över till att blinka frekvent och med hög ljusstyrka.

Styre-modulen varnar medtrafikanter att cyklisten har avsikt att svänga. Beroende på vridning av styret samt cykelns lutning förhållandevis till marken tänds lysdioder i respektive ände på handtagen. Dioden som sitter på den sida av handtaget som cykeln ska svänga mot blinkar även för ännu tydligare varning vid svängar.

1.3 Mål

Målen med modulerna är följande:

- Skapa en ökad trygghet i trafiken för cyklister.

- Göra det enklare för bilförare och andra cyklister att undvika faror genom tidiga varningar.
- Öka viljan att transporteras med cyklar gentemot bilar, för en bättre miljö och samhälle.

Två moduler skapades efter ett antal funktionsmål, dessa är följande:

Funktionsmål för baklyse-modulen:

- Ska reagera vid inbromsningar, svaga så väl som starka inbromsningar.
- Vara tillräckligt liten i storlek så att den går att fästa på en cykel utan svårighet, den ska även kunna avlägsnas från cykeln på ett smidigt sätt.
- Vara batteridrivna under längre perioder.
- Design som ska vara hållbar i olika väder.

Funktionsmål för styre-modulen:

- Lamporna ska endast lysa då en svängning sker, inte vid annat tillfälle.
- Om cykeln svänger åt höger ska höger LED blinka, omvänt för vänster.
- Vara integrerad inuti ett cykelstyre där handtagen har lampor i ändarna.
- Ska vara så liten att den får plats i ett cykelstyre.

2 Teori

Innan beskrivningen av hur komponenter och funktioner används i modulerna behöver den grundläggande teorin bakom dessa komponenter och funktioner förklaras. Detta är för att lättare förstå hur komponenterna fungerar och hur de kan användas i samarbete med varandra för att nå målen för modulerna.

2.1 ADXL345 Accelerometer

En accelerometer är en komponent som känner av rörelser med hjälp av kapacitiva plattor som sitter fast på en rörlig massa, oftast gjord av silikon. Dessa plattor har icke-rörliga motparter som har en fixerad position nära de rörliga plattorna. Den rörliga massan gör att de rörliga plattorna kan ändra position och på så sätt ändras kapacitansen mellan plattorna proportionellt mot den yttre rörelsen. När kapacitansen mellan plattorna ändras skapas en utsignal med en amplitud som är proportionell mot den yttre rörelsen. Den proportionella utsignalen signalbehandlas genom olika filter och omvandlas till en digital signal med hjälp av Analog till Digital-omvandling (AD-omvandling). Den digitala signalen skickas antingen via överföringsprotokollet SPI eller I²C [2], [3].

Accelerometern ADXL345 är utvecklad av Analog Devices. Accelerometern ADXL345 är en komponent som, när den känner av rörelse i något led, skickar ut en digital signal som är proportionerlig mot rörelsen i motsvarande led.

2.2 I²C

I²C är ett överföringsprotokoll som används för att läsa data från en ADXL345 accelerometer. Protokollet är skapat av elektronikföretaget Philips och använder sig av så kallade Master/Slave-funktioner. Detta innebär att varje enhet som ansluts till kretsen antingen initieras som en master-enhet, vilken är enheten vars klocka styr kretsen och initierar en dataöverföring, eller en slave-enhet som förlitar sig på master-enhetens klocka. Slave-enheten kräver en initiering från master-enheten för att påbörja kommunikation mellan enheterna. Överföringen av data sker med två signaler, SDA och SCL (Serial Data och Serial Clock). I²C-protokollet förenklar kommunikationen i kretsar som kräver flera enheter och dessa ansluts enkelt med två kablar anslutna med pull-up resistorer [4].

I²C protokollet fungerar genom att skicka adressbitar i följd av ack/nack (acknowledge/negative acknowledge) bitar genom att ändra SDA till antingen hög eller låg i en kort period. Ett exempel på detta kan vara om data ska utläsas från en ADXL345 accelerometer (slave) till en mikrokontroller (master). Först skickas en start-bit och därefter adressen till det register som startar datainsamling för accelerometern. Om accelerometern uppfattar adressen skickas en så kallad ack-bit tillbaka till mikrokontrollern för att godkänna att uppkopplingen mellan master och slave är fullbordad. Data börjar då skickas mellan enheterna i flera steg, ack-bitar skickas mellan varje dataord för att se till så att datan ska fortsätta överföras och tas emot. Om något går fel i avläsningen eller om avläsningen ska avslutas tidigt skickas en nack-bit. När accelerometern har sänt över all data skickar accelerometern en stop-bit för att visa att inläsningen av data är avklarad [5].

2.3 Analog till digital (AD)-omvandling

Med AD-omvandling menas ett sätt att, från en analog signal, få ett digitalt värde. Den AD-omvandlingen som styremodulen använder sig av sker inne i en PIC16F1827 mikrokontroller. PIC16F1827 använder sig av en typ av AD-omvandling som kallas för Successive Approximation Register eller SAR [6].

SAR fungerar genom att den analoga insignalen jämförs upprepande gånger mot digitala ord med hjälp av en inbyggd komparator. För att kunna jämföra en analog spänning med ett digitalt ord behöver ett ord som motsvarar den analoga spänningen skapas. Det första digitala ordet som den analoga spänningen jämförs med brukar vara halva den totala maxspänningen. AD-registret i PIC16F1827 är 10 bitar stort, därför motsvarar ordet $11\ 1111\ 1111_2$ (där en nedsänkt tvåa betyder att ordet representeras som ett binärt tal) den maximala spänningen registret kan ta emot. Om den analoga inspänningen jämförs med halva den maximala spänningen, jämförs den analoga spänningen med ordet $10\ 0000\ 0000_2$. Om den analoga spänningen är större än det digitala ordet sätts den analoga motsvarighetens ords MSB (mest signifikanta bit) till 1. Om den analoga spänningen skulle vara mindre än den digitala sätts det analoga ordets MSB till 0. Så här fortsätter jämförelserna tills jämförelserna kommit till det analoga ordets LSB (minst signifikanta bit). Det ordet som finns då jämförelserna slutar är den resulterande digitala motsvarigheten till den analoga spänningen [7].

Som ett exempel kan ett fyra bitars SAR register användas. Om en analog inspänning som motsvarar det digitala ordet 0101_2 ska AD-omvandlas i en 4-bitars AD-omvandlare kommer det att ske på följande sätt:

- Den analoga spänningen motsvarande ordet 0101_2 jämförs med halva maximala digitala ordet 1000_2

- Det digitala ordet 1000_2 är större, MSB på det digitala ordet sätts till 0. Nästa jämförelse kommer då ske med ordet 0100_2
- Den analoga spänningen motsvarande ordet 0101_2 jämförs med det digitala ordet 0100_2
- Den analoga spänningen motsvarande ordet 0101_2 är större, nästa bit på det digitala ordet sätts till 1. Nästa jämförelse kommer då ske med ordet 0110
- Den analoga spänningen motsvarande ordet 0101_2 är mindre än det digitala ordet 0110_2 , nästa jämförelse sker med ordet 0101_2 .
- Den analoga spänningen motsvarande ordet 0101_2 är samma som det digitala ordet 0101_2 . Detta blir det resulterande ordet som mikrokontrollern uppfattar som inspänningen på en av dess portar.

Eftersom den analoga inspänningen ändras kontinuerligt behövs en så kallad sample and hold krets för att kunna "hålla fast" det analoga värdet tills AD-omvandlingen är klar. Sample and hold kretsen fungerar genom att jämföra det resulterande digitala ordet med den analoga inspänningen, om skillnaden mellan dessa är tillräckligt liten kommer kretsen att "släppa" spänningen och hämta upp nästa sample på den analoga spänningen. Spänningen "hålls fast" med hjälp av en kondensator. Sample and hold-kretsen finns inbyggd i mikrokontrollern [8].

2.4 Mikrokontroller PIC16F1827

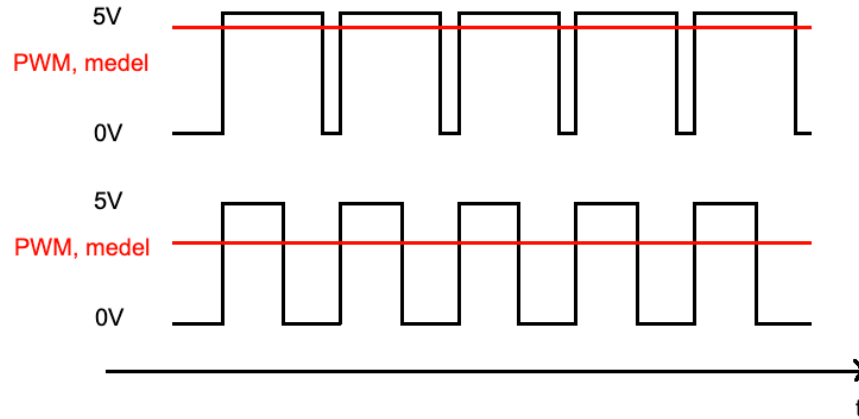
Mikrokontrollern PIC16F1827 används som en signalbehandlare som styr LED-lampor. Mikrokontrollern innehåller flertalet moduler som används för ändamålet, så som AD-omvandling och PWM (Pulse Width Modulation)-styrning. LED-lampor kan kopplas direkt till mikrokontrollerns utport då strömmen ut inte överstiger den maximala strömnivån för de LED-lampor som ska användas (20mA). Däremot behöver spänningen till LED-lamporna varieras då de lampor som ska användas tål en framspänning på 2,15V. För att inte bränna lamporna behandlas utsignalen med en PWM-modul [6].

2.5 PWM

Pulse width modulation (PWM) används för att styra en spänningsnivå genom att manipulera pulsbredden hos spänningen. Genom att ändra pulsbredden skapas en medelspänning som sedan kan användas. För att räkna ut medelspänningen av en tidsdiskret signal i teorin används ekvationen: [7]

$$\frac{1}{T_1} \int_0^{T_2} 1 dt = \frac{T_2}{T_1},$$

där T_1 är periodtiden för signalen och T_2 är tiden då signalen är hög. Det medelvärde som fås av denna ekvation kan visas grafiskt med figur 2.1 nedan där $\frac{T_2}{T_1}$ representeras av den röda linjen, PWM, medel.



Figur 2.1: PWM-signal

Ekvationen ovan används dock inte utav den PWM-modul som finns inbyggd i PIC16F1827. Medelspänningen räknas ut genom att jämföra värden som finns i ett flertal interna register. Ekvationen för hur PIC:en räknar ut detta finns i databladet för PIC16F1827, ekvation 24-3. Den resulterade medelspänningen från PWM-modulen matas sedan vidare för att driva LED-lampor. Med PWM-modulen kan medelvärdet av utspänningen från mikrokontrollern ökas och sänkas genom att skriva olika värden till ett visst register hos mikrokontrollern. Detta resulterar i att, om värdet som skrivs till PWM-registret är samma som det som kommer från accelerometer, kan LED-lamporna ändra ljusstyrka i samma takt som accelerometern uppfattar en ändring i rörelse.

2.6 LED

En lysdiod (LED) är en strömstyrd halvledare som består av två olikt laddade plattor, en positivt och en negativt laddad platta. Dessa är fyllda med negativt laddade elektroner respektive positivt laddade hål. En LED emitterar ljus genom att elektroner och hål rekombinerar mellan de två plattorna (PN-övergång), på grund av att elektronen har större mängd energi än det positivt laddade hålet frigörs fotoner från sammanslagningen vilket resulterar i ett ljussken [7], [9], [10].

För att möjliggöra styrning av ljusintensiteten på en LED går det att använda en PWM-signal. En PWM-signal skickar ut en variabel likspänning till lysdioden vilket resulterar i att en likström som är proportionell mot spänningen skapas. Ett ökat medelvärde på PWM-signalen leder till att strömmen i LED:en blir starkare. En starkare ström i LED:en resulterar i ett högre antal elektroner som rekombinerar med hål i pn-övergången, vilket i sin tur leder till att fler fotoner frigörs vid rekombination och ljusstyrkan höjs.

2.7 Potentiometer

En potentiometer använder sig av en justerbar skruv som kan ändra resistans beroende på om skruven skruvas medurs eller moturs. När skruven är i en av sina slutriktningar är resistansen nära 0Ω respektive potentiometerns maximala resistans, beroende på hur matningsspänning och jord är kopplade. Det maximala resistansvärdet står ofta i namnet på potentiometern och många olika resistansvärden finns tillgängliga [10].

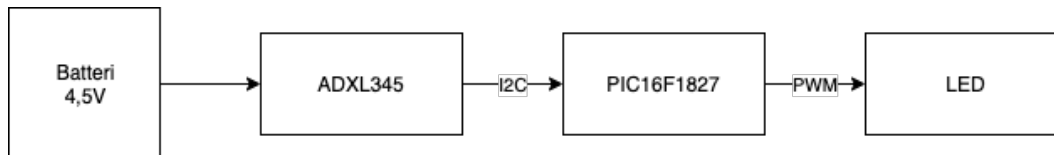
2.8 Lödning

Genom lödning är det möjligt att sammanfoga två metallytor med varandra genom att tillföra värme och lödtekn. För att möjliggöra detta används en lödstation som har en reglerbar temperatur som värmer upp en lödpenna. Dess uppgift är att smälta lödtekn som sedan sammanfogar exempelvis två kablar på en krets eller liknande metallföremål för att skapa kontakt mellan föremålen [11].

3 Metod

För att få en klarare överblick på funktionerna av de två modulerna skapas ett flödesschema för respektive modul.

En enkel modell för hur de viktigaste komponenterna i baklyse-modulen kommunicerar med varandra visas i figur 3.1 nedan.



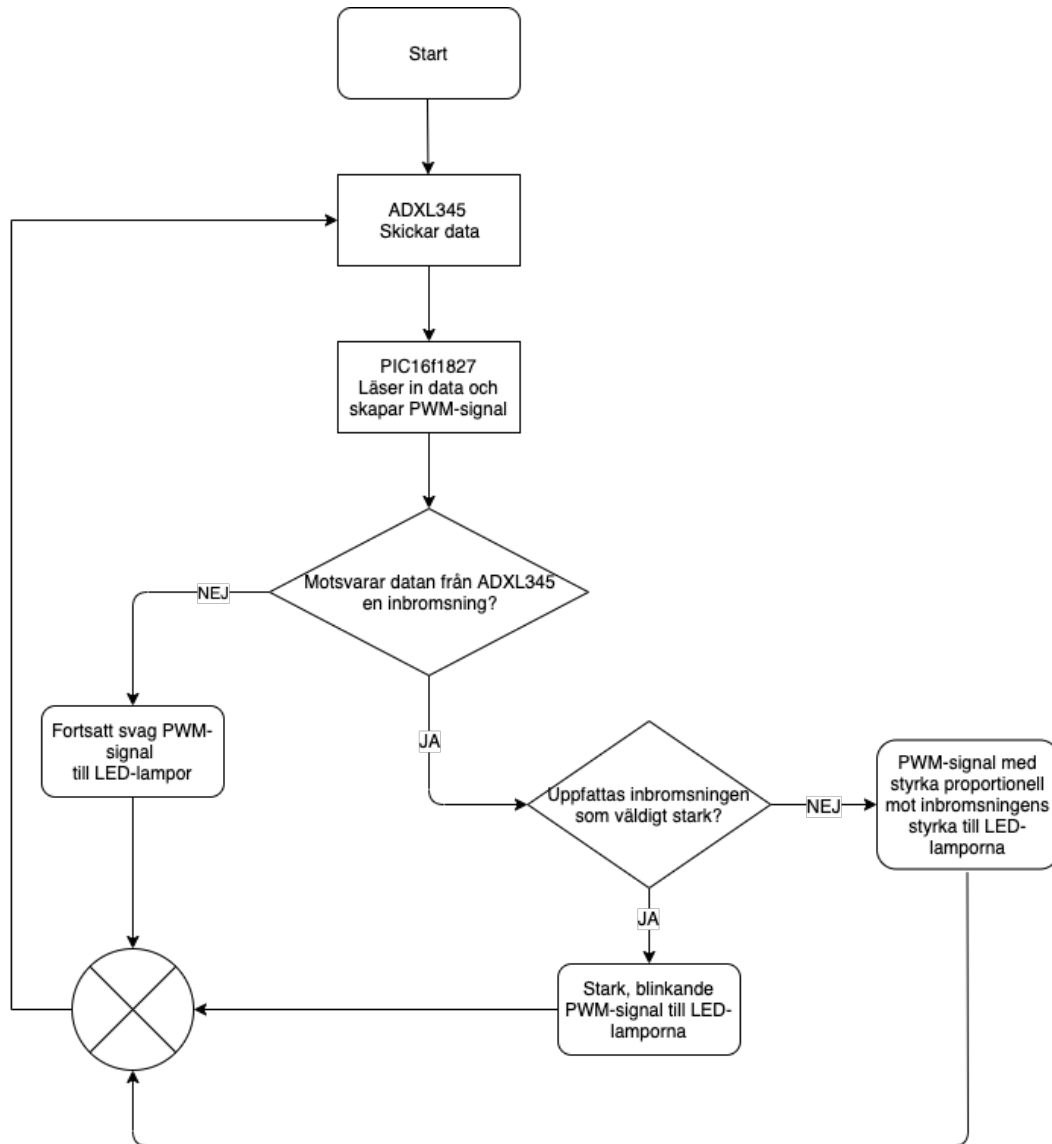
Figur 3.1: Funktion för baklyse-modulen

Baklyse-modulens övergripande funktion kan beskrivas med flödesschemat i figur 3.2 nedan.

Baklyse-modulen fungerar genom att först låta accelerometern samla in data. Den data som accelerometern tillhandahåller skickas sedan till en PIC mikrokontroller. Mikrokontrollern behandlar datan och skapar en PWM-signal på två av sina utportar till tre olika LED-lampor. Pulsbredden hos PWM-signalen beror på om datan från accelerometern tolkas som en inbromsning eller inte. Om datan inte tolkas som en inbromsning kommer PWM-signalens pulsbredd minskas så att LED-lamporna kan lysa svagt. Om datan från accelerometern tolkas som en inbromsning kommer pulsbredden att ökas hos PWM-signalen beroende på hur stark inbromsningen är. Om inbromsningen är så pass stark så att mikrokontrollern tolkar datan som en tvärbromsning ökas LED-lampornas ljusstyrka till maximal nivå för att sedan gå ner till svag ljusstyrka och upp igen, på så sätt skapas en blinkning som syns klart och tydligt från LED-lamporna.

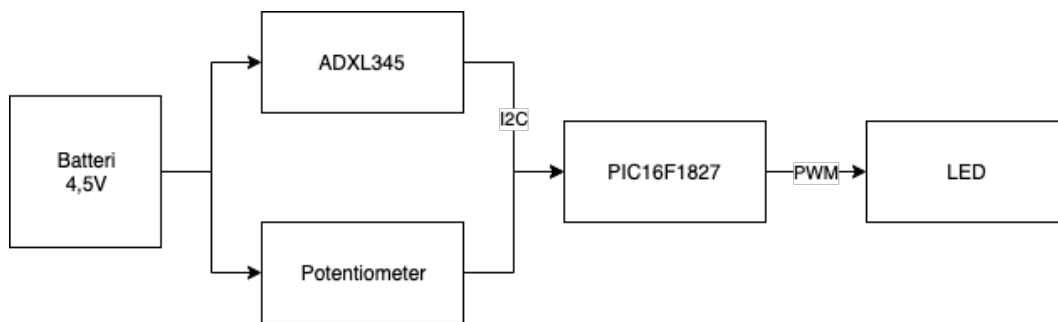
En inbromsning upptäcks genom behandling av data från accelerometers värde i Z-led (Cykelns färdriktning). Mikrokontrollern läser kontinuerligt in data från accelerometern och sparar alltid undan Z-värdet från föregående och nuvarande inläsning av data i var sin variabel, `z_old` respektive `z_new`. Variabeln `z_new` jämförs med `z_old` innan varje ny inläsning av data påbörjas. Vid en inbromsning kommer accelerometern att reagera genom att skicka ett högre värde i Z-led. Det nya höga värdet sparas i `z_new` och jämförs med `z_old`. Om differensen mellan dessa värden är tillräckligt stor uppfattar mikrokontrollern detta som en inbromsning och ändrar LED-lampornas ljusstyrka beroende på styrkan av inbromsningen. Ju större differensen mellan `z_new` och `z_old` är, ju kraftigare uppfattas inbromsningen.

För att baklyse-modulen ska börja lysa krävs det att differensen mellan z_{new} och z_{old} är större än vissa tröskelvärden. Om differensen är större än det största tröskelvärdet räknas inbromsningen som en tvärbromsning. Tröskelvärdena tas fram genom att montera baklyse-modulen på en befintlig cykel och manuellt utföra olika bromstester som innefattar både vanliga inbromsningar och tvärbromsningar.



Figur 3.2: Flödesschema för baklyse-modulens funktion

En enkel modell för hur de viktigaste komponenterna i styre-modulen kommunicerar med varandra visas i figur 3.3 nedan.



Figur 3.3: Funktion för styre-modulen

Flödesschemat för styre-modulen är likt flödesschemat för baklyse-modulen i många aspekter men skiljer sig åt i viktiga detaljer. Flödesschemat som förklarar funktionen för styre-modulen syns i figur 3.4 nedan.

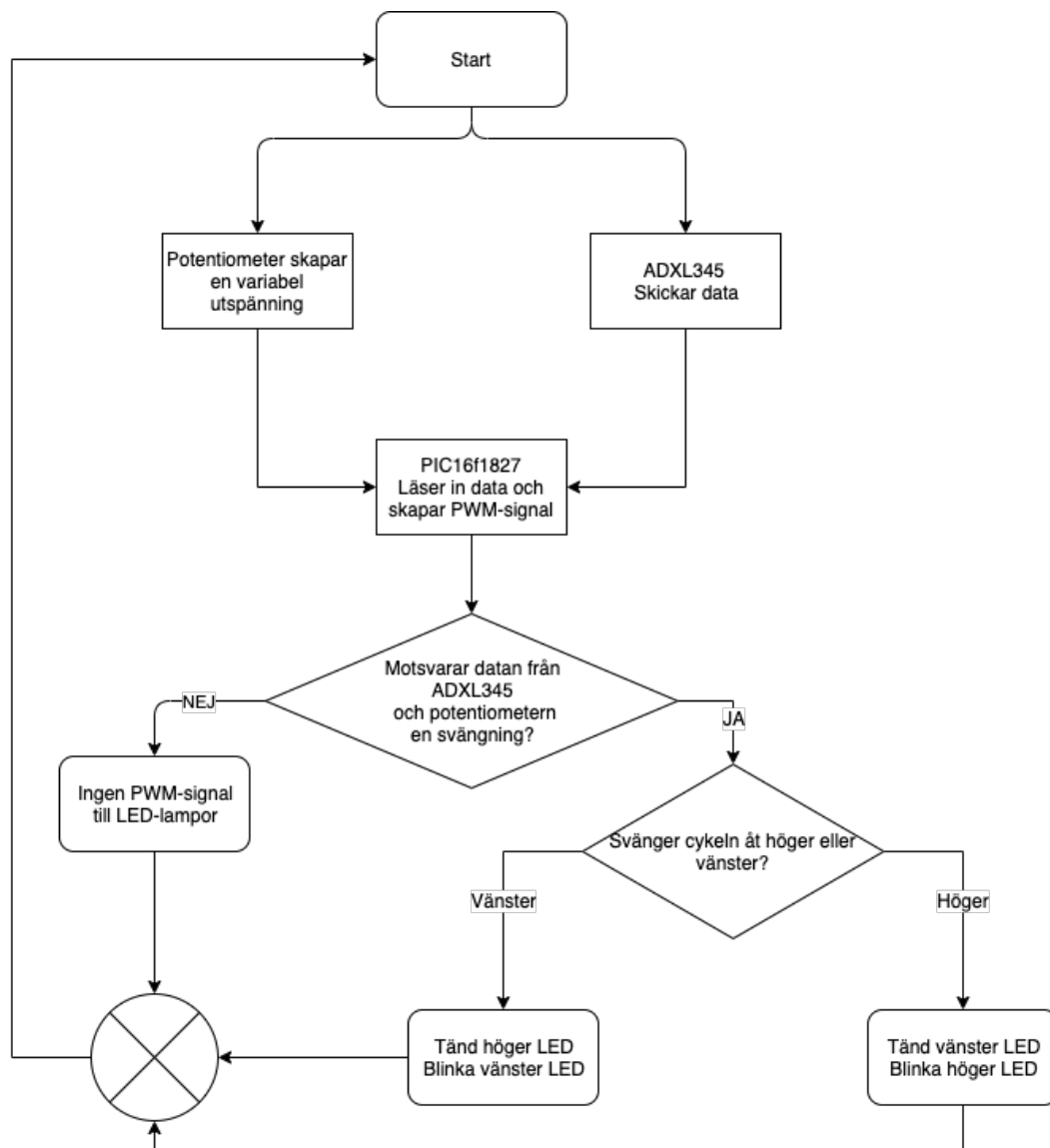
Funktionen startar genom att mata en potentiometer med spänning samtidigt som accelerometern samlar in data. En mikrokontroller tar emot datan från accelerometern och spänning från potentiometern. Spänningen från potentiometern AD-omvandlas inuti mikrokontrollern eftersom spänningsvärdet jämförs med datan från accelerometern. Spänningen från potentiometern förklarar för mikrokontrollern om cykelstyret inte är positionerat rakt jämfört med cykelramen. Datat från accelerometern förklarar för mikrokontrollern om lutningen mellan cykelramen och marken undertill är lik den lutning en cykel får relativt marken då den svänger. Om mikrokontrollern uppfattar spänningen från potentiometern och datan från accelerometern på ett sådant sätt att en svängning pågår tänds två LED-lampor. Om cykeln svänger till höger kommer höger LED-lampa att blinka och vänster lampa lyser med ett fast sken och vice versa för en vänstersväng. Om mikrokontrollern däremot inte skulle uppfatta en svängning över huvud taget kommer de båda lamporna att vara konstant släckta.

En svängning uppfattas av mikrokontrollern genom att jämföra det värde som fås av potentiometern och den vinkel som accelerometern ger ut. När potentiometern är i sitt standardläge (mittenläge) motsvarar detta, efter 10-bitars AD-omvandling, värdet 512 i mikrokontrollern. Om potentiometern vrids moturs minskar värdet och om den vrids medurs ökar värdet. Potentiometern sätts på ett sådant sätt att om styret roteras moturs kommer även potentiometern att rotera i samma riktning, samma gäller för vridning medurs. Detta innebär att en rotation moturs (vänstersväng) motsvarar ett lägre värde från potentiometern och en rotation medurs (högersväng) innebär ett högre värde från potentiometern.

Accelerometern fungerar som en vinkelgivare genom att kontinuerligt läsa av dess värde på Y-axeln (vinkelrät mot marken). Om detta värde överstiger ett framtaget tröskelvärde, kommer mikrokontrollern uppfatta detta som att cykeln lutar.

För att lamporna ska lysa enbart när en sväng sker behövs datan från både potentiometern och accelerometern kombineras. För potentiometern finns ett lågt och ett högt tröskelvärde som den måste passera innan lamporna kan tändas. Om det låga tröskelvärdet passeras motsvarar detta en vänstersväng och om det höga tröskelvärdet passeras motsvarar detta en högersväng. När både potentiometerns och accelerometerns tröskelvärden är passerade tänds LED-lamporna.

Om ett tröskelvärde är för lågt eller för högt fungerar inte modulen som avsett, det är därför viktigt att tröskelvärdena är finjusterade så att modulen enbart reagerar vid riktiga svängningar. Tröskelvärdena för accelerometern och potentiometern bestäms genom testning av modulen. Testningen sker genom att koppla upp modulen till styret på cykeln och sedan manuellt testa modulen genom att svänga med cykeln i olika hastigheter och med olika svänggradier.



Figur 3.4: Flödesschema för styre-modulens funktion

4 Genomförande

Genomförandet för modulerna är uppdelat i fyra huvuddelar: konstruktion av moduler, programmering av mikrokontroller, 3D-printing av behållare och testning av samtliga moduler.

4.1 Användning av komponenter

Nedan följer arbetsgången för PIC16F1827, ADXL345 och LCD.

4.1.1 Programmering av mikrokontroller PIC16F1827

För att programmera mikrokontrollerna används utvecklingsmiljön MPLAB X IDE och kompilatorn MPLAB XC8. Mikrokontrollerna programmeras i programspråket C. Eftersom programmering av mikrokontrollerna sker genom att skriva till interna register av olika slag används mikrokontrollernas datablad för att hitta information om de olika funktionerna som används.

För att testa och verifiera att utvecklingsmiljön och kompilatorn fungerar görs ett enkelt program som får en LED att blinka på en av PIC:ens utportar. Koden för att göra detta fungerar genom att först initiera PIC:en på ett passande sätt och sedan sätta en logisk etta eller nolla till en av utportarna. Initieringen av PIC:en ser ut som följande:

```
OSCCON = 0b01101000;  
ANSELA = 0;  
ANSELB = 0;  
TRISA = 0b00100000;  
TRISB = 0;
```

Där registret som heter OSCCON (Oscillator Control Register) kontrollerar den interna oscillatoren till PIC:en. Genom att ladda registret med olika binära tal kan olika interna klockfrekvenser väljas, dessa varierar mellan 31kHz och 16MHz. Om registret laddas med det binära talet 01101000₂ kommer den interna klockan ha en frekvens på 4MHz.

ANSELX (Analog Select) register nollställs om alla in/utgångar ska vara digitala. X:et i ANSELX står för vilken port selektionen gäller, A eller B. För att sätta en specifik I/O (Input/Output)-port till analog gäller det att skriva en etta i ANSELX registret för motsvarande port.

TRISX (PortX Tri-State Register) register väljer vilka pinnar som ska vara in och utgångar. Valet av ingång/utgång sker genom att skriva en etta om en ingång önskas och en nolla om utgång önskas. I detta exempel behövs inga ingångar till PIC:en, därför sätts alla I/O-pinnar i både TRISA och TRISB till 0 förutom pinne RA5. Pinne RA5 sätts till 1 eftersom den aldrig får vara 0, denna pinne har redan en satt funktion och kan inte ändras till en utgång. Pinne RA5 är satt till 1 i kodexemplet ovan.

Programkoden för att få en LED på ben RA1 att blinka ser ut som följande:

```
void main(){
    init();
    while(1){
        LATAbits.LATA1=1;
        __delay_ms(500);
        LATAbits.LATA1=0;
        __delay_ms(500);
    }
}
```

Funktionen init innehåller den tidigare förklarade initieringen av register. En oändlig while-loop används för att programmet ska köras hela tiden utan att avslutas. För att kunna skriva ett värde till en utport används motsvarande latch-register. För att skriva till porten RA1 används kommandot LATAbits.LATA1, detta kommandot gör det möjligt att skriva 1 till en enskild pinne utan att behöva skriva till 8 pinnar samtidigt. Fördröjningsfunktionen delay mellan värdesättningarna är en inbyggd funktion i MPLAB, i detta fallet fördröjs programmet en halv sekund innan porten skiftar värde [6].

Programmering av mikrokontrollern sker med en MPLAB snap. Till skillnad från andra i-krets-programmerare utgivna av Microchip behöver MPLAB snap en extern matningsspänning för att fungera. Kretsen matas med tre AAA-batterier, detta innebär att matningsspänningen blir 4,5V och lågspänningsprogrammering (LVP) behöver aktiveras i koden för att programmeraren ska fungera.

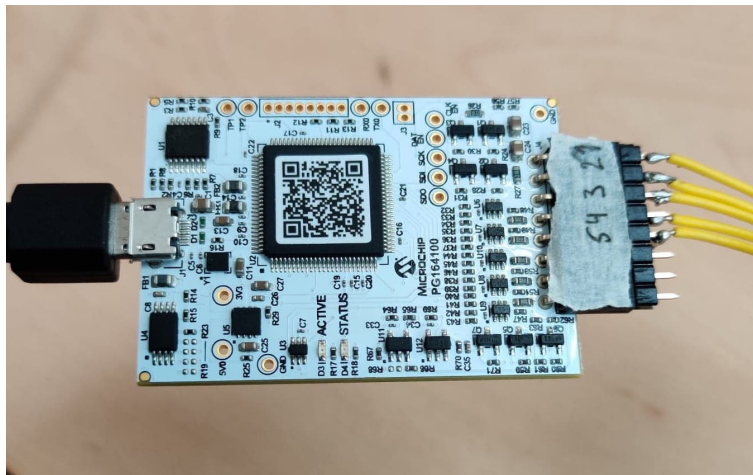
MPLAB snap är en programmerare utformad av företaget Microchip som även är utvecklare av utvecklingsmiljön och kompilatorn som används och är således konstruerad för att vara lämplig för den här typen av användning. MPLAB snap har en kontakt med 8 pinnar, 5 av dessa används för programmering av mikrokontrollern. I figur 4.1 nedan syns numrering av pinnarna, de numrerade pinnarna används som följande:

- Pinne 1: Kopplas till MCLR-pinnen (Master Clear) på mikrokontrollern. MCLR-

pinnen fungerar som en extern reset av mikrokontrollern.

- Pinne 2: Kopplas till matningsspänning.
- Pinne 3: Kopplas till jord.
- Pinne 4: Kopplas till ICSPDAT-pinnen på mikrokontrollern (pinne RB7), ICSP står för In Circuit Serial Programming och DAT innebär att det är en pinne som för över data.
- Pinne 5: Kopplas till ICSPCLK-pinnen på mikrokontrollern (pinne RB6), ICSPCLK för över en klocksignal för programmering.

Övriga pinnar används inte till programmering.



Figur 4.1: MPLAB snap

4.1.2 Användning av ADXL345

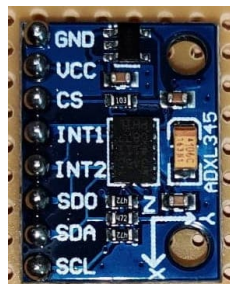
En ”ADXL345 accelerometer 3-axel monterad på kort” används för att mäta inbromsningarna från cykeln. Den mäter accelerationen på tre olika axlar (X,Y, Z) med räckvidd från -16g till +16g på respektive axel. ADXL345 är kompatibel för programmering genom användning av en mikrokontroller eller liknande mikrokontrollerkort som exempelvis Arduino eller Raspberry Pi.

I båda modulerna används accelerometern ADXL345 för olika ändamål. I baklysemodulen används den för att möjliggöra mätningen av inbromsningens karaktär (hård eller mjuk) och i styremodulen används ADXL345 för att läsa av cykelns vinkel sett till markplanet. Accelerometern programmeras genom PIC:en och initieras således via MPLAB

som ovan. ADXL345 har åtta olika pinnar som konfigureras i de båda modulerna, nedan följer pinnarna i ordning från längst upp på kortet till längst ner.

- GND: Kopplas till jord
- VCC: Ansluts till matningsspänning av batteri
- CS: Ansluts till matningsspänning av batteri, CS står för Chip Select
- INT1: Används ej
- INT2: Används ej
- SDO: Kopplas till jord. SDO (Serial Data Output) används som en adressväljare till accelerometern, om SDO jordas väljs en adress för att sända och ta emot data, om SDO matas med matningsspänning kommer adressen att vara en annan.
- SDA: Kopplas via en pull-up resistor (6.8k Ω) till RB1 på PIC:en, SDA står för Serial Data, på denna pinnen överförs datan som används vid protokollet I²C.
- SCL: Kopplas via en pull-up resistor (6.8k Ω) till RB4 på PIC:en via matningsspänning, SCL står för Serial Communications Clock och är klockan som används vid användning av I²C.

Nedan, i figur 4.2, visas en bild på accelerometern när den är fastlödd på en prototypbräda.



Figur 4.2: ADXL345 Accelerometer

För att kunna använda accelerometern behöver den först initieras. Detta görs genom att skriva ett antal kommandon till accelerometern via I²C protokoll. Initieringen av accelerometern sker på följande sätt i MPLAB X IDE:

```
adxl_init(void)
{
```

```

    adxl_write(0x38, 0x9F);
    __delay_ms(10);
    adxl_write(0x31, 0x02);
    __delay_ms(10);
    adxl_write(0x2C, 0x0D);
    __delay_ms(10);
    adxl_write(0x2D, 0x08);
}

```

Funktionen `adxl_write` är en funktion som bygger på ett flertal andra funktioner som i sin tur behandlar sändningen och mottagningen av data via I²C-protokollet till accelerometern. Om protokollet används med mikrokontrollern behöver även mikrokontrollern initieras för användning av protokollet. Detta görs genom att i början av programmet skriva till registrena `SSPCON`, `SSPCON2`, `SSPADD` och `SSPSTAT` samt genom att sätta `SDA/SCL`-pinnarna på mikrokontrollern (`RB1` och `RB4`) till ingångar. De viktigaste av de register ovan är `SSPCON` och `SSPADD`. Genom att skriva till `SSPCON` är det möjligt att sätta mikrokontrollern till I²C master-mode (detta är nödvändigt då accelerometern är satt som slave per automatik). I `SSPADD` registret sätts klockhastigheten på dataöverföringen.

Genom `adxl_write` skickas två tal som argument, det första talet är adressen för den första biten i registret dit ett kommando ska skickas. Det andra talet är kommandot som ska matas in i registret. Som exempel skriver raden `adxl_write (0x38, 0x9F)` kommandot `0x9F` (10011111_2) till adressen `0x38`. På adressen `0x38` ligger ett register som heter `FIFO_CTL`, detta register beskriver hur inläsning och sändning av ackumulerad data behandlas när datan ska skickas.

Inläsningen av data från accelerometern bygger på samma princip som initieringen ovan, att skriva olika kommandon till olika register. Inläsningen av data sker i följande steg:

- Initiera ADXL.
- Initiera start för kommunikationsprotokoll I²C.
- Skicka kommandot för sändning till ADXL.
- Accelerometern börjar skapa värden. Förvara värden från accelerometern på en intern adress.
- Starta om kommunikation med I²C och skicka sedan kommando för avläsning av värden.

Datan från accelerometern kommer skickas i form av en rad med digitala ord. Först kommer DATA0 (de första 8 bitarna för x-värdet) sedan kommer DATA1 (de sista 8 bitarna för x-värdet), efter X följer Y och Z i den ordningen. En inläsning av data sker genom att läsa in data 16 gånger och placera datan i en variabel när inläsningen är klar [2].

Den data som finns tillgänglig för användning är då tre stycken 16-bitars variabler som innehåller X, Y och Z värden i respektive variabel. Accelerometern behandlar data gällande både positiva så väl som negativa accelerationer, detta gör att även negativa tal behöver tas till vara på. Negativa tal i detta fallet är representerade av binära 2-komplement. I den programmeringsmiljö som koden skrivs i är det inte möjligt att jämföra dessa binära 2-komplement med de positiva talen på ett smidigt sätt utan att omvandla 2-komplementen till dess absolutvärde (positiv motsvarighet till det negativa talet). De positiva talen kan behandlas som vanligt utan några större problem, de negativa talen görs om till positiva för att enklare användas i koden och på så sätt förenkla felsökning. Att göra om ett negativt 2-komplement till ett positivt tal sker genom att flippa alla bitarna i talet och sedan addera 1 [12]. Se exemplet nedan.

Negativt 2-komplement

1000 0010 = -126

Flippa bitarna:

0111 1101 = 125

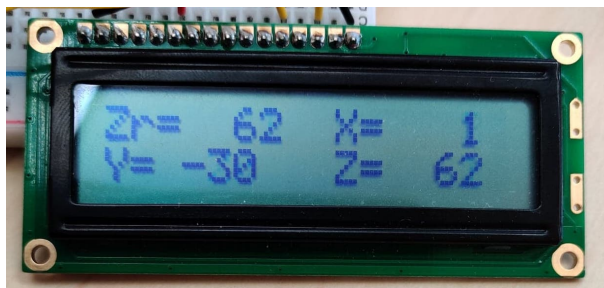
Addera 1:

0111 1110 = 126

När de negativa talen kan representeras som positiva tal är den grundläggande funktionen för accelerometern färdig.

4.1.3 Programmering av LCD MC21605G6W

För att utläsa värden från accelerometern och tillämpa koden därefter används en LCD. Displayen gör det möjligt att bättre tolka hur accelerometern fungerar och hur den beter sig vid rörelse i form av att de olika axlarnas värden (X,Y,Z) skrivs till displayen i realtid. I figur 4.3 nedan visas en bild på LCD-displayen med X, Y, och Z- värden.



Figur 4.3: LCD-Display

Programmeringen av LCD:n sker på liknande sätt som accelerometern, det första som görs är att få mikrokontrollern att kommunicera med displayen på rätt sätt. För att få displayen att uppfatta kommandon behöver den först gå igenom en initieringsprocess. De displayer som används i detta projekt nyttjar en vanlig standard för LCD, nämligen att tillämpa samma instruktionslista som displayen HD44780 utvecklad av Hitachi. Genom att söka i databladet hittas hur en startsekvens ska utföras. Först behöver ett kommando som kallas för "Function set" skickas till displayen, detta kommando bestämmer om displayen ska använda 4 eller 8 bitars överföring, om displayen ska använda en eller två rader med karaktärer och hur stor plats i pixlar varje karaktär får innehålla [13].

För att lätt kunna se fyra olika värden på displayen samtidigt väljs 4-bitars kommunikation, båda rader aktiva och 5x8 pixlar per karaktär. 4-bitars kommunikation väljs på grund av platsbrist på kopplingsplattan för prototypen, 4-bitars kommunikation ger möjligheten att skicka kommandon med hjälp av 4 sladdar istället för att använda alla 8 som finns på displayen [12]. Utöver detta skickas kommandon för att sätta igång displayen, rensa skärmen från oönskade pixlar och startvillkor.

Efter att initieringen är klar skapas ett antal funktioner för olika ändamål, till exempel en funktion för att visa var på skärmen ett visst värde ska skrivas och en funktion för att skriva detta värdet som en textsträng.

4.2 Konstruktion av moduler

Under denna rubrik kommer konstruktionen av de båda modulerna att förklaras och visas.

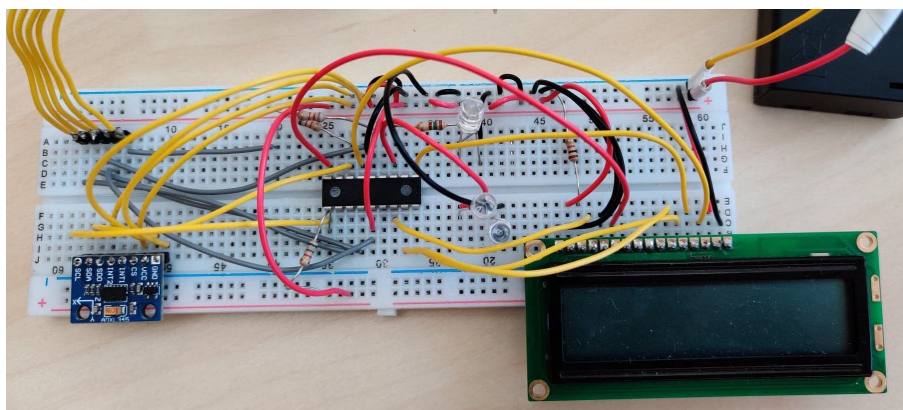
4.2.1 Konstruktion av baklyse-modul

Baklysemodulens grundläggande syfte är att reagera på en cykels inbromsning. Om cykeln bromsar ska modulen lysa starkare än om cykeln förs fram i jämn takt. Vid väldigt stark inbromsning och tvärbromsning ska modulen börja blinka.

Konstruktionen av baklysemodulen börjar som en prototyp på en kopplingsplatta. Mikrokontrollern monteras i mitten av kopplingsplattan, programmeraren ansluts enligt tidigare givna anvisningar. Matningsspänningar i form av tre seriekopplade AAA-batterier (4,5V totalt) kopplas till långsidorna på kopplingsplattan och sedan vidare till behövande komponenter (mikrokontrollern och programmeraren). Ett enkelt program för att få en LED att blinka på ben RA1 konstrueras som ett test för att se så att programmeraren fungerar som menat.

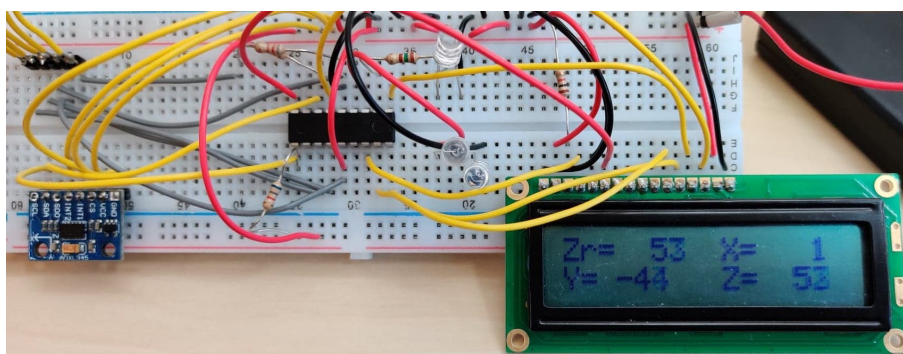
När mikrokontrollern är redo för att programmeras kopplas accelerometern in. Koden för att starta avläsningar med accelerometern skapas och läggs till i programmet. En röd LED kopplas till pinne RA3 på mikrokontrollern och en PWM-utgång skapas på samma pinne. PWM-utgången används för att snabbt och enkelt kunna ändra ljusstyrka på LED-lampan beroende på accelerometers utslag. Ytterligare två LED-lampor seriekopplas efter ben RA4 och en PWM-utgång skapas även på denna pinne. Anledningen till att lamporna kopplas på detta sätt är att den PIC som används i projektet har två vanliga PWM-utgångar. De två seriekopplade lamporna lyser svagare än den ensamma lampan, detta är dock inget problem då alla lampor ändrar ljusstyrka samtidigt ändå så att det blir svårt att urskilja vilken av de tre lamporna som lyser starkare. Det finns inte något bra sätt att se vilka värden som avläses från accelerometern eftersom accelerometern inte har något visuellt hjälpmedel för att se vilken data som skickas. En LCD-skärm kopplas till kopplingsplattan för att se hur sambandet mellan accelerometers värde och en cykels inbromsning är.

Efter att LCD-skärmen kopplas in ser prototyp-konstruktionen ut som följande, figur 4.4. Kretschema för prototypen kan ses under bilaga 1.



Figur 4.4: Baklyse-modul prototyp

När strömmen slås på matas kretsen med 4,5V och komponenterna kan enklare felsökas genom att se vilka värden som accelerometern skickar. I figur 4.5 nedan syns ytterligare en bild på prototypen, denna gång med strömmen påslagen.



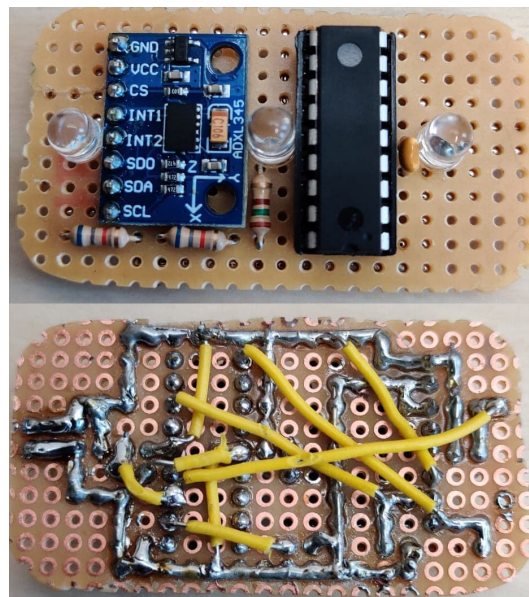
Figur 4.5: Baklyse-modul prototyp med ström

Om konstruktionen ligger platt på ett bord med accelerometern i samma orientering som på bilderna ovan visar displayen ett värde nära 0 på x och y-axlarna, ett värde mellan 60 och 70 visas på z-axeln. Valet av orientering på accelerometern är ett avgörande steg i hur baklyse-modulen fungerar och för att kunna koda accelerometern på ett effektivt sätt väljs en standardpositionering av modulen. Positionering är sådan att en ändring i z-led visar hur stor inbromsningen är.

Inbromsningens storlek mäts genom att spara en gammal inläsning av z-värdet och sedan jämföra med det nuvarande z-värdet. Om det nya z-värdet är tillräckligt mycket större än det gamla värdet ska någon funktion gå igång. Funktionerna för baklyse-modulen är följande:

- 3 LED-lampor lyser med ett fast sken.
- Om accelerometern uppfattar en inbromsning ökas alla LED-lampors ljusstyrka med en viss andel beroende på hur stark inbromsningen är.
- När inbromsningen uppfattas som väldigt kraftig börjar alla 3 LED-lampor blinka.
- Efter att en funktion aktiveras går ljusstyrkan tillbaka till ett fast sken genom att sakta dimma LED-lamporna.

För att minimera storleken och effektivisera den yta som används monteras de elektriska komponenterna för baklyse-modulen på ett PCB-kretskort istället för en kopplingsplatta. Det är inte längre nödvändigt att ha en LCD, därför tas den bort från modulen innan lödningen påbörjas. Det första momentet som genomförs är att montera en DIL-hållare för PIC:en på kretskortet genom att använda en Weller WSD-81 lödstation. DIL-hållaren används för att snabbt kunna ta bort mikrokontrollern vid situationer då den skulle behöva omprogrammering. Samtliga komponenter som monteras på kretskortet löds med Weller WSD-81. Sedermera fästs även accelerometern på kretskortet ihop med tillhörande resistorer och kondensator till både ADXL345 och PIC:en. I figur 4.6 nedan syns den färdiga lödda prototypen för baklyse-modulen.



Figur 4.6: Baklyse-modul prototyp på PCB

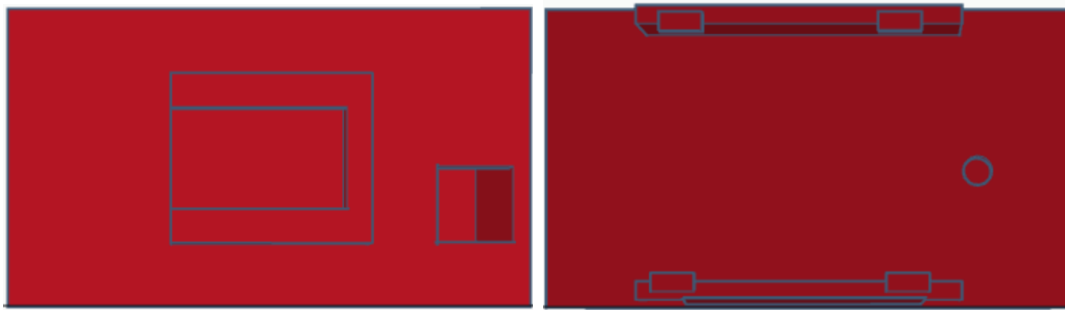
Kondensatorn som används i kretsen kallas för en avkopplingskondensator. Denna kondensator finns för att stoppa oönskade växelströmmar från att förstöra matningsingången på mikrokontrollern.

Ett redan fungerande cykellyse nedmonteras för att få tillgång till en röd plastlins som finns framför dess LED-lampor. Lötningen görs så pass liten så att hela konstruktionen får plats under plastlinsen. PCB-brädan filas ner så att även den passar under plastlinsen. Nedan, i figur 4.7, syns en bild på hur plastlinsen passar ovanför konstruktionen.

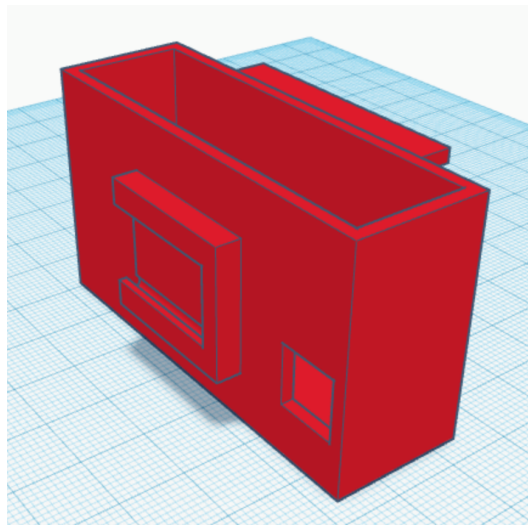


Figur 4.7: Baklyse-modul prototyp med plastlins och batteri

För att få modulen att likna en färdig produkt 3D-printas en prototyp-hållare för lyset och batteriet. 3D-modellen skapas i det web-baserade programmet TinkerCad. Det är ett webbläsarprogram som gör det möjligt att designa olika former gjorda för 3D-skrivning. Eftersom endast en röd plastlins för LED-lamporna finns att använda krävs en design som kan hålla batteriet, kretskortet, plastlinsen och de andra komponenterna på plats för att sedan fästas i en befintlig hållare på en cykel. På baksidan av den 3D-designade kapseln konstrueras en kana för det befintliga fästet så att hela konstruktionen kan monteras på en cykel. TinkerCad gör det möjligt att spara ner en design som gjorts och sedan föra över den i en ".STL" fil som gör det genomförbart att överföra filen till en 3D-skrivare som sedan kan skriva ut den valda modellen. I figurer 4.8 och 4.9 nedan syns modeller för 3D-printing.



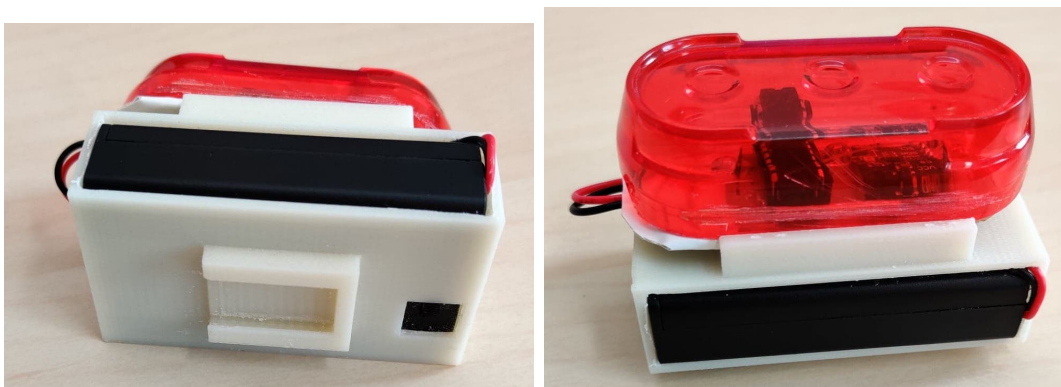
Figur 4.8: Modell för 3D-print(Baksida till vänster, Framsida till höger)



Figur 4.9: Modell för 3D-print, annan vinkel

I figur 4.9 ovan syns även hållaren där batteriet placeras. När 3D-printingen är klar behöver den röda linsen filas för att få bra kontakt med krokarna som håller fast den och batteriet behöver tryckas ner i sin hållare.

I figur 4.10 nedan syns den färdiga konstruktionen av baklyse-modulen.



Figur 4.10: Färdig 3D-printad modul

4.2.2 Konstruktion av styre-modul

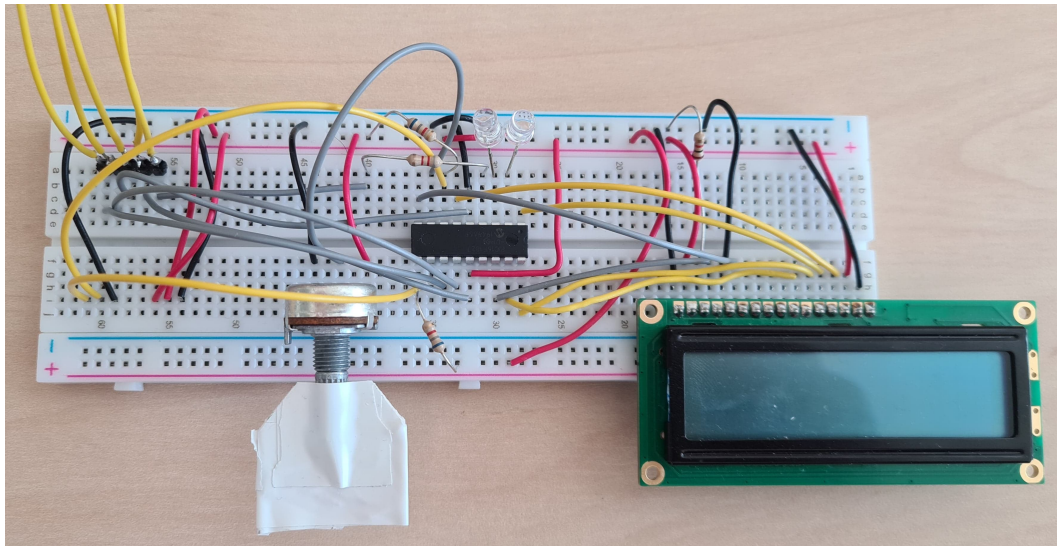
Styre-modulens grundläggande syfte är att påvisa en potentiell svängning från en cyklist. Likt metoden för baklyse-modulen så påbörjas konstruktionen av styre-modulen genom att en prototyp byggs på en kopplingsbräda.

Styre-modulens funktioner kontrolleras av två komponenter: en vinkelgivare och en mekanisk givare. Vinkelgivaren mäter cykelns vinkel mot marken och den mekaniska givaren mäter rotationen av cykelstyret. De två komponenter som används för detta ändamål är en accelerometer som vinkelgivaren och en linjär potentiometer till rotationen. Accelerometern väljs eftersom att det vid tidigare test av baklyse-modulen visat sig att accelerometern är kapabel till att mäta avvikningar i orientering från sin ursprungliga position, om accelerometern står rakt upp och lutar åt höger eller vänster syns det att y-värdet ändras i takt med att accelerometern lutar. Accelerometern som används för styre-modulen är av samma modell som den i baklyse-modulen och samma tillvägagångssätt för att få komponenten att fungera används.

Potentiometern används på grund av dess möjlighet att rotera runt sin egen axel och på så sätt ändra resistivitet. Potentiometern matas med batteriets spänning och den resulterade spänningen matas vidare till en ingång på mikrokontrollern. Eftersom spänningen från batteriet är analog behövs en AD-omvandling på ingångsspinnen göras. För att kontrollera utgångsvärdet från AD-omvandlingen kopplas en LCD på kopplingsplattan. AD-omvandlaren på PIC16F1827 är en 10-bitars omvandlare, därför resulterar en full vridning till vänster i värdet 0 och en full vridning till höger resulterar i värdet 1024. När potentiometern befinner sig i mittläget (rakt styre) är värdet 512.

I figur 4.11 nedan visas prototypen monterad på en kopplingsplatta där potentiometern

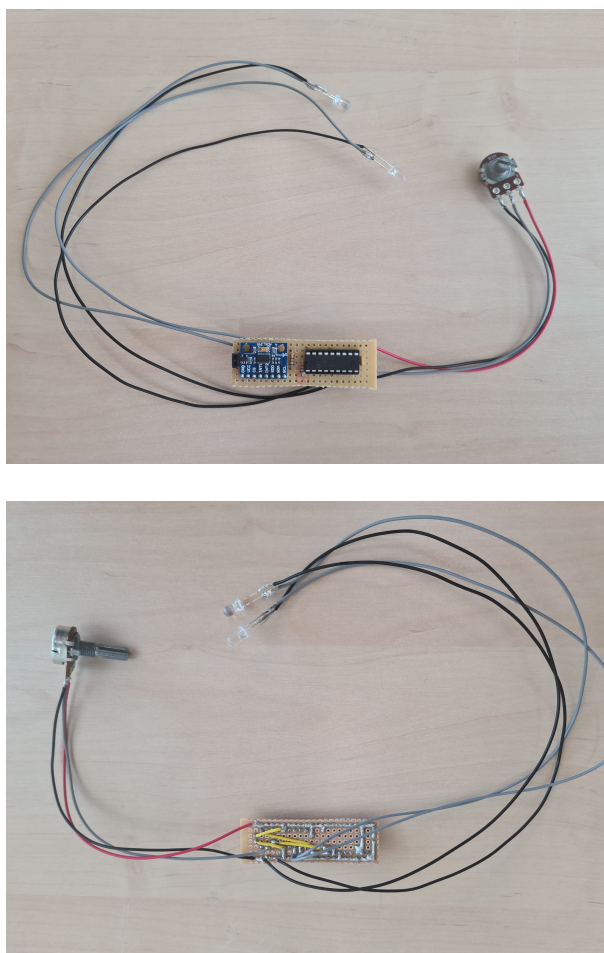
är utrustad med kartong och tejp för att vara mer hanterbar vid rotation under de pågående tester som utförs.



Figur 4.11: Kopplingsplatta för styre-modul, utan accelerometer

Ett flertal tester genomförs för att kontrollera vilken kombination av värden som är bäst lämpad för svängningar. Både lutning och rotation av styret behöver kontrolleras. Monteringen av styremodulen följer till stor del den av baklyse-modulen. DIL-hållare, PIC:en, resistorer, kondensator samt accelerometer har monterats på ett PCB-kretskort genom samma metod som för baklyse-modulen. Kablar dras till potentiometern och LED-lampor på kretskortet. Även kretskortet till styre-modulen bearbetas med kontursåg och fil för att passa inuti ett handtag till ett cykelstyre.

Då denna modul ska installeras i ett cykelhandtag fokuseras mer tid på att storleksbegränsa konstruktionen till att vara smalare, således placeras PIC:en och accelerometern som i figur 4.12, se nedan. Kablarna som används för denna modulen är längre på grund av att dioderna ska kunna nå ut till respektive handtagsände på ett cykelstyre.

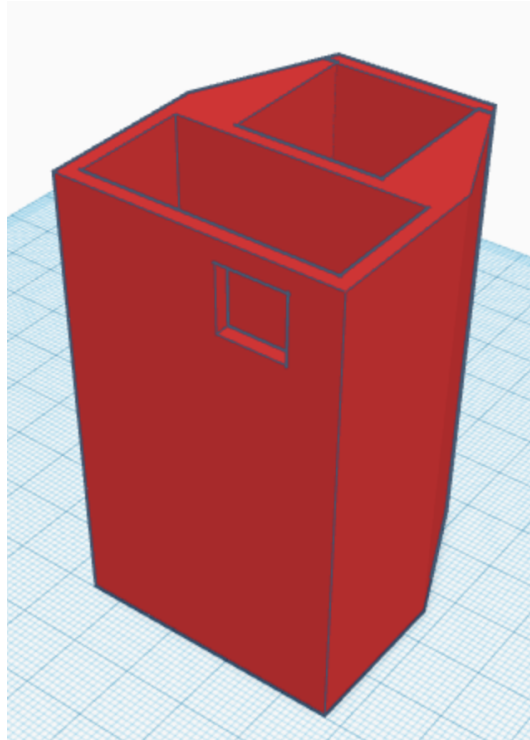


Figur 4.12: Styre-modul framsida & baksida (kretskort, potentiometer samt dioder)

För testning av styre-modulen tillverkas en prototyp av ett cykelstyre utav kartong, utformat för att testa samtliga funktioner som styre-modulen ska besitta. Innan monteringen på detta prototyp-styre utförs testas ett program som har i uppgift att tända en LED-lampa och låta den blinka beroende på potentiometerns värde (sväng) och accelerometerns värde (lutning mot marken) och låta den andra LED-lampan lysa med ett stabilt sken beroende på vilket håll som potentiometern och accelerometern visar att cykeln svänger.

Modulen testas och ändras tills dess att den tros fungera på en cykel. För att lättare hantera både modulen och batteriet som strömför denna görs även en 3D-modell för 3D-printing. Modellen inkluderar inget sätt att fästa modulen på cykeln då de flesta cyklar har styren som ser väldigt olika ut. Ett problem som uppkommer med styremodulen är placeringen av potentiometern för att den ska kunna känna av svängningar. Den behöver placeras på ett sätt så att skruven ovanpå potentiometern är i linje med cykelramen när basen av potentiometern roteras i samarbete med styret. Cykeln som

används för testning har en platt yta precis där styret roterar. Denna yta används för att montera potentiometern och på så sätt kan 3D-modellen förenklas genom att utesluta någon slags hållare för potentiometern. I figur 4.13 nedan visas den färdiga 3D-modellen.



Figur 4.13: 3D-modell för styre-modul

I figur 4.13 syns modellen som tas vidare till 3D-printing. Modellen inkluderar ett hål för av/på knapp till batteriet, ett större hål där batteriet sitter, ett hål där själva modulen sitter och avsmalnande kanter för en estetiskt finare design.

I figur 4.14 nedan syns hur den färdiga styre-modulen ser ut på cykeln.



Figur 4.14: Färdig styre-modul på cykel

I figur 4.14 syns även lösningen för problemet med att skruven på potentiometern inte får rotera med styret. Träpinnar som tejpas fast till ramen på cykeln används för detta. På ramen ligger en träpinne som i slutet sitter ihop med ännu en träpinne som går vertikalt uppåt. Från den vertikala pinnens slut går en tredje träpinne vågrätt mot skruven på potentiometern. Träpinnen passar perfekt i potentiometers skruv och på så sätt hålls skruven i ett fast läge med hjälp av träpinnar medans potentiometers "kropp" roterar fritt i konjunktion med styret.

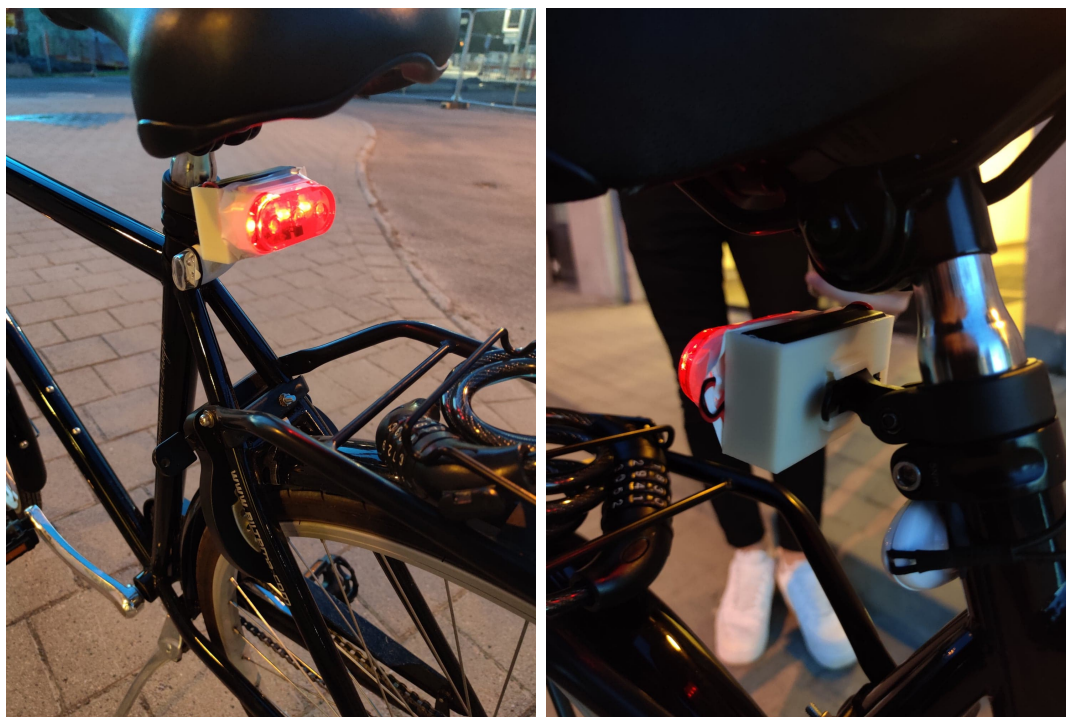
Den 3D-printade hållaren monteras provisoriskt på cykelstyret med hjälp av svart eltejp.

4.3 Kretsuppbyggnad i KiCad

De båda modulernas kretscheema utformas grafiskt i programmet KiCad. Det första som formges är kretschemat till baklyse-modulen, där en fullständig bild över samtliga använda komponenter och kablar för modulen finns med. Ty Accelerometern ADXL345 eller LCD-skärmen inte finns med i befintliga bilbiotek för komponenter krävs det att en egen design av accelerometern utformas i KiCad och sedan överförs till kretschemat med resterande komponenter. KiCad underlättar för avläsning av hur olika komponenter i en krets samverkar. Kretscheman kan ses under Bilaga 1 och Bilaga 2.

5 Resultat & Diskussion

Baklyse-modulens planerade funktioner och det slutliga resultatet stämmer väl överens med verkligheten. Signalerna från komponenterna till lysdioderna upprätthålls även under användning av belysningen i förhållanden som en cykel vanligtvis utsätts för, så som kyla och värme. Vid svaga inbromsningar tänds dioderna för att sedan dimmas ut och vid mer kraftiga inbromsningar börjar de tre dioderna att blinka. Modulen är tillräckligt liten för att kunna fästas på en befintlig cykel. I figur 5.1 nedan syns den färdiga konstruktionen för baklyse-modulen.



Figur 5.1: Färdig konstruktion för baklyse-modul på cykel

I figur 5.2 nedan syns baklyse-modulens beteende vid en inbromsning, i bilden till vänster förs cykeln framåt med konstant hastighet medan bilden till höger visar baklyse-modulens ökade ljusintensitet vid en inbromsning. Bilderna är tagna från några tiotals meters avstånd.



Figur 5.2: Färdig konstruktion för baklyse-modul på cykel

Styre-modulens funktioner fungerar som avsett och resultaten stämmer väl överens med målen. Samtliga signaler från givarna går fram till lamporna och funktionerna fungerar när modulen är installerad på en cykel som befinner sig i trafiken. När cykeln har en viss lutning förhållandevis till marken samtidigt som styret har en viss rotation börjar en LED blinka på den ände av styret som svängen sker åt, LED:en på den andra änden av styret lyser då med ett konstant sken, och vice versa om svängen skulle ske åt andra hållet.

I figur 5.3 nedan visas en bild på den färdiga konstruktionen för styre-modulen.



Figur 5.3: Färdig konstruktion av styre-modul

En av anledningarna till att modulerna fungerar så pass bra som de gör är att stor tid lades på att storleksbegränsa modulerna. Denna storleksbegränsning gör att de olika delarna för båda modulerna passar bra ihop med varandra, så som att hållaren för baklyse-modulen passar bra på cykeln. Passformen för hållaren visar sig ha stor inverkan på hur baklyse-modulen presterar. De komponenter som valdes för baklyse-modulen har visat sig vara väldigt relevanta för det ändamål modulen skulle uppnå. Accelerometern fungerar bra och tar väldigt liten plats på ett kretskort. Mikrokontrollern PIC16F1827 tar även den väldigt liten plats på kretskortet. I förarbetet om hur modulen skulle konstrueras diskuterades det om att använda andra mikrokontrollerkort så som en Arduino. Det har visat sig vara ett bra val att använda PIC:en istället för en Arduino. Även om en Arduino hade förenklat implementationen av accelerometern och LCD:n genom dess många inbyggda funktioner för kommunikation med dessa komponenter, hade en Arduino tagit för stor plats på ett kretskort och hållaren hade behövts göras

ännu otympligare än vad den redan är.

Även styremodulen gynnas av att en hållare gjorts för denna. Hållaren håller accelerometern i en lodrät position vilket är nödvändigt för att få tillförlitlig data till PIC:en. Hållaren möjliggör även att modulen kan placeras på cykeln på ett lämpligt sätt utan att behöva skräddarsys till varje enskild cykel.

En avvikelse från det planerade resultatet för baklyse-modulen är att modulen är känslig för snabba höjdskillnader, vilket resulterar i att bromsfunktionen kan aktiveras vid tillfällen då cykeln passerar över ojämn terräng eller trottoarkanter på cykelvägen. Baklyse-modulens känslighet för störningar visade sig när modulen förflyttades manuellt utan att vara placerad på en cykel. LED-lamporna som baklyse-modulen styr är inte så starka att skillnaden i intensitet kan uppfattas i dagsljus men fungerar tillfredsställande kvällstid.

En avvikelse som styre-modulen har från planen är att den inte särskiljer på om cykeln befinner sig i en svängning eller om cyklisten exempelvis befinner sig i en uppförsbacke och hastigt för cykeln från sida till sida. Styre-modulen inkorporerades inte i ett befintligt cykelstyre utan monterades istället på utsidan av ett styre.

Anledningen till att baklyse-modulen är känslig för plötsliga höjdskillnader beror på PIC:ens tolkning av datan som kommer från accelerometern. I vissa fall kan ojämn terräng uppfattas som en inbromsning av PIC:en och således aktivera belysningen. Det beror på att accelerometern uppfattar små skillnader i accelerationskrafter och vid små, snabba rörelser av accelerometern kan dessa höjdskillnader uppfattas som väldigt stora inbromsningar. En liten höjdskillnad för cykeln kan motsvara accelerationskraften i samma riktning som vid en inbromsning och aktivera systemet.

Från början var planen att integrera styre-modulen in i ett cykelstyre men det insågs snabbt att detta inte skulle vara någon bra idé. För att kunna integrera modulen i ett cykelstyre skulle hela styret behöva demonteras och skäras upp för att få in de små komponenterna. Detta gjorde att testningen av styre-modulen var svår att tillämpa på en vanlig cykel innan den 3D-printade hållaren skapades.

6 Slutsats

Tester av cykelmodulerna i en verklig miljö visar att ljussystemet har potential att förebygga cykelolyckor i trafiken. Vid inbromsningar så agerar baklyset som avsett och som iakttagare en bit i från cykeln är det möjligt att observera hur det röda ökande ljuset vid inbromsning tilldrar sig uppmärksamheten av omgivningen. Således är det en möjlighet att en sådan installation på en cykel skulle kunna minska antalet dödsolyckor och olycksfall vid gemensamma filer mellan motorfordon och cyklister.

En framtida lösning till problemet med känsligheten kan vara att signalbehandla utdatan från de båda modulerna, att implementera detta på modulerna skulle vara tidskrävande men kan vara en möjlig lösning för att få bort avvikelserna från planen. Signalbehandling syftar på att utdatan för processen manipuleras till att exempelvis detektera när cykeln kör över ojämn terräng eller när cyklisten befinner sig i en uppførsbacke och sedan använda den datan för att avaktivera ljussystemet vid dessa specifika tillfällen.

I accelerometern ADXL345 som används för de båda modulerna finns en inbyggd signalbehandlingsfunktion som kan användas för att detektera avvikande accelerationskrafter som sker under en kort tidsperiod. Genom att optimera denna funktionen för exempelvis baklyse-modulen kan det vara möjligt att undvika det nuvarande problemet med känsligheten genom att funktionen urskiljer de skakningar som betyder inbromsning och de skakningar som är "brusrelaterade". Även styre-modulens känslighetsproblem skulle kunna reduceras till att modulen verkar bättre i uppførsbackar, detta skulle också kunna möjliggöras genom att använda funktionen på liknande sätt som för baklyse-modulen, eller alternativt genom att ändra villkoren för när ljussystemet aktiveras genom att manipulera programkoden i MPLAB.

Vid en eventuell vidareutveckling av den aktiva cykelbelysningen ser vi som mest relevant att fokusera på modulernas konstruktion för att motverka problemet med känsligheten och även bidra till att modulerna skulle varit mer estetiska. Batterier valdes helt beroende på om de kunde leverera tillräcklig med matningsspänning till mikrokontrollern och batteriernas design prioriterades inte nämnvärt. Om designen på modulerna skulle få en högre prioritet i projektet skulle batterivalet haft en större roll, genom att använda mindre batterier, exempelvis knappcellsbatterier skulle de båda modulerna kunna reduceras i storlek och således skulle 3D-modellerna för modulerna även kunna minskas. En nackdel med ett sådant batterival skulle kunna vara att systemen skulle laddas ur snabbare så det skulle krävas en avvägning mellan design och modulernas livslängd. En annan möjlig utveckling av modulerna är att möjliggöra sammankoppling av modulerna med batteriet på en elcykel. Om detta blir till verklighet kan modulernas design påverkas positivt eftersom de kommer att minska i storlek då de inte kommer att behöva ett eget integrerat batteri var.

Tillsammans bidrar de två modulerna till en ökad säkerhet och ett bra komplement till de cykelsäkerhetsprodukter som redan finns på markanden i dagsläget. Den smarta cykelbelysningen kan minska risken att olyckor sker, vilket sannolikt skulle resultera i att färre dödsfall och skador kommer att ske på vägarna.

Modulerna kan även ha en användning på andra fordon än cyklar så som motorcyklar. Det är vanligt i trafiken att motorcyklister glömmer bort att signalera svängningar genom att starta sina blinkers [14]. Styre-modulen kan i detta fall vara användbar som en extra säkerhetsåtgärd för att säkertställa att blinkers kommer att aktiveras under svängningen.

Referenser

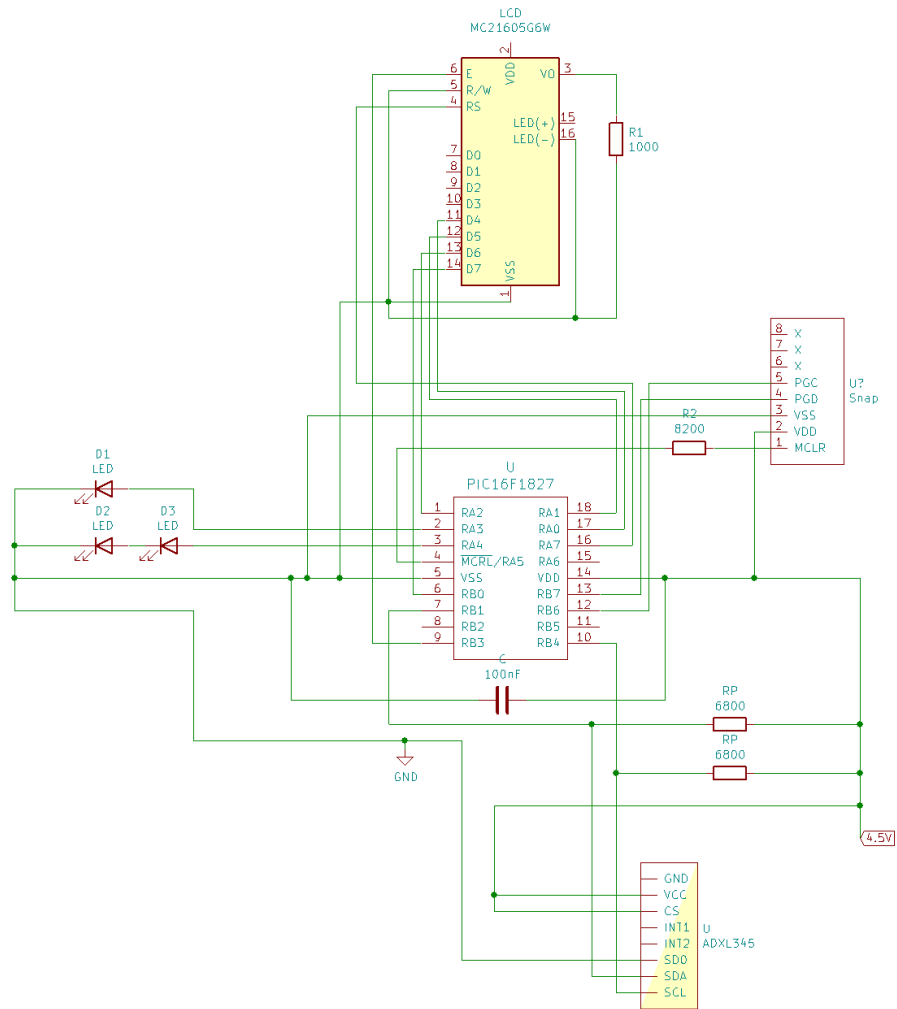
- [1] A. Kullgren, H. Stigson: *Hur kan vi i framtiden undvika dödsolyckor med fotgängare och cyklister*, Trafikverket, 2016. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/contentassets/9884d39cc3964b2aa8e69ab11c7c3488/folksam-hur-undvika-dodsolyckor-m-fotgangare-o-cyklister.pdf>, hämtad: 2020-05-14
- [2] Analog Devices, "Digital Accelerometer ADXL345," 2015. Online. Tillgänglig: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADXL345.pdf>, hämtad: 2020-05-07
- [3] Afrotechmods. "How an accelerometer works!," *YouTube*, 23 dec, 2014. [Video]. Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=i2U49usFo10>, hämtad: 2020-05-15
- [4] I2C info "I2C Info – I2C Bus, Interface and Protocol,". Online. Tillgänglig: <https://i2c.info/i2c-bus-specification>, hämtad: 2020-05-04
- [5] Circuit Basics, "Basics of the I2C communication protocol," 2016. [Online]. Tillgänglig: <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-i2c-communication-protocol/>, hämtad: 2020-05-15
- [6] Microchip, "18-Pin 8-bit Flash Microcontroller Product Brief," 2008. Online. Tillgänglig: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41363A.pdf>, hämtad: 2020-05-07
- [7] L. Bengtsson, *Elektriska mätsystem och mätmetoder*, uppl. 1:2, Lund, Sverige: Studentlitteratur AB, 2012.
- [8] Sweetwater, "Sample and Hold," 2006. [Online]. Tillgänglig: <https://www.sweetwater.com/insync/sample-hold/>, hämtad 2020-05-15
- [9] Today I Found Out, "How Does an LED Work?," *YouTube*, 17 sep, 2016. hämtad: 2020-05-18
- [10] L. Nordlund, I. Wiklund, *Grundläggande elektronik*, uppl. 2, Stockholm, Sverige: Liber AB, 2012.
- [11] Kjell & Company, "Kom igång med lodning," 2018-04-26. Online. Tillgänglig: <https://www.kjell.com/se/kunskap/hur-funkar-det/elelektronik/lodning/kom-igang-med-lodning>, hämtad: 2020-04-29
- [12] T. Finley, "Two's Complement," 2000. Online. Tillgänglig: <https://www.cs.cornell.edu/tomf/notes/cps104/twoscomp.html>, hämtad: 2020-04-29

[13] *HD44780U (LCD-II): Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver*, Tokyo, Japan, 1998. [Online]. Tillgänglig: <http://fab.cba.mit.edu/classes/863.06/11.13/44780.pdf>, hämtad: 2020-03-05

[14] K. Olander, "Var fjärde missar att blinka," *SVT Nyheter*, 27 jan 2015. [Online]. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/var-fjarde-missar-att-blinka>, hämtad: 2020-05-18

Bilagor

Bilaga 1: Kretscheema baklysemodul



Bilaga 2: Kretschemat baklysemodul

