

Hemautomation med Crestron

Alex Holm

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

El- och automationsteknik

Vasa 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Alex Holm

Utbildning och ort: EI- och automationsteknik, Vasa

Inriktning: Automationsteknik

Handledare: Jan Berglund

Titel: Hemautomation med Crestron

Datum: 23.2.2022 Sidantal: 35

Abstrakt

Detta examensarbete strävar efter att ge läsaren en syn på hur ett hemautomationssystem med Crestrons processor byggs upp samt programmeras. Arbetet ger även läsaren en inblick på vad hemautomation är och vad som hör till ett hemautomationssystem.

I den första delen av arbetet tas det upp vad hemautomation innebär, dess funktioner samt dess positiva och negativa sidor. Här går det även igenom uppbyggnaden av ett hemautomationssystem, dess enheter och enheternas funktioner.

I nästa del av teorin tas det kort upp några olika hemautomationssystem. I detta stycke går det också djupare in på varumärket Crestron. Det berättas om vad Crestron är, vad de gör och om deras historia inom automationsbranschen. I detta stycke tas det också upp vilka program Crestron erbjuder då programmeringen av deras automationssystem görs.

Det sista teorikapitlet behandlar kommunikationsprotokoll som används i den praktiska delen av arbetet. Det tas upp hur protokollen fungerar och deras användningssyfte. Till dessa protokoll hör, RS – 232, DMX512 och Crestrons egna protokoll cresnet.

Arbetets praktiska del behandlar programmeringen och konfigureringen av ett hemautomationssystem till ett kök. I detta stycke tas det upp uppbyggnaden av systemet, funktionsspecifikation, programmering och testning av systemet.

Arbetets sista del behandlar det slutgiltiga resultatet av projektet samt en diskussion över hur projektet framskred och problem som dök upp.

Språk: svenska

Nyckelord: hemautomation, Crestron, DMX

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Alex Holm

Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka

Ohjaaja: Jan Berglund

Nimike: Kotiautomaatio Crestronin järjestelmällä

Päivämäärä: 23.2.2022 Sivumäärä: 35

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa lukijalle käsityksen siitä, kuinka Crestronin prosessorilla varustettu kotiautomaatiojärjestelmä rakennetaan ja ohjelmoidaan. Opinnäytetyö antaa lukijalle myös käsityksen siitä, mitä kotiautomaatio on ja mitä kotiautomaatiojärjestelmään kuuluu.

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään kotiautomaatiota, sen toimintoja sekä sen etuja ja haittoja. Käydään myös läpi kodin automaatiojärjestelmän rakenne, sen yksiköt ja yksiköiden toiminnot.

Teorian seuraavassa osassa käsitellään lyhyesti muutamia erilaisia kodin automaatiojärjestelmiä. Tämä luku syventyy myös Crestron-brändiin. Luvussa kerrotaan mikä Crestron on, mitä he tekevät ja mikä heidän historia automaatioteollisuudessa on. Tässä käsitellään myös sitä, mitä ohjelmia Crestron tarjoaa ohjelmoidessaan automaatiojärjestelmiään.

Viimeinen osio käsittelee työn käytännön osassa käytettyjä viestintäprotokollia. Siinä käsitellään protokollien toimintaa ja niiden käyttötarkoitusta. Näitä protokollia ovat RS-232, DMX512 ja Crestronin oma protokolla Cresnet.

Työn käytännön osa käsittelee keittiön kotiautomaatiojärjestelmän ohjelmointia ja konfigurointia. Tässä osiossa käsitellään järjestelmän rakennetta, toimintomäärittelyä, ohjelmointia ja projektin testausta.

Työn viimeinen osa käsittelee projektin lopputulosta sekä keskustelua projektin etenemisestä ja syntyneistä ongelmista.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kotiautomaatio, Crestron, DMX

BACHELOR'S THESIS

Author: Alex Holm

Degree Programme: Electrical Engineering and Automation, Vaasa

Specialisation: Automation Technology

Supervisor: Jan Berglund

Title: Home automation with Crestron

Date: 23.2.2022 Number of pages: 35

Abstract

This thesis strives to give the reader an idea of how a home automation system with Crestron's processor is built and programmed. It will also give the reader an insight into what home automation is and what the typical components of a home automation system is.

The first part of the thesis addresses what home automation is, the different functions, benefits and possible challenges. Also, the principal structure of a home automation system, different equipment and their functions are reviewed.

In the next part of the thesis, a few different home automation systems are briefly discussed. This paragraph also examines deeper into the Crestron brand, what Crestron is, what they do and their history in the automation industry. This section also discusses the programs that Crestron provides for programming of their systems.

The last chapter of theory part deals with communication protocols used within the practical part of the project. This chapter addresses how the protocols work and their purpose of use. These protocols include RS-232, DMX512 and Crestron's own Cresnet protocol.

The practical part of the work is about the programming and configuration of a home automation system for a kitchen. This section discusses the structure of the system, functional specification, programming and final commissioning and testing.

The last part of the work deals with the final result of the project, as well as a discussion of how the project progressed and the individual problems that arose during the process.

Language: Swedish

Key words: home automation, Crestron, DMX

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Syfte	1
3	Hemautomation.....	1
3.1	Historia	2
3.2	Fördelar med hemautomation	3
3.3	Nackdelar med hemautomation	4
4	Uppbyggnaden av ett hemautomationssystem	4
4.1	Centralenhet (processor)	4
4.2	Inmatningsenheter	5
4.2.1	Knappsatser	5
4.2.2	Pekplattor	5
4.2.3	Röststyrning	6
4.2.4	Sensorer	6
4.3	Styrdon	7
4.3.1	Belysningskontrollmodul	7
4.3.2	Termostat	8
4.3.3	Ljudväxlare	8
4.3.4	Ställdon	8
4.3.5	Smarta pluggar	8
5	Olika hemautomationssystem.....	9
5.1	Zigbee	9
5.2	Z-Wave.....	10
5.3	KNX.....	10
5.4	Crestron.....	11
5.4.1	Historia	12
5.5	Crestrons programvara.....	12
5.5.1	Toolbox.....	12
5.5.2	SIMPL.....	13
5.5.3	SIMPL+	14
5.5.4	Vision Tools Pro	15
6	Kommunikationsprotokoll	16
6.1	Cresnet.....	16
6.2	DMX 512.....	17
6.3	RS - 232.....	18
7	Hemautomation för ett kök.....	20
7.1	Planering.....	20

7.2	Funktionsspecifikation	21
7.3	Hårdvara	21
7.3.1	Crestron DIN – AP3 (automations processor)	21
7.3.2	RS – 232 Driven DMX engine	22
7.3.3	Crestron C2NI knappsats	23
7.3.4	Amazon Alexa echo	24
7.3.5	LED-studien DMX 12 kanalers LED driftdon	25
7.3.6	Belysningen	25
7.4	Programmeringen	25
7.5	Testning	29
7.6	Resultat	30
8	Diskussion	32
9	Källförteckning	33

Förklaringar

I/O	Ingående/utgående kommunikationsportar på enheter.
Driftdon	Strömkälla för belysning.
RS – 232	Ett standardiserat seriellt kommunikationsprotokoll, ett sätt för enheter att kommunicera med varandra.
DMX	Ett standardiserat kommunikationsprotokoll för styrning av belysning.
Styrdon	En enhet som styr något i ett automationssystem.
Inmatningsenhet	En enhet som användaren styr ett automationssystem med.
Amazon Alexa	Virtuell assistent, används för röststyrning i automationssystem.
Cresnet	Ett nätverk som används vid kommunikation av Crestrons egna produkter.

1 Inledning

I dagens läge blir det allt vanligare att integrera automationssystem då bostäder renoveras eller nya hem byggs. Automationssystem används för att underlätta och göra det vardagliga livet mer effektivt. Detta examensarbete handlar om programmeringen av ett hemautomationssystem som integreras i ett kök i ett egnahemshus i samband med renovering.

I den teoretiska delen av arbetet tas det upp vad ett hemautomationssystem är, när och varför dessa system används samt fördelar med att ha ett automationssystem i hemmet. Därtill tas det upp information gällande olika hemautomationssystem, varav fokus ligger främst på hemautomationssystemen gjorda av företaget Crestron. Crestrons olika produkter, program samt tjänster diskuteras i arbetet. Dessutom tas det upp teori som är väsentlig för utförandet av examensarbetets praktiska del, exempelvis kommunikationsprotokoll. Arbetets praktiska del behandlar programmeringen, konfigureringen och ibruktagningen av ett hemautomationssystem för ett kök.

2 Syfte

Syftet med arbetet var att utveckla mina kunskaper inom Crestrons program, produkter samt att bekanta mig med hur programmeringen för deras automationssystem går till. Syftet var även att ge läsaren en inblick på vad ett hemautomationssystem är, vad systemen används till och hur ett praktiskt exempel på ett sådant system kan se ut.

3 Hemautomation

Hemautomation innebär endera automatisk eller elektronisk styrning av hushållsapparaturer, exempelvis belysning, värme och underhållningsapparater. Avsikten med automation i hem är att göra hemmet mera tryggt, bekvämt och effektivt för personerna som bor i det samt att minska på energiförbrukningen. (XFINITY, 2019).

Hemautomationssystem är oftast kopplade och styrda av en centralenhet, så kallad central processor eller hubb. Vanliga inmatningsenheter i ett hemautomationssystem kan vara

tryckknappar, pekplattor, mobilapplikationer samt röststyrning. Det går att styra ett automationssystem på väldigt många olika sätt. (Home automation, 2021).

De vanligaste funktionerna för ett hemautomationssystem: (Home automation, 2021).

- Belysningsstyrning, innebär exempelvis att belysningen i hemmet kan styras via en mobiltelefon eller med ett röstkommando.
- Automatiserade processer (till exempel belysning, värme, säkerhet och media). Ett exempel på en automatiserad process är att lamporna tänds då en rörelsesensor känner av att någon kommit hem.
- Styrning av värme och kyla, detta kan göras via en dosa på väggen eller via en applikation på en mobiltelefon.
- Säkerhetssystem, kameror och rörelsesensorer som är kopplade till nätet. Användaren kan övervaka säkerhetssystemet utan att vara hemma.
- Musik- samt videouppspelning. Exempelvis att kunna styra musik från en källa till olika platser i huset.
- Röststyrning, vilket innebär att man exempelvis kan tända lampor eller spela musik genom ett röstkommando.
- Övervakning och kontroll av hushållet över nätet, innebär att användaren har fullständig åtkomst till alla enheter i huset och kan styra dem på distans.

3.1 Historia

Begreppet "Hemautomation" går hela vägen tillbaka till början av 1900-talet då hushållsapparater så som dammsugaren och tvättmaskinen uppfanns. Dessa apparater klassas vara automations apparater eftersom de automatiserar en process. (My alarm center, u.å).

I mitten av 1960-talet, strax efter uppkomsten av de första datorerna, utvecklades en apparat med namnet ECHO IV. Denna apparat räknas som den första smarta produkten för hemmet. Denna "dator" kunde behandla inköpslistor, justera hemmets temperatur samt

tända och släcka apparater i hushållet. Detta var dock en produkt som aldrig kom till den kommersiella marknaden. (My alarm center, u.å).

I början av 2000-talet började hemautomation bli allt vanligare i hushåll. Därefter sattes utvecklingen av dessa system och produkter i gång. Priserna på systemen sjönk drastiskt, vilket ledde till att allt fler människor hade möjlighet att investera i dessa system till sina hem. (My alarm center, u.å).

I dagens läge växer automationsmarknaden mer och mer. Det är allt vanligare att se hemautomation i hushåll. (evolution, IOT, 2014).

3.2 Fördelar med hemautomation

Med hjälp av ett automationssystem kan energiförbrukningen i ett hem sänkas, exempelvis med hjälp av rörelsesensorer, som endast håller belysningen tänd då det rör sig människor i ett rum. (Tholen, 2021).

Bekvämlighet är en av de stora fördelarna med ett automatiserat hem. Med ett automationssystem kan många olika funktioner förverkligas som bidrar till bekvämligheten i vardagen. Detta kan exempelvis vara att belysning automatiskt tänds då användaren kommer hem, styra belysning via röstkommando eller att kaffekokaren automatiskt kokar kaffe på morgonen vid en förbestämd tid. (Tholen, 2021).

Säkerhet är något som går att förverkliga med hemautomation på många olika sätt. Dagens övervakningskameror kan känna av rörelse, öppnade dörrar och fönster samt meddela om dessa till användarens mobila enhet. Alarmsystem vid huset kan slås i gång vid inbrott och samtidigt meddela nödcentralen. (Tholen, 2021).

Hemautomation ger även trygghet till hemmet. Användaren kan vara borta hemifrån och fortfarande kunna övervaka hemmet, genom att exempelvis kolla temperaturen i hemmet, kolla ifall belysningen är tänd och även kolla husets övervakningssystem. (Tholen, 2021).

3.3 Nackdelar med hemautomation

Ju större och mera komplext system som byggs upp, desto svårare kan det bli för användaren att få saker och ting att samarbeta korrekt. Med stora system och produkter från olika tillverkaren kan det även bli invecklat och frustrerande att ha många olika applikationer på mobilen för att kunna kontrollera allting. Detta beror givetvis på hur automationssystemet är uppbyggt. (ENGIE, U.Å).

Annat som kan ses som en nackdel med hemautomation är att kostnaden för smarta produkter är dyra i jämförelse vad med den normala teknologin skulle kosta. Smarta produkter, exempelvis belysning som är automatiserad, kostar betydligt mycket mer än vad traditionell belysning kostar. (ENGIE, U.Å).

Många hemautomationssystem är beroende av att det alltid finns en fungerande internetuppkoppling i hushållet. Då nätet stängs kan en stor del av enheterna samt funktionerna i systemet sluta fungera. I värsta fall kan till och med enkla funktioner som att tända och släcka belysning sluta fungera. Detta är dock något som förstås varierar beroende på systemet. (Encompass, U.Å).

4 Uppbyggnaden av ett hemautomationssystem

Ett hemautomationssystem behöver en samling av olika enheter för att uppnå funktioner enligt användarens behov. Enheterna som behövs i automationssystemet varierar enligt användarens behov. Ett grundläggande automationssystem består av en centralenhet, inmatningsenheter och styrdon.

4.1 Centralenhet (processor)

I ett hemautomationssystem är processorn den viktigaste komponenten i hela systemet. Processorn sköter om alla enheter i hela systemet, vilket innebär att alla enheter är kopplade till processorn och alla händelser som sker i systemet går via processorn. En central processor kan konfigureras eller programmeras till att utföra i princip vilken funktion som helst.

4.2 Inmatningsenheter

En inmatningsenhet är den enheten som styr automationssystemet. Användaren kan styra systemet med hjälp av exempelvis knappsatser eller röstkommandon. Sensorer är också en inmatningsenhet men dessa används inte direkt utav användaren.

4.2.1 Knappsatser

Knappsatsen är den vanligaste och enklaste metoden för att kontrollera automationen i ett hem. Knappsatsen skickar kommando till den centrala processorn och kan programmeras eller konfigureras till att styra vad som helst i systemet. Ett bra exempel på detta är att kunna styra olika belysnings "scener" i hemmet, exempelvis att genom ett knapptryck aktivera middags belysningen. Denna "scen" skulle då ställa belysningen i utrymmet enligt vad användaren har ställt in i automationssystemet. (Watts, 2016).



Figur 1. Knappsats. (Watts, 2016).

4.2.2 Pekplattor

Användningen av pekplattor är ett populärt alternativ för att styra ett hemautomationssystem. Pekplattor kan vara monterade på väggen eller handhållna och är oftast mellan 7 och 10 tum. Användningen av en pekplatta i ett automationssystem är

effektivt eftersom det ryms mycket information samt många styrfunktioner i en liten pekplatta. De vanligaste styrfunktionerna för en pekplatta är exempelvis styrning av belysning, musik, volym, temperatur eller gardiner. (VHT, 2019).

4.2.3 Röststyrning

Ett populärt sätt att styra ett hemautomationssystem är med hjälp av röststyrning. Exempelvis Amazons "Alexa echo" är en populär produkt för detta ändamål. Amazon Alexa är väldigt flexibel och fungerar med massor av smarta enheter och går att integrera med de flesta hemautomationssystem.

Amazon Alexa är en smart assistent i form av en liten högtalare eller tablett, som kan svara på diverse frågor, spela upp musik och styra ett automationssystem. Amazon Alexa fungerar med att användaren först säger ett "väckningsord" uppföljt av ett kommando. Ett exempel på detta: "Alexa, hurdant väder är det idag?", varefter Alexa berättar hur vädret är. Ett annat exempel (måste konfigureras i automationssystemet) för att styra belysningsscener i hemmet kan låta: "Alexa, sätt på middags belysningen i köket", varefter automationssystemet justerar belysningen i köket enligt hur det är konfigurerat. (Amazon, 2022.b).

4.2.4 Sensorer

Med en sensor i ett automationssystem kan händelser i huset automatiseras med hjälp av data från sensorerna. En sensor är en enhet som fångar information från omgivningen i ett utrymme. Det finns ett brett urval av olika sensorer som används för olika ändamål. De huvudsakliga fördelarna med att använda sensorer i ett hemautomationssystem är energisparning, säkerhet och automatisering av funktioner som exempelvis belysning eller hushållets värme. (Vera, u.å).

Rörelsesensorer känner av rörelse för ett bestämt område i en byggnad. Denna sorts sensor går att använda på många olika sätt. Det vanligaste exemplet är att lamporna tänds då en person går in i ett rum och sedan släcks igen då ingen rörelse har känts av under en bestämd tid. Rörelsesensorer används också för att förbättra säkerheten i hemmet exempelvis genom att kameror startas och börjar filma då rörelse upptäcks vid ytterdörren. (Vera, u.å).

Ljussensorer mäter av ljusstyrkan i ett utrymme. Huvudsakliga användningen med denna sensor är att ha systemet att justera belysningen beroende på hur mycket ljus som naturligt strålar in i utrymmet. (Vera, u.å).

Temperatursensorer mäter omgivningstemperaturen i ett utrymme. På detta sätt kan värmen justeras korrekt för att spara energi. Med en kombination av en rörelsesensor och en temperatursensor kan värmen sänkas då ingen person befinner sig i utrymmet. (Vera, u.å).

Dörrsensorer placeras vid dörrar och fönster. Dessa sensorer håller koll på om dörrar eller fönster är öppna eller slutna. Dessa sensorer används för att stärka byggnadens säkerhet. Ifall ett inbrott skulle ske, aktiveras alarmsystemet då sensorerna känner av att en dörr eller ett fönster har öppnats. (Vera, u.å).

Läckage sensorer är tillgängliga för olika sorter av läckage, som kan orsakas av vatten och gaser. Sensorerna används för att upptäcka ett läckage i hemmet. Med hjälp av detta kan användaren hinna upptäcka och stoppa läckaget innan det orsakar skada i hemmet. (Vera, u.å).

4.3 Styrdon

Det finns många olika sorter av styrdon. Styrdonets uppgift är att styra den önskade enheten i ett automationssystem, till exempel en lampa eller en gardin. Styrdonen är emellan enheten som skall styras och den centrala processorn. Processorn skickar ett kommando till styrdonet som sedan i sin tur styr den önskade enheten.

4.3.1 Belysningskontrollmodul

En belysningskontrollmodul är mellan processorn och belysningen i systemet. Det finns många olika varianter av dessa enheter. Modulen kommunicerar med belysningen trådlöst eller med kabel. En belysningskontrollmodul styr belysningen i utrymmet enligt kommandon som fås av den centrala processorn. Med hjälp av sensorer och knappsatser kan belysningen styras och automatiseras enligt behoven i utrymmet. (Elitedali, 2021).

4.3.2 Termostat

Automatiseringen av värmen i ett hem görs med en värmestyrningsenhet. Enheten reglerar värmen i hemmet enligt vad användaren har ställt in. Med hjälp av en sensor kan detta system optimeras och minska på användningen av energin genom att automatiskt sänka värmen då ingen person befinner sig i hemmet. (Pullen, 2020).

4.3.3 Ljudväxlare

En ljudväxlare är det vanligaste alternativet för att kunna dela upp och styra ljuduppspelning i olika områden i hemmet. Med ljudväxlaren kan separata zoner för ljuduppspelning i hemmet skapas. Växlaren kan styra en eller flera ljudkällor till dessa ljudzoner. (Altunian, 2021).

4.3.4 Ställdon

Ett ställdon kan användas för många ändamål i ett hemautomationssystem, men de mest vanligaste applikationerna för denna enhet är att kunna styra gardiner, fönster och dörrar. Dessa ställdon har mekaniska armar eller rullande kugghjul som utför den önskade funktionen. (Kong, 2020).

4.3.5 Smarta pluggar

Så kallade "smarta pluggar" är en liten enhet som kopplas rakt i ett vanligt strömuttag och kan sedan sättas på eller stängas via automationssystemet. Syftet med dessa enheter är att kunna styra produkter så som, kaffekokaren, fläktar eller radion, som inte kan styras direkt via automationssystemet. (Midrack, 2021).

5 Olika hemautomationssystem

I detta stycke diskuteras de vanligaste typerna av hemautomationssystem, varav de mest använda inom konsumentmarknaden är Zigbee och Z-Wave. Dessutom tas det upp system riktade mot den professionella marknaden som KNX och Crestron.

5.1 Zigbee

Zigbee är ett globalt öppet standardiserat protokoll. Protokollet är trådlöst och används främst för hemautomationsprodukter. Detta innebär att de finns flera olika tillverkaren av produkter som fungerar över Zigbee protokollet. Zigbee har funnits i över 10 år och anses vara ett bra alternativ till de redan existerande trådlösa protokollen Wifi och Bluetooth. (DIGI, u.å).

Zigbee protokollet fungerar under IEEE 802.15.4 radiospecifikationer och använder frekvenserna 2.4ghz, 900 mhz och 868 mhz. Protokollet fungerar i flera olika topologier, punkt till punkt, punkt till multipunkt och "mesh" nätverk. Zigbee använder 128 bitars kyrptering för all kommunikation på nätverket och kan ha totalt 65 000 olika noder kopplade till ett och samma trådlösa nätverk. (DIGI, u.å).

Basen i ett Zigbee hemautomationssystem är en Zigbee hubb. Hubben fungerar som en huvudenhet vart alla systemets enheter kopplas till och blir styrda av. Som tidigare nämnt är Zigbee en öppen standard, vilket möjliggör att vilket företag som helst kan tillverka produkter som fungerar med Zigbee. Detta ger ett stort utbud av produkter för Zigbee hemautomationsprodukter. Problemet med att Zigbee är en öppen standard, är att det inte finns några regler som bestämmer hur produkterna skall tillverkas, vilket leder till att produkter från olika tillverkaren inte alltid fungerar ihop. (Carlsen, 2021).

Zigbee automationsprodukter är riktade mot konsumentmarknaden men kan även användas inom den professionella marknaden. Zigbee hemautomationsprodukter finns i många olika sorter, så som lås, kameror, belysning och sensorer. Produkterna finns att köpa i vanliga elektronikaffärer. Några stora tillverkaren som producerar Zigbee produkter är Philips, Amazon, Ikea och Samsung. (Carlsen, 2021).

5.2 Z-Wave

Z-Wave är ett standardiserat trådlöst kommunikationsprotokoll som främst används inom hemautomation. Protokollet möjliggör trådlös kommunikation mellan enheter som hör till automationssystemet. Protokollet utvecklades och kom till marknaden år 1999. Z-Wave-automationsprodukter är riktade till konsumentmarknaden, men förekommer även inom den professionella marknaden. (Lamkin, 2022).

Z-Wave använder frekvenser mellan 800 Mhz – 900 Mhz och har en maximal bithastighet på 100 kb/s. Protokollet använder sig av ett så kallat "mesh" nätverk, detta innebär att varenda enhet i systemet kan förmedla information sinsemellan varandra. Ett Z-Wave-nätverks maximala kapacitet är 232 noder. (Lamkin, 2022).

Som många andra hemautomationssystem krävs det en "masterhubb" som sammankopplar alla enheter i systemet. Z-Wave är standardiserat och detta innebär att det finns flera tillverkaren av hemautomationsprodukter som fungerar med Z-Wave. Zensys, som äger Z-Wave, har lagt strikta kriterier på hur dessa produkter skall tillverkas. Dessa stränga kriterier säkerställer att alla tillverkaren producerar sina hemautomationsprodukter på samma sätt, vilket möjliggör att alla Z-Wave-produkter fungerar felfritt tillsammans. (Lamkin, 2022).

Z-Wave-automationsprodukter finns att köpa i vanliga elektronikaffärer. Dessa produkter finns för olika ändamål, bland annat lås, belysning, värme och media. Kända tillverkaren som producerar Z-Wave-produkter är Samsung, D-Link, Yale och Logitech. (Lamkin, 2022).

5.3 KNX

KNX är en öppen standard som är grundad för byggnads- och hemautomation. Standarden är kompatibel med EN 50090, EN 13321–1 samt ISO/IEC 14543. KNX grundades år 1999 och drivs av KNX föreningen. Eftersom KNX är en öppen standard har olika tillverkaren rättighet att tillverka automationsprodukter som är KNX certifierade och det finns cirka 500 tillverkaren av KNX produkter. Hemautomationssystem med KNX är riktade mot den professionella marknaden. Systemen planeras och installeras av företag som arbetar inom hemautomationsbranschen. (Bendtsen, 2015).

Kommunikationen mellan enheter i ett KNX-system är trådbunden och kallas för KNX bus. Den trådbundna kommunikationen förs med en KNX TP (twisted pair) kabel och spänningen på bussen är 24 Volt. Bussen är parallellt kopplad till alla enheter i systemet. (Bendtsen, 2015).

KNX produkter finns för olika ändamål, bland annat belysning, ventilation, värme och säkerhet. Automationssystem byggda med KNX installeras i bland annat privata hem, kontor, skolor, sjukhus och varuhallar. Alla KNX-certifierade produkter är tillverkade enligt kriterier som ställs av KNX föreningen för att säkerställa att alla olika tillverkarens produkter skall fungera ihop. Kända tillverkare av KNX produkter är ABB, Gira, Wago och Steinel. (Bendtsen, 2015).

5.4 Crestron

Crestrons automationssystem är riktat mot den professionella marknaden av automationssystem och kräver professionell planering, installering och programmering då ett system skall anskaffas.

Till examensarbetets praktiska del har Crestrons automationsprocessor valts som styrenhet i automationssystemet. I detta stycke tas det upp grundläggande information om Crestron och deras program som används vid programmering av deras automationssystem.

Crestron electronics är ett privatägt företag som är grundat i Amerika. Företaget är en elektronik tillverkare av AV- samt automationsprodukter. Crestron designar och tillverkar automationslösningar bland annat till olika utrymmen, så som konferensrum, klassrum och hemmet. Crestron använder sig av diverse återförsäljare för att sälja och distribuera deras produkter. (Crestron Electronics, 2021).

Crestron är en global ledare inom arbetsplatstekniks lösningar och deras kundgrupp riktar sig till företag, skolor, byggnader och bostadsfastigheter, så som hem, yachter eller hotell. Crestron grundades år 1969 och har sedan dess haft stor succé som tillverkare av automationsprodukter inom AV-branschen. (Crestron, u.å.a).

5.4.1 Historia

Crestron grundades år 1969 i New Jersey av ingenjören George Feldstein. Företagets första projekt var för Colgate – Palmolive och arbetet var att utveckla en produkt som såg till att det kom rätt mängd med tvättmedel till lådor i företagets produktionslinje.

År 1973 gjordes det anställningar då företaget växte och strax efter detta flyttade företaget också till en lokal. Utvecklingen av en fjärrkontroll för AV-system satte därefter fart på affärer. Strax efter detta utvecklades även ljudomkopplaren, projektorer och diverse styrdon.

År 1990 hade Crestron redan över 100 anställda och en total inkomst på 5 miljoner dollar. Crestron fortsatte att växa och vid år 2004 hade företaget över 500 anställda och hade sålt produkter för över 170 miljoner dollar. Idag har företaget 5000 anställda och har sina kontor i över 70 olika länder och en total inkomst på 2 miljarder dollar. (Ewalt, 2011).

5.5 Crestrons programvara

Crestron har en handfull olika program som är skapade för att konfigurera och programmera automationssystem med deras produkter. I detta stycke kommer de viktigaste programmen som används vid programmeringen och konfigureringen av ett system att tas upp.

5.5.1 Toolbox

Toolbox är till för att konfigurera samt diagnostisera Crestron enheter som är i nätverket. Programmet innehåller verktyg som hjälper användaren att övervaka, testa, felsöka samt konfigurera Crestron enheter i nätverket. Några av dessa verktyg tas upp i styckena nedan. (Crestron, u.å.g).

Device discovery tool är ett verktyg där användaren kan söka efter alla enheter som är kopplade till nätverket. Här listas grundläggande information om enheten i fråga. Här kan även enheternas grundläggande inställningar konfigureras, exempelvis uppladdning av program, ändring av ip adresser eller uppdatering av mjukvara. (Crestron, u.å.g).

Network Device Tree listar enheter som är kopplade till nätverket. Detta används för att övervaka automationssystemets nätverk och för att hantera enheterna som är kopplade till systemet. (Crestron, u.å.g).

SIMPL Debugger är ett verktyg som låter användaren testa programmet som körs på processorn. Här kan användaren övervaka hur programmets signaler beter sig och stimulera dessa signaler för att testa funktionalitet. (Crestron, u.å.g).

File manager är ett verktyg som hanterar filsystemet för en enhet. Här kan användaren lägga till, flytta eller radera filer som är lagrade på enhetens lagringsutrymme. (Crestron, u.å.g).

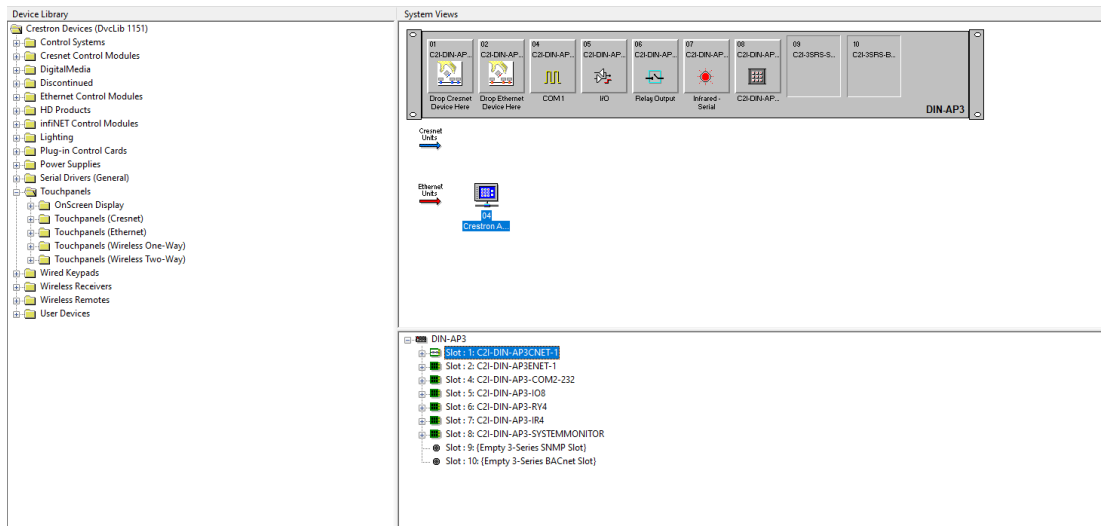
Network analyzer analyserar signaler som förs på Cresnet nätverket. Verktuget används för att diagnostisera problem som finns på nätverket. Utöver verktygen ovan innehåller Toolbox flera verktyg och anses vara väsentliga för en administrator av ett Crestron automationssystem. (Crestron, u.å.g).

5.5.2 SIMPL

Crestron SIMPL är Crestrons program som används vid programmeringen av deras automationssystem. Programmeringsmiljön är baserad på blockprogrammering (logiska symboler) och programmet hanterar digitala, analoga samt seriella signaler. (Crestron, u.å.e).

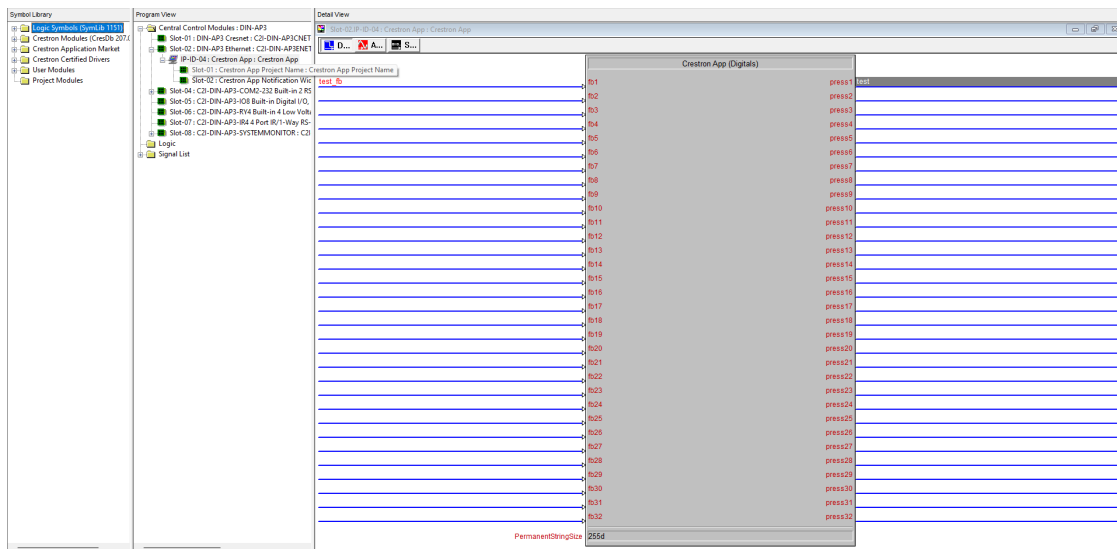
Crestron SIMPL kommer med en stor databas med färdigt skapade programmeringsblock för alla Crestrons egna produkter, men även för andra tillverkarens produkter, exempelvis projektorer, teven, förstärkare samt andra enheter som kan styras. Crestron har även en webbsida där det går att köpa och ladda ner block för olika ändamål. (Crestron, u.å.e).

SIMPL är uppbyggd på två huvudsakliga programmeringsmiljöer, konfiguration och programmering. I konfigurationsvyn skapas uppbyggnaden av hela automationssystemet. Här väljs först processorn som skall styra systemet och sedan alla enheter som tillhör automationssystemet, exempelvis inmatningsenheter och enheter som skall styras. Vid denna vy konfigureras dessa tillagda enheter med Cresnet ID, ip ID, RS232, I/O-portar, IR portar beroende på vilken form av kommunikation enheten fungerar med. (Crestron, u.å.e).



Figur 2. SIMPL konfigureringsmiljö.

I programmeringsmiljön görs programmeringen av programmet. Användaren skapar signaler och med hjälp av logiska symboler knyts dessa ihop för att skapa funktioner. Enheterna som lades till i konfigureringsmiljön är automatiskt tillagda till programmeringsmiljön och har sina egna block med egenskaper som hör till enheten. (Crestron, u.å.e).



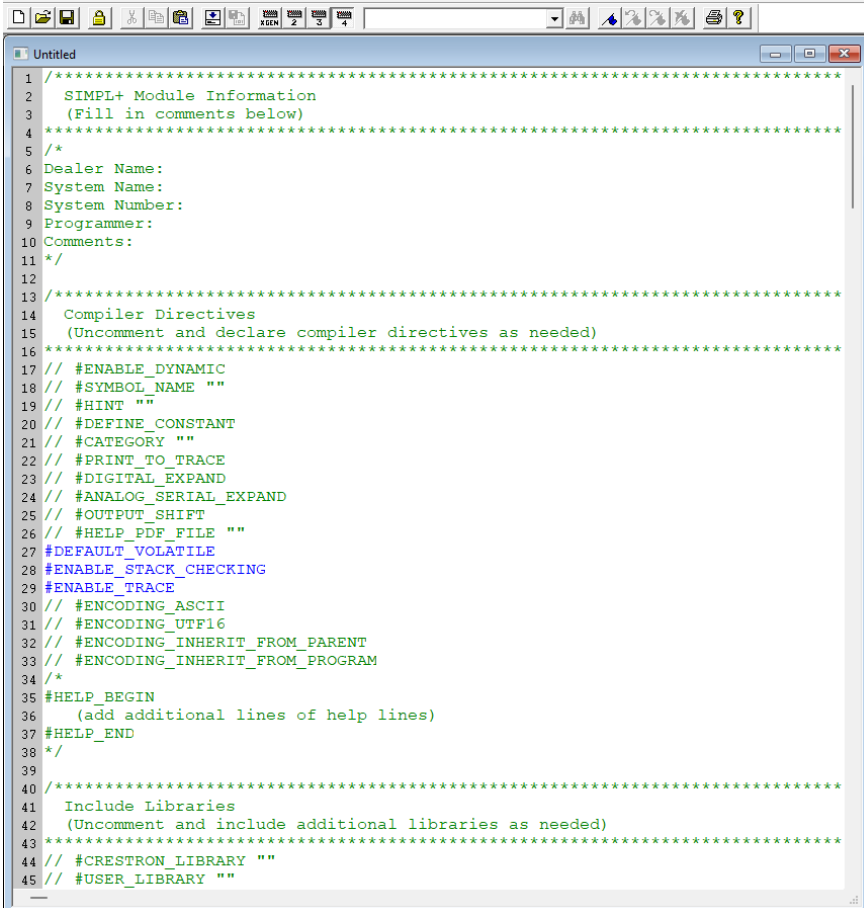
Figur 3. SIMPL programmeringsmiljö.

5.5.3 SIMPL+

SIMPL+ är ett programmeringsspråk och används som en "extension" till den vanliga SIMPL programmeringsmiljön. Programmeringsspråket SIMPL+ är väldigt likt det välkända C

språket som används inom programmering. SIMPL+ är integrerat med SIMPL och är enkelt att använda. (Crestron, u.å.f).

SIMPL+ används för att skapa egna programblock (logiska symboler) till SIMPL och detta är till nytta då det blir för invecklat att bygga ett program med specifika funktioner med endast block. Med hjälp av SIMPL+ blir det mer effektivt att bygga krävande program. (Crestron, u.å.f).



```

1  /*****
2  SIMPL+ Module Information
3  (Fill in comments below)
4  *****/
5  /*
6  Dealer Name:
7  System Name:
8  System Number:
9  Programmer:
10 Comments:
11 */
12
13 /*****
14 Compiler Directives
15 (Uncomment and declare compiler directives as needed)
16 *****/
17 // #ENABLE_DYNAMIC
18 // #SYMBOL_NAME ""
19 // #HINT ""
20 // #DEFINE_CONSTANT
21 // #CATEGORY ""
22 // #PRINT_TO_TRACE
23 // #DIGITAL_EXPAND
24 // #ANALOG_SERIAL_EXPAND
25 // #OUTPUT_SHIFT
26 // #HELP_PDF_FILE ""
27 #DEFAULT_VOLATILE
28 #ENABLE_STACK_CHECKING
29 #ENABLE_TRACE
30 // #ENCODING_ASCII
31 // #ENCODING_UTF16
32 // #ENCODING_INHERIT_FROM_PARENT
33 // #ENCODING_INHERIT_FROM_PROGRAM
34 /*
35 #HELP_BEGIN
36 (add additional lines of help lines)
37 #HELP_END
38 */
39
40 /*****
41 Include Libraries
42 (Uncomment and include additional libraries as needed)
43 *****/
44 // #CRESTRON_LIBRARY ""
45 // #USER_LIBRARY ""

```

Figur 4. SIMPL+ programmeringsmiljö.

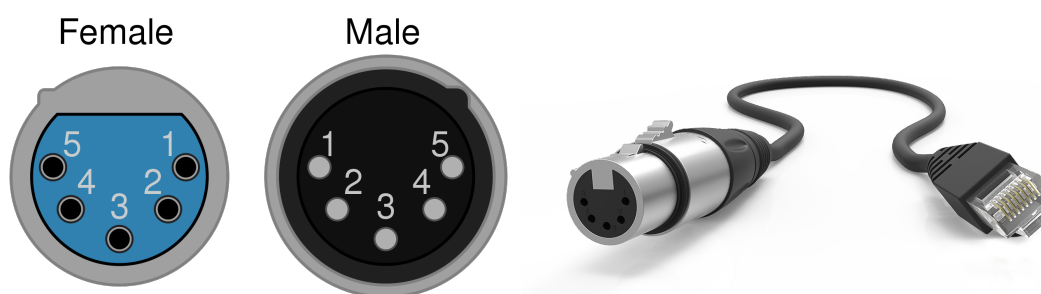
5.5.4 Vision Tools Pro

Vision Tools är Crestrons program för att skapa användargränssnitt till inmatningsenheter. Med vision tools går det att skapa användargränssnitt för Crestrons egna vägmonterade pekplattor, webbaserade användargränssnitt, Android/IOS tabletter och Android/IOS telefoner. Programmet kommer färdigt med ett brett sortiment av olika teman att använda för grafisk design, men går även att själv skapa eller att ladda ner grafiska paket till programmet. (Crestron, u.å.h).

meddelanden samt läsa meddelanden från andra enheter. Cresnets maximala längd för kabeldragning är 915 meter och kan kopplas parallellt eller i serie. (Crestron, u.å.c).

6.2 DMX 512

DMX-512 är ett standardiserat protokoll för digital kommunikation av belysning. Standarden upprätthålls av ESTA (Entertainment services and technology). DMX används oftast inom underhållningsbranschen där man vill styra belysning för till exempel en teaterscen eller en konsert, men används också exempelvis i hemautomation. Med belysningsstyrning menas ändring av ljusstyrkan, färg, temperatur eller riktning av belysningsarmaturen. DMX används också för att styra apparater, som till exempel rökmaskiner. En DMX kabel använder 3 ledare, Jord, + data och - data. Som kontakt används oftast XLR-5 men även ibland RJ-45. (Lutron, 2010).



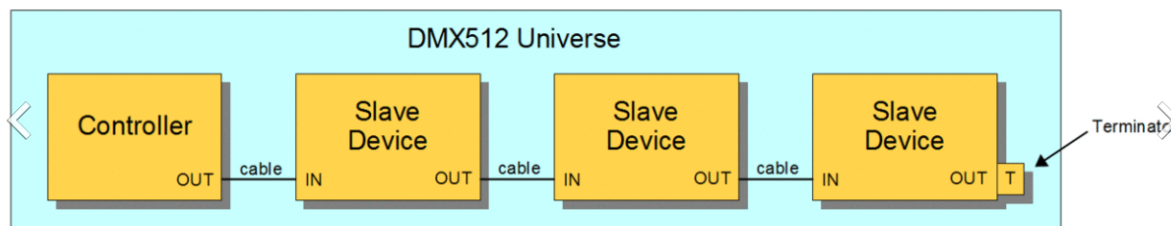
Figur 6. XLR-5 kontakter. (DMX - 512, 2009).

Figur 7. RJ-45 till XLR kontakt. (Enttec, u.å).

I ett DMX universum finns det totalt 512 kanaler. Varje kanal har 255 steg, dvs. 255 olika steg som belysningen kan regleras i. Data skickas med hjälp av pulser ifrån en styrenhet till alla armaturer. Armaturerna är seriekopplade och har oftast en DMX ingångsport samt DMX utgångsport för att kunna skicka data vidare till nästa armatur i kedjan. (Henry, u.å).

I en DMX-linje specificeras det att inte ha mera än 32 armaturer eftersom signalen blir konstant svagare ju flera armaturer den bör transporteras igenom. Ifall det behövs flera enheter inom samma universum bör det användas en så kallad fördelare, som delar upp

och förstärker signalen. I slutet av varje DMX-linje bör ett slutmotstånd kopplas till, detta är för att minska på störningar som kan uppkomma. (Henry, u.å).



Figur 8. DMX topologi. (DMX - 512, 2013).

En armatur där endast ljusstyrkan kan justeras, använder sig av en DMX kanal. Som exempel om kanalens värde är 255, är lampans ljusstyrka 100% och vid värdet 0 är ljusstyrkan 0%. En RGB lampa använder 3 kanaler för att kunna reglera färgen på lampan. Exempelvis för färgen röd skulle dessa kanaler konfigureras enligt följande: kanal 1: R = 255, kanal 2: G = 0, kanal 3: B = 0. Skulle de två ovanstående armaturerna vara i samma DMX universum skulle den första starta på kanal 1 och även sluta på kanal 1, medan den andra RGB lampan skulle börja på kanal 2 och sluta på kanal 4. Adresserna för DMX armaturer ställs med knappar på enheten. (Henry, u.å).

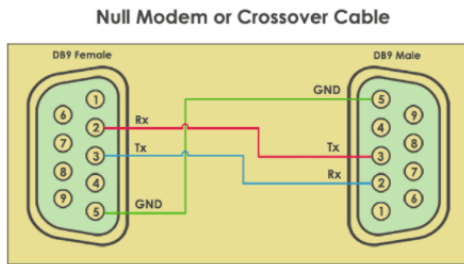
6.3 RS – 232

RS – 232 (Recommended standard) är en standard för seriell kommunikation av data. Kommunikationsprotokollet använder sig av binära data för att förmedla meddelanden. Spänningen hos protokollet varierar från -25V till +25V, där -3V till -25V är en logisk "0" och +3V till +25V är en logisk "1". (Swaroop, 2020).

RS – 232 skapades 1960 och har sedan dess använts exempelvis inom automationsindustrin för att skapa kommunikation mellan en PLC (processor) och enheter i automationssystemet som HMI, datorer, styrdon, mekaniska delar och sensorer. (Cope, 2018).

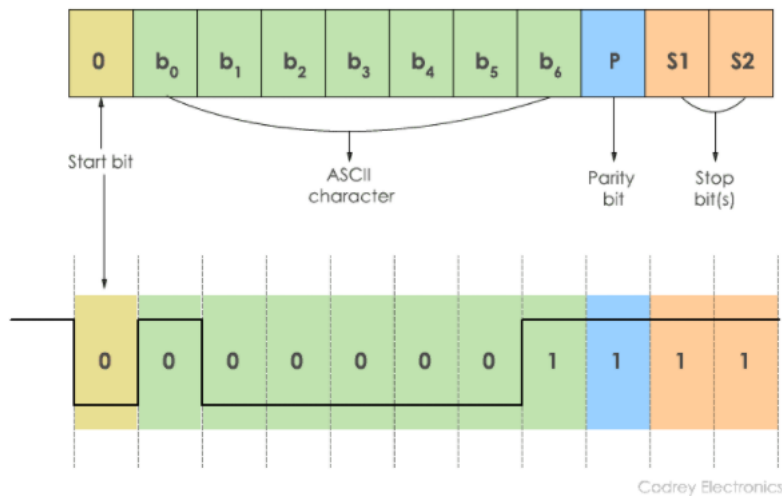
RS – 232 använder sig av en kabel med tre ledare för att kommunicera, Tx ("transmit"), Rx ("Receive") och GND. Det normala sättet att koppla RS – 232 är "crossover cable", detta innebär att i ena ändan av kabeln är + ledaren Tx och i andra är + ledaren Rx. Transmitt från

går till "recieve" vid mottagande ändan. Protokollet använder oftast DB9 kontakter. (Swaroop, 2020).



Figur 9. RS - 232 "Crossover". (Swaroop, 2020).

RS – 232 skickar data i en riktning i ASCII-format. Ett paket börjas med en startbit (0), uppföljt av 7-8 bitar i ASCII format, uppföljt av bit 9 "parity bit" är en valideringskontroll för mottagaren och till slut bit 10–12 "stopbitar". De sju bitarna i ASCII format innehåller meddelandet som vill fås fram. (Swaroop, 2020).



Figur 10. RS - 232 paket uppbyggnad. (Swaroop, 2020).

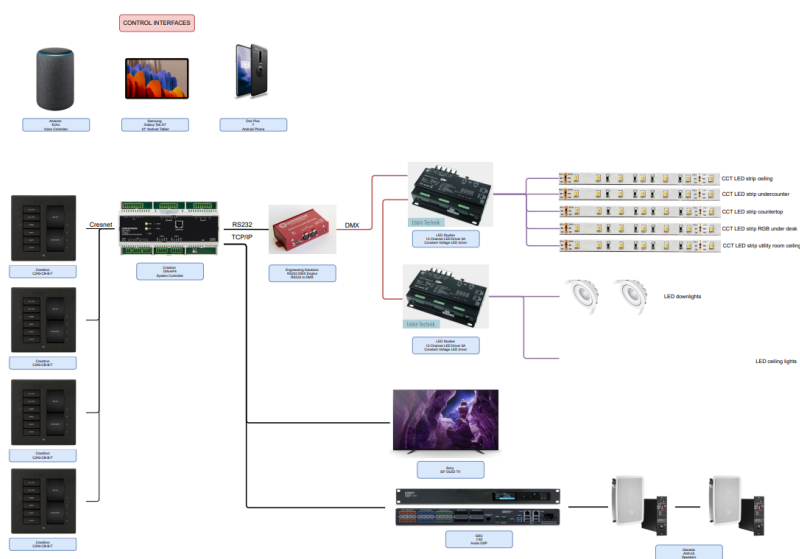
7 Hemautomation för ett kök

Examensarbetets praktiska del handlar om en konfigurering och programmering av ett hemautomationssystem, som utföres i samband med en renovering av ett kök i ett hus. Planen för projektet var att all belysning i köket skulle automatiseras. Då planen för projektet gjordes, var det ursprungligen meningen att automationssystemet även skulle innehålla styrning av en TV samt ett par högtalare, men på grund av svårigheter att få tag på hårdvara kunde detta inte förverkligas. I framtiden finns det planer för att utveckla hemautomationssystemet så att all belysning samt diverse apparater i hela huset kan styras.

7.1 Planering

Planeringen för projektet var redan gjord i förhand av husets ägare, som även är projektgivaren för den praktiska delen i examensarbetet. Personen som hade utfört planeringen hade redan från tidigare erfarenhet av hemautomation från ett tidigare projekt.

Planen för hemautomationssystemet var att kunna styra belysningen i köket med hjälp av knappsatser, Amazon Alexa (röststyrning) och pekplatta eller smarttelefon. Till planeringen hörde givetvis också valet av alla produkter som var behövliga för att systemet skulle fungera. Alla valda enheter är kompatibla och fungerar ihop.



Figur 11. Automationssystemets upplägg

7.2 Funktionsspecifikation

Innan projektets programmering kunde påbörjas skulle det fastställas vilka funktioner automationssystemet skall utföra. Kraven för systemets funktioner konstaterades fort och var tydliga.

- Belysningsstyrningen skall främst vara baserad på olika belysningsscener, så som middag, städning, matlagning och fest. Med dessa scener skall alla lampor justeras till behovet i utrymmet med endast ett knapptryck eller röstkommando.
- Belysningen skall kunna styras via en applikation på en tablett eller telefon med färdigt inställda belysnings scener samt kunna justera styrkan skilt på alla lampor i köket med hjälp av "sliders". Det skall även finnas möjlighet att släcka all belysning.
- Belysningen ska styras med röststyrning genom Amazon Alexa (smart assistent). Det skall finnas färdigt konfigurerade belysningscener som underlättar vid t.ex. matlagning. Även här möjlighet att släcka all belysning.
- Kunna styra belysningen med fyra knappsatser som är placerade på olika platser i köket. Knapparna skall styra olika belysningscener, med olika olika scener baserat på var knappsaterna är placerade. Möjlighet att släcka all belysning.

7.3 Hårdvara

Som tidigare nämnt var projektets alla produkter redan bestämda på förhand då projektet satte i gång. Alla komponenter som tillhör automationssystemet tas upp och beskrivs mer ingående i texten nedan.

7.3.1 Crestron DIN – AP3 (automations processor)

Crestrons DIN – AP3 är en DIN monterbar automations processor som är hjärnan för automationssystemet och fungerar som en centralenhet i systemet. Processorn sköter om alla enheter och händelser som sker i systemet. (Crestron, u.å.d).

Processorns ingångar och utgångar är listade nedanför.

- RJ45: Används för att få processorn kopplad till nätverket, för att kunna kommunicera med processorn och så att användargränssnittet på tabletten kan kommunicera med processorn.
- USB typ B: Kan användas för direkt kommunikation mellan en dator och processorn (vid nätverksproblem).
- 2 x RS 232/422/485: Används för att kommunicera med styrdonet som styr belysningen.
- IR/Serial: Används inte i projektet.
- Cresnet: Knappsatserna kommunicerar med processorn via Cresnet.
- 2 x lågspänningsrelä: Används inte i projektet.



Figur 12. DIN-AP3. (Crestron, u.å.d).

7.3.2 RS – 232 Driven DMX engine

Belysningsstyrningen i köket gjordes med DMX ”enginen”. Processorn i systemet skickar kommandon via RS – 232 till DMX enheten som sedan i sin tur styr lampornas driftdon. (Engineering Solutions Inc, u.å).

Enhetens ingångar och utgångar:

- 1 x RS – 232: Används för att kommunicera med systemets processor.
- 1 x DMX utgång (5 polig XLR kontakt): Används för att skicka DMX till lamporna.
- 1 x DMX utgång (3 polig XLR kontakt): Används inte i projektet.



Figur 13. RS - 232 DMX engine. (Engineering Solutions Inc, u.å).

7.3.3 Crestron C2NI knappsats

Knappsaterna i köket är tillverkade av Crestron, så som även processorn. Detta möjliggör enkel installation med Crestrons egna Cresnet. Knappsaterna har standard tryckfunktioner så som, "tap", "double tap" och "hold". Dessa går att använda för att skapa många olika styrfunktioner från en och samma knappsats. (Crestron, u.å.b).

I köket finns fyra olika knappsatser placerade, dessa är vid ingången till köket, vid diskbänken, i mitten av köket samt vid en annan ingång till köket. Alla dessa knappsatser är kopplade till samma Cresnet-port på processorn och är kopplade i serie. Som tidigare nämnt styr dessa knappar olika belysningsscener i köket.



Figur 14. Crestron C2NI knappsats. (Crestron, u.å.b).

7.3.4 Amazon Alexa echo

Amazon Alexa är en smart assistent som använder röstkommandon för att svara på frågor eller för styra exempelvis ett automationssystem. Amazon Alexa är den enhet som kommer att hantera röststyrningen till automationssystemet i köket. Som tidigare nämnt är systemet uppbyggt på olika belysningsscener, dessa är ihopkopplade med Alexa kommandon som är skapade i programmet.

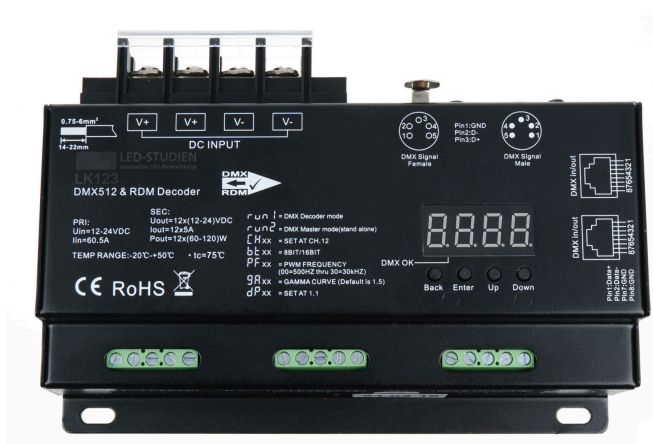


Figur 15. Amazon Alexa echo dot. (Amazon, 2022.a).

7.3.5 LED-studien DMX 12 kanalers LED driftdon

För att kontrollera samt ge ström till belysningen i köket användes två stycken LED-studien DMX drivers. Driftdonen har sammansatt totalt 24 utgångar. Driftdonen får DMX kommandon från DMX drivern och genom detta kan belysningen kontrolleras. I köket finns totalt åtta lampor som tillsammans tar upp 16 kanaler på driftdonet, eftersom det skilt går att justera varm eller kall belysning samt till och med färg på lamporna. (LED-Studien, u.å).

Varje kanal från driftdonen har en maximal effekt på 120 watt under 24 volts spänning, vilket ger en total effekt på 2880 watt för alla 24 utgångar (LED-Studien, u.å). Detta är mer än tillräckligt för belysningen som installerats i köket.



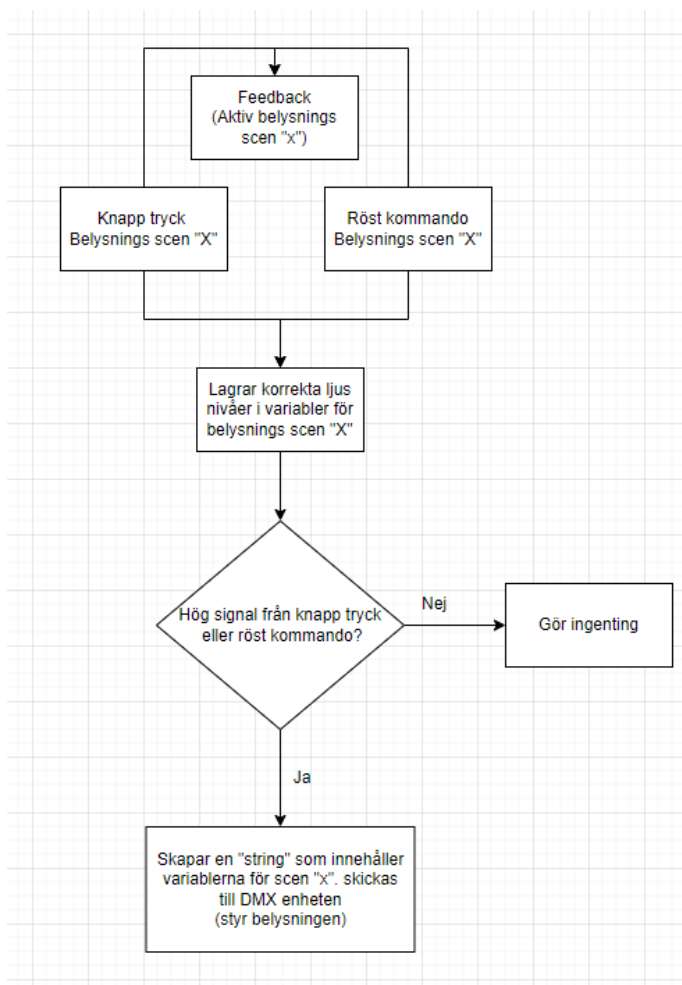
Figur 16. DMX LED driftdon. (LED-Studien, u.å).

7.3.6 Belysningen

Belysningen i köket är uppdelat i sju olika områden. Belysningen består till en stor del av led band som är belägna bakom och omkring skåpen samt arbetsytorna i köket. Utöver dessa är det också installerat några lampor som hänger från taket.

7.4 Programmeringen

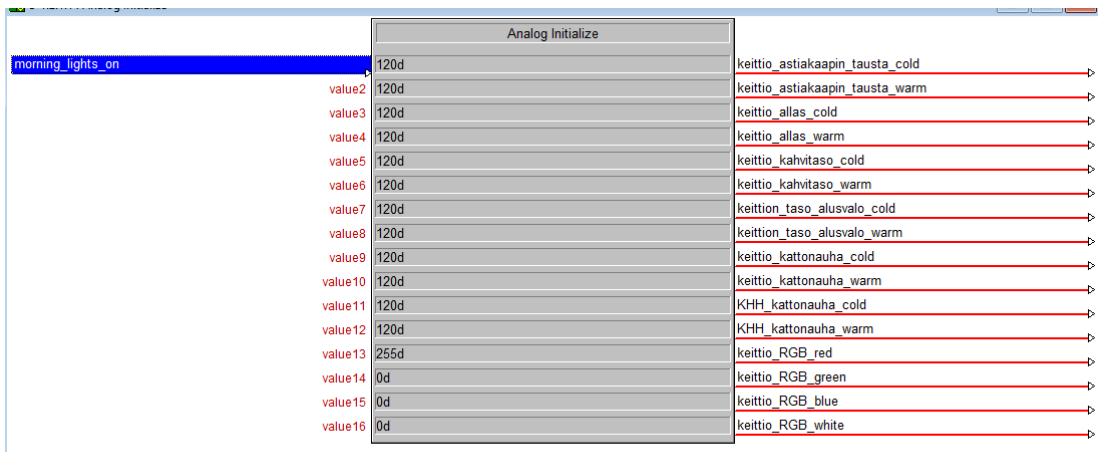
I detta stycke tas det upp en liten del av programmet som styr automationssystemet. I flödesschemat nedan förklaras programmets grundläggande funktion.



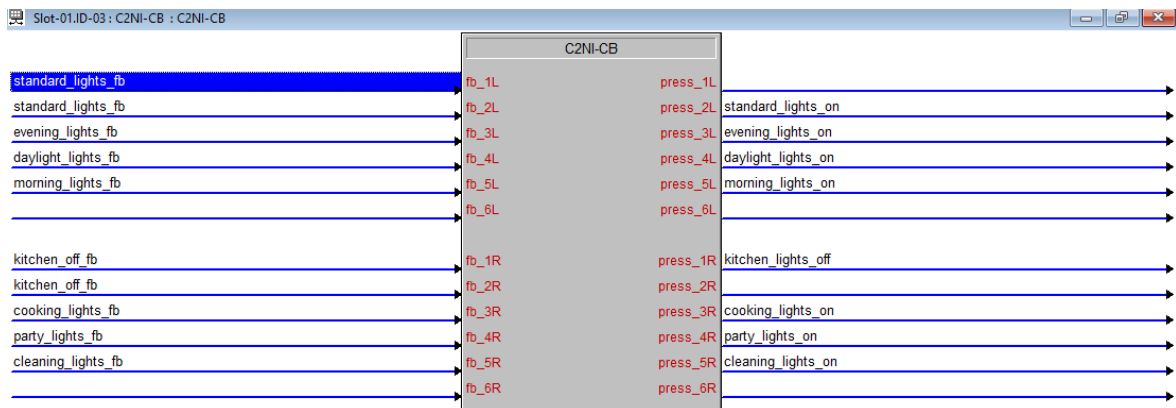
Figur 17. Flödesschema för programmets grundläggande funktion.

Programmeringen av automationssystemet gjordes i Crestrons program SIMPL Windows. Programmet är till stor del skapat med logiska block, men innehåller även en hel del skriven kod som sköter om skickandet av DMX-kommandon till belysningens driftdon.

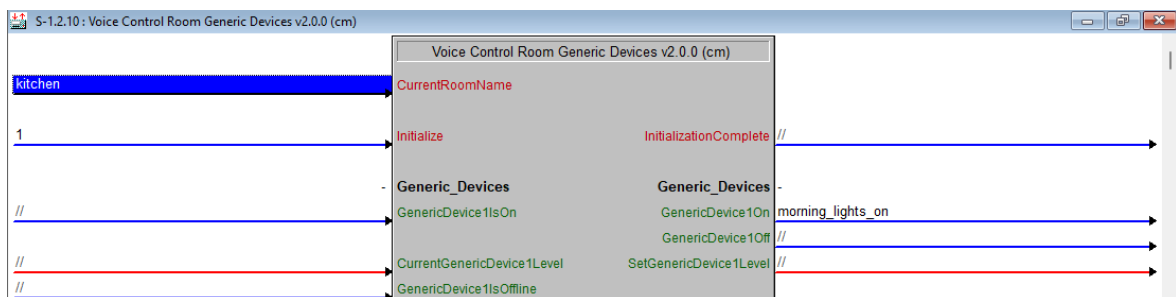
Som tidigare nämnt är systemet baserat på förinställda belysningsscener. Scenerna är skapade i programmeringsmiljön genom att skriva värden mellan 0 – 255 till variabler för alla lampor, som senare användes för att skriva och skicka kommandot till DMX protokollet. Varje lampa har en egen variabel. Värdet 0 släcker lampan medan värdet 255 är det maximala värdet och sätter lampans ljusstyrka till 100 %. Värdena på variablerna ändras enligt vilken belysnings scen som är aktiverad. Varje belysnings scen aktiveras av signaler som styrs av knapparna eller röstkommandon.



Figur 18. Exempel på hur en scen fungerar.



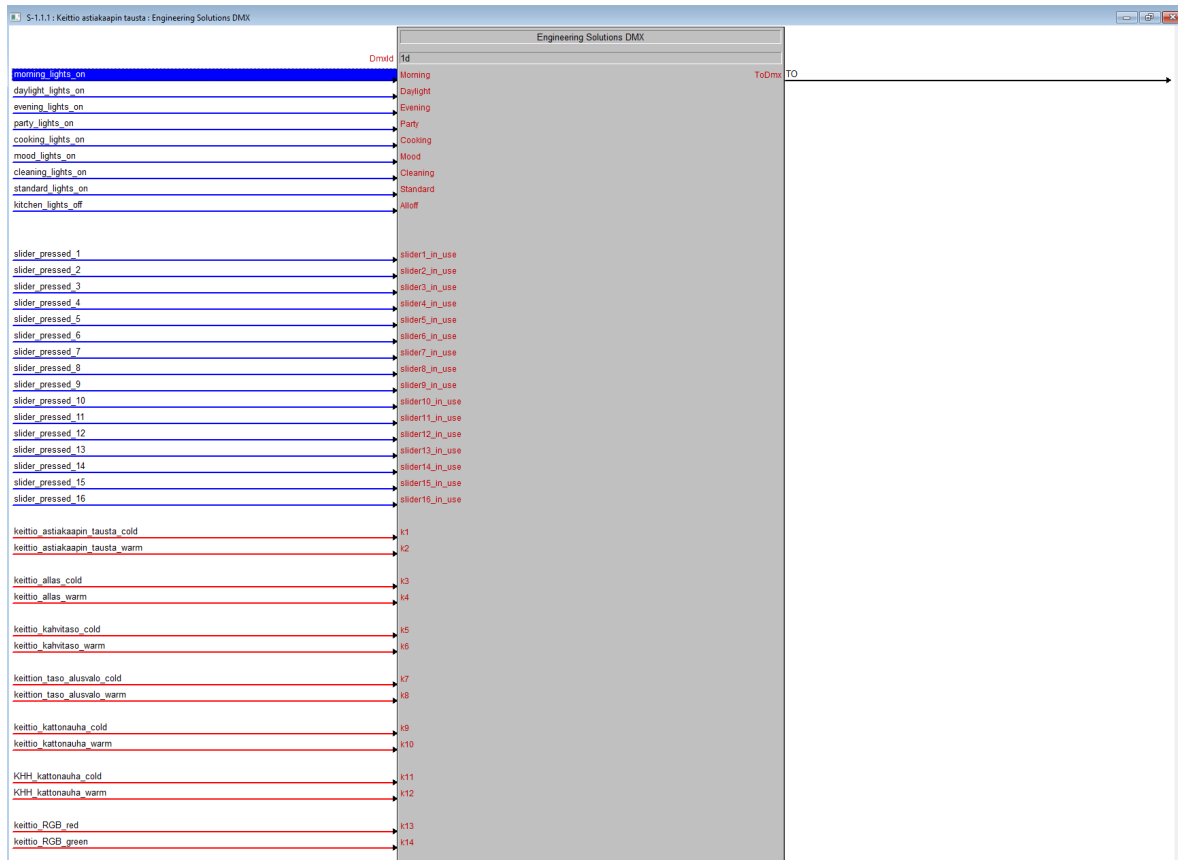
Figur 19. Programmering av knappsats 1.



Figur 20. Programmering av Alexa kommandon.

För att sedan kunna skicka dessa scener vidare till DMX enginen som styr lampornas driftdon, skapades en modul i programmet. Modulen läser in variablerna för lamporna, som från tidigare har fått ett värde. Inne i modulens kod skapas en "string", som fylls med korrekta DMX-adresser samt variablerna med värden för lamporna som skall justeras.

Stringen skickas i väg med RS 232 till DMX enginen då någon av knapparna eller röstkommandon som hör till scenerna aktiveras.



Figur 21. Modulen som sköter belysningsstyrningen.

```
function kitchen_lights()// Calling this function drives the kitchen lights
{
    delay(10);

    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId, k1, DmxId+1, k2, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+2, k2, DmxId+3, k4, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+4, k5, DmxId+5, k6, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+6, k7, DmxId+7, k8, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+8, k9, DmxId+9, k10, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+10, k11, DmxId+11, k12, scenefadetime);
    MakeString(ToDmx, "A%03u%03u,%03u%03u,%03u%03u,%03u%03u:%03u\x0d", DmxId+12, k13, DmxId+13, k14,
```

Figur 22. Kod som generar DMX string.

7.5 Testning

Då systemet var färdigt programmerat var det dags att testa systemets funktionalitet och stabilitet. Detta gjordes genom att gå igenom alla belysningsscener via knappsatserna, genom testning av alla röstkommandon samt testning av alla funktioner på applikationen i tabletten. Vid detta skede konfigurerades även alla belysningsscener enligt användarens behov. Utöver detta gjordes även ett påfrestningstest för att se hur programmet reagerar om det används som det inte är planerat att användas. Detta gjordes på några olika sätt:

- Tryck av flera knappar tillika.
- Tryck av flera knappar från olika knappsatser.
- Knaptryck tillika som systemet styrdes från tabletten.
- Knaptryck tillika som systemet styrdes med röstkommando.

Testningen var lyckad och systemet fungerade som det skulle. Ett problem som konstaterades i programmet var att "feedbacken" för vilken belysningsscen som var aktiverad inte alltid fungerade korrekt. Detta fixades ganska snabbt genom att programmera in en kort paus i programmet.

Vid testningen gick programmet steg för steg igenom med systemets ägare. Detta gjordes för att ägaren skulle förstå hur programmet är uppbyggt och hur det fungerar. Som tidigare nämnt har ägaren planer på att utvidga systemet i framtiden och därför var detta ett viktigt steg att göra så att ägaren har lättare att vidareutveckla programmet på egen hand.



Figur 23. Testning av systemet.

7.6 Resultat

Resultatet av detta projekt var ett fullt fungerande belysningsstyrningssystem. Efter testningen och små korrigeringar fungerade programmet felfritt och har visats vara stabilt under en längre tid.

Systemet uppfyller alla krav för funktionsspecifikationen som gjordes då projektet började, kraven var att:

- Systemet är byggt och baserat på färdigt konfigurerade belysningsscener.
- Styrning av belysningen går att göra via en applikation på tablett i form av belysningsscener samt att kunna styra individuella lampor med sliders.
- Belysningen kan styras med knappsatserna placerade i köket i form av belysningsscener.
- Kunna styra belysningen med röstkommandon via Amazon Alexa i form belysningsscener.

Vid skrivande stund är det januari år 2022 och projektets automationssystem samt köket skulle enligt planen vara klart tills december år 2021. På grund av komplikationer blev inte renoveringen av köket klart enligt tidsplanen och därmed kunde inte heller programmeringen av automationssystemet påbörjas. Detta ledde till att automationssystemet blev klart lite senare än planerat, i början av januari år 2022.

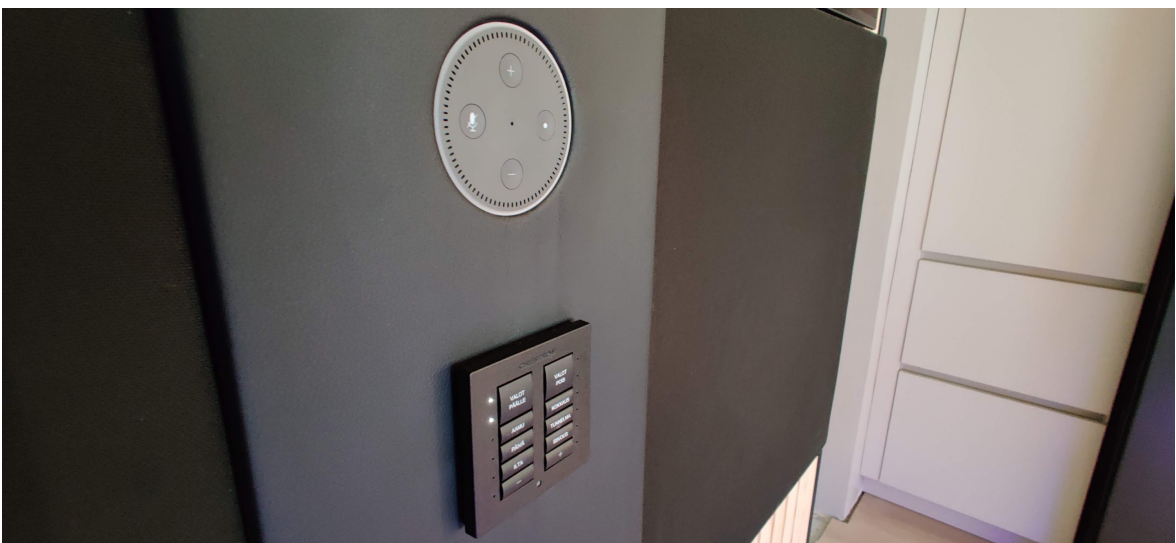
Programmet är byggt på en bra grund och kommer i framtiden vara enkelt att kunna utvidga till resten av huset.



Figur 24. Ständningsbelysning.



Figur 25. Ständningsbelysning.



Figur 26. Alexa samt Crestron knappsats.

8 Diskussion

Att programmera automationssystem med Crestrons produkter var nytt för mig då projektet satte i gång. Under min studietid har vi i skolan programmerat en hel del med logiska block samt C likande språk. Att ha en grund i dessa kunskaper underlättade mitt arbete i projektet, men då Crestron och deras produkter var något nytt för mig gick det oberoende en hel del tid åt till att lära sig om sakerna kring Crestron och deras program.

Att styra belysning med DMX var också något helt nytt för mig och jag var tvungen att testa mig fram samt söka information om hur DMX fungerar, innan jag kunde sätta i gång med den självaste programmeringen av automationssystemet.

Då jag kände att jag hade allting under kontroll, sattes programmeringen i gång. Detta framskred ganska så smärtfritt och jag stötte inte på några desto större problem under programmeringen.

Under projektets tid har jag fått handledning av projektets ledare samt kollegor på min arbetsplats som också jobbar inom automationsbranschen. Vid många tillfällen visade det sig att det var väldigt hjälpsamt att få höra någon annan persons perspektiv och lösningar på problem.

Projektet har varit otroligt intressant och lärorikt. Problem som kommer under vägen har visst varit svåra, men det har varit just dessa problem som har gett en hel del ny kunskap. Jag känner att jag genom detta arbete har fått mycket kunskap som är väsentlig inom AV- samt automations branschen. Jag anser att arbetet har varit väldigt givande med tanke på mina framtida arbetsplaner eftersom planen är att arbeta med planering samt programmering av Crestrons produkter.

9 Källförteckning

- XFINITY. (2019, 04 02). *What is home automation?* Retrieved from XFINITY: <https://www.xfinity.com/hub/smart-home/home-automation>
- Ewalt, D. M. (2011, 12 5). *Crestron Electronics: A Made-In-America Success Story*. Retrieved 11 25, 2021, from Forbes: *Crestron Electronics: A Made-In-America Success Story*
- Lutron. (2010, 7 29). *DMX-512 Fundamentals*. Retrieved 10 05, 2021, from Lutron electronics company: https://www.lutron.com/en-US/Education-Training/Documents/DMX%20webinar_7-29-2010.pdf
- Enttec. (u.å). *DMX to RCA*. Retrieved 10 10, 2021, from Enttec: https://www.enttec.com/wp-content/uploads/2017/02/cropped_70053-SHADOW-PERSP-ID-2918218_1388x623_acf_cropped.png
- evolution, IOT. (2014, 4 22). *The history of smart homes*. Retrieved 11 22, 2021, from evolution, IOT: <https://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/376816-history-smart-homes.htm>
- Tholen, C. (2021, 4 29). *What are the benefits of home automation?* Retrieved 10 07, 2021, from Safewise: <https://www.safewise.com/faq/home-automation/home-automation-benefits/>
- ENGIE. (U.Å). *The Pros and Cons of Home Automation Systems*. Retrieved 10 07, 2021, from Think energy: <https://www.thinkenergy.com/pros-cons-home-automation?mythink>
- Encompass. (U.Å). *The Pros and Cons of Smart Home Technology*. Retrieved 10 15, 2021, from Encompass: <https://www.encompassinsurance.com/insurance-resources/articles/home/smart-home-technology.aspx>
- Henry, D. (u.å). *DMX512 for lightning explained*. Retrieved 10 20, 2021, from learnstagelighting: <https://www.learnstagelighting.com/what-is-dmx-512/>
- Swaroop. (2020, 11 11). *What is RS232*. Retrieved 01 11, 2022, from Codrey Electronics: <https://www.codrey.com/embedded-systems/rs232-serial-communication/>
- Cope, K. (2018, 09 17). *What is RS232*. Retrieved 01 11, 2022, from Realpars: <https://realpars.com/rs232/>
- Watts, C. (2016, 06 16). *The keypad: The ideal interface*. Retrieved 01 11, 2022, from Control4: <https://www.control4.com/blog/379/the-keypad-the-ideal-interface-for-personalization/>
- Vera. (u.å). *Importance of Home Automation Sensors*. Retrieved 01 22, 2022, from Vera.
- Elitedali. (2021, 11 16). *Lightning control module*. Retrieved 01 26, 2022, from Elitedali: <https://elitedali.com/lighting-control-module-core-of-intelligent-lighting/>

- Pullen, T. (2020, 5 11). *Heating controls explained*. Retrieved 01 26, 2022, from Homebuilding & renovating: <https://www.homebuilding.co.uk/advice/heating-controls>
- My alarm center. (u.å). *The history of home automation*. Retrieved 01 26, 2022, from My alarm center: <https://myalarmcenter.com/blog/the-history-of-home-automation/#:~:text=Though%20never%20commercially%20sold%2C%20ECHO,turn%20appliances%20on%20or%20off.>
- Midrack, R. (2021, 10 4). *What is a smart plug*. Retrieved 01 26, 2022, from Lifewire: <https://www.lifewire.com/what-is-a-smart-plug-4159890#:~:text=A%20smart%20plug%20is%20a,voice%20through%20a%20virtual%20assistant.>
- Kong, S. H. (2020, 3 19). *What are smart curtains?* Retrieved 01 26, 2022, from Localiiz: <https://www.localiiz.com/post/tech-smart-home-technology-curtains-somfy>
- Altunian, G. (2021, 9 7). *Use a speaker switch for easy multi room audio*. Retrieved 01 28, 2022, from Lifewire: <https://www.lifewire.com/speaker-selector-multi-room-audio-3134647>
- Engineering Solutions Inc. (u.å). *RS-232 Driven DMX Engine*. Retrieved 01 28, 2022, from Engineering solutions: <http://response-box.com/gear/2010/04/rs-232-driven-dmx-engine/>
- LED-Studien. (u.å). *12-Channel DMX Controller*. Retrieved 01 28, 2022, from LED-Studien: <https://shop.led-studien.de/de/pixel-digital-dmx/dmx-komponenten/12-kanal-dmx-rdm-led-controller-12x5a-30khz-16-bit-xlr-5>
- Bendtsen, M. (2015, 10 3). *What is a KNX smart home*. Retrieved 02 09, 2022, from BEMI: <https://www.bemi.fi/what-is-knx-smart-home-or-building/>
- DIGI. (u.å). *Zigbee wireless mesh networking*. Retrieved 02 09, 2022, from DIGI: <https://www.digi.com/solutions/by-technology/zigbee-wireless-standard>
- Carlsen, J. (2021, 10 18). *Outfitting your smart home: Zigbee devices*. Retrieved 02 09, 2022, from <https://www.safewise.com/zigbee-devices/>
- Lamkin, P. (2022, 01 14). *Z-Wave explained*. Retrieved 02 09, 2022, from <https://www.the-ambient.com/guides/zwave-z-wave-smart-home-guide-281>
- VHT. (2019, 11). *What is the right user interface for your smart home?* Retrieved 01 20, 2022, from VHT: <https://www.valleyhometheater.com/what-is-the-right-user-interface-for-your-smart-home/>
- Home automation. (2021, 10 29). *Wikipedia*. Retrieved 11 22, 2021, from https://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation
- DMX - 512. (2009, 6 26). *Wikipedia*. Retrieved 10 10, 2021, from https://en.wikipedia.org/wiki/DMX512#/media/File:XLR5_pinouts.svg
- DMX - 512. (2013, 04 10). *Wikipedia*. Retrieved 10 10, 2021, from <https://en.wikipedia.org/wiki/DMX512#/media/File:SimpleDmxUniverse.gif>

- Crestron Electronics. (2021, 9 14). *Wikipedia*. Retrieved 11 25, 2021, from https://en.wikipedia.org/wiki/Crestron_Electronics
- El Pro Cus. (u.å.). *What are Communication Protocols & Their Working*. Retrieved 10 20, 2021, from El Pro Cus: <https://www.elprocus.com/communication-protocols/>
- Crestron. (u.å.a). *About Crestron*. Retrieved 11 25, 2021, from Crestron: [crestron.com/about/company-overview-information](https://www.crestron.com/about/company-overview-information)
- Crestron. (u.å.b). *C2NI keypad*. Retrieved 01 28, 2022, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Surfaces/Keypads/Cameo-Keypads/C2NI-CB-A-T>
- Crestron. (u.å.c). *Cresnet*. Retrieved 01 11, 2022, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Interconnects,-Interfaces-Infrastructure/Infrastructure/Cresnet-Cables/CRESNET-NP-BK-B500>
- Crestron. (u.å.d). *DIN-AP3*. Retrieved 01 28, 2022, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/DIN-AP3>
- Crestron. (u.å.e). *SW-SIMPL*. Retrieved 12 16, 2021, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Software/Control-System-Software/SW-SIMPL>
- Crestron. (u.å.f). *SW-SIMPL-PLUS*. Retrieved 12 16, 2021, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Software/Control-System-Software/SW-SIMPL-PLUS>
- Crestron. (u.å.g). *SW-TB*. Retrieved 12 16, 2021, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Software/Development-Software/SW-TB>
- Crestron. (u.å.h). *Vision tools pro*. Retrieved 02 10, 2022, from Crestron: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Software/Development-Software/SW-VTPRO-E>
- Amazon. (2022.a). *Amazon Alexa*. Retrieved 01 28, 2022, from https://www.amazon.com/Echo-Dot-3rd-Gen-Charcoal/dp/B07PGL2WRB/ref=sr_1_2?crd=2QH4D7TOLVC9&keywords=alexa&qid=1643358595&srefix=alex%2Caps%2C197&sr=8-2
- Amazon. (2022.b). *How does Alexa work?* Retrieved 01 12, 2022, from Amazon: <https://www.amazon.com/how-does-alexa-work/b?ie=UTF8&node=21166405011>