

CHALMERS



Automatisk styrning av växtlampor i växthus

Master of Science Thesis Computer Science and Engineering Programme

PER DÜRING

Chalmers University of Technology
University of Gothenburg
Department of Computer Science and Engineering
Göteborg, Sweden, January 2011

The Author grants to Chalmers University of Technology and University of Gothenburg the non-exclusive right to publish the Work electronically and in a non-commercial purpose make it accessible on the Internet.

The Author warrants that he/she is the author to the Work, and warrants that the Work does not contain text, pictures or other material that violates copyright law.

The Author shall, when transferring the rights of the Work to a third party (for example a publisher or a company), acknowledge the third party about this agreement. If the Author has signed a copyright agreement with a third party regarding the Work, the Author warrants hereby that he/she has obtained any necessary permission from this third party to let Chalmers University of Technology and University of Gothenburg store the Work electronically and make it accessible on the Internet.

Automatisk styrning av växlampor i växthus

Per Düring

© Per Düring, January 2011.

Examiner: Arne Linde

Chalmers University of Technology
University of Gothenburg
Department of Computer Science and Engineering
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Department of Computer Science and Engineering
Göteborg, Sweden January 2011

Sammanfattning

I dagens samhälle blir det allt mer intressant att spara energi, dels med tanke på miljön och dels för att minska på utgifterna. Denna energi ska sparas på ett sådant sätt att effekten för användarna blir så liten som möjligt.

I denna rapport beskrivs hur ett reglersystem kan byggas för att minska energiförbrukningen hos växthus genom att reglera belysningen på ett effektivt sätt. Systemet är helt automatiskt vilket gör att användarna inte behöver tänka på styrningen av lamporna alls när väl systemet är uppsatt och konfigurerat.

För att styra lamporna på ett bra sätt mäts det inkommande ljuset med en PAR-sensor. Lamporna tänds och släcks därefter beroende på ljusmängden och även på hur varmt, eller kallt, det är i växthusen.

Styrningen av belysningen sker med en mikrokontroller från Microchip, en PIC18F4620 som är programmerad i C18. Kringkomponenter som portexpansioner, klocka och reläer användes också för att bygga ett bra reglersystem.

Resultatet är att det är möjligt att bygga ett reglersystem med begränsad budget som styr lamporna på ett effektivt sätt. Systemet väntas även att minska energiförbrukningen. Dessa effekter har inte gått att se då systemet inte har varit fullt inkopplat när denna rapport skrevs.

Abstract

Energy savings is very important these days in both an economical and environmental way. The energy that is being saved should be done in such a way that the negative effects on the user are kept to a minimum.

This report describes how a control system can be built the lower the energy consumption in green houses by controlling the lights in an efficient way. The system is fully automatic which makes that the users do not have to think about the light control when the system is installed and configured.

To control the lights in a good way the incoming sunlight is measured by a PAR-sensor. The lights are then regulated depending on the incoming sunlight. The system also regulates the lights depending on temperature, the lights is turned off if it is to hot and the lamps can be turned on to be used as heaters.

The system is controlled by a PIC from Microchip. This microcontroller is programmed in C18 which is a C language that Microchip has made for their microcontrollers. Additional components such as portexpander, clock and relays was also used in order to make a good control system.

It is possible to build a automatic system that control the lights in green house whit a limited budget. The system is expected to reduce the energy consumption. However, when this report was written the system had not yet been tested in reality.

Förord

Detta examensarbete är utfört vid institutionen för Data- och informationsteknik vid Chalmers 2010.

Jag vill tacka alla som har varit delaktiga i detta examensarbete, min handledare Arne Linde, Malin Planander som kontaktperson på Miljöbron och framförallt vill jag tacka personalen på Botaniska trädgården i Göteborg för det trevliga och givande samarbetet.

Göteborg, november 2010

Per Düring

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Problembeskrivning.....	3
1.3 Uppgift.....	3
2 Bakgrund.....	4
2.1 Mätning av solljus.....	4
2.1.1 Fotosyntes och ljus	4
2.1.2 Ljussensor	5
2.2 Temperatursensor	5
2.3 Styrenhet	6
2.4 Användarinterface.....	6
2.5 Av- och påslagning av lampor.....	6
2.6 Strömförsörjning	6
2.7 Systemet	7
2.8 Störningar	7
3 Elektronikkonstruktion	9
3.1 Inledning.....	9
3.2 Systemets uppbyggnad	9
3.2.1 Mikrokontrollern	9
3.2.2 Portexpansion.....	10
3.2.3 Klocka	10
3.2.4 Minne	11
3.2.5 Ethernetmodul	11
3.2.6 Ljussensor	11
3.2.7 Temperatursensor	13
3.2.8 Användarinterface	13
3.3 Matningsspänningar.....	15
3.4 Optokopplare	15
3.5 Reläer.....	15
4 Mjukvaran.....	16
4.1 Inledning.....	16
4.2 Beslutsfattning hos systemet	16

4.3 Fördröjning	17
4.4 Temperatursensorerna.....	18
4.5 Internet.....	18
5 Resultat och slutsats.....	20
5.1 Funktion.....	20
5.2 Ytterligare energisparning.....	21
5.3 Alternativa användningsområden	21
6 Förbättringar	22
6.1 Ytterligare styrningar.....	22
6.2 Internet styrning.....	22
6.3 Loggning av data.....	22
6.4 Ingångar.....	22
7 Referenser	23
Appendix	
Användarhandbok	
Kretsschema	
Komponentlista	
Kretskortslayout	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Detta examensarbete är utfört vid Göteborgs botaniska trädgård i samarbete med Miljöbron. Examensarbetet är en del i utbildningen för elektronikingenjörer och omfattar 30hp.

I Göteborgs botaniska trädgård finns ca 15 växthus. De flesta är igång året runt medan något enstaka bara drivs under våren. Alla växthus är inte till för allmänheten utan ett par används för att driva fram växter som vid ett senare tillfälle ska sättas ut i parken. För att de olika växtsamlingarna ska kunna växa i växthusen krävs speciella växtlampor. I dagsläget finns totalt ca 130st 400W lampor som är tända olika många timmar. Detta är ett resultat dels av att olika växter behöver olika mycket ljus, dels av de naturliga variationerna i antal soltimmar under året.

Växtlamporna drar mycket energi och då Göteborgs botaniska trädgård har ett önskemål om att minska sin energiförbrukning är en översyn av belysningen i växthusen en väldigt viktig del.

1.2 Problembeskrivning

Lamporna till växthusen styrs idag av timers som slår av och på lamporna vid givna tider. Detta kan resultera i att lamporna är på när solen skiner som mest. Detta får anses som onödigt då lamporna endast tillför en väldigt liten mängd ljus i förhållande till solen. Dessutom genererar lamporna en ansevärd mängd värme. Denna värme, speciellt på sommaren, kan vara ett problem för vissa arter som är anpassade till kallare klimat.

För att minska energiförbrukningen går personalen och manuellt slår av och på ljuset under dagen beroende på vädret. Då personalen inte alltid är i växthusen under dagen kan lamporna ibland vara på trots att solen skiner med full styrka.

Det finns system som är konstruerade för växthus och kan styra belysning, uppvärmning, fläktar, gardiner m.m. Dessa system är konstruerade med energi i tankarna, de optimerar energiförbrukningen men de tar inte hänsyn till växterna på ett bra sätt [1].

1.3 Uppgift

Ett system ska konstrueras som styr belysningen i växthusen. Systemet ska mäta ljusmängden som kommer från solen. Om ljusmängden från solen överskrider ett visst värde ska lampor i växthusen släckas. Då lamporna slits under tändningsfasen bör lamporna inte tändas och släckas mer än nödvändigt. Därför bör systemet även vara uppdaterat om förväntat väder under dagen genom t.ex. vara ansluten till internet.

I vissa av växthusen finns det bergsväxter som växer i ett väldigt kallt klimat. Dessa växter ska ha det svalt för att trivas optimalt. Då lamporna genererar en ansevärd mängd värme måste lamporna stängas av om det blir för varmt i växthuset.

2 Bakgrund

Systemet är tänkt att spara energi genom att styra lamporna efter det inkommande solljuset. För att få en uppfattning av hur mycket energi detta system skulle kunna spara görs följande beräkning.

De lampor som ska styras är av typen metallhalogen. Dessa lampor är på 400W och drivs med en spänning av 230V. Lamporna är av den äldre typen som har en stor magnetiskballast för att begränsa strömmen som går genom lampan. Denna ballast fasvrider strömförsörjningen och därför används två kondensatorer för att kompensera denna fasvridding. Då många av lamporna är gamla och sitter på ställen i växthusen som är svåra att komma åt är det ovisst hur mycket nytta kondensatorerna verkligen gör.

I de växthus som ska regleras finns det 20 lampor. Var och en av dessa lampor konsumerar minst 0,4kW. Enligt SMHI [2] får Göteborg omkring 1800 soltimmar varje år. Om det sedan antas att 900 av dessa 1800 timmar solljus infaller på ett sådant sätt i växthusen att extra lampor anses överflödiga och att personalen endast stänger av lamporna i hälften av dessa timmar kan det beräknas hur mycket energi ett nytt system skulle kunna spara:

$$20 * 0,4 * 1800 * 0,5 * 0,5 = 3600 \left[st * \frac{kW}{st} * timmar * andel * andel = kWh \right]$$

Att reglera lamporna med ett regelsystem istället för manuellt skulle ge en energiminskning på 3,6MWh per år. Utöver själva minskningen av energiförbrukning tillkommer fördelar som att personalen slipper reglera manuellt och att växterna får ett bättre klimat att växa i.

2.1 Mätning av solljus

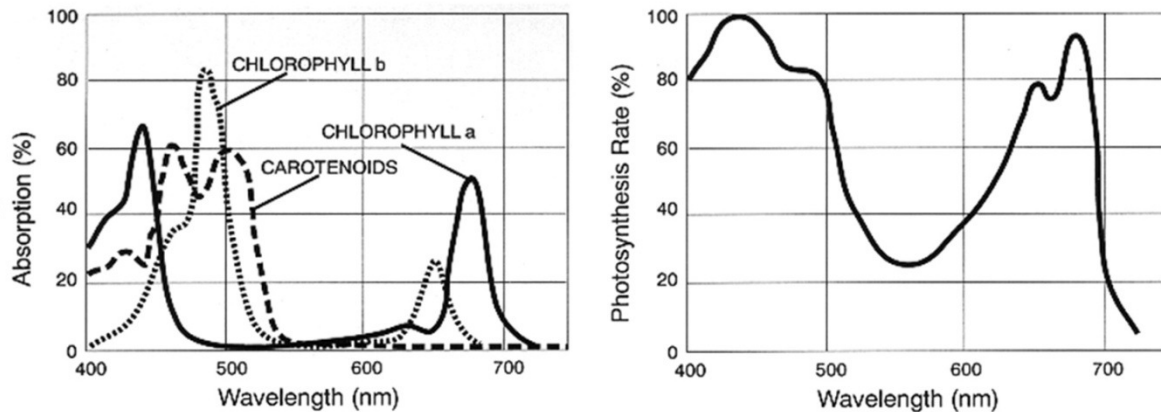
För att kunna reglera lamporna utifrån hur mycket ljus solen ger behövs det en sensor. Det finns många olika sensorer på marknaden som mäter ljus. Dessa sensorer är oftast anpassade att mäta ljus som det mänskliga ögat uppfattar det eller den mängd energi som finns i ljuset.

2.1.1 Fotosyntes och ljus

För att växter ska kunna växa behöver de näring och ljus. Näringen får de från jorden de är planterade i via rötterna, de får även näring via bladen i form av koldioxid och syre. Ämnet i växterna som tar tillvara på ljuset så att växten kan fotosyntesera kallas för klorofyll. Det finns olika sorters klorofyll men de mest ljuskänsliga i växter är klorofyll a, klorofyll b och karotenoider. De ämnena triggas till största del av synligt ljus i området 400-700nm. Av denna anledning kallas ljus i detta område för "Photosynthetically Active Radiation" eller PAR. Den vanligaste enheten när PAR mäts är $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Under fullt solsken ger ljusstyrkan 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ [3]. Detta är alltså en enhet som visar hur mycket inkommande ljus som växterna kan ha nytta av.

Fördelen med att mäta PAR istället för energi är att man får en bättre bild av hur mycket användbart ljus växterna får. Man kan sedan ställa in hur mycket PAR som växterna behöver och systemet sköter sedan regleringen av ljuset i form av att tända och släcka lamporna.

Till vänster i Figur 1 visas hur mycket ljus vid en viss frekvens som de olika klorofyllerna absorberar. Om de absorberar mycket ljus är de mer aktiva och växten växer således mera. Till höger i figuren visas hur väl en viss frekvens ljus används i växten.



Figur 1. Hur väl ljuset används av de olika klorofyllerna respektive hur väl växten använder en viss våglängd.
<http://www.life.illinois.edu/govindjee/paper/gov.html>

2.1.2 Ljussensor

Då systemet riktar sig mot att växterna är det lämpligt att styra lamporna utifrån PAR. Detta är en fördel då det exakta växtljuset kan mätas tillskillnad från om en energimätare hade används då dessa energimätare mäter på ett mycket bredare spektrum av ljus. Sensorn kommer sitta inne i växthuset där det ofta är en väldigt hög luftfuktighet. Därför behöver sensorn dessutom vara väl skyddad mot fukt.

2.2 Temperatursensor

Temperatursensorernas uppgift är att mäta temperaturerna i de olika växthusen som de sedan sänder vidare till styrenheten. Utifrån denna information kan styrenheten välja om lamporna i ett visst växthus ska tändas eller släckas. Lamporna avger en ansevärd mängd värme vilket är en nackdel på sommaren men det kan användas på vinter för att ge växthusen extra värme, även om solen ger tillräckligt med ljus.

Det finns olika sätt hur temperaturen kan mätas och hur informationen överförs till systemet. Trådlösa sensorer mäter temperaturen och skickar sedan denna information trådlöst till styrenheten. Dessa sensorer är enkla att installera då ingen sladd behöver dras. Nackdelen med dem är att de kostar betydligt mer och att batteriet behöver bytas ibland. De temperatursensorer som är trådburna kan delas in i två stora grupper, de sensorerna som varierar sin resistans med temperaturen och de sensorer som skickar ut temperaturen digitalt. Nackdelen med de resistiva sensorerna är att de måste kalibreras när de väl är inkopplade då längden på kabeln som de är anslutna till systemet inte är känd från början. Ett alternativ skulle vara att mäta resistansen med 4-trådsmätning men det skulle kräva ytterligare två sladdar per sensor. Dessutom kan flera resistiva sensorer inte kopplas samman och kräver därför att flera sladdar dras.

Då sensorerna ska vara placerade inne i växthusen där det kan vara riktigt fuktiga miljöer är det viktigt att de skyddas på ett bra sätt från fukt.

2.3 Styrenhet

Styrenhetens uppgift är att bestämma hur lamporna ska tändas och släckas utifrån sensorerna och hur användare har konfigurerat systemet. Systemet ska ha tillgång till bl.a. klocka, internet och ett minne som bibehåller informationen även om det blir ett strömavbrott.

De flesta av dessa uppgifter skulle gå att programmera in i en FPGA. En av nackdelarna med att använda en FPGA är att det skulle ta väldigt lång tid att programmera allt, t.ex. att programmera en Ethernet-modul skulle ta åtskilliga timmar att göra. Dessutom skulle utvecklingen av kretskortet försvåras då de flesta FPGA:er är väldigt svåra att löda förhand.

Ett annat alternativ är att använda en mikrokontroller. Dessa är billigare och går lätt att programmera i något högnivåspråk som t.ex. C. Till denna mikrokontroller kan sedan olika moduler anslutas som underlättar utvecklingen av ett system.

Då själva styrenheten kommer att vara placerad i anslutning till växthusen men inte i dessa behöver styrenheten inte vara skyddad mot hög luftfuktighet.

2.4 Användarinterface

Då systemet har många inställningar är det viktigt att användaren har lätt att navigera runt bland dessa. För att användaren ska kunna hantera systemet på ett bra sätt känns det naturligt att en tydlig display ska finnas. Den ska sedan finnas olika knappar för användaren att navigera runt i olika menyer för att ändra systemets egenskaper.

2.5 Av- och påslagning av lampor

Då lamporna som styrs sitter i grupper med upp till 6 lampor per grupp och varje lampa konsumerar minst 400W och drivs med en spänning på 230V kräver det att styrningen klarar minst 11A kontinuerligt. Då kondensatorerna som ska kompensera fasvridningen i lamporna kan vara helt ur funktion går det inte att säga hur strömförsörjningen till lamporna fasvrids. Det går således inte heller att veta hur stor strömmen är i det ögonblicken de 6 lamporna slås på.

En FPGA eller mikrokontroller har inte möjligheten att direkt styra den elektriska av- och påslagningen av lamporna direkt. Systemet kommer därför behöva någon form av relä eller triac.

Fördelen med triacs eller SSR (Solid State Relay) är att den inte har några rörliga delar vilket gör att de inte slits på samma sätt som ett vanligt relä. En annan fördel med dessa är att de ofta har en funktion som minskar strömrusning vid av- och påslagning.

Nackdelen med dessa är att de genererar mer värme när de är påslagna. Dessutom är de känsligare för fasvridning än vanliga relä vilket man behöver kompensera för [4]. Om triacs används kommer även 230V att behöva finnas på kretskortet vilket inte är önskvärt.

2.6 Strömförsörjning

Om systemet kommer att använda reläer så behövs det en spänning på 24V för att styra dem. Det kommer alltså behövas två spänningar 24V och 5V för systemet.

För att minska risken att störningar kommer in i systemet via strömförsörjningen används galvaniskfrånskilda omvandlare.

För att minska på energiförlusterna kommer switchaderegulatorer i form av DC/DC omvandlare att användas. Dessa omvandlare har en hög effektivitet, ofta över 80%. Till skillnad från de äldre linjära omvandlarna har de nya mycket mindre effektförluster då de inte bränner bort någon energi i en spänningsstabilisator. Nackdelen med DC/DC-omvandlare är att dessa kan generera en viss mån av störning på spänningen, men detta anses inte vara något problem i detta system.

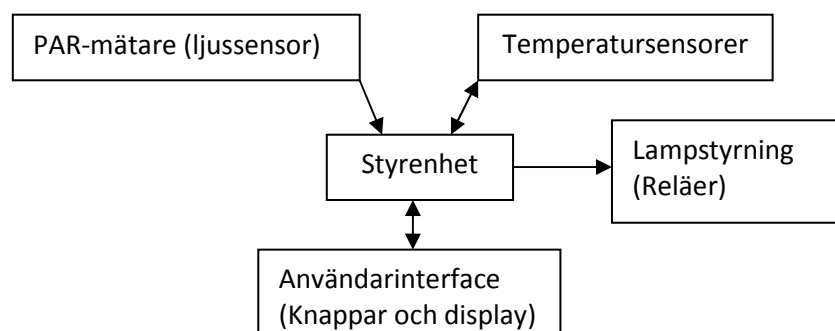
Från båda spänningarna konsumeras det ett antal Watt från. Detta gör att inte enbart räcker med att spänningen transformeras utan det måste även gå att få ut en viss effekt vid den transformerade spänningen.

Några alternativ till lösning för flera spänningar är:

- **Två separata AC/DC-batterieliminators för 5V respektive 24V**
Denna lösning skulle ge två galvanisktfrånskilda spänningar direkt. Nackdelen är att två batterieliminators skulle behöva vara anslutna till systemet, vilket kan kännas som klumpigt och fult av användare. Dessutom skulle det behövas en 1:1 DC/DC omvandlare för att skapa de galvanisktfrånskilda spänningarna som systemet kommer att behöva.
- **En AC/DC-batterieliminators som ger 5V, DC/DC-omvandlare som genererar 24V**
Att ha en batterieliminators på 5V och sedan transformera upp denna spänning till 24V är i sig inget problem. Men då det ska kunna tas ut en viss effekt från 24V-spänningen kommer denna lösning att bli onödigt kostsam. Dessutom kommer systemet vara uppdelat med flera 5V-system. Det behövs då även en 1:1 DC/DC-omvandlare i detta fall.
- **En AC/DC-batterieliminators som ger 24V, DC/DC-omvandlare som genererar 5V**
Att använda en batterieliminators och sedan två DC/DC-omvandlare för att få alla de nödvändiga spänningarna är både billigare och smidigare för användaren. Att transformera ner 24V till 5V och dessutom kunna ta ut en viss mängd Watt vid 5V är ett mycket enklare och billigare problem än det omvända.

2.7 Systemet

Nedan i Figur 2 kan en överblick över systemet ses.



Figur 2. Överblick på systemet

2.8 Störningar

Då systemet har några externa sensorer anslutna till sig via relativt långa sladdar kan problem med potentialskillnader och, som en följdfekt, kryptströmmar uppstå. För att minska risken att

eventuella störningar i form av potentialskillnader tar sig in i systemet via de externa sensorerna behöver dessa ingångar till systemet säkras. Detta görs dels genom användning av optokopplare.

Dessutom bör mikrokontrollern skyddas i största mån från ev. spänningsspikar från reläerna. Dessa två uppgifter kan en optokopplare med en utgångstransistor lösa. Då aktiviteten på styrningen av reläerna kommer vara mycket låg finns det inga krav på bandbredden hos optokopplaren eller transistorn. Det viktiga är att transistorn har en tillräckligt hög förstärkning att ge reläerna 24V.

3 Elektronikkonstruktion

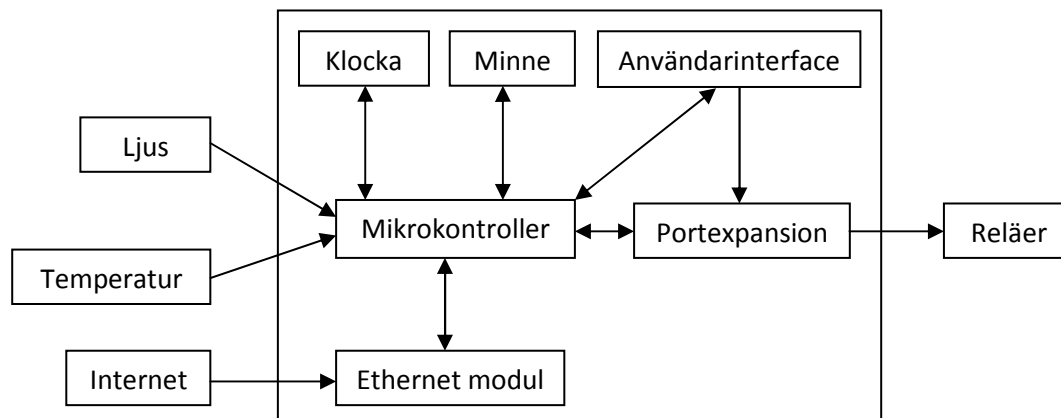
3.1 Inledning

De funktioner systemet i huvudsak har är:

- Mäta inkommande ljus
- Mäta temperaturen
- Agera timer
- Hämta information om vädret på internet
- Utifrån informationen ovan tända och släcka lampor

3.2 Systemets uppbyggnad

Nedan beskrivs ingående hur systemet är uppbyggt. Figur 3 visar styrenhetens uppbyggnad.



Figur 3. Styrenhetens uppbyggnad

3.2.1 Mikrokontrollern

För att kunna styra lamporna utifrån vad de olika sensorerna och kringkomponenterna ger behövs en styrenhet. Styrenheten ska kunna avläsa de olika sensorerna och den ska även kunna ställas in så att önskad funktion på de olika lamporna uppnås. Systemet har inga krav att det ska vara snabbt, istället är det viktigt att det är robust och lätt för användaren att styra och konfigurera efter användarens önskemål.

För att lösa detta användes en mikrokontroller från Microchip. För att underlätta utvecklingen av systemet valdes en lite kraftigare mikrokontroller, PIC18F4620 [5], då tillverkaren tillhandahåller ett C-språk som heter C18 till dessa. Att en PIC valdes istället för t.ex. en AVR var erfarenheter och utvecklingsmiljön redan fanns för PIC.

Som många andra av Microchips mikrokontroller har även denna, hårdvaru SPI/I²C och A/D-omvandlare, integrerad kristall, Watchdog timer och upp till 36 stycken I/Os. Den har även ett inbyggt EEPROM-minne där det är möjligt att spara information som inte får tappas då mikrokontrollern förlorar strömförsörjningen.

Den programmeraren som användes var MPLAB ICD2, vilket är både en programmerare och en debugger. Fördelen med att ha en kombinerad programmerare och debugger är att programmet kan först laddas ner i mikrokontrollern och därefter kan programmet stegas igenom när mikrokontrollern

sitter i systemet. Detta gör att en bra bild kan fås över vad som verkligen händer i hela systemet, det är nämligen väldigt svårt att simulera alla delarna av systemet i en dator.

Både mikrokontrollern och programmeraren stödjer ICSP (In-Circuit Serial Programming). Detta är en väldigt användbar funktion då detta gör att mikrokontrollern kan programmeras om där den sitter i systemet utan att den behöver plockas bort. Denna funktion sparar mycket tid i utvecklingsfasen.

3.2.2 Portexpansion

Då systemet ska kunna styra och hämta information från de olika komponenterna krävs det ett relativt stort antal I/Os. Då mikrokontrollern har som mest 36 stycken I/Os till sitt förfogande valdes att extra I/Os skulle användas för att systemet skulle bli anpassningsbart till olika situationer. Dessa möjliggör att ett stort antal lampor, eller grupper med lampor, kan styras från systemet. I sin nuvarande form kan systemet styra 35 utgångar. Varje utgång kan sedan styra en lampa eller en hel grupp med lampor.

Då utgångarna på portarna ska driva optokopplare, vilket egentligen är lysdioder, var det naturligt att välja en portexpansion vars syfte är att driva lysdioder. Valet blev en krets som heter MAX6957 [6] och tillverkar av Maxim-IC.

Dessa portar ansluts via SPI och ger 20 I/Os per kapsel. Varje I/O kan konfigureras individuellt antingen som in-, utgång eller drivare. Då utgången är konfigurerad som drivare skrivs ett värde till ett register i portexpansionen via SPI som bestämmer hur mycket ström som ska ges ut på just den utgången. Detta är mycket smidigt då extra motstånd annars hade behövts till varje optokopplare.

Vissa av ingångarna på MAX6957 kan även konfigureras att övervakas och generera ett avbrott då någon av dessa ingångar ändrar status. Detta är användbart till att ansluta knappar och rotationsvred till då mikrokontrollern inte behöver polla dessa, utan det genereras ett avbrott då användare har ändrat status på någon knapp.

Enligt SPI-protokollet ska enheter som inte är valda lämna bussen orörd. Med andra ord ska SPI-enheter vars ChipSelect är hög ansluta till bussen med högimpedans. Detta gör inte MAX6957 vilket gör att en extra tri-statekrets måste användas om andra enheter ska anslutas till SPI-bussen.

3.2.3 Klocka

Systemet behöver ha en klocka för att kunna reglera lamporna utifrån tiden. Klockan skulle kunna programmeras in i styrenheten men nackdelen med den lösningen är att om matningsspänningen försvinner kommer systemet att tappa tiden, även noggrannheten skulle bli lidande då den inbyggda kristallen i styrenheten inte är tillräckligt exakt, inte är temperatur- eller ålderkompenserande. Därför användes en extern klocka.

Som klocka valdes en DS3234 [7] från Dallas Semiconductors. Även denna komponent styrs via SPI vilket är bra då antalet extra I/Os som klockan behöver blir få. Klockan har inbyggd kristall, är temperatur- och ålderkompenserande och kompenserad för skottår. Den har även en inbyggt switch som ställer om till att kunna drivas med batteri då matningsspänningen försvinner. Detta gör att klockan fortsätter att räkna tiden även om matningsspänningen är borta en längre tid.

Via SPI kan olika inställningar göras, som ändra tid, datum och även att ställa in två alarm. Dessa alarm är mycket praktiska då styrsystemet kan programmera in när nästa händelse för av- eller

påslagning av lamporna sker. När denna tid inträffar genererar klockan ett avbrott. Precis på samma sätt som med portarna underlättar detta genom att systemet slipper polla klockan för att få veta om någon lampa ska slås av eller på.

3.2.4 Minne

Då det inbyggda EEPROM-minnet inte var tillräckligt stort för att spara den information som användare kan lägga in i systemet anslöts ett extra EEPROM-minne.

Minnet som valdes var 25LC160[8] från Microchip. Detta minne är på 2k byte och styrs via SPI.

3.2.5 Ethernetmodul

Då systemet ska ha tillgång till väderprognoser från Internet måste en Ethernetmodul användas. Modulen användes för att underlätta utvecklingen av systemet då stora delar av Internet-kommunikationen sköts av modulen istället för att den skulle behövas programmeras in i styrenheten.

Modulen som används är en WIZ812MJ [9] från WIZnet. Denna modul har alla de lager som behövs, även de fysiska, för att direkt kunna koppla upp systemet mot Internet. På modulen sitter kretsen W5100 som hanterar Ethernetkommunikationen. Kretsen stödjer många olika protokoll och kan både agera server och klient. I system kommer den endast användas som klient för att hämta information om vädret.

Det finns två alternativ vad det gäller styrning av denna modul. Antingen via en parallellport eller via SPI. I detta projekt valdes att styra den via SPI då ingen hög överföringshastighet behövs, dessutom sparar SPI några utgångar på mikrokontroller.

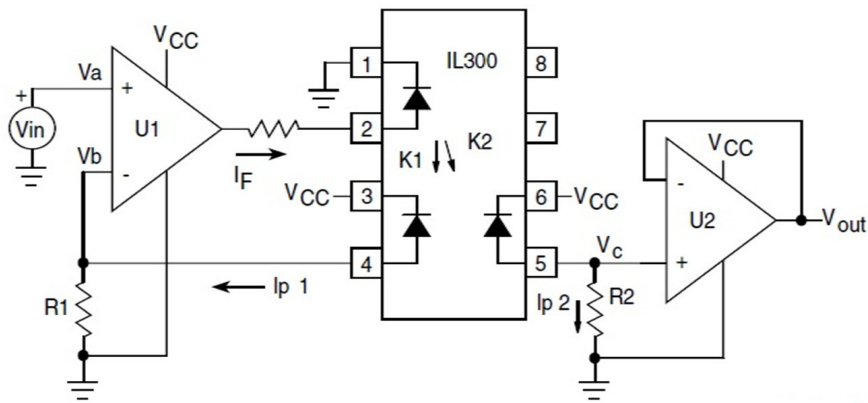
Modulen kräver en matningsspänning på 3,3V men dess I/Os klarar av en signalspänning på 5V.

3.2.6 Ljussensor

3.2.6.1 Konstruktion

Den ljussensor som valdes heter SQ-110 [3] och är tillverkad av Apogee Instruments. Den genererar en spänning som är proportionell till PAR-värdet. 1mV motsvarar $5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Denna spänning är väldigt låg och måste därför förstärkas. Dessutom måste styrsystemet skyddas mot kryptströmmar och därför ska en optokopplare användas. Då signalen som kommer från ljussensorn är analog användes en linjär optokopplare för att överföra signalen till styrenheten. Spänningen som sensorn ger ut är oftast låg och behöver därför förstärkas, vilket görs med operationsförstärkare.

För att förstärka och överföra spänningen till styrenheten användes en linjär optokopplare IL300 [10] från Vishay Semiconductors. Till denna behövdes det två operationsförstärkare för att förstärka signalen. Då ljussensorn endast kan lämna en positivspänning valdes operationsförstärkare med en enda matningsspänning. Operationsförstärkare MCP6001 från Microchip är just av en sådan typ. Kretsen som användes var den som angavs i databladet för optokopplaren, se Figur 4.



Figur 4. Visar hur IL300 används för överföring och förstärkning av signalen.

Överföringsfunktionen för kretsen ovan är:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{K2}{K1} * \frac{R2}{R1}$$

K2 och K1 är parametrar som beror på tillverkningen av optokopplaren. I tillverkningen kan denna faktor variera mellan 0,557 – 1,618. Då just det exemplaret som användes i projektet var markerat med ett "C" från tillverkaren ger det informationen om att den faktorn är 0.690 - 0.773.

Vid maximalt soljus ger sensorn ut en spänning på 400mV. Denna spänning ska förstärkas till att bli under 5V. Detta ger:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} * \frac{K1}{K2} = \frac{R2}{R1}$$

Insättning av värden ger:

$$\frac{5}{0,4} * 1,294 \approx 16,2$$

Lämpliga värden på R1 och R2 blir då 5,6kΩ respektive 82kΩ. Utspänningen skulle då vid fullt solsken ligga på 4,0V-4,5V. Toleranserna på motstånden är inte kritiska då systemet kommer att kalibrera sig själv vid start.

3.2.6.2 Kalibrering

Då faktorn K2/K1 inte är känd behöver systemet kalibreras vid start för att systemet ska få rätt värde från ljussensorn. Detta görs genom att ett relä är anslutet vid sensorn och att systemet kan välja att mäta antingen på sensorn eller på en känd spänningskälla. Denna kända spänningskälla består av ett motstånd och en zenerdiod. När systemet startas väljs den kända spänningskällan, spänningen ut från optokopplaren och operationsförstärkarna mäts och på detta sätt kan förstärkningen över operationsförstärkarna och den linjära optokopplaren beräknas.

3.2.7 Temperatursensor

Valet föll på en termometer från Dallas Semiconductors vid namn DS18S20 [11]. Denna har som fördel att den kan kontrolleras endast med två trådar, en för data och en för jord. Detta löses genom "parasite power", vilket betyder att sensorerna laddar upp en liten kondensator som de har inbyggda då data-linjen är hög. Denna energi kan de sedan använda för att skicka tillbaka information till systemet. Vissa operationer hos temperatursensorn kräver mer energi än andra. Att starta en mätning av temperaturen är en sådan operation. För att lösa detta måste data-linjen tvingas hög av styrenheten då varje temperatursensor konsumerar upptill 1,5mA vid temperaturmätning.

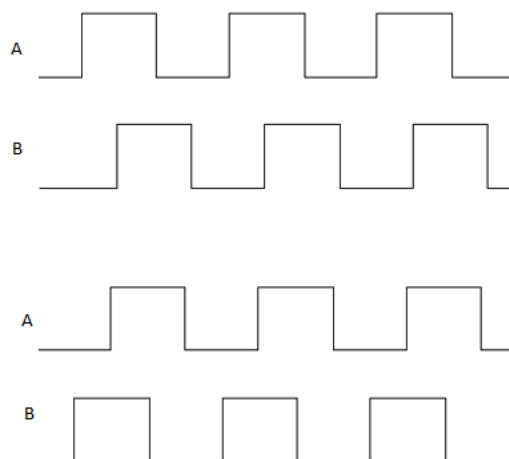
Temperatursensorerna har inbyggda register där två olika temperaturer kan sparas. När sedan någon av dessa temperaturer över- respektive underskrids genererar sensorn ett alarm som skickas till mikrokontrollern. Detta är användbart då mikrokontrollern slipper läsa av varje sensors temperatur varje gång, det räcker med att kolla efter ett larm och sedan läsa av vilken sensor det var som larmade.

3.2.8 Användarinterface

Systemet kommer vara relativt komplext med många konfigurationer som användaren kan göra. Därför användes en 20x4 alfanumeriskdisplay för att visa menyer, information och inställningar. Denna display är styrd av den inbyggda HD44780 kompatibel kontrollern. Denna kontrollern gör det mycket enkelt att skriva text och skapa egna symboler på displayen. För att navigera i systemet användes en rotationskodare och några knappar.

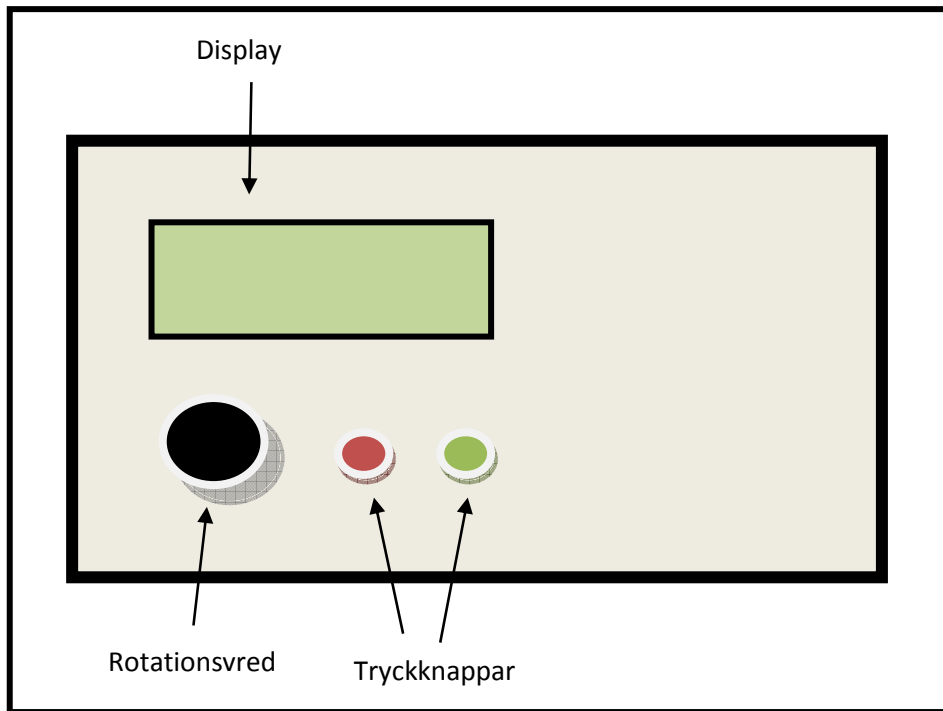
För att spara på I/Os på kontrollern används 4-bitars mode för att styra displayen. De flesta kommandona för att styra displayen finns redan inlagda i C18 vilket underlättar programmeringen, endast några få kommandon behövde skrivas.

En rotationskodare ger endast ut pulser på två utgångar som kan tolkas av en kontrollern. Dessa pulser ger information om vilket håll användaren vrider. Om kontrollern letar efter positiva flanker på utgång A kan den genom att sen studera vilken nivå utgången B har veta åt vilket håll användaren vrider åt.



Figur 5. Visar hur flankerna beror på åt vilket håll användaren vrider.

I Figur 6 nedan visas hur användarpanelen ser ut.



Figur 6. Bild av användarpanelen

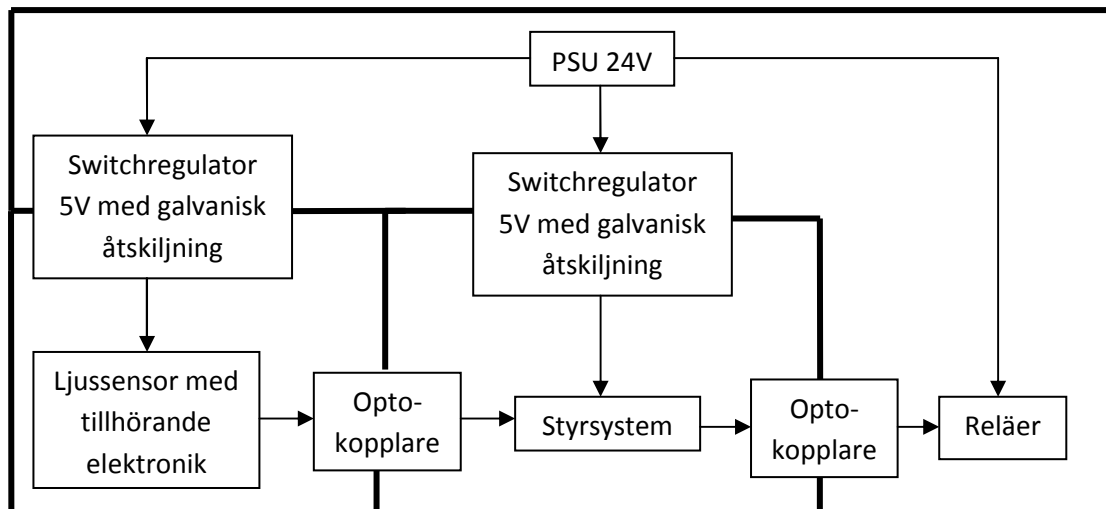
3.3 Matningsspänningar

Systemet behöver två olika spänningar 5V och 24V. Därför användes ett 24V switchande nätaggregat som omvandlar 230V AC till 24V DC. Spänningen på 24V kommer sedan att omvandlas med en DC/DC-omvandlare ner till 5V. För att minska risken att störningar sprider sig via matningsspänningen kommer dessa DC/DC-omvandlare vara galvanisktfrånskilda.

För att göra systemet mer tålig mot olika störningar delades systemet upp i tre grupper. Vare grupp är galvanisktfrånskilt från de andra, både vad det gäller signaler och matningsspänning. I Figur 7 nedan visas en schematisk bild av hur systemet är uppbyggt. De omvandlare som valdes är från Traco Power. Den omvandlaren som ska förse styrsystemet klarar att ge en ström på 3A medan den som ska förse ljussensorns elektronik klarar 400mA.

3.4 Optokopplare

De optokopplare som är anslutna mot reläerna är från Sharp och har beteckningen PC357N4. Dessa valdes för att de kan styras med en signal på 5V och klarar att driva reläerna direkt då den har en inbyggd fototransistor.



Figur 7. Schematisk bild över de olika delsystemet och matningsspänningarna.

3.5 Reläer

De reläer som valdes var från Tyco Electronics och har benämningen RT3S4LC4. De klarar en kontinuerlig ström på 16A och en tillfällig ström på 30A i 4 sekunder. För att minska de spänningsspicar som bildas när ett relä bryts används en frihjulsdiod. Denna diod gör att reläet släpper lite långsammare och att själva spänningsspiken kortsluts.

4 Mjukvaran

4.1 Inledning

I mjukvaran sköts själva styrningen av systemet. Mjukvaran sköter de olika inställningarna, läser av värden från sensorerna, sköter menysystemet, styr lamporna, visar information på en display och hämtar information från Internet.

För att systemet skulle vara lätt att användas valdes det att göra ett bra menysystem som var lätt att överblicka. Undermenyer användes för att det skulle vara lätt att navigera runt bland inställningarna och informationen.

Då varje växthus kan ha flera olika lampor som styrs oberoende av varande valdes att lägga in en funktion i systemet där användaren kan skapa en grupp. Denna grupp kan bestå av flera olika lampor i växthuset men användaren ser de bara som en enda enhet i systemet. Till denna grupp kan man sedan välja att ansluta olika sensorer.

Att systemet är uppbyggt på detta sätt gör att det blir mycket flexibelt. Det skulle även kunna syra motorer för att öppna och stänga ventilation eller dra för skugggardiner.

4.2 Beslutsfattning hos systemet

Den enklaste varianten av en grupp är då den endast styrs av en timer. Om detta alternativ används är styrningen enkel, är timern på ska lamporna lysa, är den av ska de vara släckta. Då flera sensorer kopplas till en grupp behövs det olika prioriteringar av sensorerna.

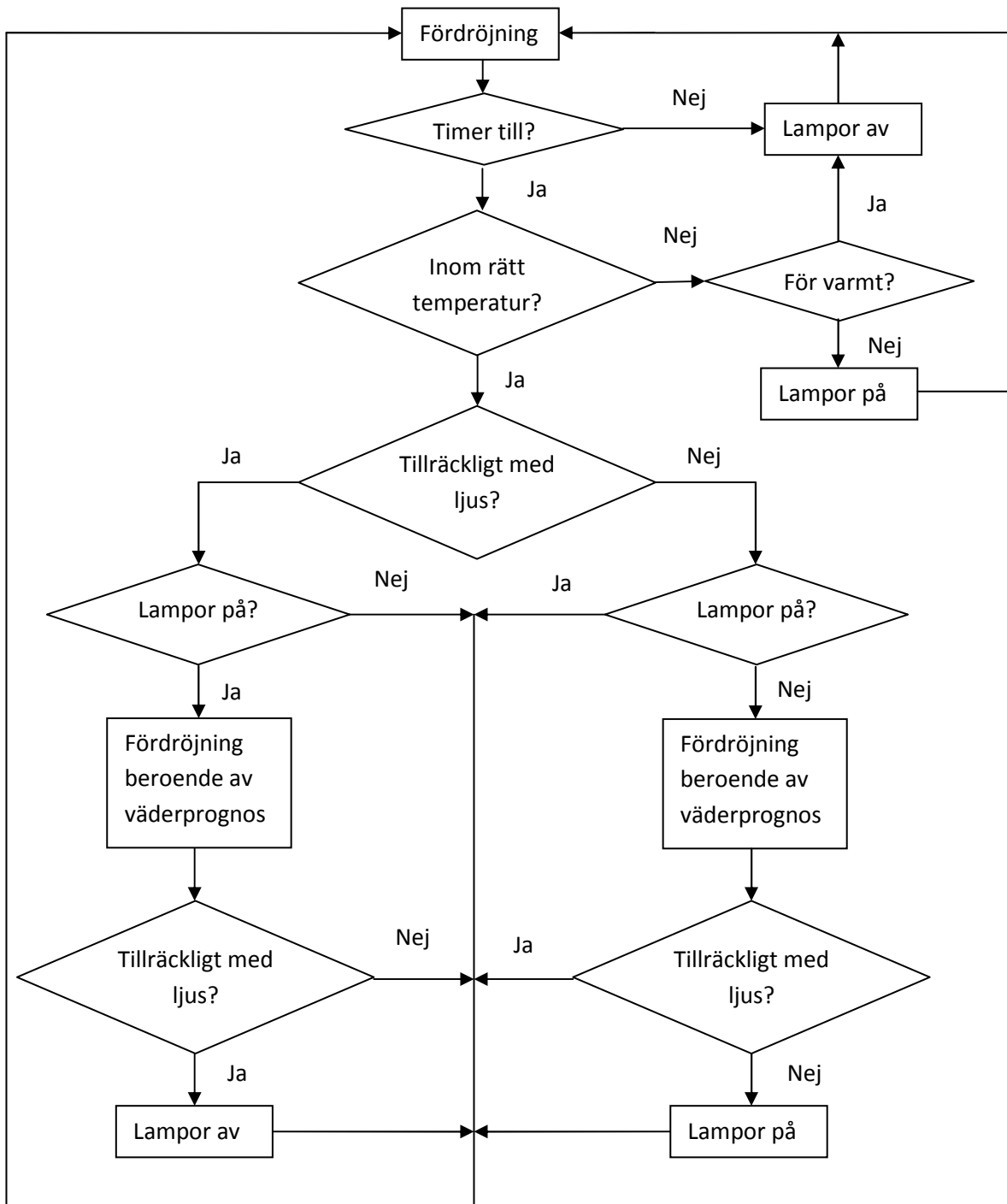
Som högsta prioritet valdes timern. Detta för att användaren ska kunna bestämma under vilka tider som lamporna har möjlighet att vara tända. Således måste en tid ställas in för varje grupp.

Prioritet två valdes till att vara temperaturen. Om temperaturen är för hög i ett växthus ska lamporna vara avstängda för växternas skull. Det kan även väljas så att lamporna kan tändas och användas som extra värme om temperaturen skulle bli för låg. Systemet har inget krav på att användaren måste specificera olika temperaturer för av- och påslagning av lamporna.

Tredje prioritet har det inkommande ljuset. Även denna styrning är valbar och behövs inte användas om användaren inte behöver denna funktion. Men då det är just denna funktion som är tänkt att användas för att minska energiförbrukningen är det viktigt att använda den. Funktionen kan användas på ett sådant sätt att alla lampor antingen släcks vid ett visst ljus eller att olika lampor släcks stegvis beroende på inkommande solljus.

Systemet har även tillgång till väderprognoser från Internet. Denna information används för att bestämma hur snabbt lamporna kan växla mellan av och på. Detta för att minska slitaget på lamporna men samtidigt ge växterna det ljus de faktiskt behöver.

Figur 8 visar en schematisk bild av hur denna beslutsfattning hos systemet är uppbyggd.



Figur 8. Schematisk bild av beslutsfattningen.

4.3 Fördröjning

I Figur 6 finns det en fördröjning angiven. Denna "fördröjning" är egentligen en rutin som väntar att något, en sensor eller watchdog, ska generera ett avbrott. Om inget avbrott genereras fortsätter mikrokontrollern att vänta.

De enheter som kan generera ett avbrott är, klockan, expansionsportarna och watchdogen.

Klockan kan programmeras med två alarm. Dessa alarm programmeras av mikrokontrollern. Tiden som programmeras in är den tid då nästa händelse i en grupp inträffar. På detta sätt behöver inte mikrokontrollern polla klockan för att veta om någon lampa ska slås av eller på.

Expansionsportarna kan generera ett avbrott till mikrokontrollern. Detta avbrott berättar att användaren har tryckt på en knapp eller att rotationskodaren har blivit använd. Detta är på samma sätt som för klockan, att systemet inte ska behöva polla expansionsportarna för att undersöka om något har ändrats.

Watchdog är en klocka som tickar i mikrokontrollern hela tiden. Då den har tickat till ett visst värde genererar den ett avbrott. Vid detta avbrott begär mikrokontrollern att alla temperatursensorer ska mäta temperaturen, sedan väntar mikrokontrollern på om det är någon sensor som genererar ett alarm. Om ett larm genereras tas detta omhand och den aktuella gruppen med lampor tänds eller släcks beroende på vilken typ av larm som genererades. Efter att temperaturen har mätts mäter systemet det inkommande ljuset och reglerar lamporna utefter detta värde. Några gånger om dagen går systemet även ut på Internet och hämtar information om vilket väder det kommer vara de närmaste timmarna.

4.4 Temperatursensorerna

Då alla temperatursensorer sitter på en och samma buss och att adressen i dessa inte är kända förrän de kopplas in behövdes det en sökalgoritm för detta. Algoritmen som användes är den som Maxim tillhandahåller just för detta ändamål [12].

Algoritmen klarar av att hitta alla adresser till temperatursensorer direkt. Då det inte står på själva sensorn vilken adress den har kan det bli förvirrande för användaren om denne kopplar in mer än en ny sensor åt gången. Kopplas fler nya in samtidigt går det inte att urskilja vilken sensor som är vilken. Av denna anledning har det lagts in i mikrokontrollern att endast en ny temperatursensor får anslutas åt gången. När denna har hittats och sparats i minnet kan nästa sensor anslutas.

4.5 Internet

Modulen WIZ812MJ [7] som användes bygger på kretsen W5100 [13]. Denna krets styrs mycket enkelt via SPI. För att få en fullt fungerande TCP/IP uppkoppling behövs ett antal kommandon skickas till kretsen. Dessa kommandon kan i stort delas upp i två delar.

Den första delen är den del där kretsen ansluts till nätverket. Inställningarna som görs här handlar om IP-adress, nätmask och den typen av inställningar. När den delen av inställningarna är gjorda kan kretsen ansluta till servrar över Internet. I den variant som systemet är byggt nu kommer det endast att fungera som en klient.

För att hämta information över Internet skickas kommandon till den server informationen ska hämtas från. De kommandon som användes här är HTTP 1.1 kommandon. Dessa kommandon skrivs in till en buffert i W5100. När hela kommandot är överfört till bufferten skickar W5100 det till server.

Då systemet hämtar information om vädret från www.yr.no i XML-format ser dessa kommandon ut som följande:

```
"GET /place/Sweden/Västra_Göteborg/forecast.xml HTTP/1.1[CLRF]"  
"Host: yr.no[CLRF]"  
"Connection: Close[CLRF]"  
"[CLRF]"
```

När server har mottagit dessa kommandon skickar den tillbaka sidan som begärdes. Sidan hamnar i en buffert i W5100 som sedan kan läsas av och den aktuella informationen kan sorteras ut.

5 Resultat och slutsats

Resultatet av detta examensarbete visar att det går att men begränsad budget bygga ett reglersystem som sköter lampor i flera olika växthus.

Tyvärr hann aldrig systemet bli fullt inkopplat till de olika växthusen. Detta gör att det är svårt att ge några faktiska resultat till hur bra systemet fungerar i verkligheten. Det verkligen intressanta vore att studera elförbrukningen före och efter installation av systemet för att kunna se en skillnad i förbrukningen.

Systemet reglerar inte så många saker som det skulle klara. De växthus som systemet kommer styra har totalt 8 grupper med lampor. Systemet klara av att styra upp till 35grupper, oberoende av varandra.

5.1 Funktion

Att konstruera ett "intelligent" system kan ibland medföra att användarna känner att de inte har full kontroll på systemet. Det är därför viktigt att användarna känner att de kontrollerar systemet och inte tvärt om.

Systemets huvudfunktion är att reglera lampor i växthus på ett bra sätt. Användare kan konfigurera olika "grupper" i systemet. Till varje grupp kan sedan en eller flera lampor styras, detta för att underlätta hanteringen av systemet. Sedan kan det bestämmas vad den gruppen ska styras av.

Gruppen kan styras efter en timer som slår av och på lamporna vid bestämda tidpunkter, precis som en vanlig timer. Om användaren sedan vill spara energi och styra lamporna på ett bättre sätt kan det väljas att gruppen är ansluten till ljussensorn. Det är då möjligt att ställa in vid vilken nivå på solljuset som lamporna ska tändas.

Då vissa växter är känsliga för höga temperaturer kan systemet även sköta detta. För detta krävs det att en, eller flera, temperatursensorer ansluts till systemet. När användaren har anslutit en temperatursensor och namngivit denna kan den börja användas. Användare kan då ställa in den högsta tillåtna temperaturen. Om temperaturen överskrider detta värde slås lamporna inte på, även om solljuset inte skulle vara tillräcklig. Denna funktion går även att använda på det omvända sättet, att lamporna kan slås på om det blir för kallt i växthuset, även som solen skiner för fullt.

Systemet är konstruerat på ett sådant sätt att det lätt går att ändra på. De flesta inställningar och konfigurationerna kan användaren göra. Det skulle även vara fullt möjligt för användaren att konfigurera systemet att styra t.ex. skuggväv beroende på ljus alternativt temperatur om små förändringar gjordes på systemet.

Förutom att systemet alltid håller koll på belysningen så underlättar den även för personalen som inte längre varken behöver komma ihåg eller faktiskt sätta av eller på lamporna beroende på hur mycket solen skiner. En arbetsuppgift försvinner från personalen genom detta system.

Då man i dagens samhälle strävar efter att minska energikonsumtionen är "intelligenta" lösningar något att studera närmare. Detta system automatiserar styrningen av belysningen så att belysningen optimeras till fördel för både växterna och användare. När systemet är inkopplat till de växthus som

det är tänkt för kommer energiförbrukningen att minska så mycket att det börjar bli lönsamt efter 2år.

5.2 Ytterligare energisparning

För att ytterligare spara energi på belysningen vore det på sin plats att studera alternativa lampor. Det skulle kunna vara belysning bestående av lysdioder eller svavel-plasma-lampor.

Med lysdiodsbelysning kan man själv välja på vilka våglängder man ska belysa växten. Detta kan vara bra, när optimal tillväxt eftersträvas. Nackdelen är att färgen på ljuset inte kommer se naturligt ut. Det är då möjligt att blanda in även andra färger som växten inte egentligen behöver utan dessa extra färger är endast till för att det ska bli ett behagligare ljus för människan.

Svavel-plasma-lampor är en ny typ av belysning. Den bygger på svavel hettas upp med mikrovågor vilket gör att svavlet övergår till plasma. Detta är en mycket effektiv typ av lampa och spektralfördelningen av ljuset ligger nära det ljus som solen skickar ut [13].

5.3 Alternativa användningsområden

Efter som systemet är byggt på ett sätt som gör det lätt att modifiera kan det även tänkas användas inom andra områden är just lampstyrning i växthus.

Ett annat tänkbart användningsområde skulle kunna vara styrning av temperaturen i villor. Då skulle man kunna ha en temperatursensor i varje rum och om elementen kan styras separat kan man på detta sätt ha olika temperaturer i varje rum. Då temperaturen ofta sjunker i ett hus om det blåser mycket skulle systemet även kunna kompensera för detta då systemet kan hämta information från Internet om hur mycket det kommer att blåsa.

6 Förbättringar

För att komplettera systemet och göra det mer till ett fullvärdigt styrsystem för växthus borde några saker läggas till.

6.1 Ytterligare styrningar

För att systemet ska kunna användas på bästa sätt borde programmerbara ingångar anslutas till systemet. Dessa ingångar skulle kunna tänka användas för att ge systemet mer information i form av lägen på ventilationsluckor, om skuggväven är uppe eller nere. Ingångarna skulle även kunna användas till att koppla ytterligare sensorer till systemet så som fuktgivare då fukten i växthuset även skulle kunna regleras.

Det vore även lämpligt att systemet försågs med möjligheter att kunna styra bevattningen av vissa växter. Detta borde kunna åstadkommas med fuktgivare i jorden runt plantorna och en magnetventil som kontrollerar flödet av vattnet.

6.2 Internet styrning

En tämligen självklar förbättring vore att programmera så att även systemet kan agera som en server. Då skulle systemet kunna presentera information om de aktuella läget i de olika växthusen. Det skulle även vara möjligt att koppla systemet till någon form av sms-tjänst så systemet har möjlighet att skicka ett larm-sms om någon parameter är utanför dess gränsvärden.

Systemet skulle även kunna styras över internet av en person som inte fysiskt behövde vara i samma rum som systemet. Vissa risker finns då systemet skulle behövas säkras så att obehöriga personer inte skulle kunna ändra hur systemet uppförde sig.

En annan tänkbar förbättring är att programmera in en bootloader i mikrokontrollern. Det skulle medföra att systemets mjukvara kunde uppdateras via Internet, ny programvara kunde laddas ner i systemet automatiskt när det fanns en nyare tillgängligt. Även här är säkerheten viktig så att oönskad kod inte programmeras in i systemet.

6.3 Loggning av data

Det vore även intressant att systemet skulle kunna spara data. Tänkbar data som skulle kunna vara intressant är: inkommande ljus, temperaturvariationer, hur temperaturen inne beror på temperaturen ute och inkommande ljus, hur ljuset varierar över året.

Om systemet även visste hur många Watt varje grupp konsumerade skulle systemet även kunna beräkna hur mycket energi som sparats på att systemet stängt av lamporna då de inte behövs.

6.4 Ingångar

För att göra systemet ännu mer flexibelt skulle olika ingångar kunna läggas till systemet. Dessa ingångar skulle kunna vara analoga ingångar för ytterligare sensorer, digitala ingångar så att användaren skulle kunna ansluta flera knappar eller brytare som ger status för t.ex. skuggväv och ventilationsluckor. På detta sätt skulle systemet kunna byggas ut helt efter användarens önskemål.

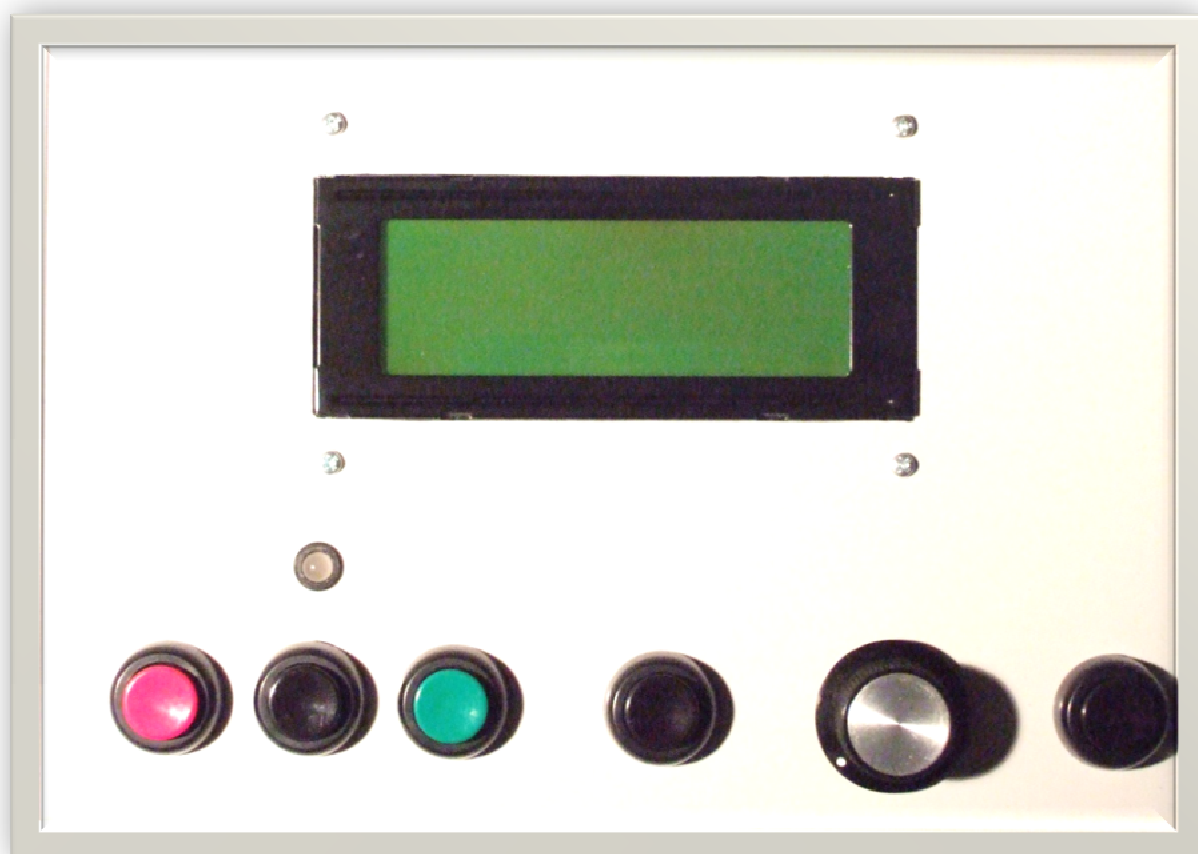
7 Referenser

- [1] SEMATIC, *DGT-Volmatic*. <http://www.senmatic.com/volmatic/engelsk/>, 2010.
- [2] SMHI, *Normal solskenstid för ett år*, <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/1.3052>, 2010
- [3] Apogee Instruments, *Owner's Manual SQ-series*. Apogee Instruments, <http://www.apogeeinstruments.com/quantum/>, 2010.
- [4] STMicroelectronics, *TRIAC analog control circuits for inductive loads AN308*, STMicroelectronics, <http://www.st.com/>, 2010.
- [5] Microchip Technology INC. *PIC18F4620*. Microchip Technology INC. , <http://www.microchip.com/> , 2010.
- [6] Maxim Integrated Products Inc. *4-Wire-Interfaced, 2.5V to 5.5V, 20-Port and 28-Port LED Display Driver and I/O Expander*. Maxim Integrated Products Inc., <http://www.maxim-ic.com/> , 2010.
- [7] Maxim Integrated Products Inc. *Extremely Accurate RTC with SPI Bus, Integrated Crystal, and SRAM*. Maxim Integrated Products Inc., <http://www.maxim-ic.com/> , 2010.
- [8] Maxim Integrated Products Inc. *16K SPI™ Bus Serial EEPROM*, Maxim Integrated Products Inc., <http://www.maxim-ic.com/> , 2010.
- [9] WIZnet. *WIZ810MJ W5100 Embedded Network Module*, WIZnet, <http://www.wiznet.co.kr/en/> , 2010.
- [10] Vishay Semiconductors. *IL300 Linear Optocoupler, High Gain Stability, Wide Bandwidth*. Vishay Semiconductors, <http://www.vishay.com/> , 2010.
- [11] Dallas Semiconductors, *1-Wire Parasite-Power Digital Thermometer*. Maxim Integrated Products Inc., <http://www.maxim-ic.com/> , 2010.
- [12] Maxim Integrated Products Inc., *APPLICATION NOTE 187 1-Wire Search Algorithm*, Maxim Integrated Products Inc., <http://www.maxim-ic.com/> , 2010.
- [13] WIZnet. *W5100 (WIZnet Hardwired TCP/IP Embedded Ethernet Controller)*, WIZnet, <http://www.wiznet.co.kr/en/> , 2010.
- [14] MacLennan, D.A., B.P. Turner, J.T. Dolan, M.G. Ury and P. Gustafson. *Efficient, full-spectrum, long-lived, non-toxic microwave lamp for plant growth*. International Lighting in Controlled Environments Workshop. http://www.controlledenvironments.org/Light1994Conf/5_10_MacLennan/MacLennan%20text.htm, 2010

Appendix

Användarhandbok

Användarhandbok för lampstyrning

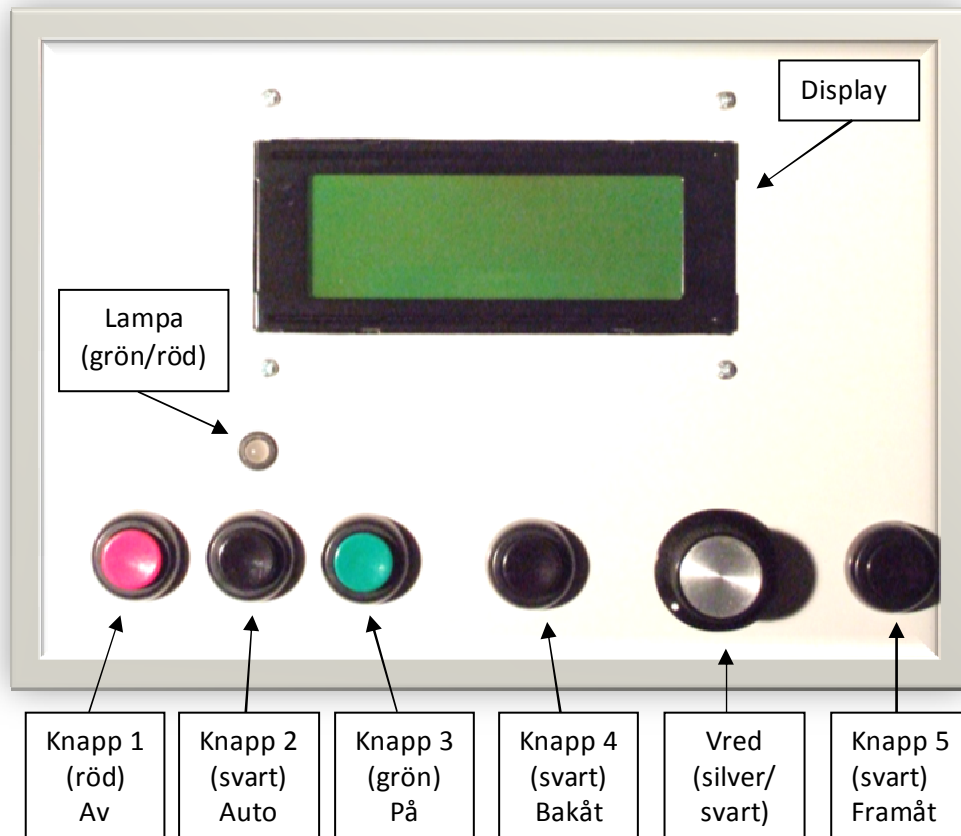


Innehållsförteckning

Grundläggande funktioner och styrning	2
Knappar och display	2
Dagliganvändning.....	3
Menysystemet.....	4
Navigering	4
Uppbyggnad	5
Användning	6
Grupper.....	6
Inställningar.....	7
Status.....	7

Grundläggande funktioner och styrning

Knappar och display



Display

Visar menyer och aktuella värden för de olika sensorerna.

Lampa

Denna lampa lyser grön om systemet styr lamporna, lampan blir röd om knapp 1 eller knapp 2 har tryckts in för manuell styrning.

Knapp 1

Tryck på denna knapp för att slå av alla lampor som systemet styr, lampan blir då röd.

Knapp 2

Tryck på denna knapp för att lamporna ska styra automatiskt av systemet, lampan blir då grön.

Knapp 3

Tryck på denna knapp för att slå av alla lampor som systemet styr, lampan blir då röd.

Knapp 4

Denna knapp används för att navigera i menyerna. Där har den funktionen tillbaka/avbryt.

Vred

Detta vred används för att navigera i menyerna och justera olika värden. Kan vridas åt båda hållen.

Knapp 5

Denna knapp användas för att navigera i menyerna. Där har den funktionen framåt/spara.

Dagliganvändning

För den dagliga användningen behövs bara knapp 1, knapp 2 och knapp 3 användas. Dessa styr det mest väsentliga.

Menysystemet

Navigering

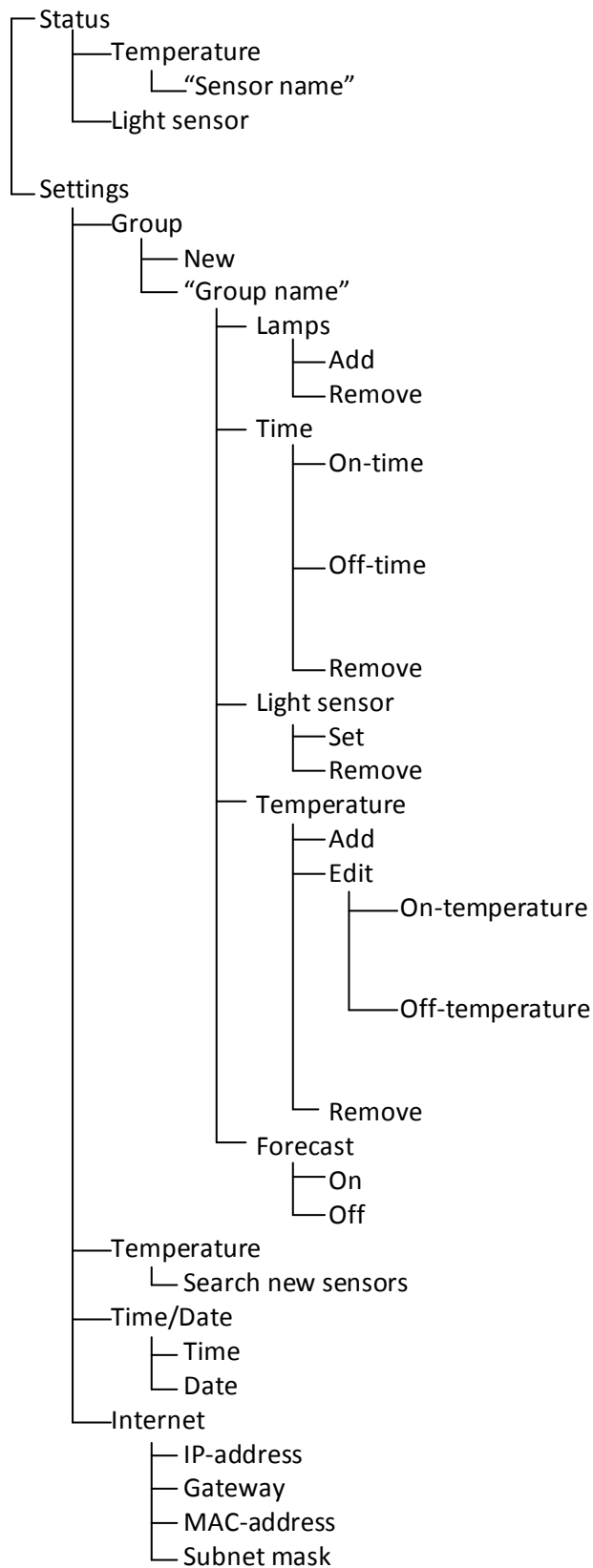
Systemet är utrustat med en meny som visas på displayen. Denna meny navigeras med knapp 4, knapp 5 och vredet. Knapp 5 använd för att gå framåt eller att spara, knapp4 används för att gå tillbaka eller för att avbryta. För att navigera eller ändra olika värden vrider man på vredet.

När man navigerar i menyn finns en pil (→) som kan flyttas uppåt och nedåt med vredet. Sedan för att välja det som pilen pekar på trycker man på knapp 5.

Om det finns mer att visa än vad som finns plats på displayen visas en pil upp (↑) respektive ner (↓) för att påvisa att mer finns att visa. För att visa denna information fortsätter man att flytta pilen (→) uppåt eller nedåt.

Uppbyggnad

Nedan visas hur menysystemet är uppbyggt.



Användning

Grupper

Systemet är uppbyggt kring grupper. Till varje grupp kan sedan olika enheter anslutas:

- Lamps (lampor)
- Time (tidur)
- Light sensor (ljussensor)
- Temperature (temperatursensor)
- Forecast (väderprognos)

För att skapa en ny grupp går man till "Settings → Group → New". Här ombes du att skriva in ett namn. Använd vredet för att välja bokstäver eller siffror. När du har valt ett tecken tryck på knapp 5 (framåt). Lägg sedan till fler tecken. För att ångra eller gå tillbaka tryck på knapp 4 (tillbaka). Varje namn måste innehålla 18 tecken, det finns ett mellanslag ("space") som kan användas för att skapa tomrum. När 18 tecken är inmatade kommer "Saved" visas i displayen. Tryck på knapp 4 eller knapp 5 eller vrid på vredet för att fortsätta. En grupp är nu skapad.

Nu kan olika enheter anslutas till gruppen. Detta görs genom att gruppen väljs och sedan att aktuell underkategori väljs.

Ska lampor läggas till eller tas bort, gå till:

"Settings → "Group name" → Lamps"

Välj sedan "Add" respektive "Remove" beroende på vad som ska göras.

Ska klockslagen då lamporna tänds eller släcks justeras, gå till:

"Settings → "Group name" → Time"

Välj sedan "On-time" eller "Off-time" beroende på vad som ska göras. Om gruppen inte längre ska styras av tiduret, välj "Remove".

Ska ljussensorn justeras, gå till:

"Settings → "Group name" → Light"

Välj "Set" om ljusnivån ska ställas in eller "Remove" om ljussensorn inte ska användas till gruppen.

Ska temperatursensorn justeras, gå till:

"Settings → "Group name" → Temperature"

Välj "Add" för att lägga till en temperatursensor och välj sedan temperatursensor. Sedan temperaturerna justeras. Ska sensorn tas bort, välj remove.

Om väderprognos ska användas, gå till:

"Settings → "Group name" → Forecast"

Välj "On" om den ska användas eller "Off" om den inte ska användas.

Inställningar

Temperature

Under denna meny kan nya temperatursensorer anslutas till systemet. Väljs "Search new sensors" hittar systemet automatiskt alla sensorer som finns anslutna.

Time/Date

Under dessa menyer kan tid och datum ställas in. De olika värdena ändras med vredet och bekräftas med knapp 5 (framåt) och ångras med knapp 4 (bakåt).

Internet

Under denna meny görs inställningar för att ansluta till nätverket. Dessa uppgifter fås av personen som hanterar nätverket.

Status

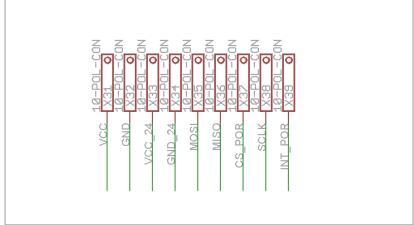
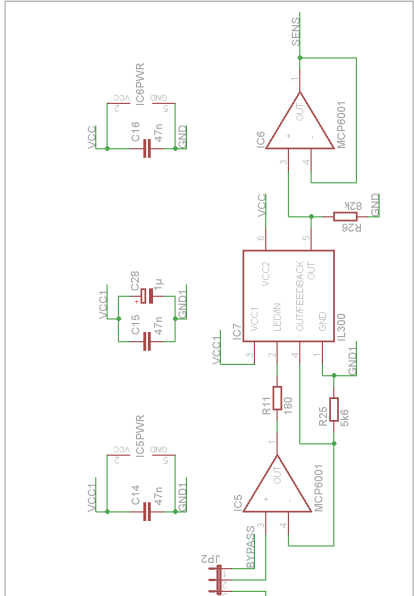
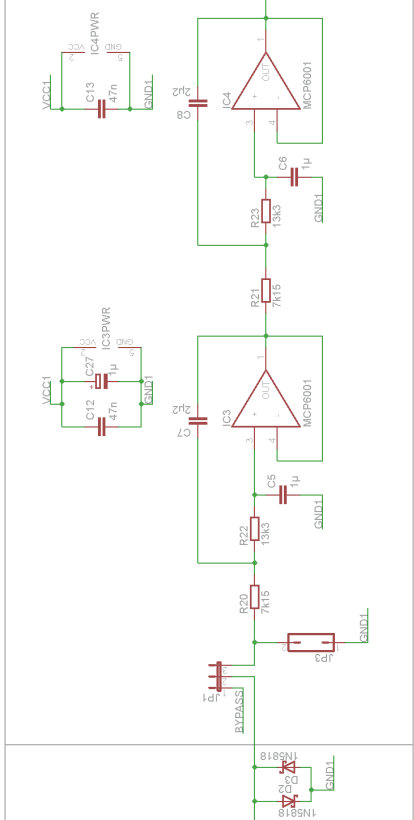
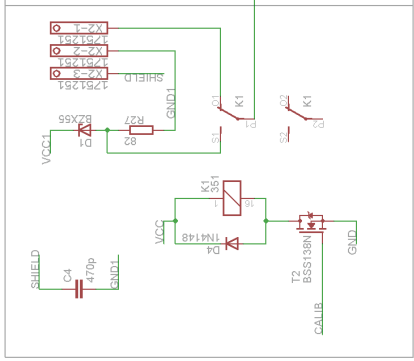
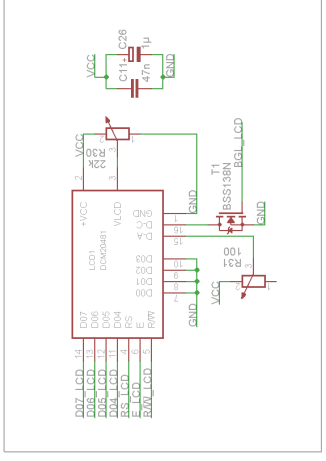
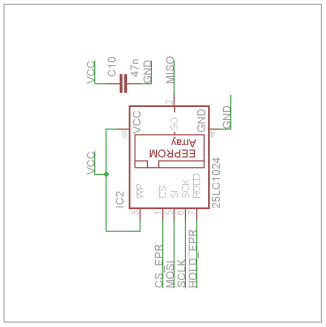
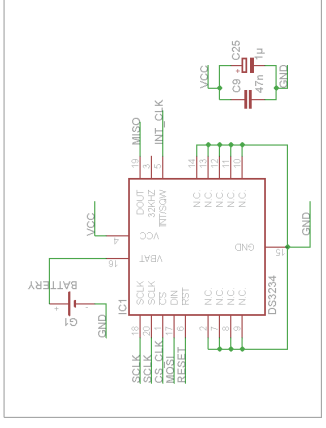
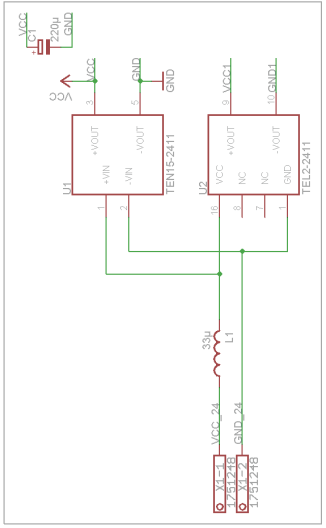
Under menyn "Status" visas de aktuella värden för temperatursensorerna och om ljussensorn. Om det finns flera temperatursensorer väljer man en sensor för att se dens temperatur.

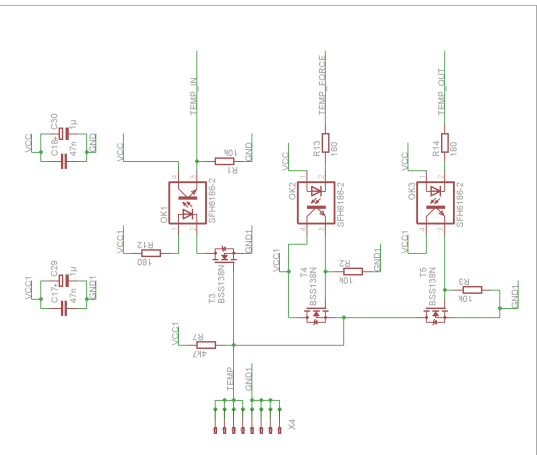
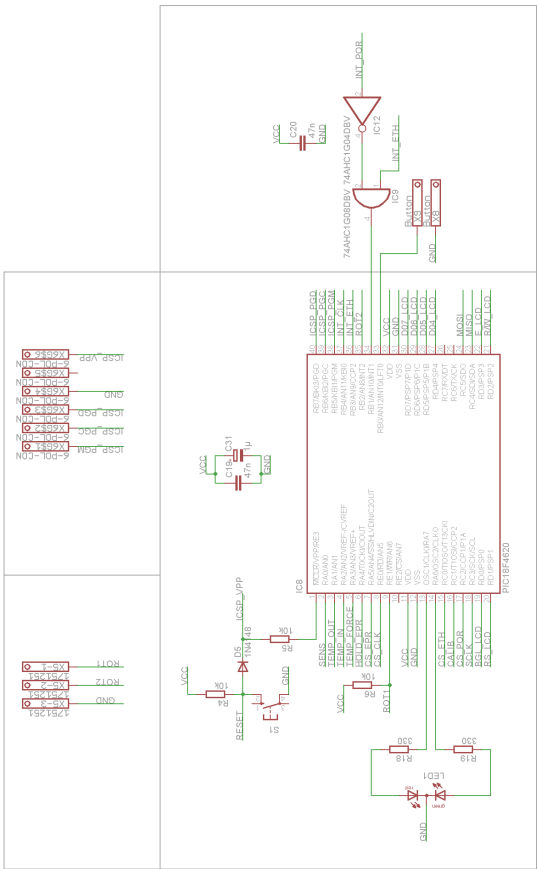
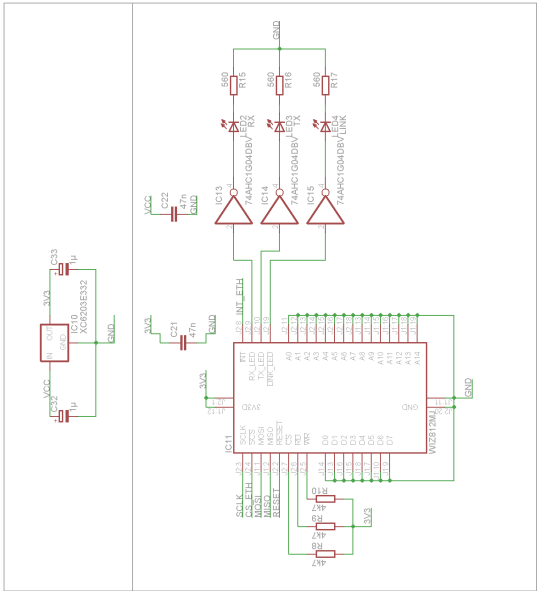
Kretsschema

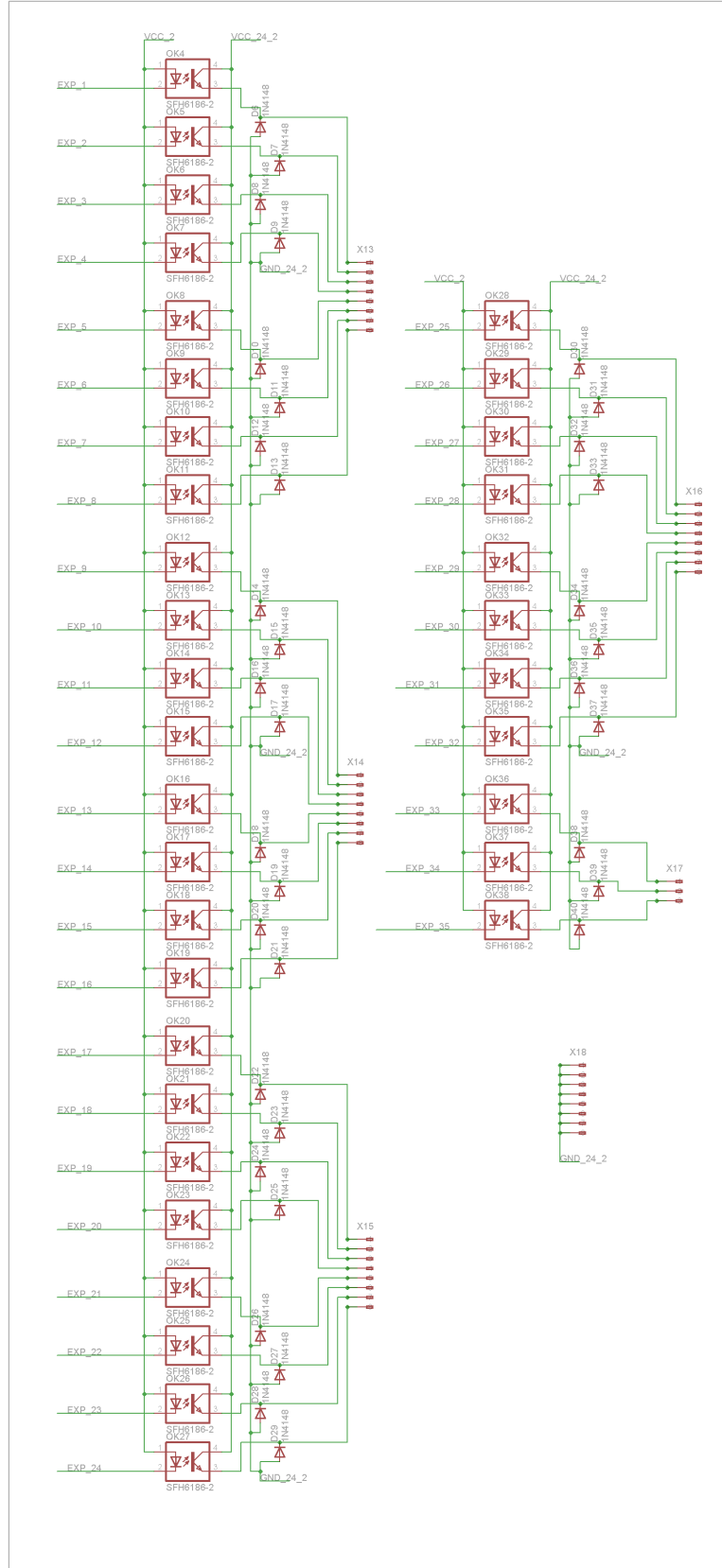
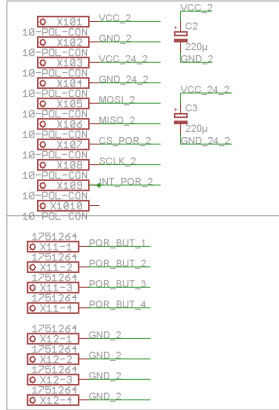
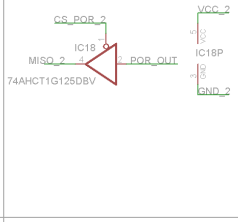
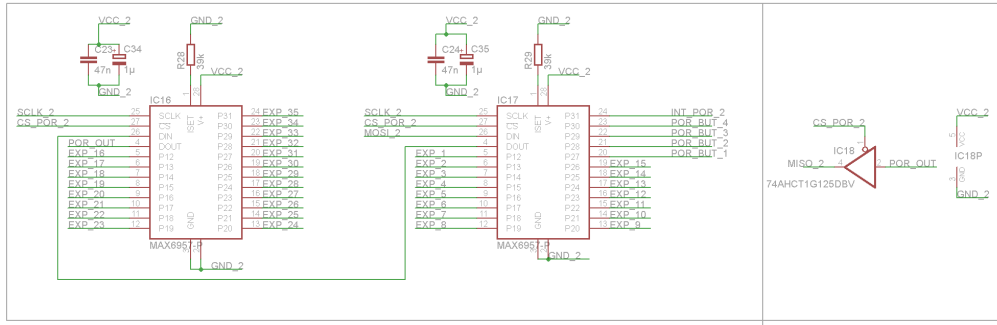
Kort 1, del 1 av 2

Kort 1, del 2 av 2

Kort 2







Komponentlista

Passiva komponenter:

Kondensatorer:

C1, C2, C3	=	220 μ F 50V axial
C4	=	470pF 10kV
C5, C6	=	1 μ F
C7, C8	=	2,2 μ F
C9 - C24	=	47pF keramisk
C25 – C35	=	1 μ F tantal

Resistorer:

R1 - R6	=	10k OHM
R7 - R10	=	4,7K OHM
R11 - R14	=	180 OHM
R15, R16, R17	=	560 OHM
R18, R19	=	330 ohm
R20, R21	=	7,15k OHM
R22, R23	=	13,3k OHM
R25	=	5,6k OHM
R26	=	82k
R27	=	82
R28, R29	=	39k
R30	=	22k potentiometer
R31	=	100 potentiometer

Induktanser:

L1	=	33 μ H
----	---	------------

Aktiva komponenter:

Dioder:

D1	=	BZX55 4,7V
D2, D3	=	1N5818
D4 - D40	=	1N4148

IC-kretsar:

IC1	=	DS3234 (Maxim)
IC2	=	25LC1024 (Microchip)
IC3 - IC6	=	MCP6001 (Microchip)
IC7	=	IL300 (Vishay)
IC8	=	18F4620 (Microchip)
IC9	=	74AHC1G08
IC10	=	XC6203E332 (Torex)
IC11	=	WIZ812MJ (WIZnet)
IC12 - IC15	=	74AHC1G04
IC16, IC17	=	MAX6957 (Maxim)
IC18	=	74AHCT1G125

Transistorer:

T1 - T5	=	BSS138N
---------	---	---------

Optiska komponenter:

OK1-OK38	=	SFH6186 (Vishay)
LED1, LED2, LED3	=	5mm grön lysdiod
LED4	=	5mm röd/grön lysdiod
LCD1	=	20x4 alfanumeriskdisplay

Övrigt:

G1	=	Batterihållare, CR2032
JP1, JP2	=	Jumper, 3-pol, 2,54mm raster
JP3	=	Jumper, 2-pol, 2,54mm raster
K1	=	Signalrelä, spolspänning 5V
S1	=	Kretskortsströmställare
U1	=	TEN15-2411 (TracoPower)
U2	=	TEL2-2411 (TracoPower)
X1	=	Kopplingsplint 2-pol, 3,5mm raster
X2, X5	=	Kopplingsplint 3-pol, 3,5mm raster
X3, X10	=	Kopplingsplint 10-pol, 3,5mm raster
X4, X13 - X18	=	Kopplingsplint 8-pol, 2,54mm raster
X6	=	Kopplingsplint 6-pol, 3,5mm raster
X8, X9	=	Kopplingsplint 1-pol
X11, X12	=	Kopplingsplint 4-pol, 3,5mm raster
X17	=	Kopplingsplint 3-pol, 2,54mm raster

Kretskortslayout

