

# Integrering av styrkortstester i testramverk

Martin Finne

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2022

## EXAMENSARBETE

Författare: Martin Finne  
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa  
Inriktning: Automationsteknik  
Handledare: Matts Nickull

Titel: Integrering av styrkortstester i testramverk

---

Datum: 20.5.2022      Sidantal: 18

---

### Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Mirka Ab:s Power Tools enhet.

Arbetets huvudsyfte var att planera och bygga hårdvara för att förenkla arbetet med tester som involverar temperaturcyklning. Till planeringen hörde även att ta fram grunderna från vilka den färdiga mjukvaran kan detaljplaneras och byggas.

Systemet som används idag kräver handpåläggning för övervakning och är därför tidskrävande att använda. Hårdvaran är även monterad på plats vilket gör den svårt att modifiera mekaniskt samtidigt som mjukvaran kräver programmeringskunskaper för att göra även mindre ändringar.

Konceptritningar gjordes upp för olika typer av system. Efter beslut om vilket av koncepten som var lämpligast för uppgiften, detaljplanerades projektet och komponenter beställdes att bygga av. Efter att monteringen var färdigställd och projektet testat uppdaterades ritningarna för att stämma överens med den slutliga hårdvaran.

Slutresultatet blev fungerande hårdvara som nu inväntar mjukvara för att kunna tas i bruk.

---

Språk: svenska

Nyckelord: Mirka, accelererat åldrande, LabVIEW

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Martin Finne  
Degree Programme: Electrical Engineering and Automation, Vaasa  
Specialisation: Automation  
Supervisor: Matts Nickull

Title: Integration of Controller Card Tests in Test Framework

---

Date: May 20, 2022    Number of pages: 18

---

### **Abstract**

This thesis was done for Mirka Ltd.s' Power Tools department.

The aim of this thesis was to plan and build hardware to easier and faster perform tests involving thermal cycling. Part of the planning was also to lay the groundwork from which the software later can be built.

The system used today requires manual work for monitoring and is hence time-consuming. The hardware is also assembled in place which makes mechanical modifications difficult. At the same time, making small modifications to the software requires some degree of programming skills.

Concepts were made for different hardware solutions. After a decision was made on which concept to move forward with, detailed planning was done and components were ordered. After finished assembly and a test of the completed system the plans and schematics were updated to reflect the finished system.

The end result is working hardware in need of software, waiting to be deployed.

---

Language: Swedish

Key words: Mirka, accelerated aging, LabVIEW

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Omfång .....	1
1.2	Företaget.....	1
2	Gap-analys.....	1
3	Accelererat åldrande.....	2
3.1	Temperaturcykling.....	3
3.2	Power Tools användning av temperaturcykling.....	3
4	Planering.....	3
4.1	Version 1.....	4
4.2	Version 2.....	5
4.3	Version 3.....	5
4.4	Val av hårdvarulösning.....	6
5	Detaljplanering av hårdvara .....	7
5.1	Elektrisk konstruktion .....	7
5.1.1	Matningskrets .....	7
5.1.2	Signalkrets.....	8
5.1.3	Säkringsbox.....	10
5.2	Mekanisk konstruktion .....	11
6	Alternativ på mjukvara .....	12
6.1	Funktionsprincip .....	13
6.2	Exempel på kontrollpanel och funktioner .....	13
7	Montering.....	14
7.1	Säkringsboxen .....	14
7.2	Kontrollboxen .....	15
7.3	Fullt system .....	16
8	Resultat .....	17
9	Diskussion.....	17

## 1 Inledning

De styrkort som används i Mirkas slipmaskiner utsätts för olika typer av tester under utvecklingsfasen, till dessa tester hör accelererat åldrande. En av de tekniker som används är temperaturcykling. Det system som används idag för att styra och kontrollera status på de styrkort som testas är svårt att modifiera och tidsdrygt att använda. Syftet med detta arbete var att planera hårdvara och mjukvara för detta ändamål, samt att bygga hårdvaran.

### 1.1 Omfång

Examensarbetet behandlar i huvudsak hårdvaran, men innehåller också en kort beskrivning av mjukvaran. Testramverket, uppbyggt med hjälp av LabVIEW, är programvara som används på flera testmaskiner från tidigare. Ramverket är byggt av tredje part och kommer modifieras av samma aktör när det finns lediga resurser för att även vara kompatibelt med den utrustning som byggs som del av detta arbete.

### 1.2 Företaget

Mirka är ett företag som grundades 1943. Deras motto "dedicated to the Finish" berättar om företagets höga krav på de produkter som produceras. Mirka utvecklar och producerar slipprodukter, såsom slippapper, polermedel, microslipningsprodukter samt slipmaskiner användbara inom flera olika branscher. Företaget har 18 dotterbolag runtom i världen och över 97 % av produkterna exporteras till mer än 100 länder världen över. [1]

## 2 Gap-analys

Det system som idag används för att styra och kontrollera status på de styrkort som testas är både relativt svårt att modifiera samt tidsdrygt att använda. Systemet består av en temperaturgivare som håller koll på temperaturen inuti klimatskåpet. Temperaturen läses av en Arduino mikrokontroller utanför klimatskåpet som då i sin tur aktiverar en av sina reläkontakter vid rätt temperatur. När ett av reläerna drar, kopplas spänning på till några av de elektromagneter som finns monterade på de maskiner, innehållande styrkort som testas, som sitter fast i en jigg inuti skåpet. Om de styrkort som testas fortfarande är i gott skick borde maskinerna köra när magneterna aktiveras. För att veta om alla styrkort

fungerar som de ska, kräver det att man ansluter till varje maskin och Arduinon enskilt. Detta för att kontrollera att värdet på den interna räknaren i maskinerna överensstämmer med det värde som Arduinon har lagrat med antalet startförsök. Dessa värden bör jämföras tillräckligt ofta så att testet inte körs i onödan för att flera maskiner inte fungerar som de ska.

Eftersom mycket av dagens system är byggt på plats är det svårt att modifiera mekaniskt. Detta gör att det tar länge att byta mellan test av olika typer av kort. Vill man göra ändringar till hur och när maskinerna ska köras krävs även att man har vissa programmeringskunskaper.

Slutresultatet önskas vara ett system som på så många sätt som möjligt sparar tid jämfört med dagens system. Detta kräver då att monteringen samt byte av testjiggar blir enklare, att kontakter används i stället för skruvanslutningar mellan jiggen och styrsystemet. Ett annat krav är att styrsystemet kan styra flera olika maskintyper, både med magnetisk och mekanisk aktivering, och samtidigt hålla koll på att alla maskiner fungerar som de ska. Detta för att systemet ska kunna meddela användaren vid eventuella fel. Det önskas även att man kan ansluta till systemet på distans för att kontrollera att allt ser ut som det ska och eventuellt ändra parametrar vid behov.

### **3 Accelererat åldrande**

För att enklare kunna testa att elektroniken fungerar som tänkt under en hel produkts livslängd används olika typer av accelererat åldrande. Genom att påskynda åldrandet kan man på en mycket kortare tid komma upp i den stress och nötning som en produkt kan förväntas utstå under hela dess normala livstid. Detta för att redan under utvecklingsprocessen kunna hitta eventuellt svaga punkter i designen och hinna rätta till fel innan produkten hamnar hos kunder. Det är även ett användbart verktyg för att hitta förbättringsmöjligheter i existerande produkter och således göra den bättre under hela tiden den finns på marknaden.

### **3.1 Temperaturcykling**

En av de metoder som används för att hitta olika svagheter i elektroniken är temperaturcykling. Dels testas att de komponenter som valts fungerar som tänkt vid den högsta och lägsta temperatur som produkten förväntas användas vid. En annan aspekt är att olika material expanderar olika mycket vid en temperaturförändring. Detta leder till att mekaniska spänningar uppstår. Olika typer av defekter, små sprickor, som endera funnits i komponenterna redan från tillverkningen eller som uppkommit under monteringen eller hanteringen av det färdiga kretskortet kan då växa sig större tills en komponent slutar fungera helt. Även defekter i mekaniska delar av elektroniken kan hittas, såsom dåliga lödningar, designmissar eller att banor på kretskortet gått av. [2]

### **3.2 Power Tools användning av temperaturcykling**

Mirkas Power Tools enhet använder temperaturcykling för att hitta eventuella svagheter i de styrkort som används i Mirkas slipmaskiner. Styrkorten monteras 10 åt gången i en jigg, bestående av nerskalade maskiner som sätts in i klimatskåpet. Temperaturen körs då upp så snabbt skåpet tillåter, hålls där under ett antal minuter för att låta de kort som testas nå denna temperatur. Samma sak gäller när korten kyls ned, så snabbt som skåpet tillåter och så en väntetid för att låta korten uppnå den nya temperaturen. Detta förlopp upprepas då tills att ett visst antal cykler uppnås eller att tillräckligt många kort gått sönder. Under tiden i klimatskåpet är styrkorten alltid anslutna till spänning och enskilt avsäkrade. Detta för att bryta strömmen till defekta kort utan att påverka funktionen av resterande testobjekt. När styrkorten når rumstemperatur aktiveras de en eller flera gånger för att se om de fortfarande fungerar normalt. Om styrkorten fortfarande fungerar efter att alla cykler körts fortsätter testet på annat håll.

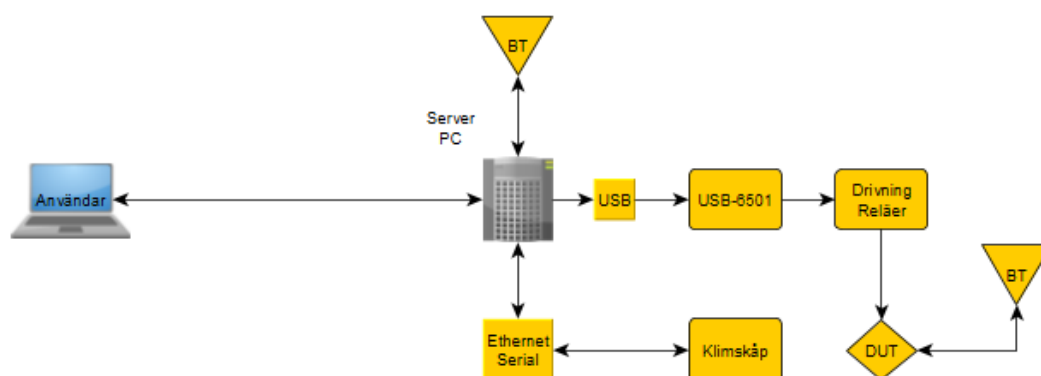
## **4 Planering**

Med hjälp av gap-analysen togs olika lösningar fram. Alla tre lösningar baserar sig på en dator som fungerar som server. Denna dator kör programmet som styr hårdvaran samtidigt som den kommunicerar med klimatskåpet för att läsa temperaturdata och har möjlighet att meddela användaren vid eventuella fel. Med hjälp av temperaturdata och parametrar inställda av användaren ska då denna dator kunna ge en startsignal till de kort som testas

samt kontrollera att de kör när de ska. För att enkelt kunna styra flera olika typer av maskiner, dels de med magnetisk aktivering men även de med fysiska knappar, valdes att reläkontakter med båda polerna tillgängliga används som utgångar. Tre olika prisklasser med tillhörande robusthet tas fram och dess för och nackdelar diskuteras med beställaren samt handledare på Power Tools testavdelning.

#### 4.1 Version 1

Version 1 består av den billigaste hårdvaran men kräver i sin tur mera av mjukvaran. Dels kräver det att funktioner implementeras för att hämta data från maskinerna som körs, men också att de styrkort som testas har stabil kommunikation. Hårdvaran består av en Windows PC, en NI USB-6501, en Bluetooth adapter och ett reläkort. PC:n kör testramverket, kommunicerar med företagets nätverk för monitorering och fjärrstyrning. Kommunikation med klimatskåpet sker via Ethernet eller seriekabel för avläsning av temperatur. Kommunikation till NI gränssnittet görs via USB och övervakning av styrkorten görs trådlöst. Eftersom USB-6501 inte klarar av att driva reläer direkt krävs någon typ av reläkort med inbyggd drivning för reläer. Programmet läser då temperaturen från klimatskåpet och driver styrkorten vid rätt tillfälle. Samtidigt ansluter också programmet till korten för att kontrollera att de kört rätt antal gånger. DUT är de styrkort som testas. [3]

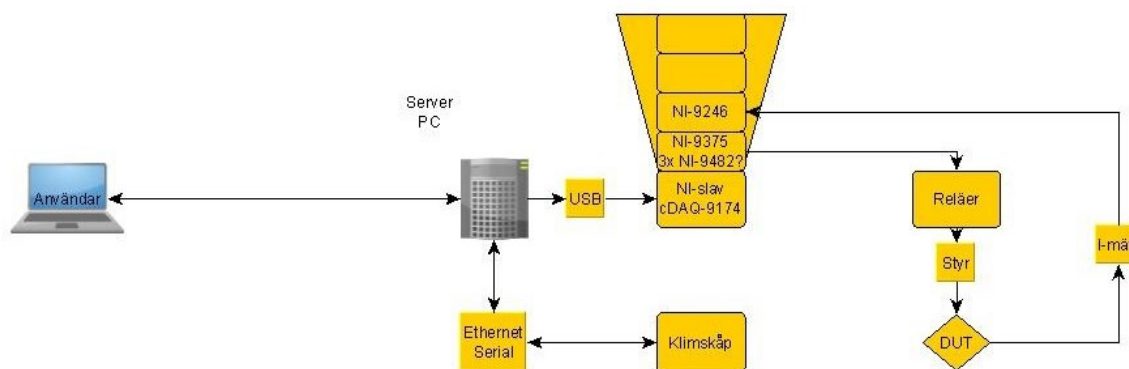


Figur 1. Hårdvarulösning 1.



## 4.2 Version 2

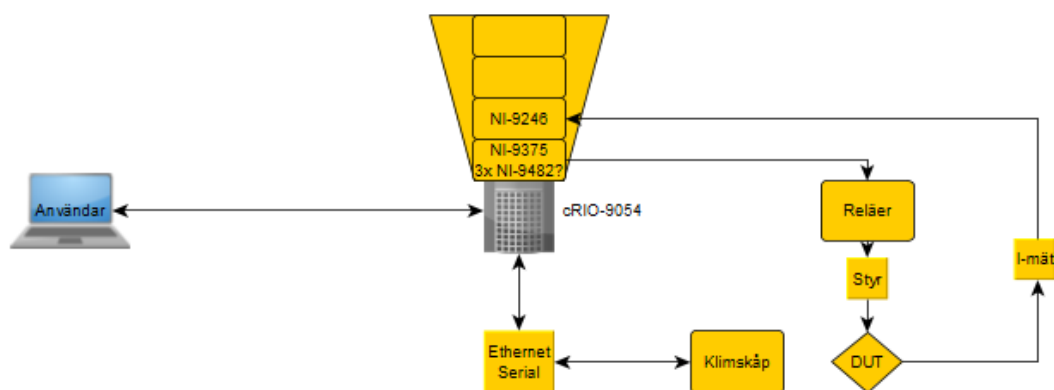
Version 2 bygger på mera robust hårdvara men ändå inte extremt dyra komponenter. Hårdvaran består av en vanlig PC, en NI CompactDAQ, NI strömmättningsmodul, NI digital in- och utgångsmodul och reläer. Denna version fungerar ganska långt som version 1. Datorn läser temperaturen från klimatskåpet över endera Ethernet eller serieport och ger en startsignal till de styrkort som testas. Här behövs ingen extra elektronik mellan utgångskortet och reläerna, utan kortet klarar av att direkt driva reläerna. En annan sak som ändrar är att varken styrkortet eller programmet behöver stöd för trådlös kommunikation. I stället används strömmätning för att se att de kort som testas fungerar som tänkt. [4]



Figur 2. Hårdvarulösning 2.

## 4.3 Version 3

I version 3 är så mycket som möjligt integrerat i en så liten enhet som möjligt. Här används en CompactRIO från NI, dator inbyggd i rackenheten i stället för en vanlig PC. Strömmättningsmodulen och in- och utmatningsmodul samt reläer är detsamma som i version 2. Denna lösning blir mera kompakt och mera driftsäker än version 2. [5]



**Figur 3. Hårdvaruversion 3.**

#### 4.4 Val av hårdvarulösning

Det viktigaste med lösningen som väljs är att den sparar in tid. Detta kräver då en del av den mekaniska konstruktionen men även att man kan lita på alla komponenter som används. Detta utesluter hårdvaruversion 1. Den har mindre robusta komponenter och kräver att den trådlösa kommunikationen till de styrkort som testas är fungerande. Hårdvaruversion 3 vore den bästa ur tillförlitlighetssynpunkt. Det som talar emot version 3 är att en cRIO med kravet att ha två nätverksportar, en till klimatskåpet och en till interna nätverket, blir onödigt dyr. En annan aspekt är att om man i framtiden behöver endera ett nytt anslutningsprotokoll eller mera datorkraft så måste man byta ut datorn. Därför valdes hårdvarulösning 2. Man får samma robusta komponenter som i version 3 men man har en vanlig PC med lite sämre tillförlitlighet. Det man förlorar i tillförlitlighet vinner man i stället i att man enkelt kan byta ut eller uppgradera datorn om nya krav ställs på kommunikation eller prestanda.

I stället för den cDAQ som finns med på bilden (Figur 2) i hårdvaruversion 2 kommer en större NI cDAQ-9178 att användas som redan finns tillgänglig.

## 5 Detaljplanering av hårdvara

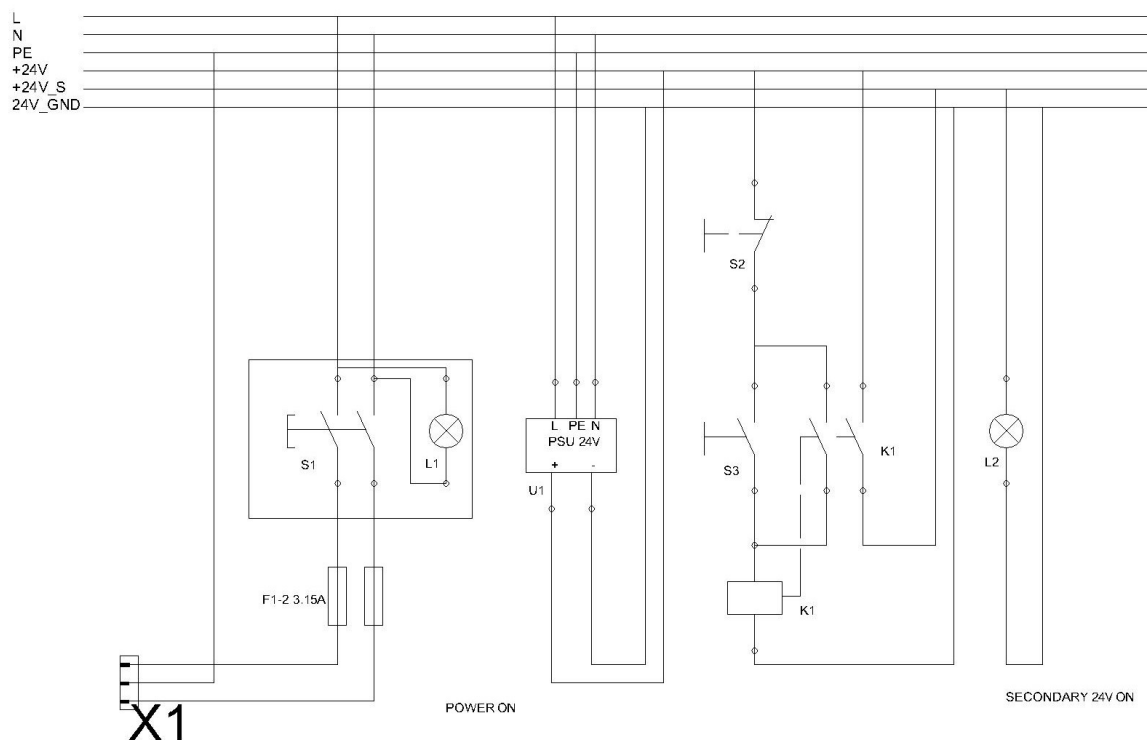
Efter att beslutet var fattat på vilken hårdvarulösning som skulle vidareutvecklas påbörjas arbetet med att välja ut resterande komponenter. Det som saknas är något att bygga projektet i, lämplig strömkälla, reläer, kontakter och strömställare.

### 5.1 Elektrisk konstruktion

Systemet är uppbyggt i fyra olika delar. Först kommer en del med 230 VAC, inkommande matning från nätet. Andra delen är 24 VDC som kommer direkt från strömkällan. Denna matar cDAQ:en och går vidare till del tre. Den tredje delen är sekundära 24 VDC som går att sätta på och stänga av med fysiska knappar på frontpanelen. Den sekundära 24 VDC är den som går till in- och utgångskortet, dels för avläsning men också för att driva utgångsreläerna. Den fjärde och sista delen är matningen till styrkorten under test samt mätkretsen för strömmarna. Denna kan vara endera 230 VAC eller 120 VAC beroende på vilken maskintyp som testas.

#### 5.1.1 Matningskrets

Kontrollboxen matas med 230 VAC. En IEC-kontakt med inbyggda säkringar valdes till strömintag och en strömställare som bryter både fas och nolla valdes för av- och på-knapp. Samtliga förbrukare i kontrollboxen drivs med 24 VDC. Till omvandlingen väljs en strömkälla från Siemens LOGO!Power -serien. Detta för att få andra har en tillräckligt låg bygghöjd. Effekten räknas ut för de komponenter som används och dubblas vid val av strömkälla. Detta för att ha tillräckligt med effekt även vid eventuella utbyggnader. Efter strömkällan delas 24 VDC-matningen upp i två olika kategorier, den ena är direkt och är påslagen hela tiden och den andra går via ett relä med hållkrets. Sekundära 24 VDC används som matning till utgångskortet för att fysiskt kunna stänga av utgångsreläerna och inte endast behöva förlita sig på mjukvaran.

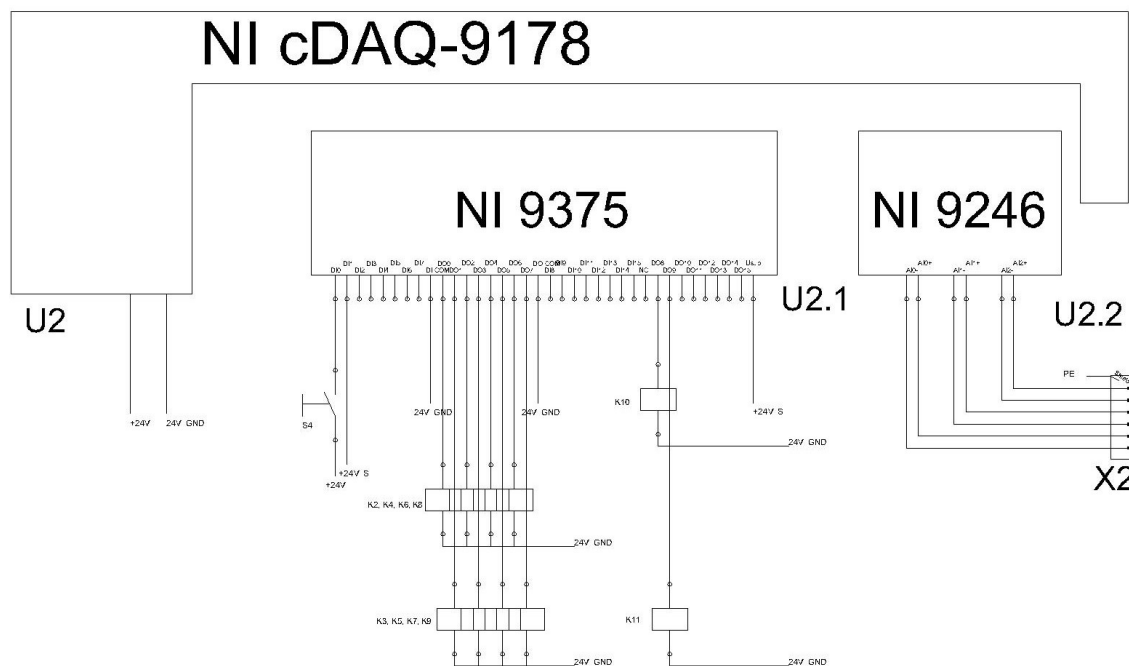


Figur 4. Schema över matningskretsen.

### 5.1.2 Signalkrets

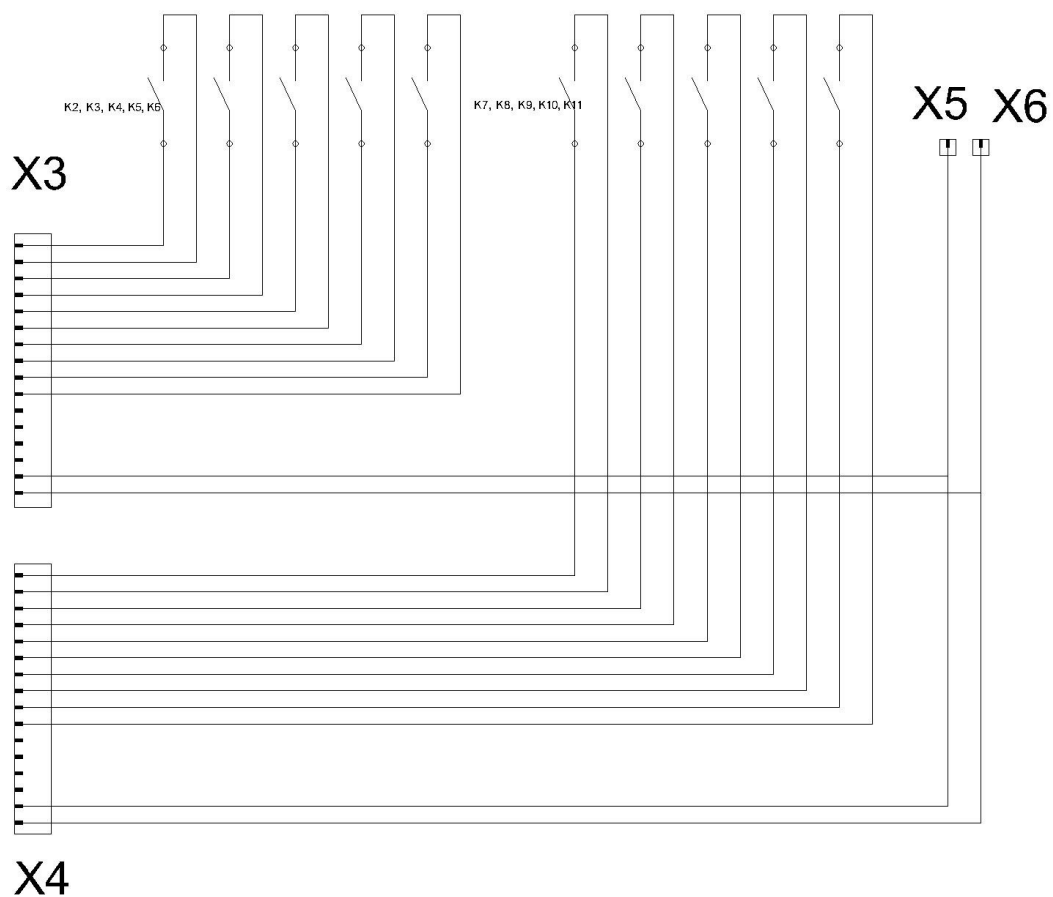
NI-9375 är en in- och utgångsmodul med 16 in- och 16 utgångar. Signalkretsen läser in signalen från en testknapp samt kontrollerar om den sekundära 24 VDC-matningen är påslagen. Det är även signalkretsen som med hjälp av den sekundära 24 VDC-matningen styr utgångsreläerna. [6]

Till strömmätningen används en NI-9246 som har tre 0 - 20 AAC strömmätningsskanaler. De tre kanalerna används för att mäta om det går en ström till de styrkort som är under test. Alla tre kanalerna är anslutna till X2 där säkringsboxen senare kopplas in. [7]



Figur 5. Schema över signalkretsen.

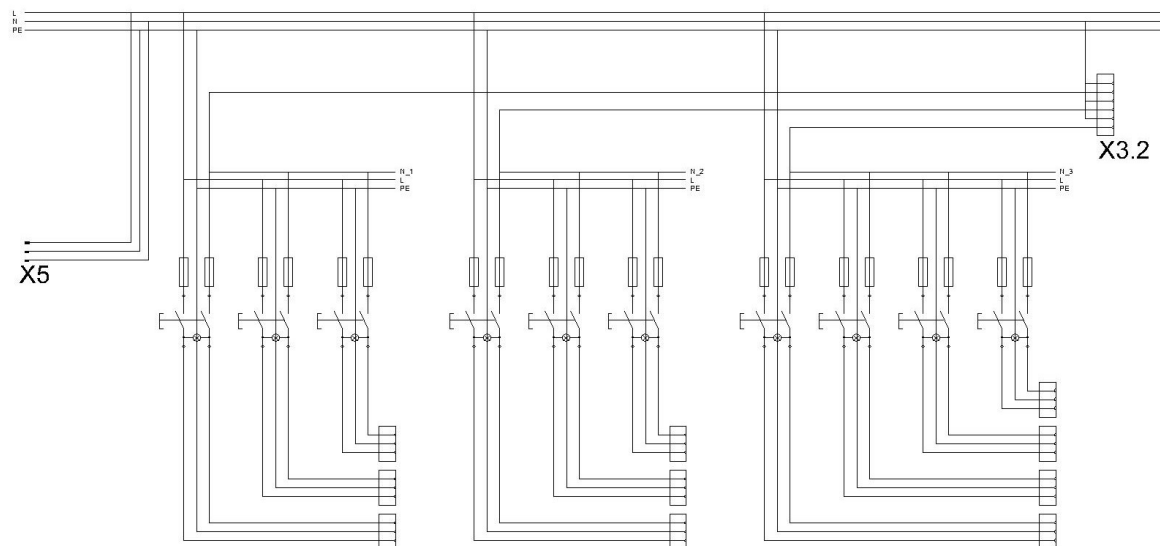
Som andra halva av signalkretsen kommer ännu reläkretsen. Den styrs av in- och utgångsmodulen. Reläpetsarna kopplas till de kontakter, X3 och X4, som kopplas till testjiggen som placeras i klimatskåpet. X5 och X6 kopplas också till X3 och X4 för att kunna mata aktiva jiggar med spänning. De reläer som valdes är onödigt kraftiga men av samma typ som redan används i flera andra maskiner. Dels är tillförlitligheten känd sedan tidigare, men det minskar även på hur många olika reservdelar som behövs i lager. [8]



Figur 6. Schemat för reläkretsen

### 5.1.3 Säkringsbox

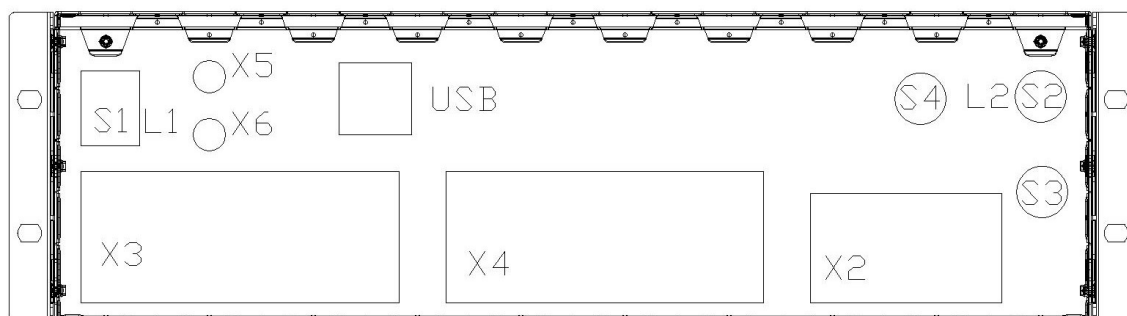
En befintlig fördelningsbox med individuella brytare samt säkringar för 10 maskiner modifieras. N-plinten delas upp i 3 + 3 + 4 för att kunna använda alla tre strömmätningsskanaler och således kunna köra flera maskiner åt gången.



Figur 7. Schema för säkringsboxen.

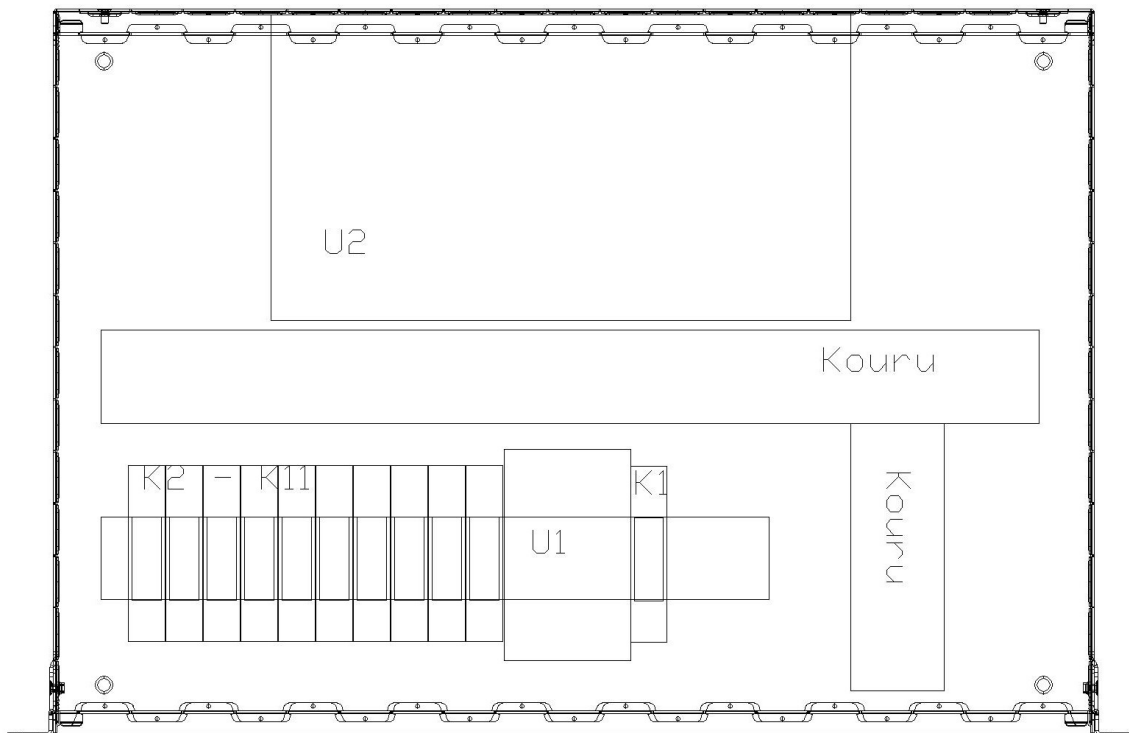
## 5.2 Mekanisk konstruktion

För att enkelt kunna stapla testutrustning på varandra eller montera den i en flyttbar vagn, väljs en lämplig racklåda som grund för den mekaniska konstruktionen. Lådan väljs utifrån en kombination av vad som använts i tidigare projekt på avdelningen och att de största komponenterna ska få plats med lite extra rum för framtida behov. En 3U 19" racklåda väljs för att få plats med cRIO:n som är 2U i höjd. Som anslutning till testjiggarna samt strömmätningen väljs Weidmüllers kontakter. För strömmätningen väljs en, X2, 6-polig kontakt, tre poler som kommer från säkringsboxen och så får returen också varsin pol. Till testjiggen valdes två 16-poliga, X3 och X4, kontakter. För de fem reläkontakterna skulle 10 poler varit tillräckligt, men då skulle matningen till jiggen måsta göras annorlunda och eventuella framtida expansioner skulle bli svårare. [9]



Figur 8. Frontpanelen.

Efter att ha placerat ut de mest skrymmande komponenterna, strömkällan, U1, på DIN-skena och NI-rack med moduler, U2, valdes att placera en lämpligt stor trådkanal emellan de båda och en utstickare till frontpanelen.



Figur 9. Vy uppifrån över kontrollboxen.

## 6 Alternativ på mjukvara

Mjukvaran, testramverket uppbyggt i LabVIEW, som redan används på flera testutrustningar anpassas av tredje part när det finns lediga resurser för att bli kompatibel med den nya hårdvaran. De huvudsakliga ändringarna som behövs är att skapa nya block för att kommunicera med den nya hårdvaran samt med klimatskåpet. De delar som går att återanvända är de för programflöde, rapportering, fjärrmonitorering samt alarmfunktioner.



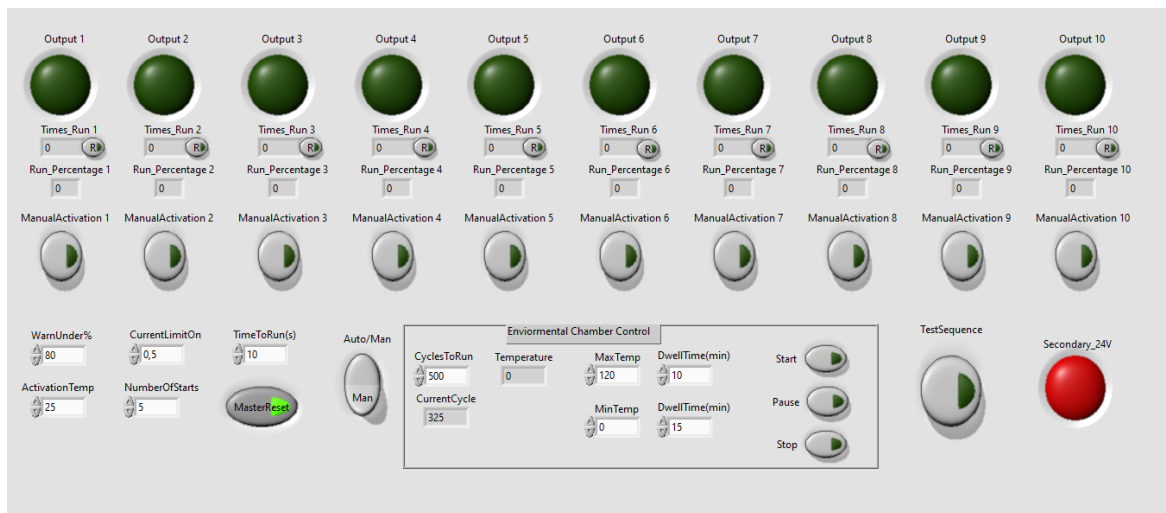
## 6.1 Funktionsprincip

Till huvuduppgift har mjukvaran att aktivera de styrkort som testas rätt antal gånger vid rätt tillfälle. Detta förutsätter att programmet kan kommunicera med klimatskåpet och läsa ut den aktuella temperaturen. När temperaturen är nådd bör programmet försöka aktivera tre maskiner åt gången. 1, 4, 7 körs först, sen 2, 5, 8, sen 3, 6, 9 och sist körs den 10:nde enskilt. Under tiden maskinerna körs, görs mätningar på de tre strömmätningsskanalerna för att se att det går en ström till var och en av maskinerna. Om så är fallet ökas räknaren som håller koll på hur många gånger de individuella maskinerna har kört. Om skillnaden mellan antalet aktiveringar och antalet räknade körningar blir för stort bör användaren meddelas.

## 6.2 Exempel på kontrollpanel och funktioner

Alla 10 kanaler ges varsin indikator, som indikerar om utgången är påslagen just nu eller inte. Varje kanal får också en räknare som visar hur många gånger det är bekräftat att kanalen körts. Varje räknare får varsin återställningsknapp och dessutom bör det finnas en gemensam som återställer alla räknare. Ett procenttal räknas ut, som berättar hur många procent av de totala antalet aktiveringar just den kanalen har kört. Till sist finns en knapp för att manuellt köra de enskilda kanalerna. Som inställningar finns det under vilket procentvärde programmet ska varna användaren, hur hög ström som krävs för att en körning ska räknas som godkänd, hur länge maskinerna ska köra vid varje start, vid vilken temperatur maskinerna ska aktiveras samt hur många gånger i rad maskinerna ska startas. En Auto/Man knapp finns för att aktivera den fysiska testknappen samt de individuella testknapparna för varje kanal.

Det finns även en mjukvarurepresentation av den fysiska testknappen. Indikatorn längst nere till höger berättar om den sekundära 24 VDC-matningen är påslagen eller inte. I mitten finns ett block som eventuellt kan användas för att styra klimatskåpet. Dess funktion beror mycket på hur enkelt det är att kommunicera med skåpet.



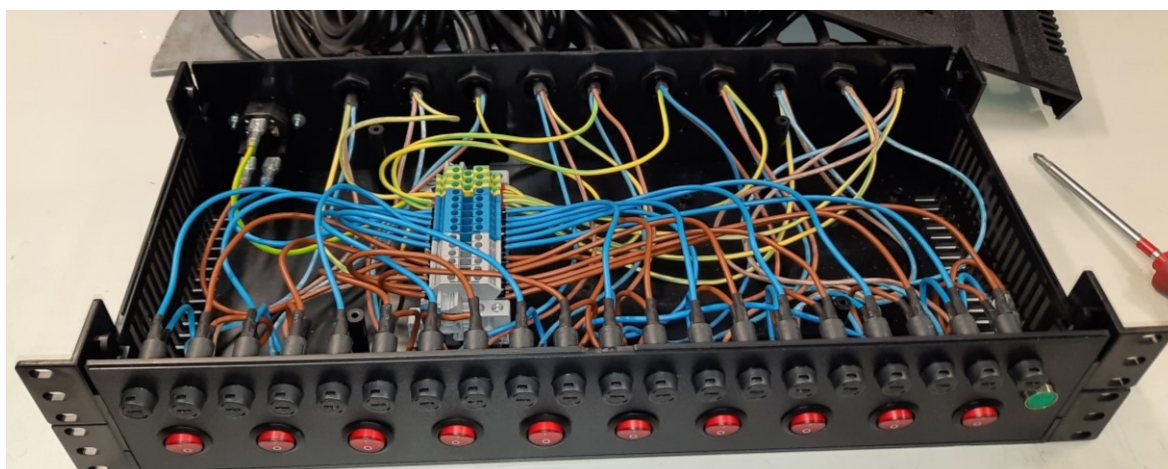
Figur 10. Exempel på kontrollpanel.

## 7 Montering

Med ett grundläggande schema och layout beställdes de komponenter som inte redan var tillgängliga. Eftersom leveransdatumet för kontakthusen blev framflyttat flera gånger och de är de mest skrymmande delarna av frontpanelen, söktes i stället 3D-modeller fram från tillverkarens hemsida och tillfälliga tillverkades med Mirkas 3D-printer. [10] [11]

### 7.1 Säkringsboxen

Säkringsboxen fanns från tidigare men de radklämmor som agerade nollskena delades upp i tre olika sektioner för de tre strömmätningsskanalerna och en kabel med kontakt anslöts. Detta för att enkelt kunna koppla ihop säkringsboxen med kontrollboxen.



Figur 11. Insiida av säkringsboxen.

## 7.2 Kontrollboxen

Komponenterna till frontpanelen placerades ut först för att se att allt får plats som planerat. När panelen såg ut att ha en fungerande layout justerades måtten för att få jämna avstånd och enklare kunna tillverka panelen. Efter detta användes körnare för att enklare få alla hål på rätt plats. Alla runda hål borrades och de fyrkantiga skars ut.



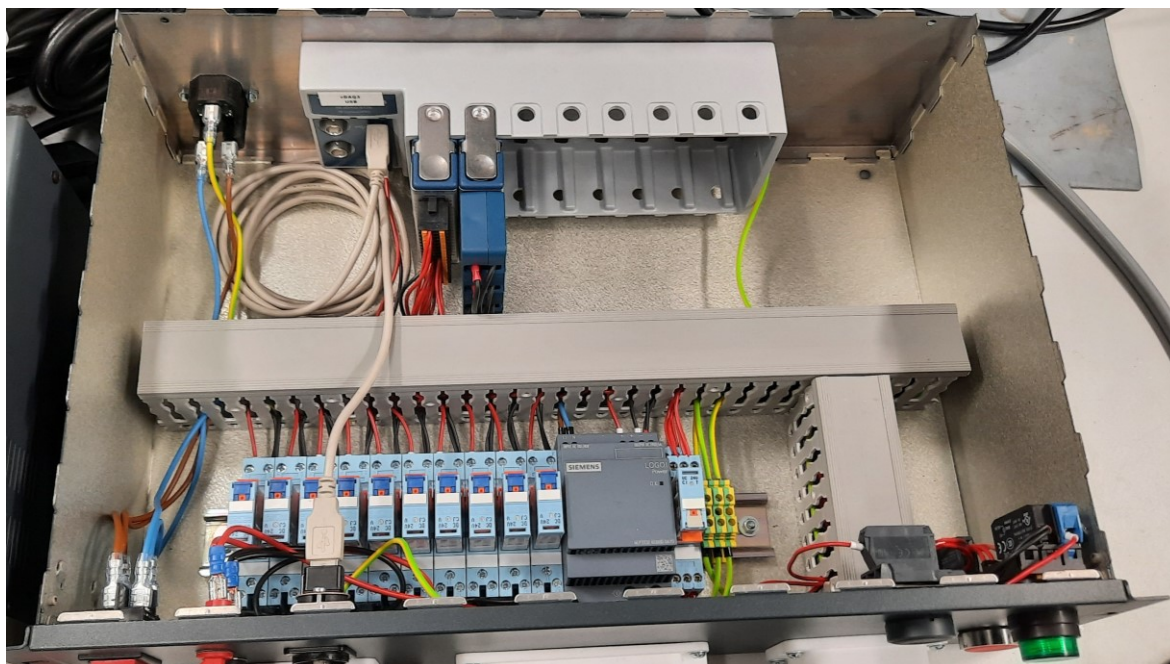
Figur 12. Planering av frontpanelen.

Med alla hål klara monterades alla till frontpanelen hörande komponenter.



Figur 13. Färdig frontpanel.

Med komponenterna i frontpanelen på plats placerades de interna komponenterna ut på lämpliga platser. Placeringarna justerades till jämna mått, märktes ut och hål borrades för att kunna montera komponenterna. Efter monteringen kopplades alla komponenter in. Börjandes med jordningar och inkommande matning, till sist kopplades alla signaler mellan signalmodulen och reläerna.



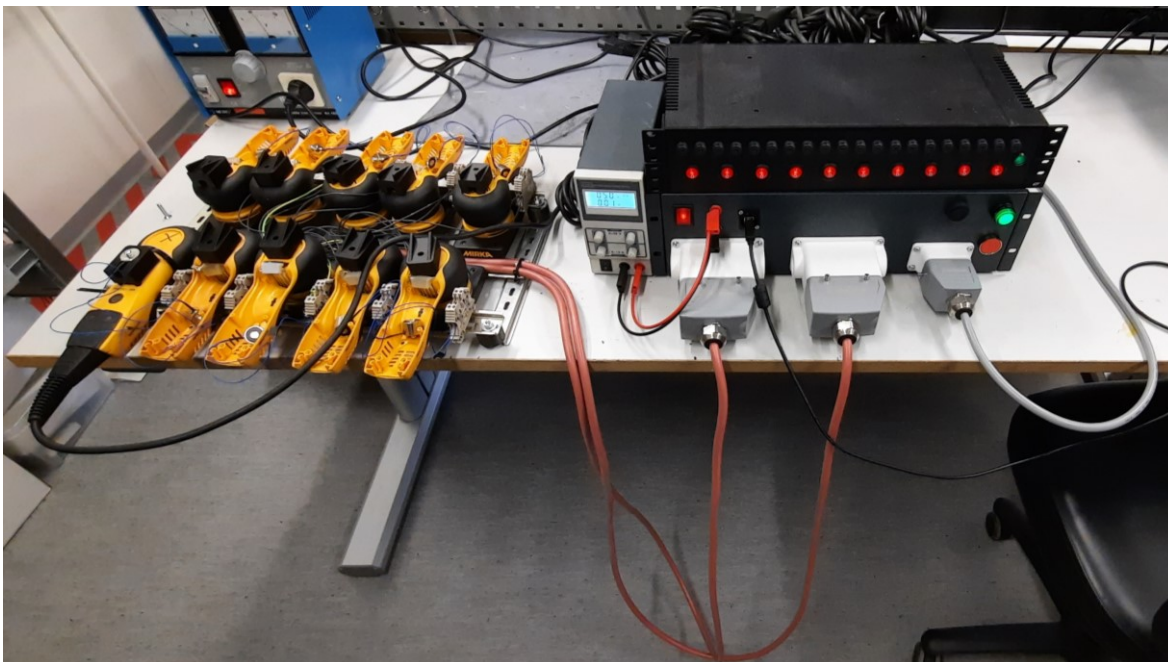
Figur 14. Bild på den färdiga kontrollboxen.

### 7.3 Fullt system

Efter att monteringen av samtliga delsystem var klar, kopplades de olika komponenterna till varandra för ett fullskaligt test. Kontrollboxen anslöts till en dator med LabVIEW installerat för att kunna skapa ett enkelt testprogram. Säkringsboxen anslöts till kontrollboxen och en maskin i testjiggen. Ett enkelt testprogram skrevs i LabVIEW för att kontrollera att alla delar av systemet fungerade som tänkt. Programmet fick indikation från testknappen samt en signal om den sekundära 24 VDC-matningen var påslagen. Utgångsreläerna gick att aktivera som tänkt så att maskinen i testjiggen kunde starta. Strömmen mättes på alla tre kanaler för att se att endast den kanal som var kopplad till den maskin som testades gav utslag.

Maskinen i testjiggen matas från säkringsboxen som i sin tur får matning från den blåa skyddstransformatorn. Testjiggen matas från X5 och X6 med 5 VDC som kopplas via reläpetsarna av jiggen och ger då ström åt elektromagneten på jiggen som i sin tur aktiverar maskinen som testas.





Figur 15. Hela systemet under test.

## 8 Resultat

All hårdvara fungerar som planerat så långt det går att testa utan den färdiga mjukvaran. Det som ännu saknas förutom mjukvaran är en dator att köra den på och så väntar de rätta kontakterna på montering.

## 9 Diskussion

En del komponentval kunde ha gjorts annorlunda, men för att få färdigt projektet valdes en del komponenter bara utifrån vad som var tillräckligt bra och fanns tillgängligt. Skulle inte detta vara fallet skulle det till exempel inte finnas förutom strömbrytaren tre knappar från två olika tillverkare och tre olika serier på frontpanelen. En idé är att beställa alla knappar i samma serie och vänta ut leveransen under tiden mjukvaran byggs. Eftersom det är standardstorlek på monteringshålarna är knapparna lätta att byta ut och använda de nuvarande i andra projekt.

Det som är kvar, förutom att montera de rätta kontakthusen, är att diskutera med programmeraren hur man bäst bygger ut testramverket. När det är klart och allt testat kommer även en manual att behöva göras. Detta för att flera enkelt ska kunna använda utrustningen på ett effektivt sätt.

## Källor

- [1] Mirka, "mirka.com," [Online]. Available: <https://www.mirka.com/sv/fi/top/About-us/>. [Använd 20 Maj 2022].
- [2] Z. Peterson, "Altium," 29 juni 2021. [Online]. Available: <https://resources.altium.com/p/pcb-aging-test>. [Använd 5 maj 2022].
- [3] U.-6. Specifications, "ni.com," 04 05 2022. [Online]. Available: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/usb-6501-specs/page/specs.html>. [Använd 31 05 2022].
- [4] c.-9. Specifications, "ni.com," 03 05 2022. [Online]. Available: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/cdaq-9174-specs/page/specs.html#>. [Använd 31 05 2022].
- [5] c.-9. Specifications, "ni.com," 03 05 2022. [Online]. Available: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/crio-9054-specs/page/specs.html>. [Använd 31 05 2022].
- [6] N.-9. Specifications, "ni.com," 03 05 2022. [Online]. Available: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-9375-specs/page/specs.html>. [Använd 31 05 2022].
- [7] N.-9. Specifications, "ni.com," 22 03 2022. [Online]. Available: [https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-9246-specs/page/ni-9246\\_47-datasheet-intro.html](https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-9246-specs/page/ni-9246_47-datasheet-intro.html). [Använd 31 05 2022].
- [8] I. s. C.-A. RELECO, "releco.de," [Online]. Available: <https://www.releco.de/en/Relays-IRC/C10-A1x.pdf>. [Använd 31 05 2022].
- [9] I. 3. H. 8. T. I. M. n. S. 14821-307 - Låda, "elfadistrec.fi," [Online]. Available: [https://www.elfadistrec.fi/Web/Downloads/\\_c/ad/14821307\\_cad.zip](https://www.elfadistrec.fi/Web/Downloads/_c/ad/14821307_cad.zip). [Använd 31 05 2022].
- [10] H. 0. ALU, "catalog.weidmueller.com," [Online]. Available: [https://mdcop.weidmueller.com/mediadelivery/asset/900\\_/52170?\\_ga=2.100965570.2110671131.1654022143-849688448.1641313148](https://mdcop.weidmueller.com/mediadelivery/asset/900_/52170?_ga=2.100965570.2110671131.1654022143-849688448.1641313148). [Använd 31 05 2022].
- [11] H. 1. S. 2M25G, "catalog.weidmueller.com," [Online]. Available: [https://mdcop.weidmueller.com/mediadelivery/asset/900\\_/72824?\\_ga=2.126156238.2110671131.1654022143-849688448.1641313148](https://mdcop.weidmueller.com/mediadelivery/asset/900_/72824?_ga=2.126156238.2110671131.1654022143-849688448.1641313148). [Använd 31 05 2022].