



Institutet för tillämpad hydraulik

ADAPTIV REGLERING

Av: Johan Söderholm

Datum: 2023-03-14



Institutet för tillämpad hydraulik

Institutet för tillämpad hydraulik

VT 2023

Denna sida lämnades internationellt blank

FÖRORD

Jag vill tacka min kollega Rikard Pohjola i detta projekt och min lärare Daniel Mårtensson för stöd, hjälp och kunskap under projektets gång.

INNEHÅLL

Förord.....	4
Introduktion.....	6
Syfte.....	6
Mål.....	6
Metod.....	6
Teori.....	7
Resultat.....	8
koden.....	8
Lådan.....	9
Regleringen.....	10
Diskussion.....	10
Bilagor.....	11

INTRODUKTION

Denna rapport handlar om en adaptiv reglering av MRAS typ som reglerar värme på vattensystem. Denna reglering är programmerad i Flprog och uppladdad på en arduino. Detta projekt är gjort av Johan Söderholm och Rikard Pohjola

SYFTE

Syftet är att få kunskap inom styrning och reglering genom blockprogrammering och el konstruktion.

MÅL

Målet är att bygga en regulator som med hjälp av en önskad temperatur ska värma vattnet tills temperaturen är uppnådd och hålla temperaturen så noggrant som möjligt.

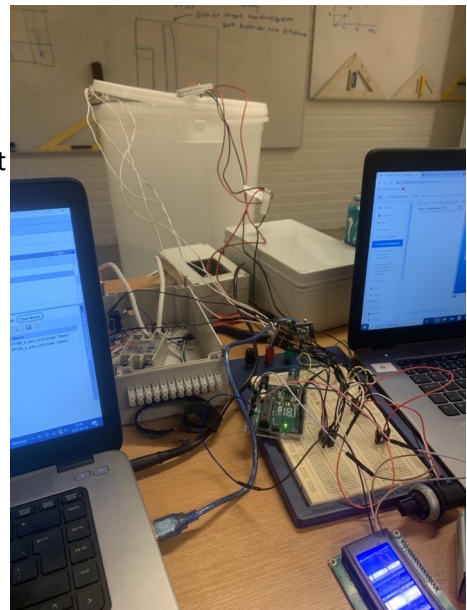
METOD

Programmeringen är skriven i Flprog med hjälp av function block diagram. Koden har skrivits över på en Arduino Uno. Givarna är PT-100 givare och resistansmätarna är Adafruit MAX31865. Reläerna är av SSR typ. Display med HD44780 chipp anslutet via I²C med adress 0x27.

Först byggdes en PID regulator. I andra försöket byggdes en adaptiv regulator efter MRAS teorin.

Börvärdet valdes med hjälp av en potentiometer. Detta byttes ut mot knappar istället.

Vid testning av programmet byggdes projektet temporärt på ett kopplingsdäck, se figur 1, och plottades för analysering av regulatorns prestanda. Sedan byggdes hela regulatorn in i en låda. Vid försöken kopplades reläet till en doppvärmare monterad på en hink med vatten. Givaren monterades så nära värmaren som möjligt för att minska trögheten av vattnets värmeutbrednings förmåga.



Figur 1: Kopplingdeck vid testning.

Model-Reference Adaptive System, MRAS. Denna adaptiva regulator är baserad på Lyapunov teori. Det är en första orderns system. Systemet bygger på att man har två summor som växer tills man har ett felvärde som är noll. Då kommer övriga multiplikationer i systemet bli noll vilket leder till att summorna blir som konstanter och regleringen kommer hållas. Man får en börvärdeskorrigerare ekvivalent med I-delen i en PI regulator och där felvärdeskorrigeringen blir ekvivalent med P-delen.

208 Chapter 5 Model-Reference Adaptive Systems

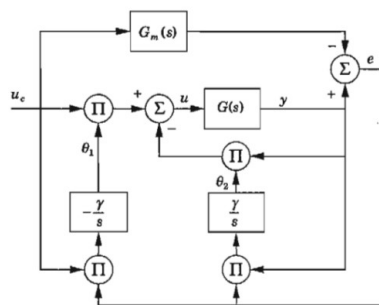
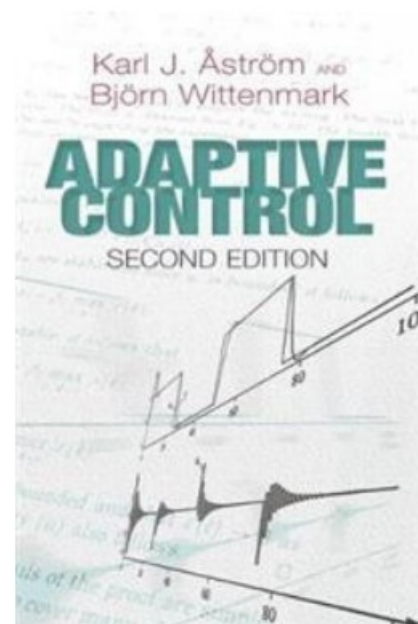


Figure 5.11 Block diagram of an MRAS based on Lyapunov theory for a first-order system. Compare with the controller based on the MIT rule for the same system in Fig. 5.4.



Figur 2: Adaptive Control bok.

Figur 3: Urklipp från Adaptive Control.

RESULTAT

KODEN

Den slutgiltiga koden beskrivs nedan. Koden är indelad i boards och figur nummer. Se bilaga 1.

Board 1 enligt figur 6.

För att få ett börvärde används två knappar. Ena knappen räknar plus ett och den andra minus 1 i en counter. Eftersom koden är skriven för att värma två separata system så finns en tredje knapp som byter mellan att räkna på två olika counters för att få börvärde 1 eller 2. Signalerna från knapparna är konstant hög och ger signal vid jordning av knappen genom att invertera ingångarna till And blocken. Tredje knappen som byter börvärde att räkna på går via ett TT block i Flprog vilket gör den signalen konstant hög eller låg.

Board 2 enligt figur 6 och Board 3 enligt figur 7.

Ärvärdet från resistansmätaren skickas till variabeln ärvärde och subtraheras med börvärdet för att få en skillnad som blir felvärdet.

Board 4 och 5 enligt figur 7.

Börvärdet multipliceras med integral 1 och ärvärdet multipliceras med integral 2. Dessa två värden subtraheras med varandra för att få ett värde som blir längden signalen är hög i perioden.

Board 6, 7, 8 och 9 enligt figur 8.

Integral 1 börjar med att multiplicera börvärde med felvärdet och sedan med intrimnings konstanten gamma som är negativ. Sedan summeras detta värde hela tiden med sitt momentanvärde för att få integralen. För att integralen inte ska bli för stor eller negativ så passerar den en limit som säger att den inte får vara under 0 eller över 0.25.

Integral 2 börjar med att multiplicera ärvärde med felvärdet och sedan med intrimnings konstanten gamma som är samma konstant men positiv. Sedan summeras detta värde hela tiden med sitt momentanvärde för att få integralen. För att integralen inte ska bli för liten eller positiv så passerar den en limit som säger att den inte får vara över 0 eller under -0.25.

Board 10 och 11 enligt figur 9.

Räknaren är perioden för pwmsignalen. Denna summerar sig själv med 4 konstant tills en uppnått värdet 100 då räknaren börjar om från 0.001.

Board 12 enligt figur 9 och board 13 enligt figur 10.

Här jämför värdet i board 4 och 5 sitt värde med räknaren. Om värdet är större eller lika som värdet räknaren ger en hög signal ut. Det finns även ett villkor som säger att värmaren ska gå på högsta effekt tills ärvärdet ligger 4 grader under börvärdet för att sedan påbörja regleringen.

Board 14 enligt figur 10.

Eftersom programmet är skrivet för två regulatorer och detta drivs på ett eluttag så finns ett villkor som gör att endast en regulator skickar signal åt taget. Den växlar varje gång programmet blir läst.

Board 15 enligt figur 10.

För att starta den tredje värmaren som är utan regulator och endast en av eller på så måste båda regulatorernas börvärde vara noll vilket betyder att dessa är avstängda.

Board 16 enligt figur 11.

Detta används för att plotta en graf av alla värden på variablerna vid analysering av regleringarna.

Board 17 enligt figur 12.

För att visa ärvärdet och börvärdet läggs dessa variabler in på en led display. Den visar även när tredje värmaren kan vara aktiverad.

LÅDAN

Lådan innehåller tre stycken SSR reläer som går till regulator 1, 2 och värmaren med av eller på funktion. Signalerna från arduinon öppnar och stänger kretsen via reläerna till värmarna. Det är en fas som har parallellkopplats till alla reläer vilket är anledningen till att det inte ska gå att starta flera värmare samtidigt då risken att säkringar i byggnaden kan slås ut av för hög ström går genom uttaget.

Tre brytare för avstängning av värmarna är kopplade mellan arduinon och reläerna.

Ärvärdet tas från en PT-100 givare som kopplats till en Adafruit MAX31865. Resistansmätaren skickar sedan ärvärdet till arduinon.

Kontakten för givarna, värmarna och strömförsörjning till arduinon och värmarna går att plugga ur vid transport vilket gör den portabel, se figur 4.

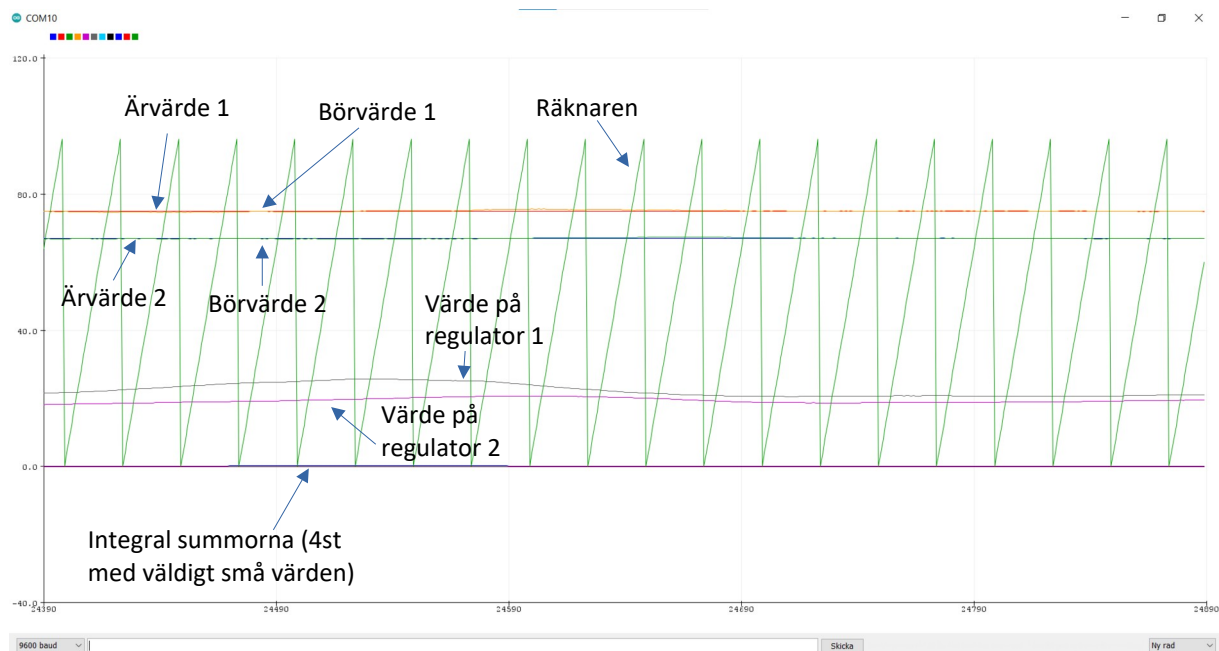


Figur 4: Utgångar från låda.

För fler bilder av lådan och elschemat se figur 13, 14, 15 och 16.

REGLERINGEN

Värdet håller sig 0.5°C inom inställt börvärde, se figur 5.



Figur 5: Graf över regulatorernas plotter.

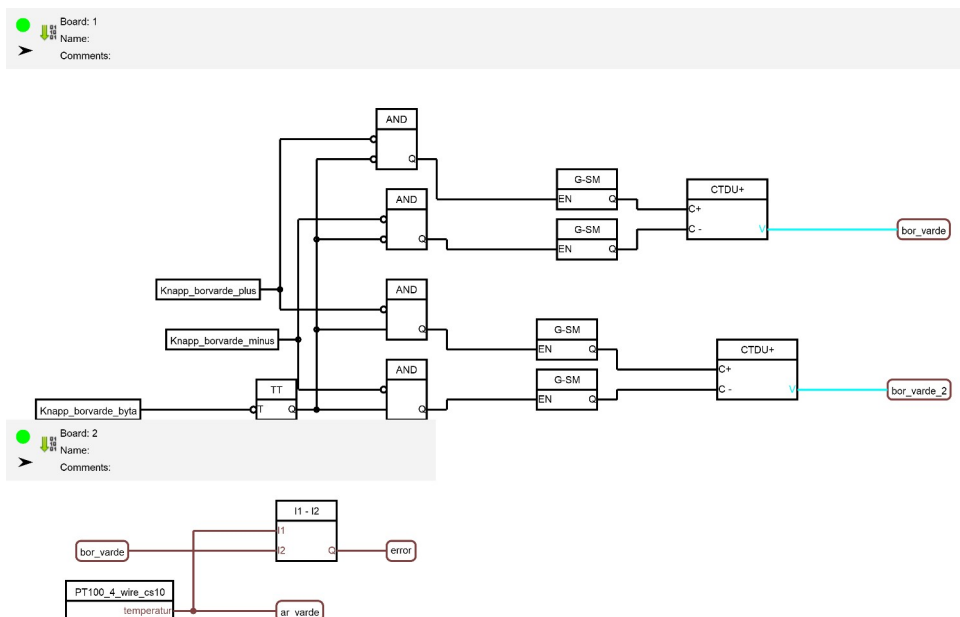
DISKUSSION

Regulatorn fick en väldigt fin precision och klarade av att hålla sig inom 0.5°C av inställt börvärde vilket blev överraskande bra då förväntningarna var hålla sig inom 2°C.

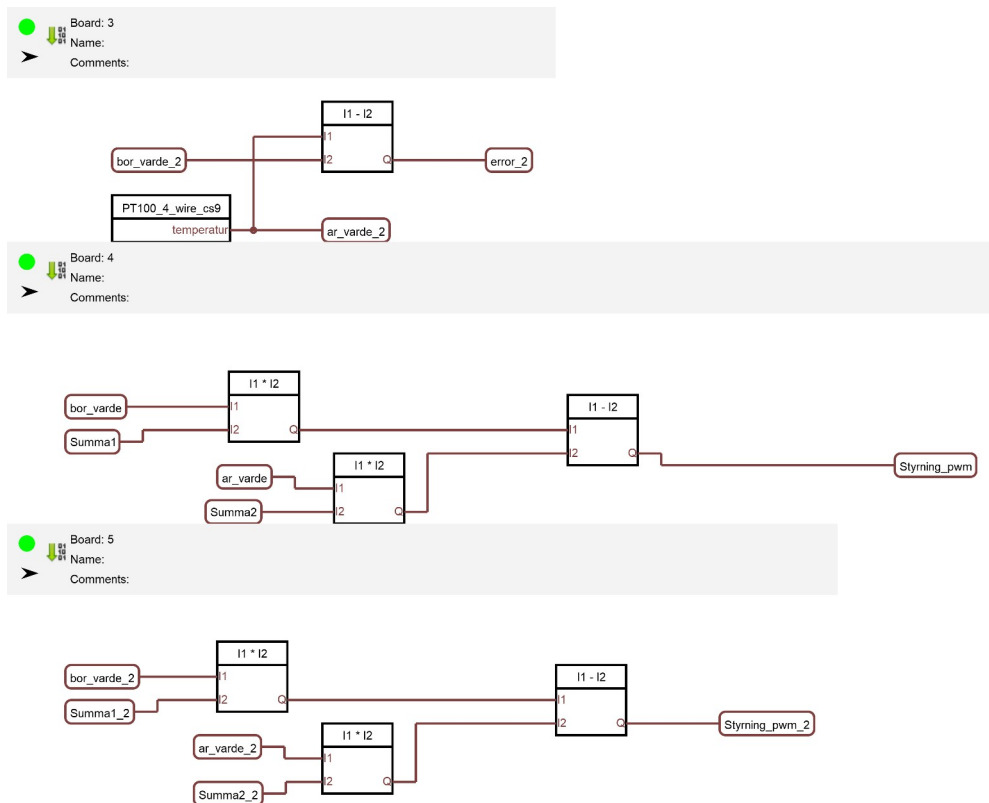
Det blev lite väl många kablar i lådan som resulterade i kortslutning och två arduinos gick sönder. Detta ledde till att mycket behövde lödas om. Ett alternativ skulle vara att ansluta allt till ett kretskort.

Vi hade problem med att potentiometern för börvärdet hade brusig signal vilket var anledningen till att vi använde knapparna.

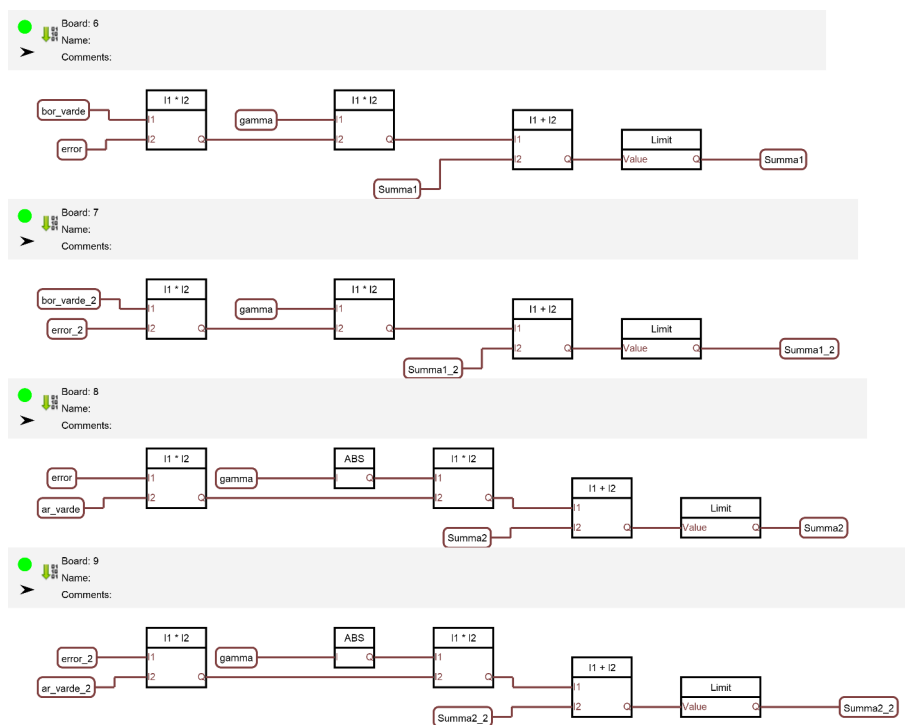
Att vi började med att göra en PID-regulator var för att skapa oss en förkunskap om reglering men det gjorde även att vi förstod att en adaptiv var mycket enklare att trimma in då den endast hade gammavärdet att trimma in vilket var enklare än att trimma in både P och I. Vi märkte även att D-delen inte var till någon hjälp vid värmning av vatten då trögheten i vattensystem inte har den förändringshastighet som D-delen kan hjälpa att accelerera och retardera emot.



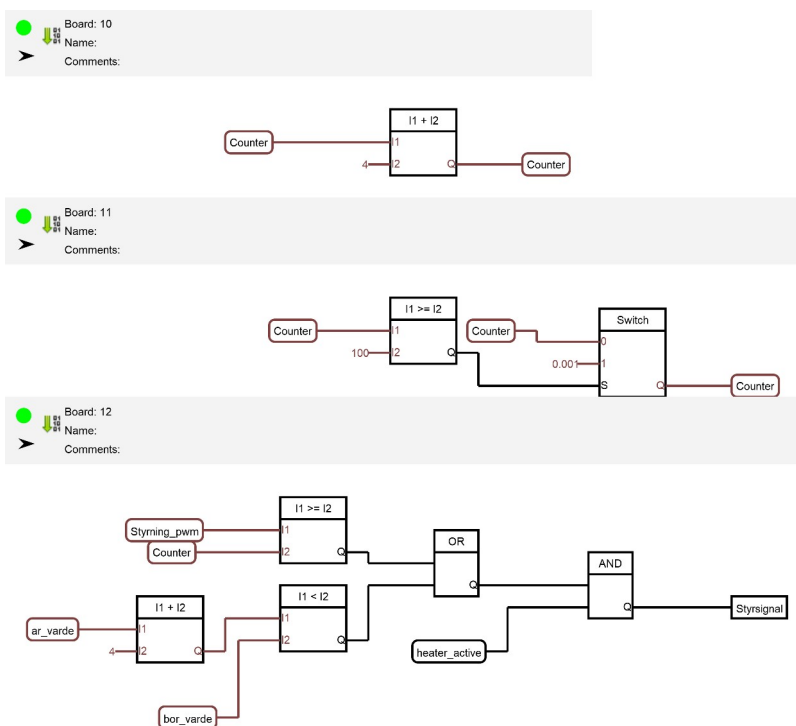
Figur 6: Board 1 och 2.



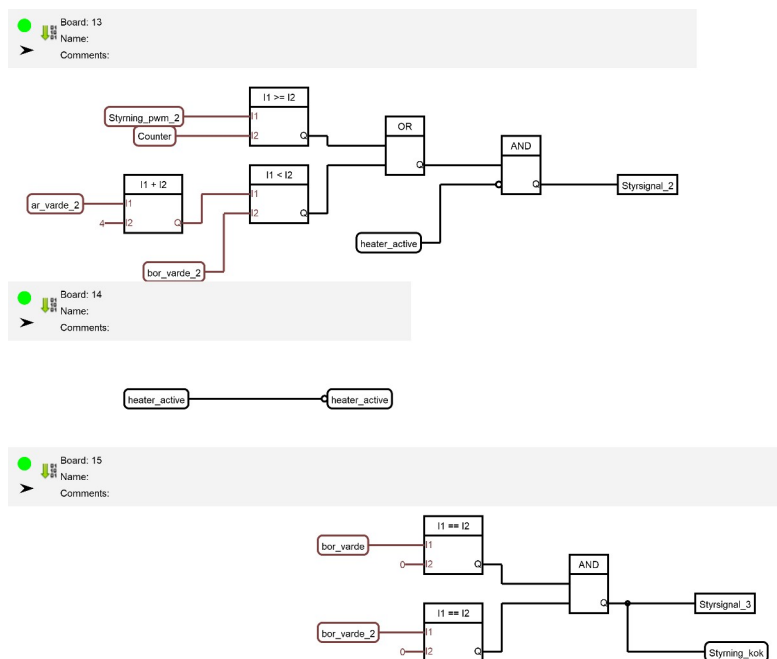
Figur 7: Board 3, 4 och 5.



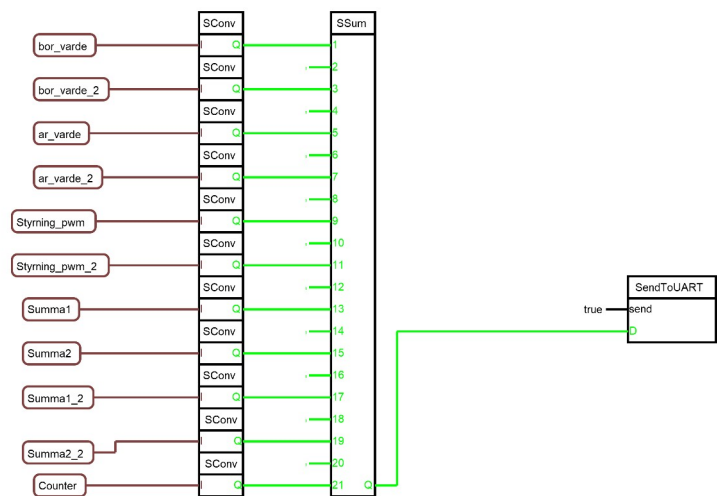
Figur 8: Board 6, 7, 8 och 9.



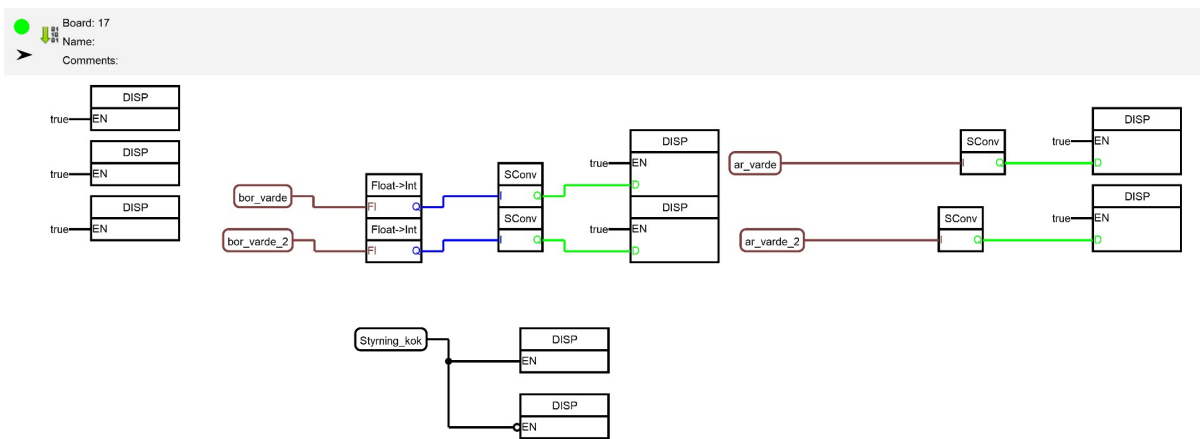
Figur 9: Board 10, 11 och 12.



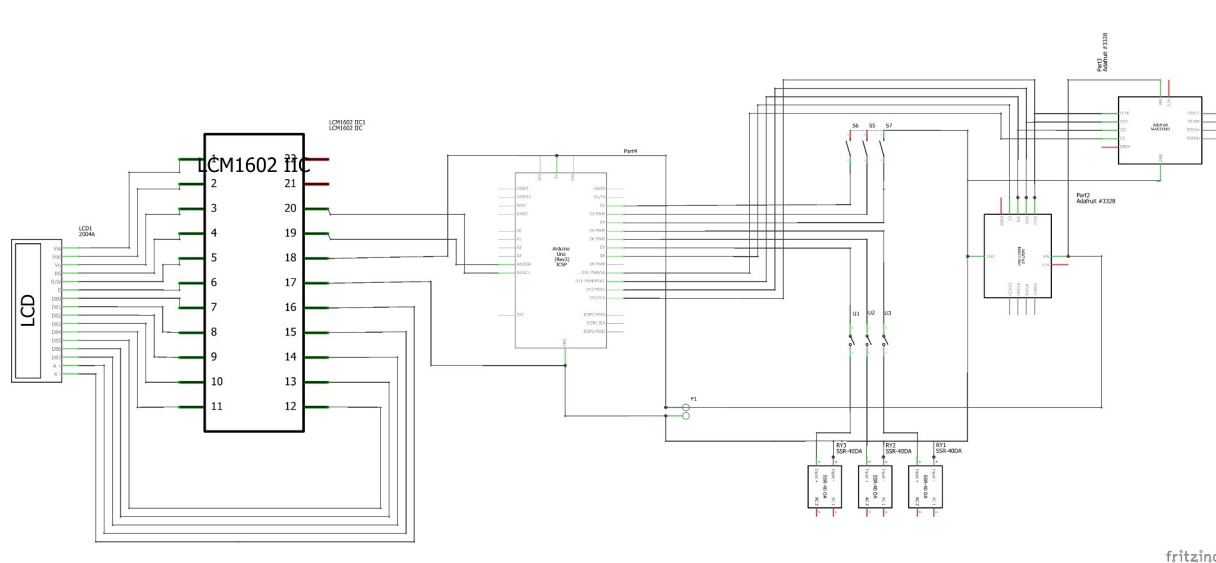
Figur 10: Board 13, 14 och 15.



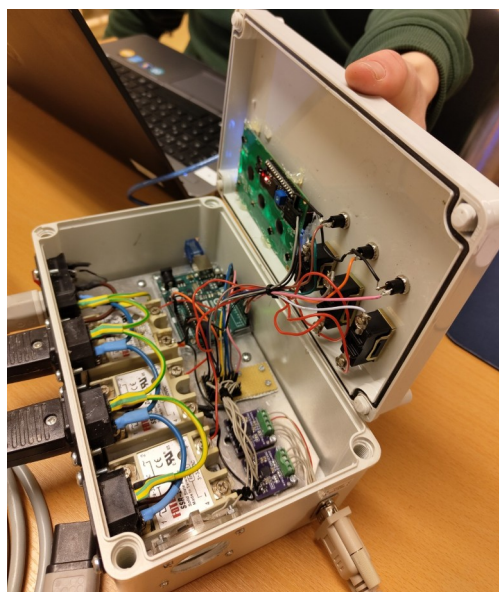
Figur 11: Board 16.



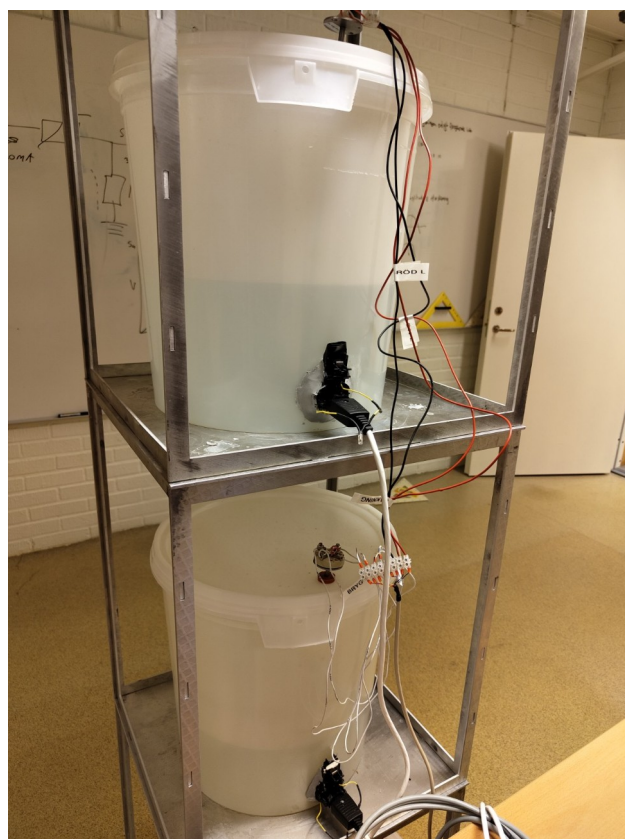
Figur 12: Board 17.



Figur 13: Elschema låda.



Figur 15: Insida av låda.



Figur 14: Uppställning av värmesystem.



Figur 16: Kontrollpanelen på lådan.