



LTH
LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA

Kodlås med knappats av IR-sensorer

EITA 15, Digitala System

Lunds Tekniska Högskola

Campus Helsingborg

Marcus Remnélius Bou
Edwin Ericsson
Mohammed El-Dimassi
Casper Bernhardsson
Kris Jacobs

Handledare: Bertil Lindvall och Lars-Göran Larsson

2022-05-23

Nyckelord: Kodlås, ATmega1284, IR-diod, fotodiod, knappats, LCD
Keywords: Codelock, ATmega1284, IR-diode, photodiode, buttons, LCD

Abstract

In the following article, a group project in the course Digitala System is described. The main requirement of the project was to construct a prototype circuit using the microprocessor ATmega1284.

The purpose of this project is to allow the group members to familiarize themselves with project planning and teamwork, as well as circuit design and programming of a microprocessor.

The group decided on constructing a digital codelock that allows the user to set a personal code which is stored in the unit's memory, the user can then use the code to unlock the device. A code lock with an unorthodox kind of keypad was designed. The keypad was made by combining IR-diodes and photodiodes with the same wavelength on the light emitting spectrum.

This was visualized on a 16×2 LCD-display where prompts for the users and the entered codes were displayed. In combination with the LCD, some audio and visual aids were implemented in the form of a piezo buzzer as well as red, green and yellow LEDs. All the components were connected to the ATmega1284 which served as the foundation for the whole project.

When testing the original prototype, an issue occurred where the spreading angle of the IR diodes was too high and caused a disturbance with the photodiodes. The group came together and got to practice their problem solving skills which resulted in printing a new case for the diodes, this time with obstructions in the form of walls with holes in them. With this new case, the problem was solved and the prototype was completed.

Innehållsförteckning

Abstract	2
Innehållsförteckning	3
1. Inledning	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte	4
1.3 Målformulering	4
1.4 Problemformulering	4
1.5 Motivering av projekt	4
2. Teknisk Bakgrund	6
2.1 ATmega1284	6
2.2 16×2 LCD-display	6
2.3 IR- och fotodioder	6
2.4 Avbrottsrutin	6
3. Metod	7
4. Resultat	8
5. Analys	10
6. Slutsats	10
7. Referenser	11
8. Bilagor	12

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Inom kursen Digitala System ingår ett projekt där en grupp, med hjälp av en Atmega 1284 mikroprocessor ska bygga en prototyp där gruppmedlemmarna får öva på att planera ett projekt, konstruera kretsar, programmera en processor och slutligen skapa en hemsida för produkten och utföra en redovisning inför andra grupper. Under kursens gång har gruppmedlemmarna fått testa på att programmera i programspråket C för att få en grund för projektet.

1.2 Syfte

Syftet med projektet var att designa en krets med en Atmega 1284 och programmera den efter behov och att bekanta sig mer med planering och grupparbete.

1.3 Målformulering

Det ursprungliga målet med projektet var att bygga ett kodlås med en form av touchskärm och mönsterigenkänning liknande låsskärmen på en mobiltelefon. Användaren ska alltså kunna skriva in både en sifferkod eller dra ett mönster med fingret för att låsa upp den. Detta är tänkt att fungera med hjälp av IR-sändare och fotodioder. Enheten ska kunna ta emot en kod av en användare som sparas. Sedan ska den kontrollera om den nya inslagna koden är samma som den första och då antingen ge eller neka åtkomst. Alla steg från att ange en ny kod till att slå in en kod för att låsa upp ska synas på en LCD-display.

1.4 Problemformulering

I projektet behöver gruppen undersöka:

- Hur en LCD-display programmeras och kopplas till en mikroprocessor.
- Hur en knappsats med hjälp av IR- och fotodioder designas och kopplas till en mikroprocessor.
- Hur kodlåsfunktionen programmeras till mikroprocessorn och hur det syns på LCD-displayen.

1.5 Motivering av projekt

Idén uppstod efter att gruppen diskuterat olika idéer och slutligen bestämt sig för ett projekt som inte verkade för komplicerat men ändå hade några intressanta problem som behövde lösas. Gruppen kom i första hand fram till att det hade varit intressant att göra någon form av ett kodlås men att använda en färdig knappsats hade varit simpelt och lite för konventionellt. Därifrån växte idén fram att använda sig utav någon form av sensorer för att på ett listigt sätt simulera knapptryckningar. Idén var från början att man även skulle kunna ange en form utav mönsterkod eftersom gruppen ansåg att det skulle vara mer intressant än att endast slå in en kod.

Tabell 1: Kravspecifikation på produkten.

Kravspecifikation
1. Kodlåset ska ha en touchskärm och vara byggd med IR-sändare och IR-sensorer.
2. Sifferkod ska kunna anges.
3. Ska ha mönsterigenkänningsfunktion.
4. Mönsterkod ska kunna anges
5. Ska ha en skärm som visar koden som slås och om rätt eller fel kod angetts.
6. Grön lampa ska lysa om rätt kod anges.
7. Röd lampa ska lysa om fel kod anges.
8. Ska spela upp ljud när knapparna trycks ned.
9. Ska ha batteri för portabilitet.
10. Ska ha reset-knapp.
11. Ska ha på och av knapp.
12. Användaren ska kunna ändra kod och upplåsningmönster själv.
13. Ska finnas clear-funktion för att rensa felaktigt skriven kod.
14. Touch-skärmen ska ha bakgrundsbelysning.

2. Teknisk Bakgrund

2.1 ATmega1284

I centrum av detta projekt befinner sig en ATmega1284 vilket är en 8 bitars mikroprocessor med 128 kB flashminne, 4 kB EEPROM, 16 kB SRAM och 32 st dedikerade I/O pinnar. Den kräver mellan 1,8 - 5,5 V för att fungera optimalt. ATmega1284 har 4 portar med 8 pinnar var där komponenter kan kopplas till. ATmegan programmeras i programmet Atmel Studio 7 som använder sig av programmeringsspråket C. ATmega1284 har 4 avbrottsvektorer, en för varje port, A, B, C och D. Beroende på vilken port som väljs kommer en bitändring på den porten att orsaka ett avbrott. Program laddas upp till ATmegan med hjälp av en Atmel JTAG ICE 3 debugger. [1]

2.2 16×2 LCD-display

En 16×2 LCD-display är liten display med två rader med plats för 16 tecken per rad. Den har 8 st digitala I/O pinnar, en read/write (R/W) pinne, en pinne för Register Select (RS), en Enable pinne (EN), två pinnar för bakgrundsbelysningen och två pinnar för spänning och jord. Sätts read/write pinnen hög är LCDn i write läge och då den kan ta emot data. Enable pinnen måste vara hög för att read/write ska fungera. Register Select väljer vilket typ av information LCDn ska ta emot, sätts den låg kan LCDn ta emot kommandon och sätts den hög tar den emot data. [2]

2.3 IR- och fotodioder

Dioderna som används i detta projekt för att bilda ett rutnät är IR dioderna TSUS5400 och fotodioderna BPV10NF. TSUS5400 är en infraröd emitterande diod med en våglängde 950 nm och en spridningsvinkel på $\pm 22^\circ$ och ger ut en infraröd stråle när spänning appliceras. [3] Fotodioderna som tar emot strålen från IR-dioderna är BPV10NF med en mottagningsförmåga av ljus mellan våglängderna 850-950 nm och en mottagningsyta på $\pm 20^\circ$. Fotodioderna kopplas i backriktning för att de ska ge ut en hög signal när de inte tar emot något infrarött ljus. När den tar emot infrarött ljus leder den inte. Alltså ger fotodioden ut en hög signal på katoden när den blockeras och en låg signal när den exponeras till infrarött ljus. [4]

2.4 Avbrottsrutin

Eftersom en stor del av detta projektet handlar om knapptryckningar är avbrottsrutiner en bra tillämpning. En avbrottsrutin ser till att processorn kan exekvera nuvarande kod utan att behöva vänta på exempelvis en knapptryckning. Då en tangent trycks ner exekveras en avbrottsrutin, där processorn pausar nuvarande exekvering och utför tangentryckningen, sedan återgår den till vad den gjorde innan. [5]

3. Metod

Efter det första mötet delades arbetet upp. En gruppmedlem undersökte programmet SolidWorks för att 3D skriva ett chassi för dioderna. Två gruppmedlemmar tittade på programmering och två testade olika komponenter och började bygga en testkrets för ATmega1284 tillsammans med en 16×2 LCD-display. En 330 Ω resistor användes för att reglera bakgrundsljuset i LCDn. Spänningen i hela kretsen sattes till 5 V. Efter att LCDn och mikroprocessorn kunde kommunicera med varandra kopplades de ihop på ett lödningskort där de programmerades vidare.

Efter att mikroprocessorn kunde kommunicera och skriva ut vad som önskades på LCDn började en sketch för knappsatsen att färdigställas. Det första utkastet för knappsatsen var utan väggar så att användaren hade möjligheten att dra mönster, se figur 2 under bilagor. Sju IR-dioder och sju fotodioder testades på en kopplingsplatta med avstånden ca. 1 cm i sidled och ca. 4 cm mittemot varandra. På kopplingsplattan fungerade diod-paren men när de installerades i knappsatsen störde de varandra och en ny knappsats med väggar designades och skrevs ut med hjälp av en 3D skrivare, se figur 1 under bilagor. Fotodioderna kopplades med vars en 330 k Ω resistor och IR-dioderna med vars en 180 Ω resistor.

Dioderna formar ett 4x3 rutnät med siffrorna 0-9 samt en ruta för "clear" och en ruta för "enter". Med den nya knappsatsen fungerade varje diodpar utan störning och knappsatsen med dioderna löddades på en annan kopplingsplatta och virades ihop med mikroprocessorn och LCDn. Sedan påbörjades programmeringen av knappsatsen till mikroprocessorn och LCDn. Koden för att skriva fram tecken på LCDn finslipades och koden för att mikroprocessorn skulle kunna upptäcka en knapptryckning började skrivas. Knapptryckningarna bröt två strålar vilket gav ut en logisk etta från fotodioderna som mikroprocessorn kunde detektera.

En avbrottsrutin programmerades för knapptryckningarna där två tillstånd implementerades, ett när koden bestäms och ett när en användare ska slå in koden. Den bestämda koden sparas i mikroprocessorns minne och därefter programmerades ytterligare mindre metoder beroende på användarens inmatning. Slutligen kopplades en röd, en gul och en röd diod och en liten högtalare till kretsen som reagerar beroende på användarens inmatning. Dessutom löddades en resetknapp till mikroprocessorn och ett batteri används för att driva kretsen.

4. Resultat

Resultatet av projektet är ett fungerande kodlås dock utan mönsterigenkänning. Kodlåset är uppbyggt med sju st IR-dioder riktade mot vars en fotodiod, vilket visas i figur 1 under bilagor. På detta sätt bildas ett rutnät av punkter där diod-paren korsar varandra. Dessa punkter används för att simulera knapptryckningar och representera olika siffror eller funktioner på kodlåset.

Det som skrivs in i kodlåset via knappsatsen visas på en 16×2 lcd-display som även meddelar om rätt eller fel kod angetts. Knapparna som är tillgängliga på kodlåset är siffrorna 0-9, en enter-knapp och en clear-knapp. På kodlåset finns även lysdioder, röd diod indikerar fel kod, grön diod indikerar rätt kod. Det finns även en buzzer och en gul lysdiod som indikerar att en punkt på knappsatsen är täckt.

När kodlåset först startas får användaren bestämma en kod, koden måste vara fyra till 16 siffror lång. När kod har valts måste användaren skriva in koden. För att kontrollera om koden är rätt eller fel används enter-knappen. Clear-knappen används ifall någon knapptryckning blir fel för att ångra och skriva om inmatningen. Genom att använda reset knappen återställs kodlåset och en ny kod kan väljas. Den färdiga produkten är alltså ett kodlås där knapparna är uppbyggda med IR-sändare och fotodioder. Se figur 3 under bilagor för kretsschema.

Tabell 1: Uppnådda krav utifrån kravspecifikationen.

Uppnådda krav	Uppnått?
1. Kodlåset ska ha en touchskärm och vara byggd med IR-sändare och IR-sensorer.	Ja
2. Sifferkod ska kunna anges.	Ja
3. Ska ha mönsterigenkänningsfunktion.	Nej
4. Mönsterkod ska kunna anges	Nej
5. Ska ha en skärm som visar koden som slås och om rätt eller fel kod angetts.	Ja
6. Grön lampa ska lysa om rätt kod anges.	Ja
7. Röd lampa ska lysa om fel kod anges.	Ja
8. Ska spela upp ljud när knapparna trycks ned.	Ja
9. Ska ha batteri för portabilitet.	Ja
10. Ska ha reset-knapp.	Ja
11. Ska ha på och av knapp.	Nej
12. Användaren ska kunna ändra kod och upplåsningmönster själv (ej mönster).	Delvis
13. Ska finnas clear-funktion för att rensa felaktigt skriven kod.	Ja
14. Touch-skärmen ska ha bakgrundsbelysning.	Nej

5. Analys

Största delen av kravspecifikationen uppnåddes (se tabell 2 under resultat) men tyvärr blev det inte som tänkt angående mönsterigenkänningsfunktionen eftersom diodernas spridningsvinkel var för stor när de placerades i den ursprungliga knappsatsen, se figur 2 under bilagor. Detta togs upp med handledare och efter diskussion undersöktes scanning som ett alternativ. Problemet med detta var att kretsen redan var färdig och gruppen inte hade planerat för det från början och i mån av tid fick den idén förkastas.

Tanken med scanning hade varit att mikroprocessorn styr när dioderna skulle lysa så att de endast lyser en och en, alltså stör dem inte varandra. Detta hade kunnat implementeras med hjälp av en Moore-maskin. Hade gruppen haft tillgång till dioder med mindre spridningsvinkel hade det förmodligen också kunnat fungerat. Istället implementerades en avbrottsrutin som endast aktiveras då en stråle bryts, där mikroprocessorn exekverar koden i avbrottsrutinen innan den återgår till vad den gjorde innan. I detta fallet exekverar mikroprocessorn ingen kod om en knapp inte trycks vilket innebär att effektutvecklingen är minimal.

Kretsen har utvecklingspotential eftersom det finns mer man kan få den att göra. Den främsta förbättringen som hade kunnat genomföras är att implementera mönsterigenkänningsfunktionen med ovan nämnda metoder eftersom vi då uppfyllt hela kravspecifikationen. Det hade även varit möjligt att göra prototypen mer säker genom att ha en kod som behövs slå in innan man kan ändra koden på låset. Kretsen hade också kunnat utvecklas med andra former av upplåsningsmetoder så som RFID eller någon typ av biometrisk scanner som exempelvis fingeravtrycksläsning eller ansiktigenkänning.

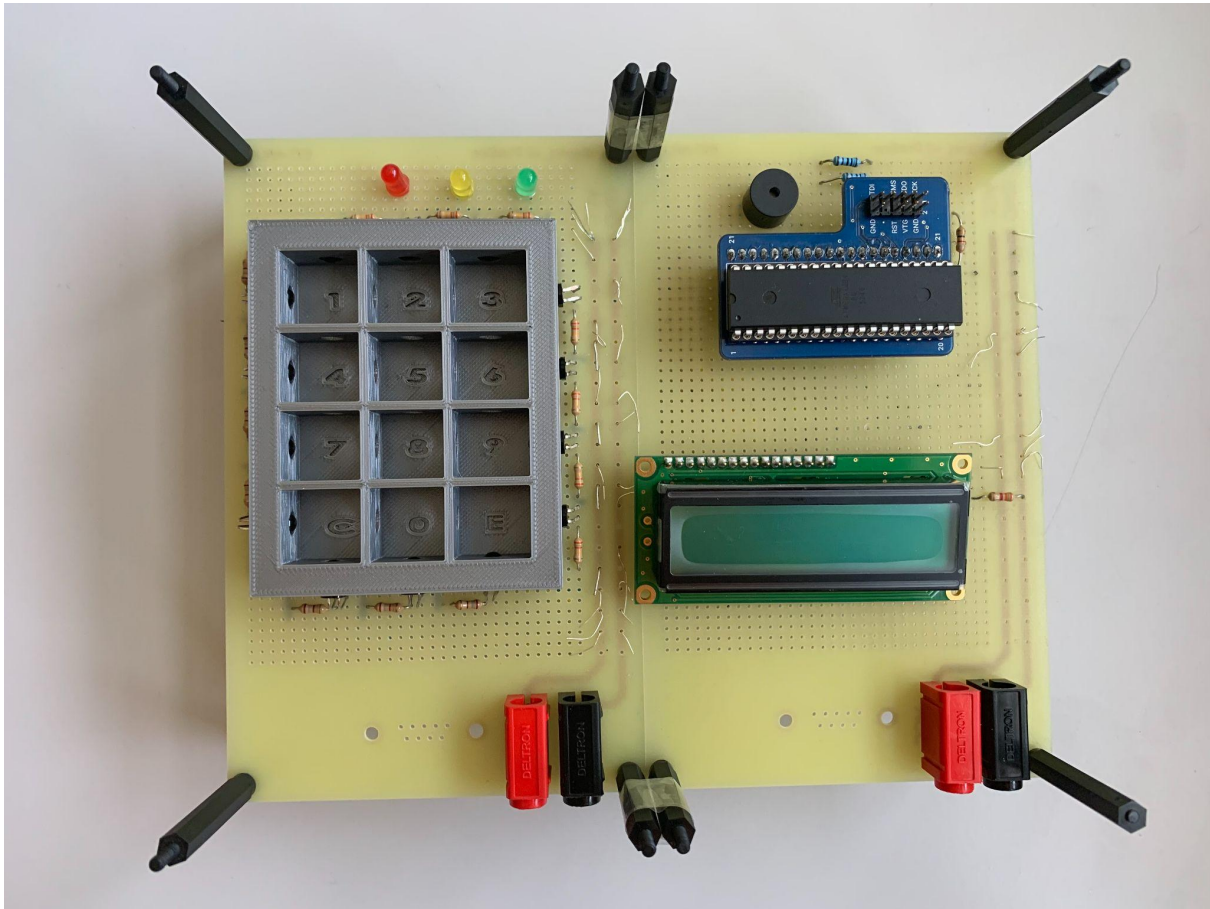
6. Slutsats

Sammanfattningsvis lyckades gruppen konstruera ett kodlås med en knappsats med "touchfunktion" dock utan mönsterigenkänning vilket var planen från början. Men gruppen känner sig nöjda trots allt eftersom de lyckades med att skapa en fungerande krets med de flesta av de ursprungliga kraven från kravspecifikationen bortsett från mönsterigenkänningsfunktionen.

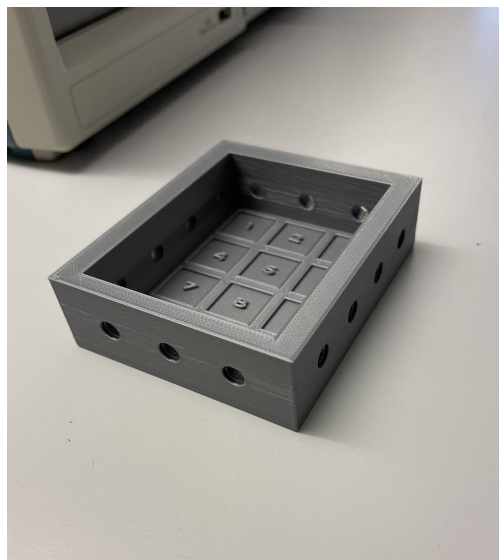
7. Referenser

- [1] Atmel, 2016, *8-bit AVR Microcontrollers ATmega1284 DATASHEET SUMMARY*, <https://www.tme.eu/Document/ced9f014eee9243147c3a9cca6e82c64/ATmega1284-DTE.pdf>
- [2] ElectronicWings, *LCD16x2 Interfacing with AVR ATmega16/ATmega32*, <https://www.electronicwings.com/avr-atmega/lcd16x2-interfacing-with-atmega16-32>
- [3] Vishay, 2011, *Infrared Emitting Diode, 950 nm, GaAs*, <https://www.electrokit.com/uploads/productfile/41015/TSUS5402.pdf>
- [4] Vishay, 2021, *Silicon PIN Photodiode*, <https://www.vishay.com/docs/81503/bpv10nf.pdf>
- [5] Bilting, Ulf; Skansholm, Jan, 2000, *Vägen till C*, tredje upplagan, Studentlitteratur.

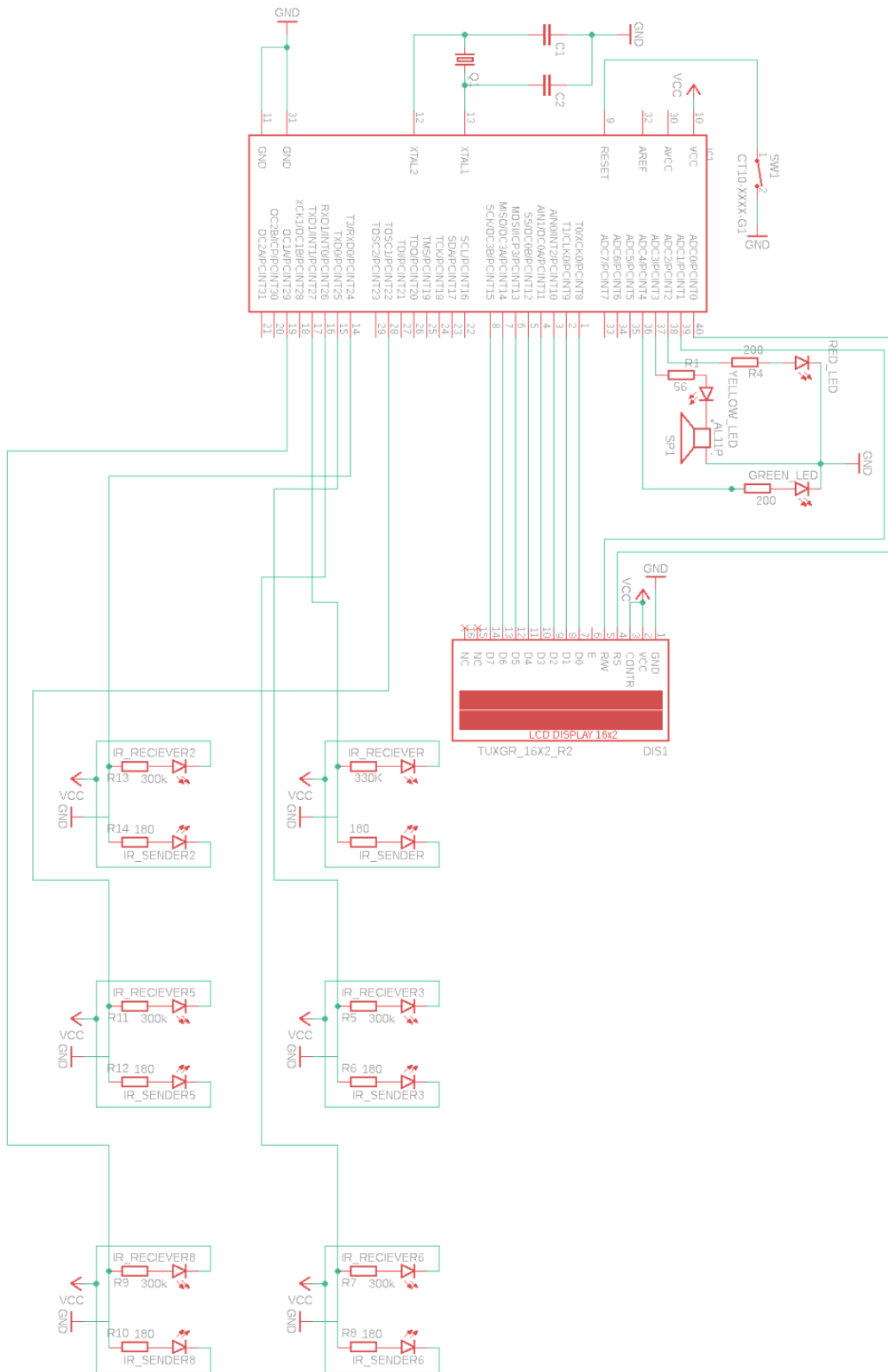
8. Bilagor



Figur 1: Bild på den färdiga kretsen.



Figur 2: Första koncept för knappsatsen.



Figur 3: Krettschema för kodlåset.