
30010 - Programmeringsprojekt

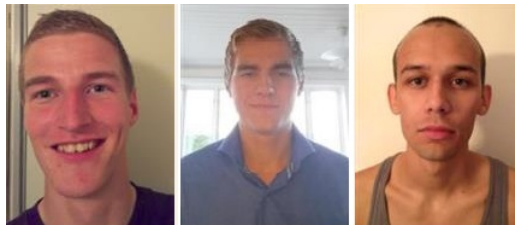
Reflexball

Gruppe 3

Martin Boye Brunsgaard, s144012(1)

Tore Gederaas Kanstad, s144021(2)

Peter Asbjørn Leer Bysted, s144045(3)



1

2

3

Alle medlemmer har været tilstede under øvelserne, og deltaget i udarbejdelse af journalerne. Ydermere har arbejdet været fordelt ligeligt over gruppemedlemmerne, og løst i fællesskab. Rapporten er blevet udarbejdet og gennemlæst i kollektiv.

Technical University of Denmark DTU
National Space Institute
30010 - Programming Project
25.06.2015

Abstract

This report is a mandatory part of the B.Sc. EE course 30010, Programming Project.

The report documents the entirety of this course, including the exercise journals and the final product, Reflexball, a program written in C and implemented on a microprocessor.

The first part of the course was learning how to use the ZDS II - Z8Encore! 4.9.3 tools, how to access the timers, the LED's, the buttons and how to use the PuTTY for displaying graphic. The code from these exercises were used to implement the HAL and some of the API for the project. The program was designed using a flow chart for the main function and a block diagram for the different program layers. The project was successfully implemented on a Z8 Encore Evaluation Board.

Resume

Denne rapport er en obligatorisk del af 30010, Programmeringsprojektet, som er en af de teknologiske linjefag på B.sc, EE.

Denne rapport dokumenterer helheden af dette kursus, inklusive journalerne og det endelige produkt, Reflexball, der er et program skrevet i C og implementeret på en mikroprocessor. I de første fire dage lærte forfatterne at bruge ZDS II - Z8Encore! 4.9.3 værktøjskassen, at konfigurere timerne, at vise strenge på LED'erne, at læse inputs fra knapperne og at bruge PuTTY til at vise grafik. Koden fra øvelserne blev brugt til at lave et HAL og en stor del af programmets API. Programmet blev designet ved hjælp af bla. flow charts og block diagrammer til at repræsentere programmets lag. Programmet blev med succes implenteret på et Z8 Encore Evaluation Board.

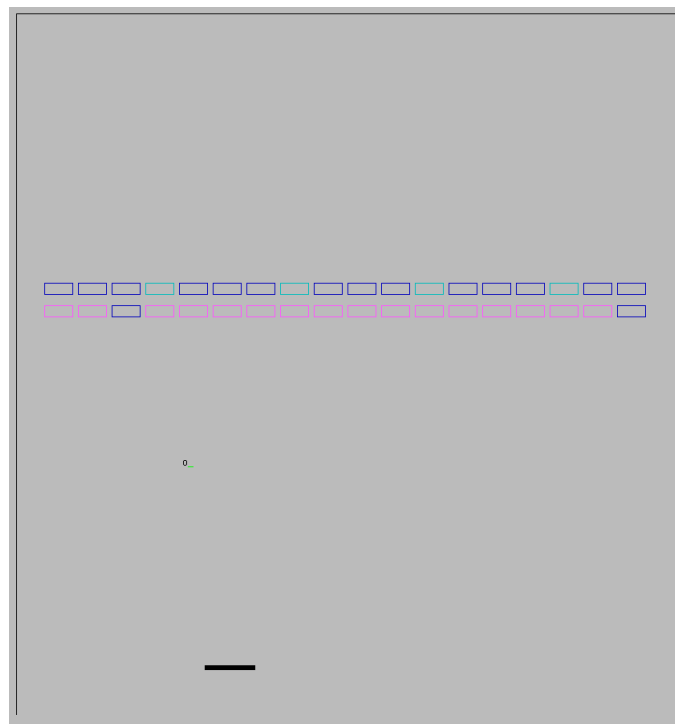
Indhold

1	Introduktion	4
2	Teori	5
2.1	Binære tal	5
2.2	Unsigned repræsentation	5
2.3	Fixed point kommatall	5
2.4	Repræsentation af negative tal	6
2.4.1	Signed magnitude	6
2.4.2	2's komplement	6
2.5	Fixed point vs floating	7
3	Design af Reflexball	8
3.1	Tekniske krav	8
3.2	Krav til spillet	8
3.2.1	Overordnede krav til spillet	8
3.2.2	Krav til strikeren	9
3.2.3	Krav til bolden	10
3.2.4	Krav til boksene	10
3.3	Timere	10
3.3.1	Timer0	11
3.3.2	Timer1	11
4	Planlægning og test af programmet	11
4.1	Plan og Gantt chart	11
4.2	Problemer	12
4.2.1	Problemer med realloc	12
4.2.2	Problemer med knapperne	12
4.3	Test af programmet	13
5	Implementation	13
5.1	main.c	13
6	Diskussion	17
7	Konklusion	17
8	Kildeliste	18

9	Brugervejledning til ReflexBall	19
9.1	Opsætning af PuTTY	20
10	Dokumentation	21
10.1	Application layer	22
10.1.1	main.c	22
10.1.2	refball.h	22
10.1.3	menu	24
10.2	Application Interface Layer	24
10.2.1	graphics.h	24
10.2.2	lut.h	26
10.2.3	math.h	26
10.3	Hardware Abstraction Layer	27
10.3.1	keys.h	27
10.3.2	ctimer.h	28
10.3.3	LED.h	28
11	Appendix A	31
11.1	Kode til refball	31
12	Appendix B	85
12.1	Journal	85
12.2	Kode fra øvelserne	90

1 Introduktion

Målet med dette projekt er at designe og implementere et program. Programmet skal skrives i C og det skal implementeres på en Zilog Z8 encore microprocessor vha. ZDS II - Z8Encore! 4.9.3 værktøjer. Programmet skal dokumenteres vha. flowcharts, grafer og beskrivelser af de enkelte funktioner.



Figur 1: Reflexball vist i PuTTY.

Programmet skal være et spil, Reflexball. Spilleren styrer en striker, som skal bruges til at reflektere en bold, således den kan bevæge sig rundt på banen. Hvis bolden rammer en af kanterne, skal bolden ligeledes også reflekteres. Hvis spilleren ikke rammer bolden ryger bolden ud af banen, og spilleren fratrækkes et liv. Såfremt spilleren ikke har flere liv tilbage, afsluttes spillet. Desuden indføres der nogle bokse i spillet, som spilleren skal ødelægge. Når spilleren har ødelagt alle disse bokse går spilleren videre til næste bane, eller vinder såfremt han er på sidste bane. Den grafiske flade bliver implementeret ved at skrive til en terminal. Ydermere får brugeren fremvist informationer fra spillet på LED'erne på boardet.

2 Teori

Vi vil i dette afsnit gennemgå den basale teori bag binære tal og slutteligt indføre læseren i de forskellige formater, deriblandt fixed-point format, og hvorfor det er interessant at bruge denne repræsentation i vores projekt.

2.1 Binære tal

Et binært tal er et tal der kan udtrykkes i det binære talsystem/base-2, hvor grundtallet er 2. Binære tal er meget lette at implementere i digital logik, og det binære talsystem bruges derfor internt i computere verden over.

Et binært tal består af bits, som svarer til et ciffer. Et bit kan have en af to tilstande: logisk højt eller logisk lavt. Dette medfører da hvis vi har n bits har vi 2^n forskellige tilstande. Disse forskellige tilstande kan fortolkes på forskellige måder, og vi vil i de næste afsnit gennemgå nogle af de forskellige representationer.

2.2 Unsigned repræsentation

I det binære talsystem er grundtallet vanligvis 2 (det kunne potentielt også være -2). Det betyder således at i en n -bit streng, vil bittet yderst til højre være vægtet med 2^0 , det næste med 2^1 op til 2^{n-1} gående mod venstre. Tallet 5 (base-10) kan da skrives som i ligning 1. Ydermere tæller vi også fra højre mod venstre, og første bit står således også på 0 plads. Dette bit kaldes oftest LSB (least significant bit), hvorimod det bit der står helt til venstre oftest kaldes MSB (most significant bit) [2, s. 18].

$$5_{10} = 101_2 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \quad (1)$$

Med de indførte definitioner har vi kun mulighed for at repræsentere positive heltal. Vi ønsker også at kunne skrive kommatal og negative tal.

2.3 Fixed point kommatal

Kommatal kan indføres på en simpel måde, ved blot at vægte i omvendt retning når man går mod højre, således at bittet til højre for kommaet har vægtningen 2^{-1} , bittet 2 til højre for kommaet vægtningen 2^{-2} osv. Hvis man har en n -bit streng med b tal til højre for kommaet, har man da muligheden for at skrive tal mellem 0 og $\frac{2^n-1}{2^b}$ [1, s. 4]

Tallet 13.625 kan f.eks skrives som

$$13.625_{10} = 1101.101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-3} \quad (2)$$

2.4 Repræsentation af negative tal

Hvis vi ønsker at repræsentere negative tal, gøres det oftest på 3 forskellige måder: Signed magnitude, 1's komplement eller 2's komplement. Vi vil her gennemgå signed magnitude og 2's komplement.

2.4.1 Signed magnitude

En af måderne at repræsentere fortegnet på bit-strengen, er ved at lade det mest signifikante bit (MSB: længst til venstre) bestemme fortegnet, hvor 0 indikerer et positivt tal og 1 indikerer et negativt tal. F.eks. kan tallet -37 i signed magnitude repræsentation skrives således:

$$-37_{10} = 1100101_2 \quad (3)$$

Signed magnitude repræsentation, har dog den ulempe, at man spilder en tilstand, f.eks. hvis man har en 4-bit streng gælder der at $1000 = 0000$, så istedet for at have 2^4 tilstande har man blot $2^4 - 1$. Desuden er signed magnitude ikke så velegnet til brug i digitale systemer.[2, s. 260]

2.4.2 2's komplement

En anden måde at repræsentere negative tal, kan gøres vha. 2's komplement. Et negativt 2's komplement findes ved at invertere et unsigned tal og derefter lægge 1 til. 2's komplement har to fordele: Der er kun et 0, og subtraktion kan gøres på samme måde som addition, så hvis vi ønsker at subtrahere 3 fra 5, skal vi blot finde 2's komplement af 3 og lægge det til 5, som i ligning 4. Disse fordele gør 2's komplement en god metode til at repræsentere tal i digitale systemer.

$$5 - 3 = 5 + (-3) \quad (4)$$

Ydermere har 2's komplement en cyklisk natur, der gør den smart at bruge sammen med triogonmetriske funktioner, såsom cos og sin. Den cykliske natur gør os istand til at gå begge veje rundt i enhedscirklen Dette brugte vi i øvelse 4, hvor vi sørgede for kun at se på bit 0-8.

2.5 Fixed point vs floating

I dette projekt brugte vi ikke floating-point typer. Dette skyldes at Z8 serien er en 8-bit processor, og disse bruger oftest ALU's (Arithmetic Logic Unit) designet til fixed point aritmetik.[3, s. 5]. Det er muligt at få processorer med indbyggede FPU (floating-point units), der er optimerede til at arbejde med floating-point typer, eller coprocessorer til at supplere CPU'en. Hvis vi insisterede på at arbejde i floating-point format, ville vi være nødt til at bruge Zilog's bibliotek til floating-point, hvilket ville være for langsomt til vores behov[4][5]. Vi brugte derfor kun heltaltstyper, og omdannede dem til fixed point.

3 Design af Reflexball

I udarbejdelsen af dette program havde vi nogle forskellige tekniske krav og nogle designmål, som vi ønskede at designe programmet efter.

3.1 Tekniske krav

Vi lavede en liste af krav til programmets tekniske opbygning som vi i så høj grad som muligt ønskede at overholde.

1. Vi ønsker en veldefineret struktur. Vi vil derfor undgå globale variable i så høj grad som muligt, derfor skal vi lave funktioner som tager pegere til strukturer eller variable som inputs, frem for at tilgå globale variable. Få undtagelser findes dog til dette, f.eks. i modulet der tilgår timeren og LED skærmene.
2. Vi vil udvikle nogle moduler der er uafhængige af hinanden, således at vores grafik i mindst mulig grad kommunikerer med vores modul indeholdende spillets regler(refball.h). Denne kommunikation skal foregå igennem main-metoden, således man let kan få et overblik ved at se på main-metoden. Desuden gør man modulerne uafhængige, således strukturelle ændringer i et modul ikke har risiko for at ødelægge andre moduler.
3. Vi vil bruge timerne på boardet til at styre tidsaspekter i spillet.

3.2 Krav til spillet

3.2.1 Overordnede krav til spillet

1. Spillet er et arkanoid spil, bestående af 5 levels. Banerne skal være i stigende sværhedsgrad. Dette gøres ved at boksene gøres stærkere, således de skal rammes flere gange for at ødelægges, og også tilføje flere kasser.
2. Der skal være mulighed for at vælge sværhedsgrad, hvilket afgør hvor mange liv spilleren har, og hvor hurtigt bolden bevæger sig.
3. Hvis spilleren ikke har flere liv tilbage, afsluttes spillet og der vises game over på skærmen. Efter et par sekunder går spillet automatisk tilbage til menuen.

4. Hvis spilleren vinder spillet vises et victory-screen og efter et par sekunder går spillet automatisk tilbage til menuen.
5. Når banen begynder, eller hvis spilleren mister et liv, placeres bolden over strikeren, og spilleren kan frit bevæge strikeren, hvor bolden følger efter. Hvis spilleren trykker på den givne knap, affyres bolden.
6. Spillerens liv og power skal skrives på LED-skærmen når spillet er igang
7. Spilleren samler power hver gang han ødelægger en kasse. Hvis spiller har 5 power og trykker på venstre og midterste knap samtidig aktiverer han high power. Når high power er aktiveret ødelægges kasser når de rammes, uafhængigt af deres liv, og bolden reflekteres ikke, men fortsætter gennem kassen. Power fratrækkes 1 hver gang den ødelægger en kasse.
8. Når spilleren bruger high power, vinder en bane, vinder spillet eller dør skal der rulles en tekst over LED-skærmene, der passer til situationen. Efter teksten er rullet over skal livene og power igen vises på skærmen efter teksten er rullet over.
9. Hver gang spilleren går videre til næste level, får spilleren fuldt liv og spillerens power sættes til 0.
10. Spillere kan pause spillet, ved at trykke på højre knap.
11. Ved at trykke på alle knapper samtidigt, aktiverer brugeren chef-mode, som giver en blank skærm.
12. Der er ikke noget point-system i spillet, da vi vælger at lægge fokus andre steder.
13. De forskellige levels skal have forskellige baggrundsbilleder(dette nåede vi ikke).

3.2.2 Krav til strikeren

1. Strikeren skal maksimalt fylde 10% af skærmen på x-aksen.
2. Strikeren skal være delt ind i 3 forskellige områder. Disse 3 områder skal reflektere bolden på forskellig vis afhængig af indgangsvinklen og hvilken del af strikeren den rammer. Reflektionen skal findes igennem trial and error, og vurderes hvad der virker mest naturligt. I oplægget var der lagt op til at strikeren skulle have 5 områder, men vi syntes

ikke det fungerede særligt godt, da det var vanskeligt for brugeren at forholde sig til. Vi har derfor valgt 3 områder.

3. Brugeren skal kunne styre strikeren, vha. knapperne på boardet.

3.2.3 Krav til bolden

1. Bolden skal have et x- og y-koordinat og en retningsvektor, begge i 18.14 fixed-point format. Bolden har desuden nogle variable med info om spillerens power, om bolden er ude og om spilleren har aktiveret power.
2. Boldens retningsvektor skal altid have længden 1, da dette gør kollisionstest let og holder boldens hastighed konstant.

3.2.4 Krav til boksene

1. Alle bokse skal have de samme dimensioner, vi valgte 2x6 pixels.
2. Boksene skal kunne have forskellig styrke, således at nogle kasser skal rammes flere gange før de går i stykker. Kassens styrke skal således repræsenteres ved en farve, og farven ændrer sig således også når man rammer en kasse uden at ødelægge den.
3. Hvis man rammer boksen på den horizontale side, skal y-elementet af retningsvektoren inverteres.
4. Hvis man rammer boksen på den vertikale side, skal x-elementet af retningsvektoren inverteres.
5. Hvis man rammer et hjørne, skal både x- og y-elementet inverteres.
6. Når en kasse bliver ødelagt slettes den fra banen

3.3 Timere

På Z8 Encore Evaluation Boardet er der 4 forskellige timere, timer0 til timer3. Disse timere kan konfigureres efter brugerens behov. I vores projekt har vi brugt 2 timere, en til at styre spillets tid, og en anden til at styre LED skærmene. Disse 2 timere er hhv. timer0 og timer1.

3.3.1 Timer0

Timer0 er en timer der sender et tick hvert millisekund. Timeren bliver brugt i main-funktionen og til debouncing af knapperne. Timeren er sat i continous mode, da vi ønsker at den blot skal fortsætte ubetinget, og der foretages ingen clock division af tælleren. Reload værdien fandtes ved udregningen i ligning 5. Interrupt Prioriteten sættes til høj ved at skrive `0x20` til både `IRQ0ENH` og `IRQ0ENL`.

$$Reloadvalue = 0.001s \cdot 18.432.000s^{-1} = 18432_{10} = 4800_{16} \quad (5)$$

3.3.2 Timer1

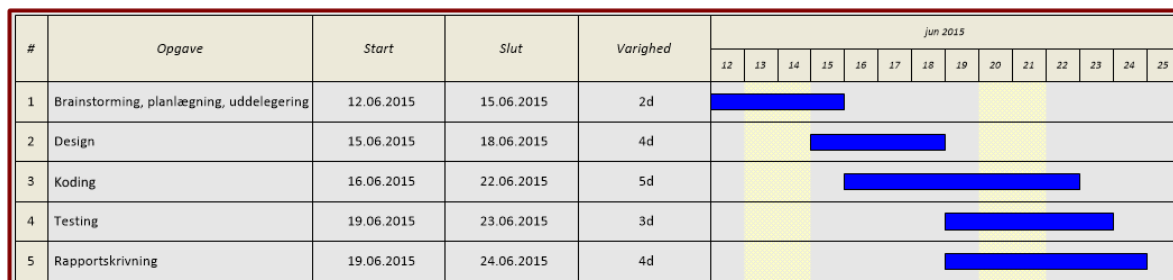
Timer1 er en timer der sender et tick hvert $500 \mu s$. Timeren bliver kun brugt i **led.h**. Denne timer er også sat i continous mode, og der bliver heller ikke her foretaget clock division. Reload værdien fandtes ved udregningen i ligning 6. Interrupt prioriten sættes til lav ved kun at skrive til `IRQ0ENL`, eftersom at opdateringen af LED skærmene ikke er vigtigere end spillets tid.

$$Reloadvalue = 0.0005s \cdot 18.432.000s^{-1} = 9216_{10} = 2400_{16} \quad (6)$$

4 Planlægning og test af programmet

4.1 Plan og Gantt chart

Planen som blev lagt de første dage i projektet blev egentlig fulgt ganske godt igennem projektet. De første dage blev brugt på brainstorming og planlægning af, hvordan vi ønskede at vores spil skulle se ud, og hvilke features som skulle inkluderes. De tekniske specifikationer er et resultat deraf. I overlapet på design og brainstorm delen blev forskellige dele af projektet delt ud, sådan at hver enkel gruppemedlem kom med et udkast til design af forskellige dele af programmet. Igennem designfasen blev der kigget på flowcharts, samt skrevet pseudokode. Hen mod slutningen af designfasen blev der skrevet mere og mere reel kode. Kodeskrivningen og testing følger hinanden. Sidst i kodefasen blev vi nød til at droppe et af de mål vi havde sat os for at overholde planen, som vi havde lagt og blive færdig med projektet. Til sidst blev der indhentet testpersoner, der ikke havde noget med projektet at gøre, for at teste brugervenligheden. De sidste dage op mod deadline blev der skrevet rapport.



Figur 2: Gantt chart af vores plan

4.2 Problemer

Under udarbejdelsen af programmet havde vi problemer, som vi ikke havde forudset under design-fasen, vi vil her gennemgå nogle af dem der voldte os mest besvær, at debugge.

4.2.1 Problemer med realloc

I designfasen havde vi forestillet os at vores boxstruct blot skulle være skrevet som i `newBoxStack()`, hvor vi dog kun allokerede plads til et enkelt element i hvert array. Ydermere skulle der være en variabel kaldet `capacity`, der betegnede hvor stort stacket var. Vi ville derefter i `createBoxes()` undersøge om `*(box).capacity == *(box).size`, og hvis det var sandt allokere yderligere 10 pladser med `realloc`. Dette fungerede dog ikke, og boksene fik tilfældige lokationer på banen. Vi mistænker at der ikke var plads til at dynamisk allokere plads på boardet og finde sammenhængende plads i rammene, og det derfor gik galt. Hvis vi i stedet startede med at allokere plads, gav det os ikke problemer.

4.2.2 Problemer med knapperne

Vi havde problemer med knapperne på boardet: Vi var i tvivl om vores kode var dårlig, eller om det var fordi knapperne var slidte og ødelagte. Vi lavede en debouncer, og det hjalp lidt på nogle af knapperne, men vi havde stadig problemer, og nåede aldrig at komme til bunds i problemet. Vi er dog ret overbeviste om at problemerne stammer fra de slidte knapper, eftersom knapperne opfører sig forskelligt.

4.3 Test af programmet

Programmet blev testet op mod vores designkrav og de tekniske specifikationer. Først blev grundelementerne kodet og testet, og når det levede op til specifikationerne blev programmet udvidet med nye funktioner. Koden blev altså skrevet og testet med en buttom up metode, hvor det første element var selve banen. Derefter fulgte strikeren, samt det at kunne få strikeren til at flytte sig. Næste skridt var boldens bevægelse, samt den simple refleksion på kanterne og strikeren, hvor indgangsvinkel var lig udgangsvinkel. Så fulgte kasserne med alle deres egenskaber, og boldens refleksion på kasserne. Endeligt blev strikerens udgangsvinkel ændret alt efter indgangsvinkel. En menu blev lavet sideløbende med spillet. Al vores testing blev udført i terminalen, hvor programmet var sat op til at teste, i den forstand, at programmet printede informationer som vi havde brug for. Dette gjorde vi f.eks. i forbindelse med testing af strikeren, hvor vi printede hvor bolden blev detekteret på strikeren, hvad ind- og udgangsvinklen var. Dette gjorde vi for at checke om vores program opførte sig som forventet.

5 Implementation

Vi vil i denne sektion gennemgå implementationen af spillet. Vi har valgt blot at gennemgå main-metoden, og flowet af denne. Info om de andre moduler kan findes i dokumentationen.

5.1 main.c

Det her spil styres af en main.c fil med en main funktion. For at forbedre strukturen og øge læsbarheden er selve gameplayet håndteret af en funktion der hedder **Game**. Denne funktion bliver kaldet af main når brugeren vælger start game og returnerer antal liv der er tilbage når spillet afsluttes. På denne måde registreres sejr / tab.

Main funktionen starter med at tegne menuen, sende teksten "Welcome" til LED-displayet og går derefter ind i en uendelig løkke, hvor den venter på at brugeren trykker på en knap. Når brugeren trykker på den venstre eller midterste knap bladrer man igennem menuen ved at øge eller formindske *selectedOption*, der holder styr på hvor man befinder sig i menuen. Når brugeren trykker på højre knap undersøger programmet *selectedOptions* værdi og foretager en handling baseret på dens værdi. Det kan være at starte et nyt spil, ændre sværhedsgrad eller vise hjælp.

Når et nyt spil begynder, starter funktionen Game med at positionere stri-



Figur 3: Her ses menuen med show instructions aktiveret

keren, vælge hvor mange bolde brugeren skal have hver level, hvor hurtigt bolden skal køre og tegner tilsidst banen.

Derefter går man ind i en løkke der kører en gang per level helt til max level er nået eller til brugeren ikke har flere liv. Hver gang en ny level starter får brugeren fuldt liv og bolden bliver placeret over strikeren. LED-displayet viser også hvilken level man er nået til. For at skrive tal fra variable på LED-displayet type-castes de til den tilhørende char-værdi og lægges ind i et char array der bliver konkateneret med den resterende streng. Denne streng sendes til LED-displayet med funktionen **LEDSetString**. Funktionen **setLedMode** benyttes for at rigtig visning bliver brugt.

Bolden tegnes med funktionen **drawChar**, hvor det 3. argument er typen character der skal tegnes. Oftest er dette et "o", men hvis bolden rammer strikeren eller kanterne printes der en char der gør at disse bliver grafisk bevaret. Hvilken character der skal styres af funktionen **checkBall**. Envidere dannes og tegnes bokserne med farver der svarer til styrken.

Når initialiseringen for en level er færdig går man ind i en ny løkke, som kører

så længe man har liv og bokse tilbage. Til at begynde med registrerer programmet hvilke knapper der er trykket ind. Når brugeren trykker højre knap skydes bolden. Hvis brugeren trykker på den højre tast igen pauses spillet. Når brugeren trykker alle tre knapper bliver skærmen rensset (chef-mode). Hvis spillet ikke er pauset har brugeren mulighed for at flytte strikeren med venstre og midterste knap, og aktivere High Power med begge knapper. Når High Power aktiveres ruller teksten "Power!" over LED-displayet og BEL-characteren printes(siger en lyd, hvis PuTTY er indstillet korrekt)

Det benyttes en tæller til at regulere den frekvens boldens position opdateres ved. Hvis bolden er skudt ud og aktiv, checkes bolden for om den kommer til at ramme en kant, en boks eller strikeren. Hvis den kommer til at gøre det endres boldens retning. Endvidere males bolden over.

Der testes for om bolden er ude af banen. Hvis det er tilfældet bliver bolden sat over strikeren igen og brugeren har nu en mindre bold tilbage. LED-displayet opdateres med rigtige antal bolde og mængde *Power*. Til sidst flyttes og tegnes bolden. Bolden tegnes med farven rød hvis High Power er aktiveret.

Når brugeren ikke har flere bolde tilbage eller gennemført spillet kaldes funktionen **drawGameOver** eller **drawVictory**. De funktioner bruger lang tid på at køre, hvilket giver brugeren tid til at se hvad der står.

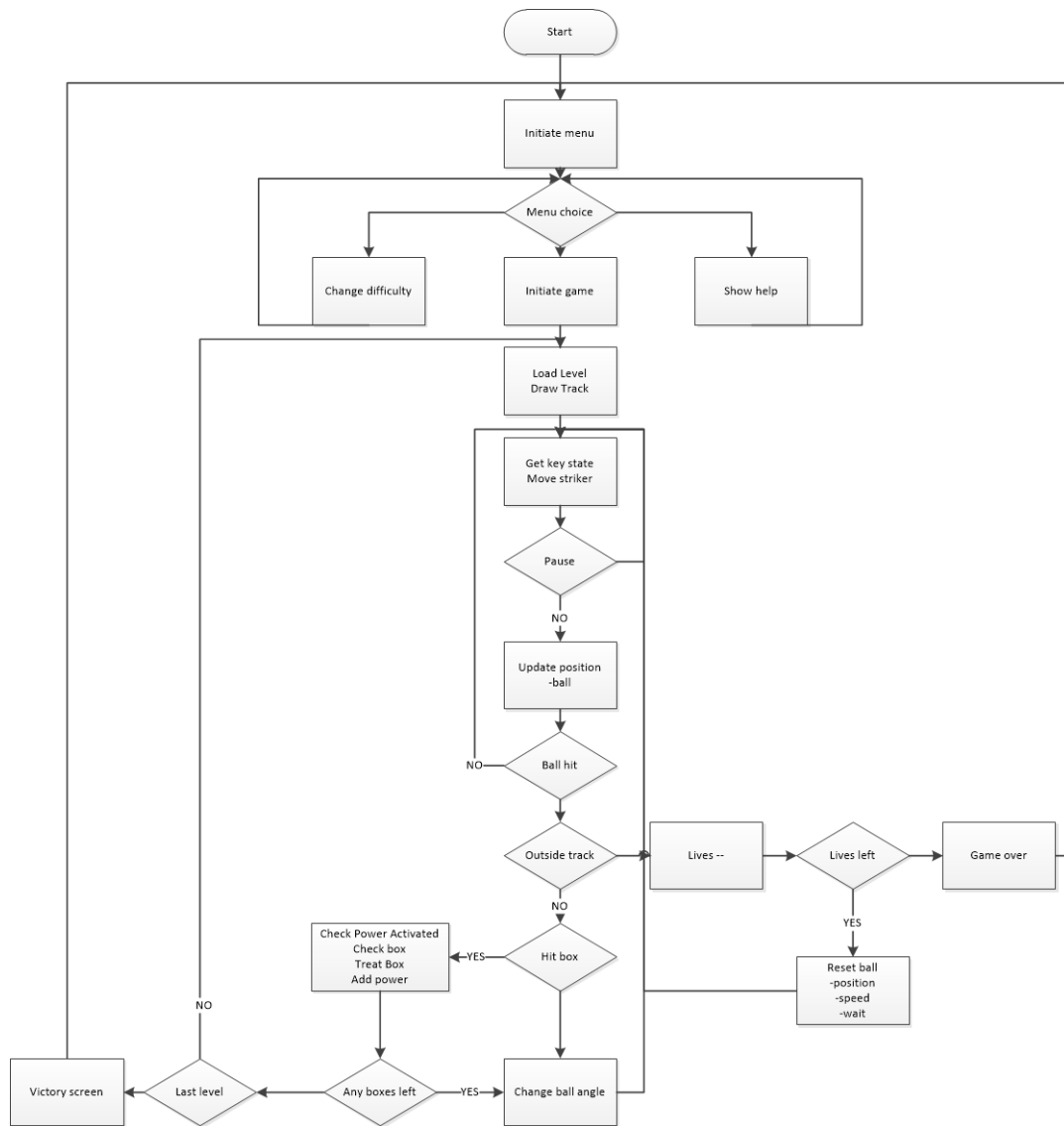


Figure 4: Flowchart over main

6 Diskussion

Et af de krav der blev stilt var at der skulle bruges så få globale variable som muligt. I vores program bruges der en global variabel til vores timer for at tælle antal millisekunder og nogle til vores LED, der skulle køre selvstendig. Selv om der altså bruges nogle blev det kun blev gjort i de tilfælde hvor det var hensigtsmæssigt og ikke hindrede abstraktionen, strukturen og modulariteten i vores projekt. Under planlægningsfasen blev der planlagt at de forskellige levels skulle have forskellige baggrunde. Dette nåede vi ikke at implementere, men det er dog ikke væsentligt, da programmets kerne-funktionalitet er fungerende.

Der blev gennemført en grundig brugertest af programmet hvor brugerne ikke fik instrukser. Resultatet af testene var at spillet var brugervenligt, men at det kunne være vanskeligt for brugere at finde ud af at bruge knapperne på boardet. Det sidstnævnte omhandler ikke software og er sådan set ikke vores fokus i dette projekt.

Vi har så længe det gav mening, forsøgt at undgå globale variable. Vi har brugt mange globale konstanter, da vi mener det øger læsbarheden og gør ændringer i koden hurtigere og simplere. Vi har ydermere forsøgt at adskille de forskellige moduler, så de kun kommunikerer indirekte igennem main metoden.

7 Konklusion

I dette kursus har vi fået et kendskab til mikroprocessorere, programarkitektur og planlægning af design af et medium størrelse program. Vi har i kursusforløbet med success lavet et program, Reflexball, som levede op til de designmæssige og tekniske krav stillet af Lektor José M.G Merayo(dog med en lille ændring mht. striker-zoner), samt vores egne krav. Der blev lavet en plan for udarbejdelsen af projektet, som blev omsat til en Gantt chart. Planen blev i høj grad fulgt, og vi nåede næsten alle vores mål. Slutteligt fik vi med success implementeret programmet på et Zilog Z8 Encore Evaluation Board.

8 Kildeliste

Litteratur

- [1] Randy Yates, *Fixed-Point Arithmetic: An Introduction*, Digital Signal Labs 23. August 2007
- [2] Stephen Brown & Zvonko Vranesic *Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design*, McGraw Hill International Edition , Third Edition, 2009
- [3] Zilog, *Using the ZiLOG Xtools Z8 Encore! C Compiler*,
<http://goo.gl/kUPqL7> ,
link sidst checket 23-06. Kan ellers findes ved google søgning eller på Zilog's hjemmeside
- [4] Zilog, *Technical Note Floating Point Routines*,
<http://goo.gl/eRBEn0> ,
link sidst checket 23-06. Kan ellers findes ved google søgning eller på Zilog's hjemmeside
- [5] Zilog, *Technical Note Floating Point Multiplication*,
<http://goo.gl/vUdPW3>,
link sidst checket 24-06.

9 Brugervejledning til ReflexBall

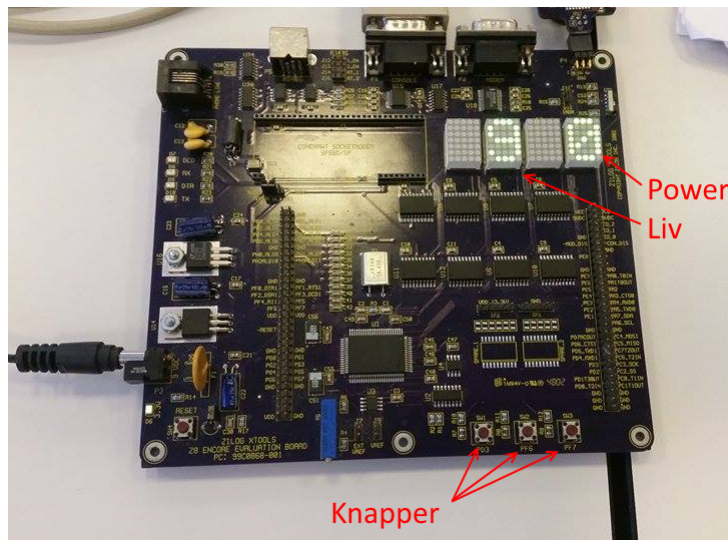
Spillet Reflexball er et arkanoid spil, som handler om at ramme kasser med en bold. Bolden skal holdes i live med en striker, som reflekterer bolden op mod kasserne. Hvis bolden ikke rammer strikeren, og dermed ryger ud af banen, mister man et liv. Kasserne har forskellig styrke alt efter hvilken farve de er. Styrken svarer til det antal gange kassen skal rammes, før den bliver ødelagt. Her er en liste, hvor styrken står til venstre og farven til højre.

1. Lyseblå
2. Lilla
3. Blå
4. Pink
5. Grøn

Når brugeren starter spillet vises en menu. Her kan brugeren styre markøren med knapperne til venstre og i midten. Brugeren vælger den mulighed som markøren står foran ved brug af den højre knap. I menuen kan brugeren se instruktioner, og vælge sværhedsgrad. Når brugeren vælger at starte spillet, vil spillet loades, og bolden sættes over strikeren. Brugeren flytter strikeren ved brug af den venstre og midterste knap. Når brugeren ønsker at sætte bolden i gang trykkes på knappen til højre. Når spillet er i gang kan spillet sættes på pause ved at trykke på den højre knap, og spillet startes da igen ved et tryk på højre knap. Hvis brugeren mister alle sine liv, afsluttes spillet og vender tilbage til menuen. Hvis spilleren derimod får ødelagt alle kasserne vil næste level loades. Ved det sidste level vil en victory screen loades, og vende tilbage til menuen.

Spillet's sværhedsgrad har indflydelse på, hvor hurtigt bolden bevæger sig, og hvor mange liv man har. Når man spiller på easy har brugeren 9 liv, og bolden bevæger sig forholdsvis langsomt. På medium er antallet af liv 5, og farten er sat lidt op. På hard har brugeren 3 liv og farten er høj.

Bolden har også egenskaben High Power. Egenskaben aktiveres ved at trykke på den venstre og den midterste knap samtidigt. For hver kasse som brugeren ødelægger, bliver power 1 større. Power skal være 5, før brugeren kan aktivere High Power. Når High Power er aktiveret ødelægger bolden kasserne uanset hvilken holdbarhed de har. Dog mister man 1 power for hver kasse man ødelægger. High Power bliver deaktiveret igen når power er 0. Power bliver nulstillet hvis man mister et liv. Man kan maksimalt have et Power



niveau på 9, derefter tæller den ikke yderligere op.

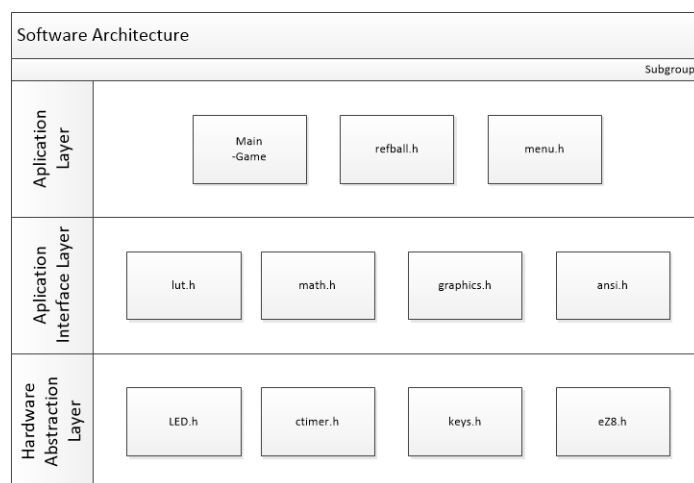
Der findes en hemmelig feature: En boss key er implementeret, som sletter alt hvad der er på skærmen. Denne tilstand aktiveres ved at trykke på alle tre knapper på samme tid. Tilstanden er dog permanent, og spillet skal genstartes, hvis man fortsat vil spille, når chefen er gået.

9.1 Opsætning af PuTTY

Putty-guide: Under *Bell* skal der sættes flueben ved *Play a custom sound file*. Filen *HighPower.wav* skal vælges. Under *Window* skal der være 2000 lines of scrollbar, 274 kolonner og 71 rækker, og der skal sættes flueben ved *Change the number of rows and columns* og *Reset scrollbar on display activity*. *Cursor appearance* sættes til *Underline*, skriften skal være af typen DejaVu Sans Mono, 7-point, Non-Antialiased. Remote character set er *CP850* og Unicode line drawing code points bruges. Der skal også sættes flueben ved *Allow terminal to specify ANSI colors*. Under *Connection/Serial* skal der vælges en baudrate på 57600, 8 data bits, 1 stop bit og ingen paritet.

10 Dokumentation

I dette afsnitt er projektets filer, funktioner, moduler og makroer dokumenteret og beskrevet. Fokuset er på funktionernes vigtigste egenskaber og virkemåder. Filerne med tilhørende funktioner er delt op i tre forskellige lag: Application, Application Interface og Hardware Abstraction Layer. Se figur 10. I Application Layer ligger de applikationspecifikke filer, disse filer kan bruges på anden hardware uden at modificere dem. I Hardware Abstraction Layer ligger de hardwarespecifikke filer. Disse filer muligør kommunikation mellem hardware og vores software. Disse filer kan benyttes i helt andre programmer såfremt det er samme type hardware der benyttes.



Figur 5: Block diagram over de forskellige lag

Vi har udviklet alle moduler i fællesskab, og det giver ikke mening at tilskrive nogle personer en særlig del af koden, da meget lidt kode er skrevet af udelukkende en person.

10.1 Application layer

I dette lag findes refbal modulet, menu modulet og main modulet.

10.1.1 main.c

ReflexBall styres af **main.c** som består af to funktioner. **Main** styrer den overordnede kørsel af programmet og menuen, og **Game** kontrollerer de forskellige levels og selve gameplayet. Se nærmere beskrivelse af **main.c** under implementation.

10.1.2 refbal.h

refbal.h er et modul der indeholder grundlæggende regler om spillet: kollision, hvordan bolden skal bevæge sig og hvorledes strikeren skal opføre sig. Desuden indeholder den strukturerne *Ball* og *Box*. Ydermere indeholder dette modul også særligt mange konstanter.

Strukturen Ball

Ball er en stuktur som har variablene opgivet i 3.2.3. *outOfBounds*, der fortæller om spilleren er inde for banen, og *powerActivated*, der fortæller om high power er aktiveret, er implementeret som unsigned char's. I *power*, gemmes hvor meget power spilleren har opladet.

Strukturen Box

Box er en struktur der indeholder samtlige bokse i spillet. Den indeholder 3 pointere til char-arrays: et koordinatsæt og et tilhørende array med boksens styrke. Desuden er der to variable der fortæller antallet af bokse der er fyldt i stacket og hvor mange der ikke er ødelagte. I designfasen forestillede vi os at den skulle implementeres som et stack, således arrayernes størrelse var variable, men hvorfor vi ikke gjorde det står i afsnit 4.2.1.

void moveBall(Ball * ball)

Denne funktion flytter bolden ved at tage en peger til en *Ball* som argument og lægger retningsvektoren til x og y koordinaterne.

void moveStriker(long * x,char direction)

Denne funktion tager to variable som argumenter, en pointer til strikerens x-lokation, og strikerens retning. Hvis *direction* er 1 bevæger strikeren sig mod positiv x-retning og STRIKER_SPEED lægges til, ellers bevæger strikeren sig mod negativ x-retning og STRIKER_SPEED fratrækkes strikerens x-lokation.

unsigned char checkBall(Ball * ball,Box * box, int x)

checkBall() er en funktion som kontrollerer og bestemmer boldens bevægelse. checkBall tager bolden, kasserne og strikerens position som argumenter. I funktionen gennemgås de forskellige scenarier, hvor bolden kan ramme. Først kontrolleres om strikeren er ramt, derefter om kanterne er ramt og til sidst gennemgås alle kasserne og kontrolleres for om de er ramt. Hvis kassen bliver ramt ændres der i boldens retningsvektor, alt afhængigt af hvordan kassen rammes. Endeligt returnerer funktionen et tegn, svarerende til det, bolden har ramt. Hvis bolden intet har ramt foretages ingen ændring på retningsvektorerne, og et blankt tegn sendes tilbage.

long toTerminalCoordinates(long x)

Denne funktion omdanner tal i 2.14 eller 18.14 til heltal man kan bruge i terminalen. Afrunding laves som vanligtvis, ved at afrunde til nærmeste heltal.

void setBallOverStriker(Ball * ball, long st)

Denne funktion sætter bolden over strikeren. Funktionen omdanner st til 18.14 format og sætter boldens x-koordinat til dens værdi. Boldens y-koordinat sættes over strikeren, vha. konstanterne STRIKER_Y og OVER_STRIKER, også i 18.14. Boldens retningsvektor sættes derefter til at gå lodret op, og roteres derefter 40 grader mod venstre.

Box * newBoxStack()

Denne funktion bliver brugt til at lave et nyt *Box*-stack. Der bliver allokeret plads, så der er plads til antallet af bokse givet ved konstanten MAX_BOXES. Antallet af elementer, *size*, i stacket sættes til 0 og pegeren til *Box*-stacket.

void createBoxes(Box * box,char level)

Denne funktion tager en peger til Box-stacket og en character der repræsenterer level som argumenter. Afhængigt af levels værdi, bliver Box-stacket fyldt på en speciel måde, således hvert level er unikt.

10.1.3 menu

Dette modul indeholder funktioner til at tegne og vise grafik når man bevæger sig rundt i menuen.

void initiateMenu()

Denne funktion renser først skærmen og printer derefter menuen. Slutteligt sættes markøren på Start Game.

void moveMarker(int selectedOption)

Denne funktion sætter markøren alt afhængigt af inputtet.

void printDifficulty(short diff)

Denne funktion har til formål at printe sværhedsgraden når brugeren vælger:

1. Hvis *diff* er 1, skrives der "Easy"
2. Hvis *diff* er 2, skrives der "Normal"
3. Hvis *diff* er 3, skrives der "Hard"

void printHelp()

Denne funktion printer hjælpe-teksten. Startstedet for teksternes x-koordinat bestemmes af konstanten LEFT_BORDER

10.2 Application Interface Layer

10.2.1 graphics.h

Dette modul indeholder grafiske elementer til brug i terminalen. Nogle af funktionerne er særligt udviklet til dette spil, men det er muligt de også ville

kunne bruges i andre sammenhæng. Det kan derfor diskuteres om funktionen strengt taget ligger i API-laget. Måske den kan siges at ligge i grænsefeltet.

void drawBox(unsigned char x, unsigned char y, unsigned char color)

Denne funktion tegner en boks med bredden givet ved argumentet og højden 2. Koordinaterne til det øverste venstre hjørne gives som argumenter, sammen med kassens farve, hvor farveskemaet i fgcolor bruges.

void drawChar(unsigned char x, unsigned char y, char tegn)

Denne funktion tager et koordinatsæt og et tegn som argumenter. Tegnet bliver skrevet på det givne koordinatsæt.

void moveDrawStriker(unsigned char x, unsigned char direction)

heeej

void drawBounds(int x1, int y1, int x2, int y2, unsigned char color)

Denne funktion tegner banens kanter. Den tager 2 koordinatsæt som input, x1 og y1 svarende til det øverste venstre hjørne og x2 og y2 svarende til det nederste højre hjørne. Variablen color bruges til at bestemme farven på kanterne.

void drawLogo()

Denne funktion tegner spillets logo. Den bruger konstanten LEFT_BORDER til at bestemme på hvilket x-koordinat den skal begynde at skrive fra, således det bliver logoets venstre kant.

drawBall(unsigned char x, unsigned char y, unsigned char color)

Denne funktion tager et koordinatsæt og printer et o i farven bestemt af det 3. parameter.

**void drawStriker(unsigned char x, unsigned char color,
char strikerWidth, char strikerY)**

Denne funktion tegner blot en striker centrummet for strikeren er x, color er farven, strikerWidth er bredden på hver side, og strikerY er Y-koordinatet.

void drawGameOver()

Denne funktion tegner ASCII-kunst af /textitGAME OVER og scroller den ud af skærmen.

void drawVictory()

Denne funktion tegner ASCII-kunst af Arnold Schwarzenegger og scroller den ud af skærmen.

void scrollText(char y, char delay)

Denne funktion printer mange linjer med mellemrum sådan at det der tidligere er skrevet bliver scrollet væk.

void printExampleBoxes(char x, char y, char boxSize)

Denne funktion printer de 5 typer bokser der bruges i spillet sådan at brugeren kan se hvor meget de forskellige boksr tåler.

10.2.2 lut.h

Dette modul indeholder en konstant tabel med sinus værdier for en cirkel delt i 512 stykker. Hvis x er vinklen i radian indsættes da blot $\frac{x \cdot \pi}{256}$ i tabellen.

10.2.3 math.h

Dette modul indeholder nogle generelle matematiske funktioner, heriblandt sin og cosinus, og to makroer til at regne i 2.14 eller 18.14.

Makroer

Modulet indeholder to makroer, en til at multiplicere to tal i .14 format, og en til at dividere to tal i .14 format, hhv. FIX14_MULT(a, b) og FIX14_div(a,b)

(void rotate(Ball * ball , int ang)

Denne funktion tager en peger til en Ball og en int som argument. Den roterer derefter bolden med værdien af intgeren givet i argumentet.

long sin(int x)

Denne funktion tager en int som argument. Vinklen skal ikke være i radian, men skal bruge opdelingen af cirklen beskrevet i afsnit 10.2.2. Der returneres sinus til den givne vinkel.

long cos(int x)

Denne funktion tager en int som argument. Vinklen skal ikke være i radian, men skal bruge opdelingen af cirklen beskrevet i afsnit 10.2.2. Der returneres cosinus til den givne vinkel.

10.3 Hardware Abstraction Layer

10.3.1 keys.h

Dette modul får inputs fra knapperne, og kan debounce ved hjælp af timer.h

char readKey()

Denne funktion læser fra knapperne, og returnerer en bit streng, hvor de tre knapper er på hver deres plads i strengen. Hvis pladsen tilhørende knappen er 1, betyder det at knappen bliver trykket. Denne funktion kan godt detektere hvis brugeren trykker flere knapper ind samtidigt. Pladserne er konfigureret således:

1. Knappen til højre er på LSB(least significant bit)
2. Den midterste knap er på 1. plads i bit-strengen.
3. Knappen til venstre er på 2. plads i bit-strengen.

char getKey()

Denne funktion bruges hvis man ønsker debouncing. Den læser vha. readKey() og checker derefter om værdien er det samme efter 10 ms og returner dette.

10.3.2 ctimer.h

Dette modul har med vores primære timer at gøre. Den har 2 globale variable: *time* og *timeWait*. Time tæller hvor lang tid timeren har været tændt. Grunden til at vi har globale variable her, er fordi timeren skal være uafhængig af main og køre så hurtigt som muligt. Main funktionen kan få adgang til variablene ved nogle setter- og getter-funktioner

void setTimer()

Denne funktion sætter vores timer til prescaling 0, continuous mode og høj prioritet for interrupt funktionen. Denne timer er sat til at køre hvert ms.

void resetTimer()

Denne funktion sætter de til modulet tilhørende globale variable, *time* og *timeWait*, til 0.

void timer0int

Dette er interruptfunktionens tilhørende timeren. Den lægger 1 til *time* og trækker 1 fra *timeWait*.

void SetDelay(int input)

Denne funktion sætter *timeWait* til værdien givet i argumentet. Meningen er at bruge *timeWait* som en slags delay, man kan checke værdien på

int getDelay

Denne funktion er blot en getter, der returnerer *timeWait*

unsigned long getCentis()

Denne funktion er blot en getter, der returnerer *time*

10.3.3 LED.h

I dette modul bruges der nogle globale variable. Dette gøres for at f.eks. kunne holde styr på hvilken kolonne og LED-enhed der skal lyse. Det havde været muligt at undgå brugen af globale variable, men da ville man være nødt til

at sende mange flere variable som parametre fra main. Dette ville ikke øge effektiviteten af programmet, men snarere gjort det hele mere kompliceret eftersom dette modul kører på sin egen frekvens. Og siden variablene kun er relevante for modulet er det ikke nogen idé i at de ligger i main.

void LEDInit()

Denne funktion indstiller TIMER1 til at give et interrupt hvert 0.5 ms. Endvidere initialiseres de globale variabler i LED.C.

void timer1int()

Denne funktion kaldes af interrupts fra TIMER1 på boardet. Denne funktion kalder funktionen LEDUpdate().

void setLedMode(char valueIn)

Denne funktion er blot en setter der kontrollerer hvilken funktion der kaldes af LEDUpdate.

void LEDUpdate()

Denne funktion kalder en af to funktioner, LEDUpdateOnce() eller LEDUpdatePrint().

void LEDSetString(char *string)

Denne funktion læser en streng og kopierer den over til den globale variabel /textitstring. Endvidere nulstiller den de globale variable.

void LEDLoadBuffer()

Denne funktion indlæser bufferen fra et karakterset på den måde, at når funktionen LEDUpdatePrint() kaldes er teksten umiddelbart på displayet. Med andre ord; denne funktion gør at teksten ikke ruller ind og er derfor nyttig når man skal opdatere displayet hurtigt.

void LEDUpdatePrint()

Denne funktion bruger tids-multiplexing til at belyse alle kolonnene. For at få dette til at fungere bruges to variable der holder styr på hvilken LED-enhed og kolonne der skal lyse.

void LEDUpdateOnce()

Denne funktion ruller en tekststreng over displayet og holder på de sidste fire tegn. Displayet multiplexes på samme måde som i LEDUpdatePrint(), men strengen bliver også rullet. For at kontrollere hastigheden bruges en tæller.

11 Appendix A

Dette appendix indeholder alt kode til programmet. Koden gik ud over siden, så vi har formatteret det, så det kan være på siden, om end det ser lidt mærkeligt ud.

11.1 Kode til refball

main.c

```
1 #include <eZ8.h>                // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include "refball.h"
3 #include "graphics.h"
4 #include "ctimer.h"
5 #include "keys.h"
6 #include <sio.h>
7 #include "ansi.h"
8 #include "math.h"
9 #include "menu.h"
10 #include "LED.h"
11 #include <string.h>
12
13 int Game(int difficulty);
14
15 void main(){
16     int selectedOption;
17     char key, lastKey, lastKey2;
18     int difficulty, victory;
19
20
21     difficulty = 1;
22     selectedOption = 1;
23     victory = 0;
24
25     init_uart(_UART0, _DEFFREQ, _DEFBAUD);
26     setTimer();
27     initiateMenu();
28     printDifficulty(difficulty);
```



```

29
30 //iniKeys();
31 LEDInit();
32 LEDSetString("Welcome    ");
33 setLedMode(2);
34 //LEDLoadBuffer();
35
36
37 for (;;) {
38     key = getKey();
39
40     //Navigerer i meny
41     while(key != KEY_RIGHT){
42         //Op
43         if(key == KEY_MIDDLE){
44             selectedOption++;
45             //Ned
46         }else if(key == KEY_LEFT){
47             selectedOption--;
48         }
49         if(selectedOption >= 4){
50             selectedOption = 1;
51         }else if(selectedOption <= 0){
52             selectedOption = 3;
53         }
54         moveMarker(selectedOption);
55
56         lastKey = key;
57
58         while(key == lastKey){
59             key = getKey();
60         }
61     }
62     //Højre knap
63     //Start spil
64     if(selectedOption == 1){
65         victory = Game(difficulty);
66         if(victory >= 0){
67             LEDSetString("Victory    ");
68             setLedMode(2);
69

```

```

70         drawVictory();
71     }else{
72         LEDSetString("Game over. Try again.    ");
73         setLedMode(2);
74         drawGameOver();
75     }
76
77     initiateMenu();
78     printDifficulty(difficulty);
79     //Endre vanskelighedsgrad
80 }else if(selectedOption == 2){
81     difficulty++;
82     if(difficulty >= 4){
83         difficulty = 1;
84     }
85     printDifficulty(difficulty);
86 }
87 //Vis instrukser
88 else if(selectedOption == 3){
89     printHelp();
90     printExampleBoxes(100,36,BOXSIZE);
91 }
92
93 lastKey2 = key;
94 while(key == lastKey2){
95     key = getKey();
96 }
97 }
98
99 }
100
101
102 int Game(int difficulty){
103     int i, livesPerLevel;
104     Ball ball;
105     Box * box = newBoxStack();
106     long strikerx;
107     char key, lives, level, pause;
108     char waitStart, gameDelay;
109     unsigned long refreshTime;
110     char str[40];

```

```

111     char temp[3];
112
113     clrscr();
114
115     //Initialisering
116     level = 1;
117     lives = 0;
118     strikerx = 30;
119     refreshTime = 100;
120     ball.x = 5 << FIX14.SHIFT;
121     ball.y = 5 << FIX14.SHIFT;
122     ball.outOfBounds = 0;
123     ball.power = 0;
124     pause = 0;
125
126     temp[2] = '\0';
127
128     if(difficulty == 1){
129         livesPerLevel = 9;
130         gameDelay = 50;
131     }else if(difficulty == 2){
132         livesPerLevel = 5;
133         gameDelay = 35;
134     }else{
135         livesPerLevel = 3;
136         gameDelay = 20;
137     }
138
139
140     drawBounds(L_EDGE.COORD, TOP_EDGE.COORD, R_EDGE.COORD
141               , OUT_OF_BOUNDS, 0);
142
143     drawStriker(strikerx, 0, STRIKER.WIDTH, STRIKER.Y);
144
145
146
147
148     //Koerer for hver level
149     while(level <= MAXLEVEL && lives >= 0){
150

```

```

151
152     lives = livesPerLevel;
153     waitStart = 1;
154     ball.powerActivated = 0;
155     ball.power = 0;
156
157     //Skriver til LED-display
158     temp[1]=(char)(CHARSET.START + level);
159     temp[0] = ' ';
160     str[0] = '\0';
161     strcat(str, "Level");
162     strcat(str, temp);
163     temp[1] = (char)(CHARSET.START + lives);
164     strcat(str, " ");
165     strcat(str, temp);
166     temp[1] = (char)(CHARSET.START + ball.power);
167     strcat(str, temp);
168     LEDSetString(str);
169     setLedMode(2);
170
171     drawChar(toTerminalCoordinates(ball.x),
              toTerminalCoordinates(ball.y), checkBall(&ball
              ,box,strikerx));
172     setBallOverStriker(&ball, strikerx);
173     drawBall(toTerminalCoordinates(ball.x),
              toTerminalCoordinates(ball.y),0);
174
175     createBoxes(box,level);
176     for(i = 0; i < box->size; i++){
177         drawBox(box->x[i],box->y[i],7 - box->durability
              [i],BOXSIZE);
178     }
179
180
181
182
183     while(lives >= 0 && box->boxesLeft > 0){
184
185         key = getKey();
186
187         if(key == 1){

```

```

188         if(!waitStart && !pause){
189             pause = 1;
190         }else if(pause){
191             pause = 0;
192         }
193         waitStart = 0;
194     }
195
196     if(!pause){
197         //Flytter striker, aktiverer High Power,
198         //aktiverer chef-mode
199         if(key == 2){
200             moveStriker(&strikerx, 1);
201             moveDrawStriker(strikerx, 1,
202                             STRIKER_WIDTH, STRIKER_Y);
203         }else if(key == 4){
204             moveStriker(&strikerx, 0);
205             moveDrawStriker(strikerx, 0,
206                             STRIKER_WIDTH, STRIKER_Y);
207         }else if(key == 6){
208             if(ball.power >= POWERLIMIT){
209                 ball.powerActivated = 1;
210                 str[0] = '\0';
211                 strcat(str, "Power!");
212                 temp[1] = (char)(lives +
213                                 CHARSET_START);
214                 strcat(str, temp);
215                 temp[1] = (char)(ball.power +
216                                 CHARSET_START);
217                 strcat(str, temp);
218                 strcat(str, " ");
219                 LEDSetString(str);
220                 setLedMode(2);
221                 printf("%c", 7);
222             }
223         }else if(key == 7){
224             pause = 1;
225             clrscr();
226         }
227     }

```

```

224         if (getCentis() - gameDelay > refreshTime)
225             {
226                 if (!waitStart){
227                     refreshTime = getCentis();
228
229                     //Sletter bold
230                     drawChar(toTerminalCoordinates(ball.x
231                             ),toTerminalCoordinates(ball.y),
232                             checkBall(&ball,box,strikerx));
233
234                 if (ball.outOfBounds){
235                     ball.outOfBounds = 0;
236                     lives--;
237                     waitStart = 1;
238                     ball.power = 0;
239                     ball.powerActivated = 0;
240                 }
241
242                 //Opdaterer LED-display
243                 if (!ball.powerActivated || ball.power
244                     < POWERLIMIT){
245                     str[0] = '\0';
246                     temp[1] = (char)(CHARSET_START +
247                         lives);
248                     strcat(str,temp);
249                     temp[1] = (char)(CHARSET_START +
250                         ball.power);
251                     strcat(str,temp);
252                     strcat(str," ");
253                     setLedMode(3);
254                     LEDSetString(str);
255                     LEDLoadBuffer();
256                 }
257                 //Flytter bold og tegner den på nyt
258                 moveBall(&ball);
259                 drawBall(toTerminalCoordinates(ball.x
260                         ),toTerminalCoordinates(ball.y),
261                         ball.powerActivated);
262
263                 //Holder bold over striker

```

```

257         }else{
258             drawBall(toTerminalCoordinates(ball.x),
259                     toTerminalCoordinates(ball.y),7);
260             setBallOverStriker(&ball, strikerx);
261             drawBall(toTerminalCoordinates(ball.x),
262                     toTerminalCoordinates(ball.y),0);
263         }
264     }
265     }//!pause
266 }//while
267     level ++;
268 }//while - level
269
270 return lives;
271 }

```

../main.c

refball.c

```
1 #include <eZ8.h>
2 #include <sio.h>
3 #include <stdlib.h>
4 #include "refball.h"
5 #include "math.h"
6 #include "graphics.h"
7 #include "ansi.h"
8
9 void moveBall(Ball * ball){
10     ball->x += (ball->xdir);
11     ball->y += (ball->ydir);
12 }
13
14 void moveStriker(long * x,char direction){
15     if(direction && ((*x + STRIKER_WIDTH + 2) <
16         R_EDGE_COORD))
17         * x += STRIKER_SPEED;
18     else if(!direction && ((*x - STRIKER_WIDTH - 2) > (
19         L_EDGE_COORD)))
20         * x -= STRIKER_SPEED;
21 }
22
23 unsigned char checkBall(Ball * ball,Box * box, int x){
24     char right;
25     int angle;
26     char nextPosX, nextPosY;
27     unsigned char j;
28     unsigned char xt = toTerminalCoordinates(ball->x); //
29         Defineres så vi undgår at kalde funktionen flere
30         gange
31     unsigned char yt = toTerminalCoordinates(ball->y); //
32         Defineres så vi undgår at kalde funktionen den
33         flere gange
34     nextPosX = toTerminalCoordinates(ball->x + ball->xdir
35         );
36     nextPosY = toTerminalCoordinates(ball->y + ball->ydir
37         );
```



```

31  if((nextPosY == STRIKER_Y) && (nextPosX >= (x -
    STRIKER_WIDTH)) && nextPosX <= (x +
    STRIKER_WIDTH)){
32
33
34      if(ball->xdir > 0){
35          right = 1;
36      }else{
37          right = 0;
38      }
39
40
41
42      //Left part of striker
43      if(nextPosX >= x - STRIKER_WIDTH && nextPosX < (x -
        1)){
44          if(right){
45              if(ball->ydir > (7 << 11)){//0.875
46                  angle = -20;
47              }else if ( ball->ydir > (1 << 13)){//0.5
48                  angle = -30;
49              }else{
50                  angle = -80;
51              }
52          }else{
53              if(ball->ydir > (7 << 11)){
54                  angle = -20;
55              }else if ( ball->ydir > (1 << 13)){
56                  angle = -30;
57              }else{
58                  angle = 80;
59              }
60          }
61          rotate(ball,angle);
62
63          //Middle part of striker
64          }else if (nextPosX <= x -1 || nextPosX >= x +
            1){
65
66          //Right part of striker
67          }else{

```

```

68         if(right){
69             if(ball->ydir > (7 << 11)){
70                 angle = -20;
71             }else if ( ball->ydir > (1 << 13)){
72                 angle = -30;
73             }else{
74                 angle = 80;
75             }
76         }else{
77             if(ball->ydir > (7 << 11)){
78                 angle = -20;
79             }else if ( ball->ydir > (1 << 13)){
80                 angle = -30;
81             }else{
82                 angle = -80;
83             }
84         }
85         rotate(ball , angle);
86     }
87
88     ball->ydir *= -1;
89
90
91
92 }
93 else if(nextPosX >= R_EDGE_COORD || nextPosX <=
    L_EDGE_COORD){
94     ball->xdir *= -1;
95 }
96 else if(nextPosY <= TOP_EDGE_COORD){
97     ball->ydir *= -1;
98 }
99 else if(nextPosY >= OUT_OF_BOUNDS){
100     ball->outOfBounds = 1;
101 }
102
103 else{
104
105     for(j=0; j < box->size; j++){
106

```

```

107         if((box->durability[j] > 0) && (nextPosX >=
            box->x[j] && nextPosX < box->x[j]+BOXSIZE)
            && (box->y[j] == nextPosY || box->y[j]+1
            == nextPosY))// Boksene har en bredde på
            3, vi tester alle koordinater
108             {
109
110         if(!(ball->powerActivated)){
111             if((xt >= box->x[j]) && (xt < box->x[
                j]+BOXSIZE))
112                 ball->ydir *= -1;
113
114             else if(yt == box->y[j] || yt == box
                ->y[j]+1)
115                 ball->xdir *= -1;
116
117             else{
118                 ball->xdir *= -1;
119                 ball->ydir *= -1;
120             }
121         }
122
123         //Kills the box instantly when high power
124         if(ball->powerActivated && ball->power){
125             box->boxesLeft--;
126             box->durability[j] = 0;
127             ball->power--;
128             if(ball->power <= 0){ ball->powerActivated =
                0;}
129
130         }else{
131             if(--box->durability[j] == 0){
132                 box->boxesLeft--;
133                 ball->power++;
134                 if(ball->power > 9) ball->power = 9;
135             }
136
137         }
138         drawBox(box->x[j], box->y[j], 7-box->durability[j]
            , BOXSIZE);
139

```

```

140
141         }
142     }
143
144     }
145     if (xt == L_EDGE_COORD || xt == R_EDGE_COORD){
146         return EDGE;
147     }
148     else if(yt == TOP_EDGE_COORD){
149         return TOP_EDGE;
150     }
151     else if(xt == x && yt == STRIKER_Y){
152         return STRIKER;
153     }
154     else
155         return BLANK;
156
157 }
158 long toTerminalCoordinates(long x){
159     long o = x >> FIX14_SHIFT;
160     o += (x >> (FIX14_SHIFT-1)) & 0x1;
161     return o;
162 }
163 }
164
165 void setBallOverStriker( Ball * ball, long st){
166     ball->x = (st << FIX14_SHIFT);
167     ball->y = ((STRIKER_Y-OVER_STRIKER) << FIX14_SHIFT);
168
169     ball->xdir = 0;
170     ball->ydir = (-1) << FIX14_SHIFT;
171     rotate(ball, -(int) 40);
172 /*
173     ball->xdir = (11 << (FIX14_SHIFT - 4));
174     ball->ydir = (-11 << (FIX14_SHIFT - 4));
175 */
176
177 }
178
179 Box * newBoxStack() {
180     Box * stackContents;

```

```

181     stackContents = malloc(sizeof(Box));
182     stackContents->size = 0;
183     stackContents->x= malloc(sizeof(char)*MAX_BOXES);
184     stackContents->y = malloc(sizeof(char)*MAX_BOXES);
185     stackContents->durability = malloc(sizeof(char)*
        MAX_BOXES);
186     return stackContents;
187 }
188
189 void createBoxes( Box * box, char level){ //Creates and
        draws boxes
190     unsigned char j, i;
191     unsigned char * xtemp, * ytemp, * dtemp;
192     box->size = 0;
193     if(level == 1){
194         for(j=0;j<1;j++){
195             for(i = L_EDGE_COORD + 5; i < (
                R_EDGE_COORD-5); i+=BOXSIZE){
196
197                 box->x[box->size] = i;
198                 box->y[box->size] =
                    TOP_EDGE_COORD+20+j*2;
199                 box->durability[box->size] =
                    1;
200                 box->size++;
201
202             }
203         }
204     } else if(level == 2){
205         for(j=0;j<2;j++){
206             for(i = L_EDGE_COORD + 5; i < (
                R_EDGE_COORD-5); i+=BOXSIZE){
207
208                 box->x[box->size] = i;
209                 box->y[box->size] =
                    TOP_EDGE_COORD+20+j*2;
210                 box->durability[box->size]
                    = j+1;
211                 box->size++;
212
213             }

```

```

214         }
215
216     }else if(level == 3){
217         /*for(i = 0; i < 16; i++){
218             box->x[box->size] = 20 + 4*i;
219             if(i < 8) box->y[box->size] = 5 + i;
220             else box->y[box->size] = 19 - (i-8);
221
222             box->durability[box->size] = 3;
223             box->size++;
224         }
225
226         */
227
228         for(j=0;j<3;j++){
229             for(i = L_EDGE_COORD + 5; i < (
                R_EDGE_COORD-5); i+=BOXSIZE){
230
231                 box->x[box->size] = i;
232                 box->y[box->size] =
                TOP_EDGE_COORD+20+j*2;
233                 box->durability[box->size]
                = j+1;
234                 box->size++;
235
236             }
237         }
238
239     }else if(level == 4){
240         for(j=2;j<4;j++){
241             for(i = L_EDGE_COORD + 5; i < (
                R_EDGE_COORD-5); i+=BOXSIZE){
242
243                 box->x[box->size] = i;
244                 box->y[box->size] =
                TOP_EDGE_COORD+20+j*2;
245                 box->durability[box->size]
                = j+1;
246                 box->size++;
247
248

```

```

249         }
250     }
251
252     }else if(level == 5){
253         for(j=3;j<5;j++){
254             for(i = L_EDGE_COORD + 5; i < (
                R_EDGE_COORD-5); i+=BOXSIZE){
255
256                 box->x[box->size] = i;
257                 box->y[box->size] =
                    TOP_EDGE_COORD+25+j*2;
258                 box->durability[box->size]
                    = j+1;
259                 box->size++;
260
261             }
262         }
263
264     }
265     box->boxesLeft = box->size;
266 }

```

../refball.c

refball.h

```
1 #ifndef _REFBALL_H_
2 #define _REFBALL_H_
3 #define STRIKER_SPEED 2
4 #define LEDGE_COORD 2
5 #define R_EDGE_COORD 120
6 #define STRIKER_WIDTH 4
7 #define OUT_OF_BOUNDS 65
8 #define GAMESPEED 5
9 #define OVER_STRIKER 2
10 #define STRIKER_Y 60
11 #define STRIKER_START 20
12 #define TOP_EDGE_COORD 2
13 #define BLANK 32
14 #define EDGE 180
15 #define TOP_EDGE 196
16 #define STRIKER 220
17 #define BOXSIZE 6
18 #define MAX_BOXES 50
19 #define MAX_LEVEL 5
20 #define POWER_LIMIT 5
21
22
23
24 typedef struct{
25     long x,y,xdir , ydir ;
26     unsigned char outOfBounds , powerActivated ;
27     int power ;
28 } Ball ;
29
30 typedef struct{
31     unsigned char *x , *y ;
32     unsigned char * durability ;
33     unsigned char size , boxesLeft ;
34 } Box ;
35
36 void moveBall(Ball * ball);
37 void moveStriker(long * x, char direction);
```



```

38  unsigned char checkBall(Ball * ball,Box * box, int x)
    ;
39  long toTerminalCoordinates(long x);
40  void setBallOverStriker( Ball * ball, long st);
41
42  Box * newBoxStack(void);
43  void createBoxes( Box * box,char level);
44 #endif

```

../refball.h

menu.c

```
1 #include <eZ8.h>
2 #include <sio.h>
3 #include "ansi.h"
4 #include "menu.h"
5 #include "graphics.h"
6
7
8
9 void initiateMenu() {
10     clrscr();
11     fgcolor(0);
12     bgcolor(7);
13     drawLogo();
14     gotoxy(LEFT_BORDER, 24);
15     printf("Welcome to ReflexBall");
16     gotoxy(LEFT_BORDER, 25);
17     printf("Move up / down in the menu with the left /
        middle button.");
18     gotoxy(LEFT_BORDER, 27);
19     printf("Select with right button.");
20     gotoxy(LEFT_BORDER, 28);
21     printf("  1. Start game.\n");
22     gotoxy(LEFT_BORDER, 29);
23     printf("  2. Change difficulty:\n");
24     gotoxy(LEFT_BORDER, 30);
25     printf("  3. Show instructions.\n");
26     gotoxy(LEFT_BORDER, 31);
27
28     //Prints the menu-select marker
29     moveMarker(1);
30
31 }
32
33 void moveMarker (int selectedOption){
34     int i;
35     fgcolor(1);
36     bgcolor(7);
37     //Clears the first column
```

```

38  for(i = 0; i < 3; i++){
39      gotoxy(LEFT_BORDER, LINE_NUMBER + i);
40      printf(" ");
41  }
42  gotoxy(LEFT_BORDER, LINE_NUMBER + selectedOption - 1)
43      ;
44  printf("*");
45  }
46
47
48  void printDifficulty(short diff){
49      fgcolor(1);
50      bgcolor(7);
51
52      gotoxy(40, LINE_NUMBER + 1);
53
54      if(diff == 1){
55          printf(" [Easy] ");
56      } else if(diff == 2){
57          printf(" [Medium] ");
58      } else if(diff == 3){
59          printf(" [Hard] ");
60      } else{
61          printf(" [Error] ");
62      }
63  }
64
65  void printHelp(){
66      gotoxy(LEFT_BORDER, 35);
67      printf("Instructions:");
68      gotoxy(LEFT_BORDER, 37);
69      printf("Use the left and middle button on the board
70          to control the striker.\n");
71      gotoxy(LEFT_BORDER, 39);
72      printf("Hit the right button to shoot the ball.");
73      gotoxy(LEFT_BORDER, 41);
74      printf("Your mission is to stay alive and eliminate
75          all the boxes.\n");
76      gotoxy(LEFT_BORDER, 43);

```

```

75  printf("If you loose the ball you will loose a life.\n");
76  gotoxy(LEFT_BORDER,45);
77  printf("When you earn enough power time 5, you can\n");
78  printf("activate High Power! (left and middle button)\n");
79  gotoxy(LEFT_BORDER,46);
80  printf("Then your ball turns red and you can smash\n");
81  printf("boxes.");
82  gotoxy(LEFT_BORDER,48);
83  printf("The LED display shows number of balls left\n");
84  printf("and earned power.");
85  gotoxy(LEFT_BORDER,50);
86  printf("If your boss turns up, hit all three buttons.\n");
87  }

```

../menu.c

menu.h

```
1 #ifndef _MENU_H_
2 #define _MENU_H_
3
4
5 void initiateMenu();
6 void moveMarker(int selectedOption);
7 char getChoice();
8 void printDifficulty(short diff);
9 void printHelp();
10 #endif
```

../menu.h

lut.h

```
1 //
2 //
3 //   Exported by Cearn's excellut v1.0
4 //   (comments, kudos, flames to daytshen@hotmail.com)
5 //
6 //
7
8 #ifndef LUT_H
9 #define LUT_H
10
11 // === LUT SIZES ===
12 #define SIN_SIZE 512
13
14 // === LUT DECLARATIONS ===
15 extern const signed short SIN[512];
16 #endif // LUT_H
```

../lut.h

math.c

```
1 #include "lut.h"
2 #include "math.h"
3 #include <eZ8.h>           // special encore
   constants, macros and flash routines
4 #include <sio.h>
5 #include "refball.h"
6
7 long sin(int x){
8     return SIN[0x01FF & x];
9 }
10
11 long cos(int x){
12     return sin(x+128);
13 }
14
15
16
17 void rotate(Ball * ball , int ang){
18     long sinA = sin(ang);
19     long cosA = cos(ang);
20     long tempX = ball->xdir;
21     ball->xdir = (FIX14_MULT(tempX,cosA) - FIX14_MULT(
        ball->ydir , sinA));
22     ball->ydir = (FIX14_MULT(tempX,sinA) + FIX14_MULT(
        ball->ydir , cosA));
23 }
```

../math.c

math.h

```
1 #include "refball.h"
2 #ifndef _MATH_H_
3 #define _MATH_H_
4 #define FIX14_SHIFT 14
5 #define FIX14_MULT(a, b) ( (a) * (b) >> FIX14_SHIFT)
6 #define FIX14_div(a,b) ( ((a) << FIX14_SHIFT / (b) ))
7
8
9
10 long sin(int x);
11 long cos(int x);
12 void rotate(Ball * ball, int ang);
13
14
15 #endif
```

../math.h

graphics.c

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>           // special encore serial i
    /o routines
3 #include "ansi.h"
4 #include "graphics.h"
5
6
7 void drawBox(unsigned char x, unsigned char y, unsigned
    char color, char boxSize){
8     char j;
9
10    //Avoids the color yellow
11    if(color == 3) color = 13;
12
13    fgcolor(color);
14    drawBounds(x,y,x+(boxSize-1),y+1,color);
15    //draws last line
16    fgcolor(color);
17    gotoxy(x,y+1);
18    printf("%c",192);
19    for(j=0; j < (boxSize-2); j++){
20        printf("%c",196);
21    }
22    printf("%c",217);
23    fgcolor(0);
24 }
25 void drawChar(unsigned char x, unsigned char y, char
    tegn){
26    gotoxy(x,y);
27    printf("%c",tegn);
28 }
29 void drawBall(unsigned char x, unsigned char y,
    unsigned char color){
30    fgcolor(color);
31    gotoxy(x,y);
32    printf("%c", 111);
33    fgcolor(0);
```

```

34 }
35 void moveDrawStriker(unsigned char x, unsigned char
    direction, char strikerWidth, char strikerY){
36     fgcolor(0);
37     if(direction==1){
38         gotoxy(x - (strikerWidth +2),strikerY);
39         printf("    ");
40         gotoxy(x + strikerWidth - 2,strikerY);
41         printf("%c%c%c",220,220,220);
42     }else{
43         gotoxy(x + strikerWidth + 1,strikerY);
44         printf("    ");
45         gotoxy(x - strikerWidth ,strikerY);
46         printf("%c%c%c",220,220,220);
47     }
48 }
49 void drawStriker(unsigned char x, unsigned char color,
    char strikerWidth, char strikerY){
50     unsigned char i;
51     fgcolor(color);
52     gotoxy(x-strikerWidth ,strikerY);
53     for(i=0;i < 2*strikerWidth + 1;i++)
54         printf("%c",220);
55     fgcolor(0);
56 }
57 void drawBounds(int x1,int y1, int x2, int y2, unsigned
    char color){
58     int i,j;
59     char hs,vs,h1,h2,h3,h4;
60     int height = y2 - y1+1;
61     int width = x2 - x1+1;
62     fgcolor(color);
63     hs=196;
64     vs=179;
65     h1=218;
66     h2=191;
67     h3=217;
68     h4=192;
69     gotoxy(x1,y1);
70     printf("%c",h1);
71

```

```

72  for ( i=1;i<=width-2;i++){
73      printf ("%c" ,hs);
74  }
75
76  printf ("%c" ,h2);
77
78  for ( i=1;i<=height-2;i++){
79      gotoxy (x1,y1+i);
80      printf ("%c" ,vs);
81      gotoxy (x2,y1+i);
82      printf ("%c" ,vs);
83  }
84  fgcolor (0);
85  }
86
87  void drawLogo() {
88      gotoxy (LEFT_BORDER,5);
89      printf ("
          ||*****||\n")
          ;
90      gotoxy (LEFT_BORDER,6);
91      printf ("  -----  --  -          -----  - -
          \n");
92      gotoxy (LEFT_BORDER,7);
93      printf (" |  -- \      / -| |          |  - \      | |
          |\n");
94      gotoxy (LEFT_BORDER,8);
95      printf (" |  | --)  | ---|  | -|  |  -----  --  |  | -)  |  --  -|  |
          |\n");
96      gotoxy (LEFT_BORDER,9);
97      printf (" |  -  //  - \  -|  | /  - \  \ /  /  |  - < /  - '  |  |
          |\n");
98      gotoxy (LEFT_BORDER,10);
99      printf (" |  | \  \  --/  |  |  |  --/>  <  |  | -)  |  (-|  |  |
          |\n");
100     gotoxy (LEFT_BORDER,11);
101     printf (" | -|  \ - \ ---| -|  | -|\  ---/ -/\  \  | ----/  \ -- , -| -| -
          |\n");
102     gotoxy (LEFT_BORDER,12);
103     printf ("
          ||*****||\n")

```

```

    ;
104 gotoxy(LEFT_BORDER,13);
105 printf("Group 3, s144012, s144045, s144021, June 2015
    ");
106 //printf("Ver. 0.2.0.3 Beta\n
    ");
107
108 }
109
110 void drawGameOver() {
111     int i;
112     clrscr();
113     for(i = 0; i < 4; i++){
114         gotoxy(LEFT_BORDER,5);
115         printf(" .----- .-----
            .----- .----- \n");
116         gotoxy(LEFT_BORDER,6);
117         printf(" | .----- || .----- ||
            .----- || .----- | \n");
118         gotoxy(LEFT_BORDER,7);
119         printf(" | | ----- | || | -- | || |
            ---- ---- | || | ----- | | \n");
120         gotoxy(LEFT_BORDER,8);
121         printf(" | | . ' --- | | || | / \ | ||
            || - \ / - || || | | - --- | | | \n");
122         gotoxy(LEFT_BORDER,9);
123         printf(" | | / . ' \- | | || | / /\ \ | || |
            | \ / | | || | | | - \- | | | \n");
124         gotoxy(LEFT_BORDER,10);
125         printf(" | | | | ---- | || | / ---- \ | || |
            | |\ / | | || | | - - | | \n");
126         gotoxy(LEFT_BORDER,11);
127         printf(" | | \ ' . --- ] - | | || | - / / \ \- | || |
            - | | - \ / - | | - | || | - | | --- / | | | \n");
128         gotoxy(LEFT_BORDER,12);
129         printf(" | | ' . ----- ' | || || ---- | | ---- || ||
            || ---- || ---- || || | | ----- | | | \n");
130         gotoxy(LEFT_BORDER,13);
131         printf(" | | | | | || | | | | | | | \n");
132         gotoxy(LEFT_BORDER,14);

```

```

133 printf(" | '-----' || '-----' ||
    '-----' || '-----' | \n");
134 gotoxy(LEFT_BORDER,15);
135 printf(" '-----' '-----'
    '-----' \n");
136 gotoxy(LEFT_BORDER,16);
137 printf("
    \n");
138 gotoxy(LEFT_BORDER,17);
139 printf(" .----- .-----
    .----- \n");
140 gotoxy(LEFT_BORDER,18);
141 printf(" | .----- || .----- ||
    .----- || .----- | \n");
142 gotoxy(LEFT_BORDER,19);
143 printf(" | | ---- | || | ---- ---- | || |
    ----- | || | ----- | \n");
144 gotoxy(LEFT_BORDER,20);
145 printf(" | | . ' . | || || - - | | - - | || |
    | - --- | | || | | - -- \ | \n");
146 gotoxy(LEFT_BORDER,21);
147 printf(" | | / .-. \ | || | \ \ / / | || |
    | | - \ - | || | | | -- ) | | \n");
148 gotoxy(LEFT_BORDER,22);
149 printf(" | | | | | | | || | \ \ / / | || |
    | - | - | || | | -- / | \n");
150 gotoxy(LEFT_BORDER,23);
151 printf(" | | \ '---' / | || | \ ' / | || |
    - | | --- / | | || | - | | \ \ - | \n");
152 gotoxy(LEFT_BORDER,24);
153 printf(" | | ' . ---- ' | || | \ - / | || |
    | ----- | | || | | ---- | | --- | | \n");
154 gotoxy(LEFT_BORDER,25);
155 printf(" | | | || | | || |
    | || | | \n");
156 gotoxy(LEFT_BORDER,26);
157 printf(" | '-----' || '-----' ||
    '-----' || '-----' | \n");
158 gotoxy(LEFT_BORDER,27);

```



```

229     printf("                ' ' ' '
        .+://:::-:+ymmmmmmmmmmdo.          ' ' ' ' ' '
        ' ' ' ' ' ' ' ' ' ');
230     gotoxy(LEFT_BORDER, 32);
231     printf("                ' ' ' '
        /+://:::-:+hmmmmmmmmmd+. ' ' ' ' ' '
        ' ' ' ' ' ' ' ');
232     gotoxy(LEFT_BORDER, 33);
233     printf("                ' ' ' '
        -://:::/sdmNNNNNNs.
                                ' ' ' ' ' ');
234     gotoxy(LEFT_BORDER, 34);
235     printf("                ' ' ' ' /y/:/+
        syhdNNNNNNNNy'
        ' ' ' ' ' ');
236     gotoxy(LEFT_BORDER, 35);
237     printf("                ' ' ' ' _
        mNmNNNNNNNNNNm.
                                ' ' ' ' ' ');
238     gotoxy(LEFT_BORDER, 36);
239 }
240
241
242
243
244
245
246     scrollText(37, 100);
247
248
249 }
250
251 void scrollText(char y, char delay){
252     //Makes the Game Over / Victory text stay on the
        screen for a little while
253
254     char i, j;
255     for(i = 0; i < delay; i++){
256         gotoxy(2,y + i);
257         printf("

```

```

        \n");
258
259     }//for
260
261 }
262
263 void printExampleBoxes(char x, char y, char boxSize){
264     int i;
265     for(i = 0; i < 5; i++){
266         drawBox(x, y + 3*i, 7-(i+1), boxSize);
267         printf(" Life: %d", (i+1));
268     }
269
270 }

```

../graphics.c

graphics.h

```
1 #ifndef _GRAPHICS_H_
2 #define _GRAPHICS_H_
3 #define LEFT_BORDER 10
4 #define LINE_NUMBER 28
5 #define CHARSET_START 48
6
7
8 void drawBox(unsigned char x, unsigned char y, unsigned
    char color, char boxSize);
9 void drawBall(unsigned char x, unsigned char y,
    unsigned char color);
10 void drawChar(unsigned char x, unsigned char y, char
    tegn);
11 void drawStriker(unsigned char x, unsigned char color,
    char strikerWidth, char strikerY);
12 void drawBounds(int x1, int y1, int x2, int y2, unsigned
    char color);
13 void moveDrawStriker(unsigned char x, unsigned char
    direction, char strikerWidth, char strikerY);
14 void drawLogo();
15 void drawGameOver();
16 void drawVictory();
17 void scrollText(char y, char delay);
18 void printExampleBoxes(char x, char y, char boxSize);
19
20 #endif
```

../graphics.h

ansi.c

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>           // special encore serial i
    /o routines
3 #include "ansi.h"
4
5 void fgcolor(int foreground) {
6 /*   Value      foreground      Value      foreground
7      _____
8         0         Black          8         Dark Gray
9         1         Red            9         Light Red
10        2         Green          10        Light Green
11        3         Brown          11        Yellow
12        4         Blue           12        Light Blue
13        5         Purple         13        Light Purple
14        6         Cyan           14        Light Cyan
15        7         Light Gray     15        White
16 */
17     int type = 22;           // normal text
18     if (foreground > 7) {
19         type = 1;            // bold text
20         foreground -= 8;
21     }
22     printf("%c[%d;%dm", ESC, type, foreground+30);
23 }
24
25 void bgcolor(int background) {
26 /* IMPORTANT:   When you first use this function you
    cannot get back to true white background in
    HyperTerminal.
27    Why is that? Because ANSI does not support true
    white background (ANSI white is gray to most
    human eyes).
28
    The designers of HyperTerminal, however
    , preferred black text on white
    background, which is why
29
    the colors are initially like that, but
    when the background color is first
```

```

30         changed there is no
31         way coming back.
32     Hint:      Use resetbgcolor(); clrscr(); to force
33               HyperTerminal into gray text on black background.
34
35     Value      Color
36     -----
37     0           Black
38     1           Red
39     2           Green
40     3           Brown
41     4           Blue
42     5           Purple
43     6           Cyan
44     7           Gray
45 */
46 printf("%c[%dm", ESC, background+40);
47 }
48
49 void color(int foreground, int background) {
50     // combination of fgcolor() and bgcolor() - uses less
51     // bandwidth
52     int type = 22;           // normal text
53     if (foreground > 7) {
54         type = 1;           // bold text
55         foreground -= 8;
56     }
57     printf("%c[%d;%d;%dm", ESC, type, foreground+30,
58           background+40);
59 }
60
61 void underline(char on){
62     int d;
63     if (on==1){
64         d=4;
65     }else{
66         d=24;
67     }
68     printf("%c[%dm", ESC, d);
69 }

```

```

67 void clrscr() {
68     bgcolor(7);
69     printf("%c[2J", ESC);
70 }
71 void clreol() {
72     printf("%c[K", ESC);
73 }
74 void gotoxy(int x, int y) {
75     printf("%c[%d;%dH", ESC, y, x);
76 }
77 void blink(char on) {
78     int d;
79     if (on==1)
80         d=5;
81     else
82         d=25;
83
84     printf("%c[%dm", ESC, d);
85 }
86 void reverse(char on) {
87     int d;
88     if (on==1)
89         d=7;
90     else
91         d=27;
92
93     printf("%c[%dm", ESC, d);
94 }
95
96 //Tegner et vindu, style=1 enkel linje, style=2 dobbel
   linje
97 void window(int x1, int y1, int x2, int y2, int style, char
   *s) {
98     int i, j;
99     char hs, vs, h1, h2, h3, h4, headerv, headerh;
100    int height = x2 - x1 + 1;
101    int width = y2 - y1 + 1;
102
103    //Velger enkel / dobbel linjebredde
104    if (style==1) {
105        hs=196;

```

```

106     vs=179;
107     h1=218;
108     h2=191;
109     h3=217;
110     h4=192;
111     headerv=180;
112     headerh=195;
113 } else{
114     hs=205;
115     vs=186;
116     h1=201;
117     h2=187;
118     h3=188;
119     h4=200;
120     headerv=185;
121     headerh=204;
122 }
123 //Printer æverste linje
124 gotoxy(x1,y1);
125 //Første hjørne
126 printf("%c%c",h1,headerv);
127 reverse(1);
128 //Regner længden på strengen
129 for(i=0;i<width;i++){
130     if(s[i]=='\0')
131     break;
132 }
133 printf("%s",s);
134
135
136 for(j=0;j<(width-i-4);j++)
137     printf(" ");
138 reverse(0);
139 printf("%c%c ",headerh,h2);
140 //Printer de vertikale linjer
141 for(i=1;i<=height-2;i++){
142     gotoxy(x1+i,y1);
143     printf("%c",vs);
144     gotoxy(x1+i,y2);
145     printf("%c",vs);
146 }

```

```

147 //Printer bunden
148 gotoxy(x2,y1);
149 printf("%c",h4);
150
151 for (i=1;i<=width-2;i++)
152     printf("%c",hs);
153
154
155 printf("%c",h3);
156 }
157
158 //Flytter skrivehodet
159 void up(int x){
160     printf("%c[%dA",ESC,x);
161 }
162 void down(int x){
163     printf("%c[%dB",ESC,x);
164 }
165 void right(int x){
166     printf("%c[%dC",ESC,x);
167 }
168 void left(int x){
169     printf("%c[%dD",ESC,x);
170 }

```

../ansi.c

ansi.h

```
1 #ifndef _ANSI_H_
2 #define _ANSI_H_
3 #define ESC 0x1B
4
5 void fgcolor(int foreground);
6
7 void bgcolor(int background);
8
9 void color(int foreground, int background) ;
10 void underline(char on);
11 void clrscr();
12 void clreol();
13 void gotoxy(int x,int y);
14 void blink(char on);
15 void reverse(char on);
16 void window(int x1,int y1,int x2, int y2,int style,char
    *s);
17 void up(int x);
18 void down(int x);
19 void right(int x);
20 void left(int x);
21
22 #endif
```

../ansi.h

LED.c

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>
3 #include "charset.h"
4 #include "LED.h"
5 char buffer[5][6];
6
7
8 char lastString[];
9
10 int unitnr = 0;
11 int kolonnenr = 0;
12
13 int counter = 0;
14 int shift = 0;
15 int numberShifts = 0;
16
17 char done = 0;
18 char mode = 1;
19
20 char string[] = "
";
21
22 #pragma interrupt
23 void timerlint(){
24     LEDUpdate();
25 }
26
27
28 void LEDInit(){
29     PEDD = 0x00;
30     PGDD = 0x00;
31     DI();
32     T1CTL = 0x01; // Prescale value er 1, ingen division
33     T1H = 0x00;
34     T1L = 0x01;
35     T1RH = 0x24; // Reload værdi er 9216 = 2400
36     T1RL = 0x00;
37     SET_VECTOR(TIMER1, timerlint);
```

```

38  IRQ0ENL |= 0x40; //Sætter priority lav
39  T1CTL |= 0x80; //Starter timeren
40  EI();
41  done = 0;
42  counter = 0;
43  numberShifts = 0;
44  shift = 0;
45  unitnr = 0;
46  kolonnenr = 0;
47 }
48
49 void setLedMode(char modeIn){
50     mode = modeIn;
51 }
52
53
54 void LEDUpdate(){
55     switch (mode){
56         case 2: LEDUpdateOnce(); break;//Scrolls text and
                    stops at 4 last characters.
57         case 3: LEDUpdatePrint(); break;//Prints 4
                    characters
58         default: ; break;
59     }
60 }
61
62
63
64 void LEDSetString(char *string1){
65     int i,j;
66     for(i = 0; string1[i] != '\0'; i++){
67         string[i] = string1[i];
68     }
69     string[i] = '\0';
70     done = 0;
71     counter = 0;
72     numberShifts = 0;
73     shift = 0;
74     kolonnenr = 0;
75     unitnr = 0;
76

```

```

77
78 }
79
80
81 //Trenger kun at kaldes inden LEDUpdatePrint.
82 void LEDLoadBuffer() {
83     int i;
84     int j;
85     //Læser hver karakter
86     for(i = 0; i < 5; i++){
87
88         //Læser hver kolonne
89         for(j = 0; j < 5; j++){
90             buffer[i][j] = character_data[string[i]-0x20][j];
91         }
92         buffer[i][5] = 0x00;
93     }
94
95 }
96
97 //Printer 4 bogstaver på skærmen.
98 void LEDUpdatePrint() {
99
100
101     PGOUT = buffer[unitnr][kolonnenr] ;
102
103     switch(kolonnenr){
104         case 0: PEOUT = 0x0F; break;
105         case 1: PEOUT = 0x17; break;
106         case 2: PEOUT = 0x1B; break;
107         case 3: PEOUT = 0x1D; break;
108         case 4: PEOUT = 0x1E; break;
109         case 5: PEOUT = 0x1F; break;
110     }
111
112     //Tester for unit nr, hvilket display vi er på
113     switch (unitnr) {
114         case 0:
115             PEOUT |= 0x80;
116             PEOUT &= ~(1 << 7);
117             break;

```

```

118     case 1:
119         PGOUT |= (1 << 7);
120         PGOUT &= ~(1 << 7);
121         break;
122     case 2:
123         PEOUT |= 0x20;
124         PEOUT &= ~(1 << 5);
125         break;
126     case 3:
127         PEOUT |= 0x40;
128         PEOUT &= ~(1 << 6);
129         break;
130     default:
131
132         break;
133 }
134
135 if(unitnr++ == 4){
136     unitnr = 0;
137     if(kolonnenr++ == 6){
138         kolonnenr = 0;
139     }
140 }
141 }
142
143
144
145 void LEDUpdateOnce(){
146
147     int i;
148     int j;
149
150     if(!done){
151         //Flytter en kolonne
152         if(counter == 100){
153             counter = 0;
154             shift++;
155
156             //Flytter displays
157             if(shift == 6){
158                 shift = 0;

```

```

159
160      //Shifter buffer
161      for(i = 0; i < 4; i++){
162          for(j = 0; j < 6; j++){
163              buffer[i][j] = buffer[i+1][j];
164          }
165      }
166      //Sjekker for enden a string
167      if(string[numberShifts] == '\0'){
168          numberShifts = 0;
169          done = 1;
170      }
171
172      //Henter inn siste verdi i buffer
173      for(j = 0; j < 5; j++){
174          if(done){
175              //buffer[4][j] = 0x00;
176
177              else{
178                  buffer[4][j] = character_data[string[
179                      numberShifts]-0x20][j];
180
181              }
182
183              //Setter siste søyle i buffer til 0
184              buffer[4][5] = 0x00;
185              numberShifts++;
186          }
187      }
188
189      counter++;
190  }
191
192
193
194  PGOUT = buffer[unitnr][kolonnenr+shift] ;
195  // PEOUT = 0x1F & ~(1 << (4-kolonnenr));
196
197  switch(kolonnenr){
198      case 0: PEOUT = 0x0F; break;

```

```

199     case 1: PEOUT = 0x17; break;
200     case 2: PEOUT = 0x1B; break;
201     case 3: PEOUT = 0x1D; break;
202     case 4: PEOUT = 0x1E; break;
203     case 5: PEOUT = 0x1F; break;
204 }
205
206 //Tester for unit nr, hvilket display vi er på
207 switch (unitnr) {
208     case 0:
209         PEOUT |= 0x80;
210         PEOUT &= ~(1 << 7);
211         break;
212     case 1:
213         PGOUT |= (1 << 7);
214         PGOUT &= ~(1 << 7);
215         break;
216     case 2:
217         PEOUT |= 0x20;
218         PEOUT &= ~(1 << 5);
219         break;
220     case 3:
221         PEOUT |= 0x40;
222         PEOUT &= ~(1 << 6);
223         break;
224     default:
225
226         break;
227 }
228
229 if(unitnr++ == 4){
230     unitnr = 0;
231     if(kolonnenr++ == 6){
232         kolonnenr = 0;
233     }
234 }
235
236 }

```

../led.c

LED.h

```
1 #ifndef _LED_H_
2 #define _LED_H_
3
4 void timerlint();
5
6 void LEDInit();
7
8 void setLedMode(char modeIn);
9
10 void LEDUpdate();
11
12 void LEDSetString(char *string1);
13
14 void LEDUpdateOnce();
15
16 void LEDLoadBuffer();
17
18 void LEDUpdatePrint();
19
20 #endif
```

../led.h

ctimer.c

```
1 #include <ez8.h>
2 #include "ctimer.h"
3 unsigned long time;
4 int timeWait;
5 void resetTimer(){
6 time = 0;
7 timeWait = 0;
8 }
9 #pragma interrupt
10 void timer0int(){
11 time++;
12 timeWait--;
13 }
14
15 int getDelay(){
16 return timeWait;
17 }
18
19 void setDelay(int input){
20 timeWait = input;
21 }
22
23
24 void setTimer(){
25     DI();
26     T0CTL = 0x01;
27     T0H = 0x00;
28     T0L = 0x01;
29     TORH = 0x48; //0x05
30     TORL = 0x00; //0xA0
31     SET_VECTOR(TIMER0, timer0int);
32     IRQ0ENH |= 0x20;
33     IRQ0ENL |= 0x20;
34     T0CTL |= 0x80;
35
36     EI();
37 }
38
```

```
39 unsigned long getCentis() {  
40     return time;  
41 }  
  
../ctimer.c
```

ctimer.h

```
1 #ifndef _CTIMER_H_
2 #define _CTIMER_H_
3
4 void resetTimer();
5 void timer0int();
6 int getDelay();
7 void setDelay(int input);
8 void setTimer();
9 unsigned long getCentis();
10 #endif
```

../ctimer.h

keys.c

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>
3 #include "keys.h"
4 #include "ctimer.h"
5
6 void iniKeys() {
7 // sætter datadirektion for keys
8 PFDD = 0xC0;
9 PDDD = 0x03;
10 }
11 char readKey() {
12     char a,b=0;
13     a = PFIN;
14     if((a & 0x80) == 0) b = 1;
15     if((a & 0x40) == 0) b += 2;
16     a = PDIN;
17     if((a & 0x08) == 0) b += 4;
18     return b;
19 }
20 char getKey() {
21     char key;
22     key=readKey();
23     setDelay(10);
24     while(getDelay()>0){
25     }
26     return key &=readKey();
27
28 }
```

../keys.c

keys.h

```
1 #ifndef _KEYS_H_
2 #define _KEYS_H_
3 #define KEY_LEFT 4
4 #define KEY_MIDDLE 2
5 #define KEY_RIGHT 1
6
7 void iniKeys();
8 char readKey();
9 char getKey();
10
11 #endif
```

../keys.h

12 Appendix B

Dette appendix har med øvelserne at gøre

12.1 Journal

Journal Dag 1

Øvelse 1.1

Den første øvelse startede med at blive fortrolig med udviklingsværktøjet ZDS II. Vi lavede et nyt projekt, hvor indstillingerne blev sat til en CPU af typen Z8F6403 og et registerminde på 4KB. Vi skrevskrevet en simpel C-fil der udskrev "hello world". Pakkene ez8.h og sio.h blev også inkluderet i filen. Til sidst blev C-filen gemt, bygget og simuleret i HyperTerminal.

Øvelse 1.2-1.3

I denne øvelse blev der opgivet en C-fil der indeholdt fejl. Motivationen for dette, var at lære hvordan ZDS II's debugger fungerer. Debuggeren blev brugt til at manuelt køre linje for linje i C-programmet helt til alle fejl var rettet. Debuggerens "Go to Cursor" og "Step Over" blev flittigt brugt sammen med en oversigt over variablene i og r. En af de fejl der blev opdaget var at funktionen power multiplicerte tallet a en gang for meget. Dette medførte bit-overflow, og forkerte udregninger som følge. Denne fejl blev rettet i for løkken, og programmet kørte korrekt.

Øvelse 2

I denne øvelse blev HyperTerminal's output kontrolleret ved hjælp af nogle selvdefinerede funktioner. Vi lavede alle de funktioner der blev bedt om og supplerede også med de frivilligefunktioner(up, down, left, right). Funktionen clrscr() som renser skærmen. funktionen clreol() som renser resten af linjen som markøren står på. Funktionen gotoxy(unsigned char x,unsigned char y) som flyttede markøren til den valgte position. Funktionen underline(char on) som bruges til at vælge eller fravægle om teksten skal være understreget. Funktionen blink(char on) som gør, at den skrevne tekst blinker. Funktionen reverse(char on) som bruges til at bytte om på farvene på forgrund og baggrund.

Til sidst lavede vi en funktion der kunne lave et vindue i terminalvinduet. Funktionen accepterede to sæt med koordinater(for hhv. Nordvestlige og sydøstlige hjørner), stilform for vinduet og titeltekst. Vi besluttede at lave funktionen således den ikke skrev de blanke mellemrum inde i vinduet.

På denne måde kunne man omringe tekst der allerede var skrevet. Funktionen blev udstyret med 2 forskellige stilarter, som gav forskelligt udseende vinduer.

Journal Dag 2

Øvelse 3

I denne øvelse startede vi med at lave en filstruktur vi kunne bruge senere. En header-fil blev defineret med de funktioner der blev skrevet under sidste øvelse. For at systemet skulle køre effektivt blev denne header-fil bliver kun læst ind hvis den ikke var læst ind fra før. Et nyt projekt blev lavet og de gamle funktioner blev gemt i filen ansi.c. De funktioner som beskrev fixed-point aritmetik blev skrevet i filen math.c.

Øvelse 3.1

Denne øvelse, der indeholdt spørgsmål omkring bit-manipulation blev ligeledes besvaret.

Øvelse 4.1

Instruktionerne blev blot fulgt og vi fik med succes skabt en LUT vha. excel-programmet, excellut.

Øvelse 4.2

Vi skulle i denne opgave lave en funktion der kunne finde sinus for enhver integer som input – den skulle således kunne finde for negative inputs og positive inputs. Vi kunne i denne sammenhæng blot bruge to complement's repetitive natur sammen med sinus repetitive natur, og derved indse at vi blot kunne fjerne de sidste 7 bit, og kun bruge de første 9. Dette blev gjort ved en simpel bit operation, hvor inputtet blev and'et med 0x01FF, hvilket gjorde, at vores input altid var mellem 0-512.

Cosinus funktionen implementeres også ved blot at bruge egenskaben $\cos(a) = \sin(a+90)$

Da vi testede den funktion fandt vi et problem med compileren, da den compilerede -128 som 128.

Følgende workaround blev brugt: $-128 = -(int)128$

Øvelse 4.3

I denne øvelse skulle vi lave en funktion der kunne rotere en vektor.

Vi lavede første en funktion, der kunne initialisere en vektors x og y værdier. Disse inputs var floating point format, og blev omformet til fixed-point format.

Rotationsfunktionen blev derefter implementeret, hvor multiplikation blev gjort med de opgivne makroer og de før kreerede cos- og sinusfunktioner.

Øvelse 4.4

Denne øvelse, der indeholdt spørgsmål omkring bit-manipulation blev ligeledes besvaret.

Journal Dag 3

Øvelse 5.1

I denne øvelse skulle vi lave en funktion, `readKey()` der kunne læse brugerinput på de tre knapper. Vi skulle derefter teste funktionen med en counter. Vores funktion virkede ikke i første omgang, da vi havde læst kredsløbs-diagrammet forkert og troet at schmitt-triggeren på inputtet var af inverterende type. Vi regner derfor med at inputværdierne var høj når de blev trykket – det var selvfølgelig ikke tilfældet og det gav os problemer – det virkede dog da vi fik det rettet. Vi havde også nogle problemer med debouncing og dårlige knapper. Alt i alt blev resultatet acceptabelt.

Øvelse 5.2

I denne øvelse skulle vi lave et program der ville outputte værdien for vores counter fra øvelse 5.1 og vise dem på LED'erne på boardet. Dette blev gjort ved at sætte værdien af counteren inputtet til LED'erne. Dette program fungerede som forventet.

Øvelse 6

I denne øvelse skulle vi lære at skrive til en timer. Vi skulle i høj grad blot følge instruktionerne. Vi valgte en prescale værdi på 2^7 , altså den største mulige for timerne. Reloadværdien blev da udregnet ud fra dette. Vores nederste værdi blev bare sat til 1. Interrupt prioriteten blev sat til normal. Vi havde nu problemer med at forbinde til vores board, men simuleringen i programmet fungerede fint. Dagen efter fik vi vores board til at fungere igen, og så at vores program fungerede.

Øvelse 6.1

Vi brugte vores timer fra øvelse 6 til at lave et stopur, og det fungerede også som forventet. Vi brugte her knapperne på boardet til at styre vores stopur. Det var her vigtigt at gøre så lidt som muligt i vores interrupt-funktion, da vi ønsker at den skal være hurtig. Vores samlede stopurs løsning brugte funktionen `windows(unsigned char x, unsigned char y, unsigned char x1, unsigned char y2)` til at danne rammen. Derefter blev der lavet en funktion som returnerer tiden fra vores timer. Dette blev brugt til at skrive splittime 1 og 2. Derefter blev tiden skrevet sådan, at den ville opdateres hvert sekund. Programmet blev lavet sådan, at det også var muligt at resette timeren.

Journal Dag 4

Øvelse 7

I denne øvelse skulle vi skrive en streng indeholdende 4 karakterer på vores LED-skærme. Dette gjordes ved at multiplexe signalerne ud. Først skulle vi have en ny clock med en periodetid på 0.5 ms. Vores design fungerede ikke helt i første implementation, da bogstaverne var vendt forkert. Dette skyldes at søjle 0 på LED'en er søjlen helt til højre (og 4 til venstre), og vi havde således vendt bogstaverne om. Dette blev fikset og derefter fungerede vores design efter hensigten.

Øvelse 8

I denne øvelse skulle vi have en streng til at rulle henover skærmen. Dette blev løst med en buffer som indeholdte 5 bogstaver. Fire bogstaver som vises, og det femte som er klar til at blive hentet ind ligger i bufferen. Den måde rulle effekten blev implementeret var ved at skifte søjlerne en gang til venstre, og dermed give effekten af, at der rulles mod højre. Når der er blevet skiftet 6 gange, svarende til et helt tegn indlæses et nyt tegn i videobufferen, og det som tidligere stod først smides ud. Sådan fortsætter koden indtil den løber ind i enden på strengen. Denne øvelse blev også løst, og forskellige funktioner, som udbyggede funktionaliteten blev lavet, som blev brugt senere i projektet.

12.2 Kode fra øvelserne

12.2.1 Øvelse 2

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>           // special encore serial i
    /o routines
3
4 #define ESC 0x1B
5
6 void fgcolor(int foreground) {
7     int type = 22;         // normal text
8     if (foreground > 7) {
9         type = 1;          // bold text
10        foreground -= 8;
11    }
12    printf("%c[%d;%dm", ESC, type, foreground+30);
13 }
14
15 void bgcolor(int background) {
16     printf("%c[%dm", ESC, background+40);
17 }
18
19 void color(int foreground, int background) {
20 // combination of fgcolor() and bgcolor() - uses less
    bandwidth
21     int type = 22;         // normal text
22     if (foreground > 7) {
23         type = 1;          // bold text
24         foreground -= 8;
25     }
26     printf("%c[%d;%d;%dm", ESC, type, foreground+30,
        background+40);
27 }
28 // Tnder /slukker for understregning
29 void underline(char on){
30     int d;
31     if (on==1){
32
```

```

33     d=4;
34 }else{
35     d=24;
36
37 }
38 printf("%c[%dm", ESC, d);
39 }
40 //Renser skermen
41 void clrscr(){
42     bgcolor(7);
43     printf("%c[2J", ESC);
44 }
45 //Renser resten af linjen
46 void clreol(){
47     printf("%c[K",ESC);
48 }
49 //Flytter markren til x,y
50 void gotoxy(int x,int y){
51     printf("%c[%d;%dH",ESC,x,y);
52 }
53 //Bruges til at tnde/slukke for funktionen blink
54 void blink(char on){
55     int d;
56     if(on==1)
57         d=5;
58     else
59         d=25;
60
61     printf("%c[%dm",ESC,d);
62 }
63 //Bruges til at tnde/slukke reverse funktionen
64 void reverse(char on){
65     int d;
66     if(on==1)
67         d=7;
68     else
69         d=27;
70
71     printf("%c[%dm",ESC,d);
72 }
73

```

```

74 //Tegner et vindue, style=1 enkel linje, style=2 dobbel
    linje
75 void window(int x1,int y1,int x2, int y2,int style,char
    *s){
76     int i,j;
77     char hs,vs,h1,h2,h3,h4,headerv,headerh;
78     int height = x2 - x1+1;
79     int width = y2 - y1+1;
80
81     //Velger enkel / dobbel linjebredde
82     if (style==1){
83         hs=196;
84         vs=179;
85         h1=218;
86         h2=191;
87         h3=217;
88         h4=192;
89         headerv=180;
90         headerh=195;
91     }else{
92         hs=205;
93         vs=186;
94         h1=201;
95         h2=187;
96         h3=188;
97         h4=200;
98         headerv=185;
99         headerh=204;
100    }
101    //Printer verste linje
102    gotoxy(x1,y1);
103    //F rste h j rne
104    printf("%c%c",h1,headerv);
105    reverse(1);
106    //Regner l ngden p strengen
107    for(i=0;i<width;i++){
108        if(s[i]=='\0')
109            break;
110    }
111    printf("%s",s);
112

```

```

113
114  for (j=0;j<(width-i-4);j++)
115      printf(" ");
116  reverse(0);
117  printf("%c%c ",headerh,h2);
118  //Printer de vertikale linjer
119  for (i=1;i<=height-2;i++){
120      gotoxy(x1+i,y1);
121      printf("%c",vs);
122      gotoxy(x1+i,y2);
123      printf("%c",vs);
124  }
125  //Printer bunden
126  gotoxy(x2,y1);
127  printf("%c",h4);
128
129  for (i=1;i<=width-2;i++)
130      printf("%c",hs);
131
132
133  printf("%c",h3);
134 }
135
136 //Flytter skrivehodet
137 void up(x){
138     printf("%c[%dA",ESC,x);
139 }
140 void down(x){
141     printf("%c[%dB",ESC,x);
142 }
143 void right(x){
144     printf("%c[%dC",ESC,x);
145 }
146 void left(x){
147     printf("%c[%dD",ESC,x);
148 }
149
150 //Bruges til at teste funktionen
151 void main() {
152     init_uart (_UART0,DEFFREQ, _DEFBAUD);
153     clrscr();

```

```
154 underline(0);
155 gotoxy(10,10);
156 printf("HEJ!!!!!! \n hej \n \n tore");
157 window(6,9,25,25,2,"hello freinds");
158 do {} while (1!=2);
159 }
```

kode/1.c

12.2.2 Øvelse 3

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>
3 #include <stdlib.h>         // special encore
    serial i/o routines
4 #include "ansi.h"
5 #include "math.h"
6 //Main funktion bruges kun til at teste funktionen af
    math.
7 void main() {
8 struct TVector vektoren;
9 init_uart(_UART0, _DEFFREQ, _DEFBAUD);
10
11 clrscr();
12 blink(0);
13 printf("feeuhst\n");
14 printf("sinus: 45, 90, -90? \n");
15 printFix(expand(sin(64)));
16 printf(", ");
17 printFix(expand(sin(128)));
18 printf(", ");
19 printFix(expand(sin(-(int)128)));
20 printf("\n");
21 printf("long: %d, %d.\n", sin(128), sin(-(int)128));
22 initVector(&vektoren, -4, 2);
23 rotate(&vektoren, -50);
24 printFix(expand(vektoren.x));
25 printf("\n");
26 printFix(expand(vektoren.y));
27
28
29 do{} while(1!=2);
30 }
```

kode/2.c

12.2.3 Øvelse 4

```
1 #include "lut.h"
2 #include "math.h"
3 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
4 #include <sio.h>
5 //Finder en vrdi i vores sinus lut
6 long sin(int x){
7     return SIN[0x01FF & x];
8 }
9
10 long cos(int x){
11     return sin(x+128);
12 }
13
14 void printFix(long i){
15     if ((i & 0x80000000) !=0) {
16         printf("-");
17         i = ~i+1;
18     }
19     printf("%ld.%04ld", i>>16, 10000*(unsigned long) (i &
        0xffff)>>16);
20 }
21
22 long expand(long i){
23     return i<<2;
24 }
25
26 //vanlig kommatall ind, konstruerer en vektor i fix14
    format.
27 void initVector(struct TVector *v, long x, long y){
28     v->x = x << FIX14_SHIFT;
29     v->y = y << FIX14_SHIFT;
30 }
31 //Roterer en vektor med en valgt vinkel
32 void rotate(struct TVector *v, int ang){
33     int sinA = sin(ang);
34     int cosA = cos(ang);
35     long tempX = v->x;
```

```

36
37
38   v->x = FIX14_MULT(tempX,cosA) - FIX14_MULT(v->y,sinA)
      ;
39   v->y = FIX14_MULT(tempX,sinA) + FIX14_MULT(v->y,cosA)
      ;
40 }

```

kode/3.c

12.2.4 Øvelse 5

```
1 #include <eZ8.h>
2 #include <sio.h>
3 #include "ansi.h"
4
5
6
7
8 char readKey() {
9     char a,b=0;
10    PEDD = 0xFF;
11    PGDD = 0xFF;
12    a = PFIN; // S tter a lig inputtet fra knapperne
13    //Adderer den v rdi som knapperne r e p r senterer i
        b i n r format.
14    if((a & 0x80) == 0) b = 1;
15    if((a & 0x40) == 0) b += 2;
16    a = PDIN;
17    if((a & 0x08) == 0) b += 4;
18    return b;
19 }
20 // I n d l s e r e n v a l g t v r d i t i l L E D
21 void writeLed(unsigned char i){
22    PEDD = 0x00;
23    PGDD = 0x00;
24    PEOU = 0x0F;
25    PGOU = i & 0x7F;
26    PEOU |= 0x80;
27
28 }
29 void main() {
30     char temp,key;
31     int i=0;
32     init_uart(_UART0, _DEFFREQ, _DEFBAUD);
33
34     while(1!=2){
35         key=readKey();
36         if(key != temp){
37             temp=key;
```

```

38      // T ller op, hver gang der er en dring p keys,
        som ikke er, at den dre sig til nul.
39      if(key != 0x00){
40          i += 1;
41          clrscr();
42          printf("%d", i);
43      }
44  }
45  writeLed(i);
46  }
47
48 }

```

kode/4.c

12.2.5 Øvelse 6

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>
3 #include "ansi.h"
4 #include "keys.h"
5 //Laver structure time
6 struct time {
7     unsigned char h,m,s,hs;
8
9 };
10 struct time tid;
11 //Opdaterer tiden.
12 #pragma interrupt
13 void timer0int(){
14     tid.hs++;
15     if(tid.hs == 100){
16         tid.s++;
17         tid.hs=0;
18
19
20         if(tid.s == 60){
21             tid.m++;
22             tid.s=0;
23             if(tid.m == 60){
24                 tid.h++;
25                 tid.m=0;
26             }}
27 //Skrevet indenfor iflkken som opdateres hvert
    sekund, s dan at tiden skrives hvert sekund.
28 gotoxy(2,2);
29 printf("Time: %02d:%02d:%02d",tid.h,tid.m,tid.s);
30 }
31
32 }
33
34 void setTimer(){
35     char preScale = 0x07<<3;
36     DI();
```

```

37  T0CTL = 0x01 | preScale;
38  T0H = 0x00;
39  T0L = 0x01;
40  TORH = 0x05; // S tter reload s dan , at den t ller
    hvert 100 del af et sekund.
41  TORL = 0xA0;
42  SET_VECTOR(TIMER0, timer0int);
43  IRQ0ENH |= 0x20; //h j prioritet
44  IRQ0ENL |= 0x20;
45  T0CTL |= 0x80; //enable count
46
47  EI();
48 }
49 //Stopper timeren
50 void stop() {
51     DI();
52     T0CTL &= 0x7F;
53
54 }
55
56 void main() {
57     char key;
58     init_uart(_UART0, _DEFFREQ, _DEFBAUD);
59     tid.h=0;
60     tid.m, tid.s, tid.hs=0;
61     clrscr();
62     window(1,1,10,25,1,"Stopur");
63     setTimer();
64
65     while(1 != 2){
66         //Keys realiserer de forskellige funktioner i timeren
67         key=getKey();
68         if(key==6){
69             //resetter timeren
70             stop();
71             tid.h=0;
72             tid.m=0;
73             tid.s=0;
74             tid.hs=0;
75             gotoxy(2,2);
76             printf("Time: %02d:%02d:%02d", tid.h, tid.m, tid.s);

```

```

77 }
78     else if (key==4){
79         //Skriver splittime2
80         gotoxy(4,2);
81         printf(" Splittime2:  %02d:%02d:%02d",tid.h,tid.m,tid
            .s);
82     }
83     else if (key==2){
84         Skriver splittime1
85         gotoxy(3,2);
86         printf(" Splittime1:  %02d:%02d:%02d",tid.h,tid.m,tid
            .s);
87     }
88     else if (key==1){
89         //Starter/stopper uret
90         if((T0CTL & 0x80) == 0x80){
91             stop();
92         } else{
93             T0CTL|=0x80;
94             EI();
95         }
96     }

```

kode/5.c

12.2.6 Øvelse 7 og 8

```
1 #include <eZ8.h>           // special encore
    constants, macros and flash routines
2 #include <sio.h>
3 #include "ansi.h"
4 #include "charset.h"
5 char buffer[5][6];
6 char column;
7 char display;
8 char index=0;
9 int strlength;
10 char *string;
11 long flag2;
12 //Krer vores interrupt
13 #pragma interrupt
14 void timerlint(){
15     LEDUpdate();:
16     flag2++;
17 }
18 //Indlser et nyt tegn p den sidste plads i buffer
19 void loadNew(){
20     char j,i;
21
22     for (i=0;i<5;i++){
23         for(j=0;j<6;j++){
24             if(i<4)
25                 buffer[i][j]=buffer[i+1][j];
26             else
27                 buffer[i][j]=character_data[*string-0x20][j];
28
29         }
30
31     }
32     string++;
33     buffer[4][5]=0;
34 }
35
36 void LEDInit(){
37     PEDD = 0x00;
```



```

38 PGDD = 0x00;
39 DI();
40 T1CTL = 0x01; // Prescale value er 1, ingen division
41 T1H = 0x00;
42 T1L = 0x01;
43 T1RH = 0x24; // Reload verdi er 9216 = 2400
44 T1RL = 0x00;
45 SET_VECTOR(TIMER1, timerlint);
46 IRQ0ENL |= 0x40; // S tter priority lav
47 T1CTL |= 0x80; // Starter timeren
48 EI();
49 }
50
51 void LEDSetString(char *s){
52     char i,j;
53     strlength = 0;
54     string = s;
55     //Regner lngden p strengen
56     while(* string != '\0'){
57         strlength++;
58         string++;
59     }
60     string -= strlength; // S tter pegeren tilbage til
        starten p strengen
61     for(i=0;i <5; i++) string[strlength+i]=' ';
62     strlength+=5;
63     string[strlength]='\0';
64     // L ser hver karakter
65     for(i = 0; i<5; i++){
66         // L ser hver kolonne
67         for(j = 0; j < 5; j++){
68             buffer[i][j] = character_data[*string-0x20][j];
69         }
70         buffer[i][5]=0;
71         string++;
72     }
73     display = 0;
74     column = 0;
75     index = 0;
76     printf("%d",strlength);
77 }

```

```

78
79 void LEDUpdate() {
80     //Opdaterer Vores LED.
81     PEOUT = 0x1F;
82     PEOUT ^= ( 1 << (4-column) );
83
84     PGOUT = *(&buffer[0][0] + column + display*6+index)
            ;
85
86
87
88     if(display==0){
89         PEOUT |=0x80; //D1 clock
90         PEOUT &= ~(1 << 7);
91     }
92     else if(display==1){
93         PGOUT|=0x80; //D2 clock
94         PGOUT &= ~(1 << 7);
95     }
96     else if(display==2){
97         PEOUT|=0x20; //D3 clock
98         PEOUT &= ~(1 << 5);
99     }
100    else if(display==3){
101        PEOUT|=0x40; //D4 clock
102        PEOUT &= ~(1 << 6);
103    }
104
105    display++;
106    if(display>3){
107        display=0;
108        column++;
109    }
110    if(column>4){
111        column=0;
112    }
113    if(flag2 > 150 && strlen>9){
114        index++;
115        flag2 = 0;
116    }
117

```

```

118
119     if (index>5){
120         index=0;
121         loadNew();
122
123
124     }
125 main() {
126     char str2[] = "FEEL THE PUMP!";
127     char str3[5] = { 'H', 'E', 'E', 'E', '\0' };
128     init_uart(_UART0, _DEFFREQ, _DEFBAUD);
129     flag2=0;
130
131     clrscr();
132     printf("HALLO! ffffffff!");
133     LEDInit();
134     display2(str2, str3);
135
136 }

```

kode/6.c