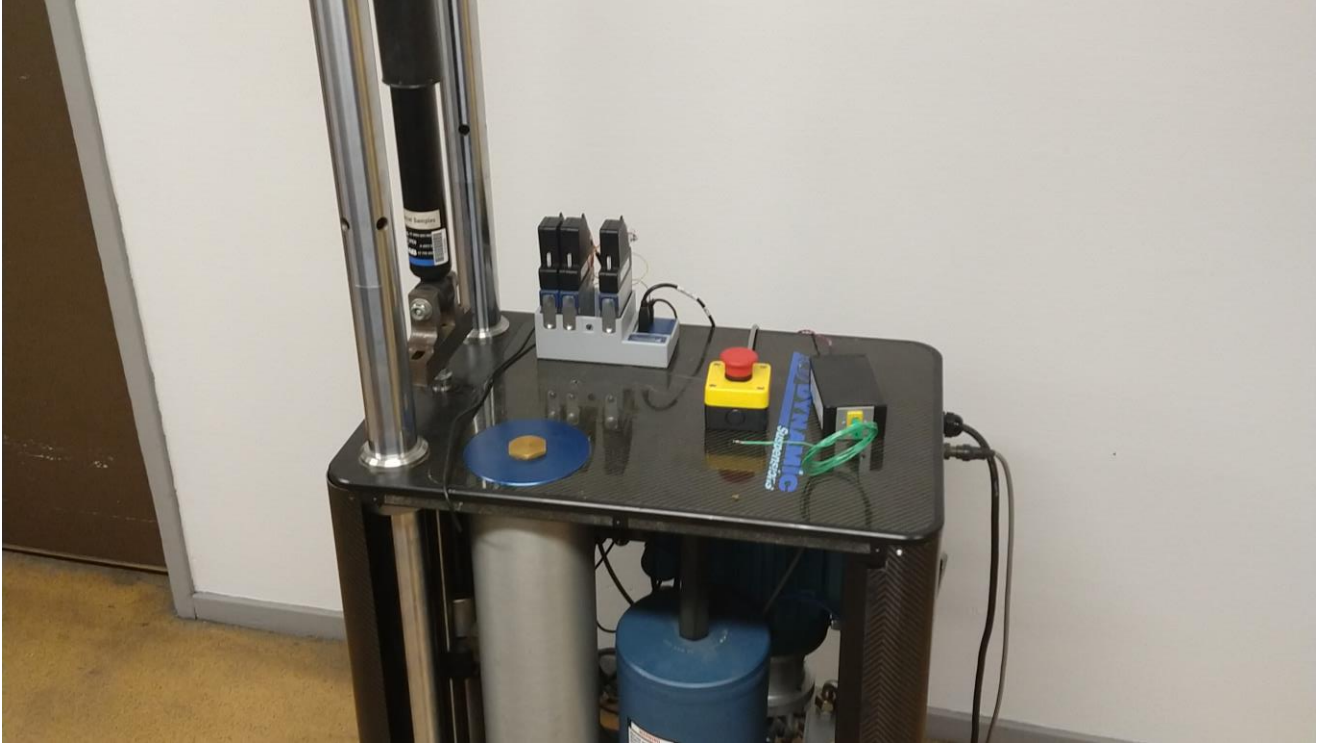




CHALMERS



Chassi testbänk för stötdämpare

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekanik – VT 2019

ALEXANDER ÅBERG
LUDVIG AHLIN HAMBERG

Förord

Examensarbetet är utfört av 2 studenter som läser Mekatronik (180 HP) vid Chalmers tekniska högskola under institutionen för Elektroteknik. Examensarbetet är den avslutande delen av Mekatronikutbildningen och utgör 15 HP.

En större del av utbildningen har infattat kurser inom reglerteknik och styrsystem, där programvara som Matlab och Simulink varit vanligt förekommande hjälpmedel. Under det här examensarbete så har istället hård- och mjukvara från National Instruments använts. I Labview konstruerades hela styrprogrammet för processens mottagna och skickade signaler. Under examensarbetets gång har vi fått en djupare förståelse för hur tidigare kurskunskaper går att appliceras på en verklig process och en insikt i andra program som kan användas för den här typen av process.

Tack till:

Lars Hoffman på NEVS som varit vår chef.

Veronica Olesen på Chalmers tekniska högskola vid institutionen Elektroteknik som varit vår examinator och handledare.

Leif Mogren på NEVS som varit vår huvudhandledare.

Tony Bloom på NEVS som varit extra stöd vid sidan om Leif Mogren.

Pelle Steen på National Instruments som hjälpt till att välja ny hårdvara.

Ludvig Ahlin Hamberg och Alexander Åberg, Göteborg 2019

Sammanfattning

På National Electric Vehicle Sweden AB fanns en chassi-testbänk för att testa stötdämpare som var kopplad till en gammal dator som slutat att fungera. Med ny hårdvara från National Instruments som redan fanns på företaget användes i det här arbetet för att byta ut och ersätta den gamla datorhårdvaran. Med den nya programvaran Labview konstruerades ett nytt program för att utföra nya tester av stötdämpare. Testtriggens huvudsakliga funktion är att flytta en cylinder upp och ner med olika hastigheter. Det sker genom att en hydraulcylinder skjuter in eller ut olja för att köra cylindern upp eller ner. En kraftgivare sparar data från testerna och kan därefter kontrollera stötdämparens karakteristiska egenskaper. Endast de viktigaste basfunktioner från testtriggens gamla program har återskapats.

Projektet hade från start ett stort problem med fördröjning i systemet. Systemet felsöktes och ny hårdvara med annan kommunikationsport testades utan att uppfylla förväntat resultat. Två andra alternativ presenteras som kan få systemet att fungera. Att undersöka dessa kvarstår dock som framtida arbete.

Abstract

National Electric Vehicle Sweden AB, had an old chassi test bench for shock absorbers which was out of commission due to broken hardware. With new hardware from National Instruments which was already available at the company and was then used to replace the old hardware. The new software, Labview, was used to construct a new program that made new tests of suspensions. The test bench main function is to push a cylinder up and down, which is done by pushing oil in or out. During the tests of a shock absorber, a force transducer at the top of the test bench collects data which is then used to illustrate the suspension characteristics. Only the basic and most critical functions from the system was renewed with Labview.

At the beginning of the project had a big issue with a large latency in the system, which led to the project not fulfilling the assignment. The system was troubleshooted multiple times and new hardware with a different communication port was tested but did not fulfill the expected result. After more research two new alternatives have been presented which might make the system work and fulfill the requirements.

Innehållsförteckning

Terminologi/Förkortningar	1
1 Inledning.....	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Test av stötdämpare.....	2
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Kravspecifikation	3
2 Teoretisk / Teknisk bakgrund	4
2.1 Stötdämparsystem.....	4
2.1.1 Passiv stötdämpning	4
2.1.2 Semi-aktiva stötdämpare	4
2.1.3 Aktiva stötdämpare	5
2.2 Wheatstonebrygga.....	5
2.3 Hårdvara från National Instruments	6
2.3.1 NI cDAQ-9188	6
2.3.2 NI 9207	7
2.3.3 NI 9237	7
2.3.4 NI 9264.....	7
2.4 Hårdvara i stötdämparriggen	8
2.4.1 Hydrauliken i testriggen	8
2.4.2 Lägesgivare	8
2.5 Databuss – USB eller Ethernet till en NI cDAQ?.....	9
2.5.1 USB 2.0.....	9
2.5.2 Ethernet.....	9
2.5.3 Fördelar med USB framför Ethernet.....	10
2.6 Utveckling av program för styrningen.....	10
3 Metod	11
3.1 Förstudier.....	11
3.2 Precisering av frågeställningen	11
3.3 Test av utrustning och programvara	11
3.4 Uppdelning av funktioner och sammanfogning	11
3.5 Skapa ett användargränssnitt som följer kravspecifikationen.....	11
3.6 Resultat och rapport från körning.....	11
4 Testrigg med givare och styrdon	12
4.1 Funktion.....	12
4.1.1 Befintliga säkerhetssystem.....	12
4.2 Gammalt användargränssnitt.....	12

5	Hårdvara.....	13
5.1	Gammal hårdvara.....	13
5.1.1	Analys och utbyte	13
5.1.2	Kalibrering och uppkoppling av kraftgivare.....	14
5.2	Ny hårdvara.....	15
5.2.1	Uppkoppling av NI cDAQ-9174.....	15
5.2.2	Uppkoppling av NI 9207.....	16
5.2.3	Uppkoppling av NI 9237.....	17
5.2.4	Uppkoppling av NI 9264.....	17
5.2.5	Installation av ny lägesgivare	17
5.2.6	Installation av ny temperaturgivare	18
6	Mjukvara.....	19
6.1	Intervall styrning av cylinder	19
6.2	Beräkning av slag	20
6.3	Gå till starthöjden och vänta på rätt tryck.....	20
6.4	Sekvensberäkning.....	21
6.5	Sparring av data	21
6.5.1	Lagring av temporära data.....	21
6.5.2	Till Excel.....	22
6.6	Indikationer och varningar	22
6.6.1	Temperatur	22
6.6.2	Max slaglängd.....	22
6.7	Nytt användargränssnitt	23
7	Framställande av rapport	24
7.1	Data.....	24
7.2	Utskrift.....	24
8	Analys av fördröjning i systemet.....	25
9	Resultat	27
10	Slutsats och diskussion	28
11	Färdigställande av projektet och framtida projekt.....	29
	Referenser	30
	Bilagor (Appendix).....	31

Terminologi/Förkortningar

- National Electric Vehicle of Sweden AB = NEVS
- National Instrument = NI
- Testriggeren = Testrigger för Stötdämpare
- Förskjutningsgivare = Lägesgivare
- SubVi = En funktion i programmeringsspråket LabView

1 Inledning

Under kommande kapitel presenteras ramarna för projektet, syfte och vilka avgränsningar som finns.

1.1 Bakgrund

National Electric Vehicle Sweden AB, NEVS äger en testtrigg för stötdämpare där styrsystemet slutat fungera. Testtriggen användes för att testa och verifiera att stötdämpare uppfyllde tillverkarens dataspecifikation. Eftersom NEVS vill få testtriggen verksam igen så initieras det här projektet för att undersöka om något mer på testtriggen är trasigt. Men även ifall det går att ersätta de gamla trasiga komponenterna med nya moduler från National Instruments. Det nya systemet behöver också ett nytt program med ett nytt användargränssnitt för fungera. Det nya programmet skapas genom att använda National Instruments mjukvara Labview.

Installation av de nya komponenterna och skapandet av det nya programmet görs främst för att laga det gamla trasiga systemet men är även tänkt att vara en introduktion till en ny modulärt arbetssätt.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att bygga ett nytt styr- och övervakningssystem för att ersätta det gamla systemet som slutat fungera. Delsystemet som styr ska kunna köra en cylinder upp och ner i olika hastigheter. Medan delsystemet som övervakar ska kunna ta emot och bearbeta data från systemets olika givare. Det är även tänkt att de nya komponenterna från National Instruments ska introducera ett nytt arbets- och tillvägagångsätt att bygga och konstruera maskiner. Det bidrar förhoppningsvis till att företaget blir mer effektivt och snabbare kan utföra analyser av data.

I projektet ingår endast att skapa ett nytt program för att köra testtriggen samt uppkoppling av den nya hårdvaran från National Instruments.

1.3 Test av stötdämpare

Att prova stötdämpare på ett korrekt sätt med en fullständig rapport är bland ett av de viktigaste momenten vid dimensionering för användningsområdet. Låt säga att en bil kör i hastigheten 80km/h över en stor grop i vägen med för hårda dämpare. Då kan kraftstöten från vägunderlaget träffa chassit med alldeles för stor kraft vilket kan leda till skada på bilen eller skada på personen som kör bilen. En sådan kraft verkar framförallt på personens rygg, vilket kan leda till komplikationer som hen har i resten av livet.

Om bilen går sönder innan den nyttjats enligt den beräknade livslängden kalkylen så har tillverkningen belastat miljön i onödan.

Om stötdämparna är för mjuka så kan det i sin tur leda till en mer osäker och oekonomisk körning. Stötdämpare som är för mjuka leder till att bilen kränger mer på vägen vilket gör den mer okontrollerbar och kan lättare leda till en trafikolycka. För mjuka stötdämpare kan även bidra till att för mycket energi går in i stötdämparna och därmed ökar bränsleförbrukningen. Det påverkar i sin tur klimatet negativt eftersom bensinkonsumtionen ökar.

1.4 Avgränsningar

De avgränsningar som finns är:

- Utredning av pinout för alla in och utgångar sker av annan personal.
- Inköp av nya komponenter sker av annan personal på företaget
- Endast ett antal utvalda funktioner som fanns i den gamla riggen
- ska återskapas i det här projektet
- Hårdvarumodifikationer av riggen

1.5 Kravspecifikation

Alla krav för systemet har tagits fram parallellt under arbetets inledande period genom kommunikation med anställda på NEVS har kunskap och erfarenhet av hur testriggen ska fungera.

Kraven kan delas upp i följande grupper:

- Användardata
 - Inställning av starthöjden (Normalt värde 20mm)
 - Inställning av slaglängd
 - Ta maximal slaglängden och visa för användaren
 - Inställning av slaghastighet i m/s
 - Inställning av hur många slag per sekvens
 - Indikator för filter - Digital
 - Indikator för Temperatur - Digital
 - Indikator för Tryckgivare – Analog 0.5V
- Process (Det som görs utifrån den inskrivna data)
 - Väntar till trycket är uppe
 - Ta nollvärde på mätaren i toppen med dämparen borttagen
 - Köra upp till 9 sekvenser med olika hastigheter (Normalt värde 7)
- Resultat (Det som skrivs ut efter färdig körd process)
 - Grafer
 - Force(N)/Displacement(mm)
 - Peak Force (Kg) / Peak Velocity (mm/sek)
 - Förlast vid starthöjd
 - Tabell med Force(N) och Displacement (mm)
- Extrafunktioner
 - Kunna ställa cylindern fritt
 - Temperaturmätning kopplat till tiden
 - Graf - Force(N)/Velocity(mm/s)

2 Teoretisk / Teknisk bakgrund

Nedan presenteras teknisk bakgrund för begrepp, komponenter och programvara som har använts. Informationen kommer att ligga som grund för genomförande av projektet.

2.1 Stötdämparsystem

En dämpning är till exempel vibrationer eller svängningar som minskar med tiden eller avtar (Nationalencyklopedin, 2019).

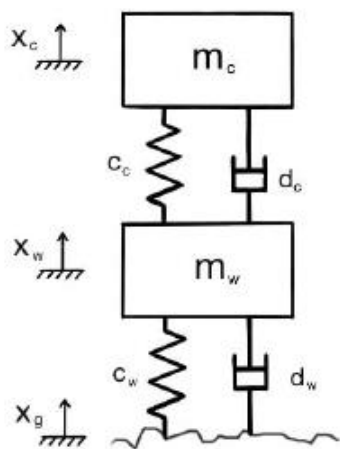
Till fordon idag så är stötdämpare vanligt förekommande, med uppgiften att omvandla kinetisk energi till värme. Stötdämpare testas ofta av två olika anledningar. Den första är för att veta vad stötdämparen har för karakteristiska egenskaper. Alltså, fungerar den bäst vid små snabba stötar eller vid korta och mer kraftfulla.

Den andra är för att kunna säkerställa att stötdämparen som köpts in stämmer överens med informationen som ges från tillverkaren. Det görs främst för att säkerställa att de klarar av uppgiften och bidrar till en säker omgivning där den används.

Stötdämpare består ofta av en fjäder och dämpare i kombination där några vanligt förekommande stötdämpare idag är antingen, passiva-, semi-aktiva- eller aktiva stötdämpare (Koch, 2011). Vid beräkning på fordon så brukar massan för bilen delas in i chassi (m_c) och hjulupphängning (m_w). Därefter är det dämpning och fjädning som regleras för upptagning av stötar från vägunderlaget.

2.1.1 Passiv stötdämpning

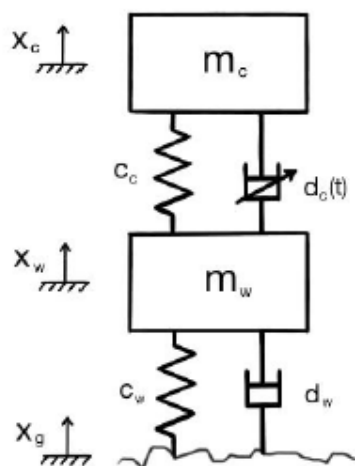
Vid passiv dämpning används konstanta parametrar för fjädern och dämparen. Dessa justeras endast så att önskad karakteristik uppnås för att uppfylla sitt ändamål. Hur en sådan dämpning se ut kan ses i figur 2–1.



Figur 2-1 Mekanisk modell för passiv dämpning (m_c = Massa för chassi, m_w = Massa för hjul och hjulupphängning, C_c och C_w = Fjäderkonstanter, d_c och d_w = Dämparkonstanter), (Koch, 2011).

2.1.2 Semi-aktiva stötdämpare

En semi-aktiv dämpare liknar den passiva dämparen som nämns i kap 2.1.1 men istället för att både dämparen och fjädern är konstant, är istället endast fjädern konstant medan dämparen går att reglera. Den mekaniska modellen kan ses i figur 2–2.

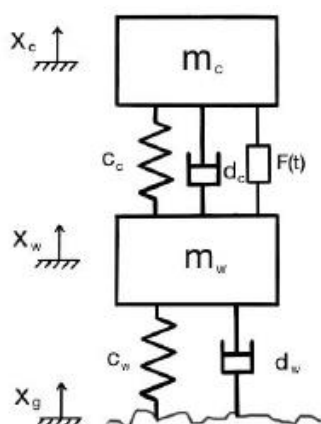


Figur 2-2 Mekanisk modell för semi-aktiv dämpning (m_c = Massa för chassi, m_w = Massa för hjul och hjulupphängning, C_c och C_w = Fjäderkonstanter, d_w = Dämparkonstanter, $d_c(t)$ = Reglerbar dämpning), (Koch, 2011).

2.1.3 Aktiva stötdämpare

En aktiv dämpare liknar en passiv dämpare som nämns i kap 2.1.1, där både fjädern och dämparen är konstant, men där en kraft kan införas enligt figur 2–3. I varje hjul finns en mottagare som tar emot data ifall en stöt uppstår (Koch, 2011). Därefter skickar en elmotor ut en kraft för att motverka kraften från väglaget och minska kraftupptagningen in i chassit.

Det bidrar till en dämpare som kan justeras efter väglaget och körstilen, vilket därmed bidrar till en bekvämare körning. Ett aktivt system ökar dock även energiförbrukning och kostnaden vilket gör den till ett mindre attraktivt val i dagens bilar (Koch, 2011).



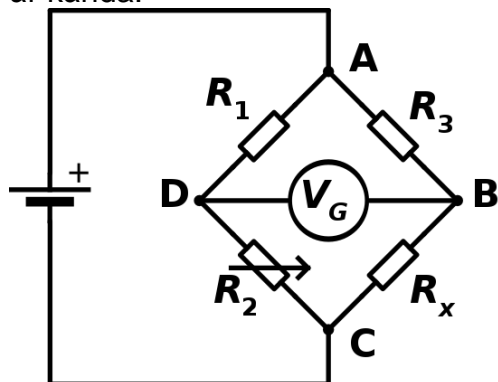
Figur 2-3 Mekanisk modell för aktiv dämpning (m_c = Massa för chassi, m_w = Massa för hjul och hjulupphängning, C_c och C_w = Fjäderkonstanter, d_c och d_w = Dämparkonstanter, $F(t)$ = Reglerbar kraft), (Koch, 2011).

2.2 Wheatstonebrygga

Wheatstonebrygga, är en elektrisk koppling som ofta används av mätinstrument för att mäta resistans väldigt exakt (Williams, 1990). En brygga är uppbyggd av fyra resistorer som är kopplade i ett kvadratisk mönster vilket kan ses i figur 2-4.

Den okända resistansen är seriekopplad med en referens resistanser och sedan till en spänningskälla. Det uppstår en spänningsdelning av de två kvarstående resistorerna. En noll-detektor sitter över diagonalerna på bryggan, med en spänningskälla som är

kopplad mellan dem. Spänningsdelningen justeras tills att noll-detektorn visar noll. Då går det att beräkna den okända resistansen eftersom de tre kvarstående resistanserna är kända.



Figur 2-4 Kopplings diagram för Wheatstonebrygga, , (Rh dv, 2007). CC BY-SA 3.0.

2.3 Hårdvara från National Instruments

Datorhårdvaran för den nya riggen består av komponenter och moduler från National Instruments. Bland dessa finns NI cDAQ-9188, NI cDAQ-9174, NI 9207, NI 9237 och NI 9264.

2.3.1 NI cDAQ-9188

NI cDAQ-9188 är en 8-slots dockningsstation som gör det möjligt att använda sig av 8st olika moduler samtidigt se figur 2-5. Stationen kan sedan kommunicera med dator i ett nätverk genom att sammankoppla den med en Ethernet kabel. Vid detta arbete så kopplades den dock endast samman lokalt med en dator på grund av att processen kräver fysisk tillsyn. Dockningsstationen har även sin egen klocka vilket gör det enklare att synkronisera olika moduler. Det finns också en annan variant av detta kort som heter NI cDAQ-9174. Den kommunicerar USB och har möjlighet att koppla in 4st moduler samtidigt se figur 2-6.



Figur 2-5: Ett NI cDAQ-9188 dockningsstation (National Instruments, u.d-c). Återgiven med tillstånd.



Figur 2-6 En NI cDAQ-9174 dockningsstation (National Instruments, u.d-b). Återgiven med tillstånd.

2.3.2 NI 9207

NI 9207 är en modul som gör det möjligt för systemet att ta emot 8st spännings- och 8st strömsignaler. Det kortet har därför använts för signalmottagning från testtriggens olika givare se figur 2–7.



Figur 2-7: Ett NI 9207 kort, (National Instruments, u.d-e). Återgiven med tillstånd.

2.3.3 NI 9237

NI 9237 är en modul som kan ta emot signaler från givare/sensorer som kräver en Wheatstonebrygga, se figur 2-8. Modulen kan justeras för att användas som antingen en full brygga eller en halv brygga och kan mäta upp till 4st olika insignaler samtidigt.



Figur 2-8: Ett NI 9237 kort, (National Instruments, u.d-g). Återgiven med tillstånd.

2.3.4 NI 9264

NI 9264 är en modul som kan skicka ut 16st olika spänningssignaler mellan -10/+10V samtidigt se figur 2–9. Varje kanal har varsin DA-omvandlare så om en sådan skulle behövas användas, finns det tillgängligt. Den här modulen har använts för att styra systemets olika parametrar.



Figur 2-9: Ett NI 9264 kort, (National instruments, u.d-i). Återgiven med tillstånd.

2.4 Hårdvara i stötdämparriggen

Under detta avsnitt ges en djupare förståelse om vilken typ av hårdvara som finns i testriggen och hur den fungerar. I hårdvaran förklaras en del elektroniska komponenter, men även en del mekaniska.

2.4.1 Hydrauliken i testriggen

I testriggen finns en hydraulisk pump och en tank som klarar av ett tryck upp emot 2500 PSI. Trycket som byggs upp i tanken används sedan för att skjuta en cylinder upp och ner med hjälp av ett hydrauliskt ställdon som styr en servoventil. Hur fort cylindern rör sig upp och ner beror på hur stort flöde av hydraulolja som servoventilen tillåter.

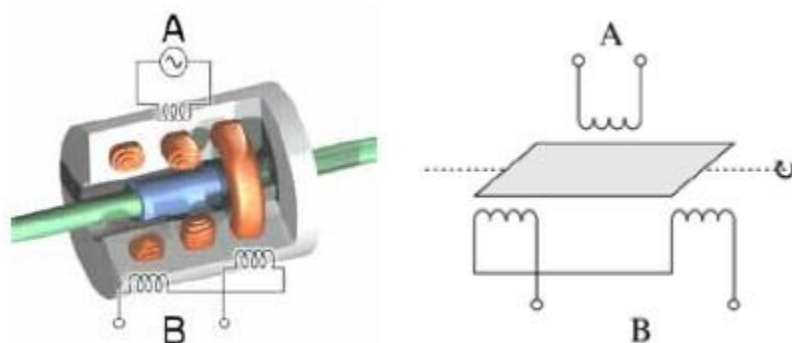
För att styra servoventilen skickas en elektrisk signal, mellan $-10/+10$ V (MOOG, 2009). Den elektriska signalen görs om till en plusbreddsmodulerad signal som skickas för att driva den linjära kraftmotorn. En oscillator framkallar med hjälp av spolpositionsomvandlare en elektrisk signal som är proportionell mot spolpositionen.

Spolpositionssignalen jämförs med den önskade ventilpositionssignalen och skapar en differens som resulterar i ett spolpositionsfel. Kraftmotorn arbetar då för att flytta spolen tills spolpositionsfelet har reducerats till noll. Spolpositionen är således proportionell mot den önskade ventilpositionssignalen.

2.4.2 Lägesgivare

Lägesgivare kan se väldigt olika ut beroenden på var de appliceras och vad de ska mäta. I det här projekt har två olika typer använts. Den ena är en trådgivare, som fungerar genom att en tråd rullas ut från en rulle som är kopplad till en reglerbar resistans. Resistansen öknar när mängden utrullad tråd ökar. Till den reglerbara resistansen är spänningskälla kopplad. Spänningen som mäts upp efter den reglerbara resistansen är då proportionell mot längden på den utrullade tråden.

En annan lägesgivare är en förskjutningsgivare (RDP group, 2019). En sådan givare fungerar genom att det finns 3st magnetspolar i ett rör, där den primära magneten ligger i mitten och de andra två ligger i varsin ände, se figur 2-10.



Figur 2-10 Bild på magnetpolarna och staven, (Omega, 2019).

En stav inuti röret är en ferromagnetisk kärna som utgör en koppling mellan de sekundära spolarna. Den primära spolen drivs med växelström som sedan inducerar en spänning till de sekundära spolarna proportionellt mot längden av staven. Mellan de övre och nedre spolarna uppstår en spänningsskillnad som beror på rörelsen från staven i ett kalibrerat nolläge. En synkron detektor läser sedan spänningen ut som beror på stavens förskjutning.

Förskjutningsgivaren har också ett känslighetsvärde som används vid konverteringen från spänning till millimeter. Känslighetsvärdet anges ofta i mV/mm.

För att kunna räkna ut hastigheten från en lägesgivare får man lägga till tiden. Enligt funktionen:

$$Hastighet = \frac{Sträcka}{Tid}$$

Därefter kan man konvertera utsignalen från förskjutningsgivaren till antingen förskjutning eller hastighet.

2.5 Databuss – USB eller Ethernet till en NI cDAQ?

I följande avsnitt så kommer en djupare förståelse av hur de två vanligaste standarderna för dataöverföring fungerar. Här presenteras även deras fördelar respektive nackdelar.

2.5.1 USB 2.0

Universal Serial Bus eller USB som det också kallas, var till början designad för datortillbehör som tangentbord och datormöss. Men USB har under senare år kommit att användas på många andra applikationer, där bland annat mätutrustning och automation blivit vanligt.

USB är ett billigt alternativ som även är enkelt att koppla upp och använda för dataöverföring mellan enheter. USB 2.0 har en teoretisk bandbredd på 60MB/s som är delad på alla enheter uppkopplade på USB ingången (Nationalencyklopedin, 2019). På USB finns dock en permanent fördröjning vid utskick och mottagning av signaler vilket påverkar dess "Single point I/O" egenskaper (National Instruments, 2019).

Single point I/O är känt som "software timed acquisition" eller "non-buffered acquisition" (National Instruments, 2019).. Det innebär att en datapunkt kan läses in från processen vid vilken tidpunkt som helst utan att den sedan läggs i en buffer och skickas ut i paket.

Men på grund av den permanenta fördröjningen så kan det resultera i ett beteende som inte alltid är förutspått genom att data skickas med olika frekvenser trots sin "Single point I/O" egenskap (National Instruments, 2019).

Samtidigt är även USB "plug and play" (Nationalencyklopedin, 2019) eller "Hot-pluggable" (National Instruments, 2019) som National Instruments kallar det. USB gör det därför enklare att koppla upp enheter så som mobiler, möss, externa hårddiskar eller DAQ moduler, eftersom datorn själv kan detektera när de kopplas in. Om en ny enhet behöver installera nya drivrutiner så kan USB hjälpa till med det.

2.5.2 Ethernet

Ethernet finns på de flesta av dagens företag i världen och gör det möjligt att skicka data över längre distanser. Ethernet är därför det ideala valet när mätdata ska skickas längre sträckor eftersom det klarar av att skicka data genom en sladd på uppemot 100m innan en central signalenhet behövs, jämfört med USB som endast klarar ca 5m.

Ethernet brukar ofta användas på större arbetsplatser för att kunna ta emot data från avlägsna stationer. På en 100BASE-T (100Mbit/s) så kan flera DAQ system kopplas upp på samma nät eftersom bandbredd på Ethernet är större än USB (National Instruments, 2019).

2.5.3 Fördelar med USB framför Ethernet

För projektet så har USB valts istället för Ethernet på grund av enklare användning och en snabbare "Single point I/O". USB är enligt teorin snabbare på att skicka ut realtidsvärden från systemet till datorn jämfört med Ethernet som har en större risk för att lägga data på en buffer och skickas den som ett paket med en högre fördröjning mellan varje utskick. I figur 2–11, visar National instrument en tabell över vilka moduler som är bäst inom vissa områden och där kan man se att USB är bättre än Ethernet på "Single point I/O". Eftersom alla tester kommer genomföras någon meter från testtriggen så föredras även USB på grund av sin "Hot-pluggable" funktion.

Bus	Waveform ¹ Streaming	Single-Point I/O	Multidevice	Portability	Distributed Measurements	Example
PCI	132 MB/s (shared)	Best	Better	Good	Good	M Series
PCI Express	250 MB/s (per lane)	Best	Better	Good	Good	X Series
PXI	132 MB/s (shared)	Best	Best	Better	Better	M Series
PXI Express	250 MB/s (per lane)	Best	Best	Better	Better	X Series
USB	60 MB/s	Better	Good	Best	Better	NI CompactDAQ
Ethernet	125 MB/s (shared)	Good	Good	Best	Best	NI CompactDAQ
Wireless	6.75 MB/s (per 802.11g channel)	Good	Good	Best	Best	Wireless NI CompactDAQ

Figur 2-11 NI tabell över olika databussar och moduler (National Instruments, 2019). Återgiven med tillstånd.

2.6 Utveckling av program för styrningen

För utveckling av programmet som ska styra testtriggen har Labview 2018 använts. Labview använder sig av en grafisk miljö där användare kan sätta in olika funktionsblock och dra trådar som sammankopplar funktioner. Istället för att skriva kod som i traditionella programmeringsspråk så "ritar" man "grafisk kod". Eftersom både Labview och de olika hårdvarumodulerna är tillverkade av National instruments så är kompatibiliteten mellan program och hårdvara väldigt bra.

Labview använder sig till stor del av SubVi: s för att dela upp koden. En SubVi är som en funktion där man kan koppla olika in- och utgångar till.

3 Metod

I följande kapitel så presenteras de metoder, utrustning och verktyg som har använts under projektets gång. De metoder som nämns nedan har använts som underlag i framtagning av ett nytt program och en ny fungerande testtrigg.

3.1 Förstudier

Under projektets inledande fas görs en förstudie i syfte att få en överblick över området och uppgiften som ska utföras. Information samlas in genom att studera en handbok för det gamla systemet, diskutera med handledare som dissekerat systemet och har koll på vilka givare och styrdon som finns, samt internetsökning på de olika modulerna och programvaran som ska användas.

3.2 Precisering av frågeställningen

Eftersom produktbeställaren och även andra intressenter har önskemål förs diskussion om vad som är förväntat av det färdigställda systemet, vad som önskas vara justerbart av användaren och vad som ska vara låsta inställningar samt vilket resultat som förväntas av den färdiga produkten. Det förs även en diskussion om vad som faktiskt är uppnåeligt under den reserverade tiden. Utifrån alla de här diskussionerna kan en kravspecifikation med realistiska avgränsningar skapas. Kravspecifikationen används sedan för att bygga och se så det färdiga systemet uppfyller alla önskemål.

3.3 Test av utrustning och programvara

För att få en tydlig förståelse för hur moduler och programvaran fungera görs enkla tester. De görs framförallt för att se att det fungerar som man tänkt sig, men även för att se att hårdvaran och programvaran fungerar bra tillsammans.

3.4 Uppdelning av funktioner och sammanfogning

För att förenkla skapandet av systemet delas det upp i flera olika delfunktioner. Varje delfunktion skapas sedan var för sig och testas individuellt för att lättare kunna upptäcka var fel uppstår och varför de uppstår. När alla delfunktioner sedan fungerar börjar vissa funktioner att fogas samman för att se om de fortfarande fungerar. Den här metoden appliceras om och om igen tills alla funktioner bildat ett system.

3.5 Skapa ett användargränssnitt som följer kravspecifikationen

Utifrån kravspecifikationen skapas ett användargränssnitt som ska fungera med det färdiga systemet. Här kan vissa användarinmatade värden komma att begränsas för att behålla ett stabilt program. Varningsindikatorer behöver visas på ett lämpligt sätt för att notifiera användare om programmet skulle sluta fungera, så att hen vet att ett problem har uppstått och behöver åtgärdas. Genom att även indikera vad som har slutat fungera kan gränssnittet förenkla felsökning vid reparation av testtriggen.

3.6 Resultat och rapport från körning

När programmet är färdigkört ska ett resultat skrivas ut i form av en rapport. Rapportens utseende måste kontrolleras mot kravspecifikationen. Den ska vara tydlig och lättförstådd.

4 Testrigg med givare och styrdon

Detta kapitel kommer behandla hur riggen fungerar och vad riggen har för inbyggda funktioner.

4.1 Funktion

Stötdämparriggen fungerar genom att en motor bygger upp ett tryck i en tank. Det trycket används sedan till att genom en ventil köra en cylinder antingen upp eller ner. Funktionen med systemet är att projektbeställare skall kunna använda testriggen för att undersöka om stötdämpare har den karakteristik som tillverkare lovat. Testriggen ska även vara portabel, genom att den går att rulla runt och transportera vid behov. Riggen ska även kunna kopplas upp mot vilken dator som helst för att förenkla användningen.

4.1.1 Befintliga säkerhetssystem

Testriggen har sedan tidigare inbyggda säkerhetsbrytare som är hårdkopplade till systemet för att undvika förödande skador. Dessa brytare är en nödstoppknapp, en temperaturbrytare, en tryckventil och ett oljefilter. Nödstoppknappen är något som en användare kan bryta testriggen med, temperaturbrytaren slår i om oljan blir för varm och tryckventilen lättar på trycket i tanken om det övergår max tillåtet tryck.

Det finns en automatisk tryckreglering på tanken som gör att motorn stängs av när trycket i tanken har nått maximalt värde för att köra hydrauliken. Funktion sätter även på motorn igen när trycket har sjunkit för att återskapa det önskade trycket för ideal körning av cylindern.

4.2 Gammalt användargränssnitt

Vid start av projektet fanns en mycket begränsad mängd dokumentation om hur testriggens tekniska komponenter har fungerat och vad som gjorts. Det material som fanns tillgängligt var en användarhandbok till det gamla programmet som tidigare kördes på testriggen. Det första steget var att förstå hur riggen skulle fungera genom att fråga någon som använt den tidigare samt även att undersöka vilka signaler som gick in och ut från systemet.

5 Hårdvara

Under detta avsnitt kommer all hårdvara som använts till riggen att presenteras. Leif Mogren på NEVS bistod med att göra ett kopplingsschema över riggen, för att lättare kunna felsöka och ta reda på hur ny hårdvara senare skulle kopplas (Bilaga 1).

5.1 Gammal hårdvara

I den gamla testriggen fanns de komponenter som byttes ut mot nya, andra behölls men omkalibrerades för att säkerställa ett fullt fungerande system i framtiden. Testriggen innehåller även flera mekaniska och elektromekaniska komponenter som styr och mäter olika delar i testriggen.

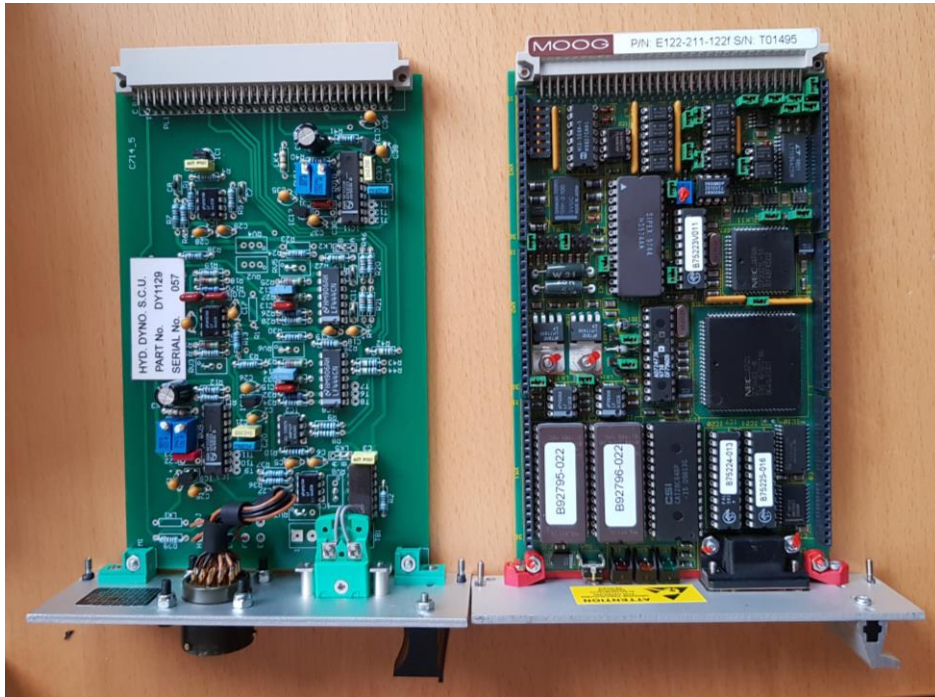
Några av de komponenterna som ska behållas men omkalibreras är:

- En kraftgivare av modell F225-Z0872 från Novatech, som kan mäta krafter mellan -10/+10 kN och sedan konvertera kraften till en spänningssignal mellan 0-10V
- Ett hydrauliskt ställdon av modellen Moog D633, som styrs av en spänning mellan -10/+10V och ger en återkoppling 4-20mA.
- En temperaturgivare som kan mäta hur varm dämparen blir under belastning, samt en temperaturgivare som mäter temperaturen på hydraulolja och bryter vid överhettning.
- En tryckgivare 0-5V som är kopplat till trycket i tanken.
- En lägesgivare som ger utsignal 0-10V beroende på hur långt utdragen den är.

5.1.1 Analys och utbyte

Det första som gjordes var att ta reda på vad de två befintliga hårdvarukorten i riggen (se figur 5–1) hade för funktioner och om de skulle vara möjliga att byta ut. Anledning för det här var på grund av att det inte fanns någon tidigare dokumentation på hur datorns gamla gränssnitt kommunicerade med de gamla modulkorten i testriggen för att ta emot data och skicka styrsignaler. Om de här korten skulle återanvändas krävdes förståelse för hur de fungerar och hur man gör dem kompatibla med Labview.

En annan anledning till att byta ut modulkorten i testriggen var att det gamla programmet slutat fungera. Alltså det var okänt vilken del av den smarta elektroniken som hade gått sönder och slutat fungera.



Figur 5-1 Till höger kort HYD. DYNO. S.C.U. Dy1129, kort till vänster MOOG E122-211-122f. Författarens egen bild.

Till det vänstra kortet i figur 5–1, var en temperaturgivare kopplad som monterades på stötdämparen och en lägesgivaren som höll koll på var cylindern befann sig under körning. Insignalerna från det vänstra kortet kunde lätt kopplas om för att fungera med NI-modulerna.

Det högra kortet i figur 5–1, var tidigare kopplat till hydraulventilen, men på grund av att det inte fanns någon dokumentation på hur styrningen gjordes var det omöjligt att förstå hur kortet fungerade. Det bidrog till att det var osäkert om det fanns någon NI modul som kunde ersätta det kortet. Efter att ha pratat med både Moog som är tillverkare av hydraulventilen och kortet, sedan med en representant från National Instrument togs beslutet att man kunde ta bort det högra kortet. Eftersom att hydraulventilen styrs med -10/10V signal så kunde en NI modul ersätta det högra kortet.

Genom att plocka bort de två gamla korten så blev testtriggen helt oberoende av det gamla systemet och ett nytt system med endast 3 st NI-moduler kunde skapas.

5.1.2 Kalibrering och uppkoppling av kraftgivare

Kraftgivaren drivs genom modulen NI 9237, se mer info i kap 5.2.3. Eftersom det inte fanns någon dokumentation på känslighetsvärdet för kraftgivaren så gjordes en ny kalibrering av NEVS. Från den nya kalibrering erhöles ett nytt känslighetsvärde som kan ses i Figur 5–2.

Results:		
Sens last cal.(mV/kN/V)	0.290638	
Sensitivity (mV/kN/V)	0.290624	
Sensitivity (mV/V)	2.9062	
Zero offset (mV/V)	0.30070	Remark
Non-Linearity % F.S	0.08	
Hysteresis % F.S.	0.12	
Repeatability % F.S	0.02	
Zero error % F.S	0.02	
Sensitivity change%	0.00	
Zero offset % F.S	10.35	

Figur 5-2 Resultat från calibration certificate för Kraftgivaren. Författarens egen bild.

Känslighetsvärdet användes i Labview för att skala den data som mottogs från kraftgivaren i det nya programmet

Hydraulventilen som styr cylindern stötdämparen är monterad på, fungerar genom att en signal på -10v/+10V skickas för att öppna servoventilen. Vid 0V är den helt stängd, vid negativa signaler töms den och vid positiva signaler fylls den. Det här görs linjärt i förhållande till hur stor signal som skickats. Den ger också en återkoppling på 4-20mA, där 12mA innebär att ventilen är stängd (MOOG, 2009).

I början hade projektet problem med att cylindern åkte uppåt även då signal in var 0V. Det försöktes först att lösas genom att skriva ett program som tog in återkopplingen och sökte det värde på utsignalen som gav en återkoppling så nära 12mA som möjligt. Det fungerade ganska bra men efter att ha pratat med en representant på MOOG så hittades en potentiometer bakom en skruv på Moog ventilen. Genom att skicka en signal på 0V och sedan skruva på potentiometern så kunde ventilen kalibreras vilket gav ett ännu bättre resultat.

5.2 Ny hårdvara

De komponenter som plockades bort från riggen har bytts ut mot nya komponenter som uppfyller samma funktion. Nedan förklaras mer ingående vilka de här komponenter är.

5.2.1 Uppkoppling av NI cDAQ-9174

För att de olika NI modulerna ska kunna programmeras och kommunicera med testriggen så användes i början ett NI cDAQ-9188 (National instruments, u.d-c) chassi. Det här chassit hade plats för 8st modulkort och kommunicerade med en dator via en Ethernetkabel. Men eftersom endast 3st modulkort behövde användas så köptes nytt chassit in, NI cDAQ-9174 (National instruments, u.d-b) med plats för 4st modulkort. Det nya chassit var mindre och mer kompakt vilket gör det lättare att montera i testriggen. På det nya chassit byttes kommunikationsporten ut från Ethernet till en USB. Det här bytet gjordes eftersom man under projektet hade upptäckt ett stort problem med en fördröjning i systemet, mellan insignalen från lägesgivaren och utsignalen till styrcylindern. Fördröjningen kunde halveras genom ändringar i koden, som tas upp i kap 6.1. Men för att minska fördröjningen ännu mer byttes Ethernet ut mot USB, efter rekommendation från en NI representant.

Uppkopplingen av modulkort och användardator kan ses i figur 5–3.

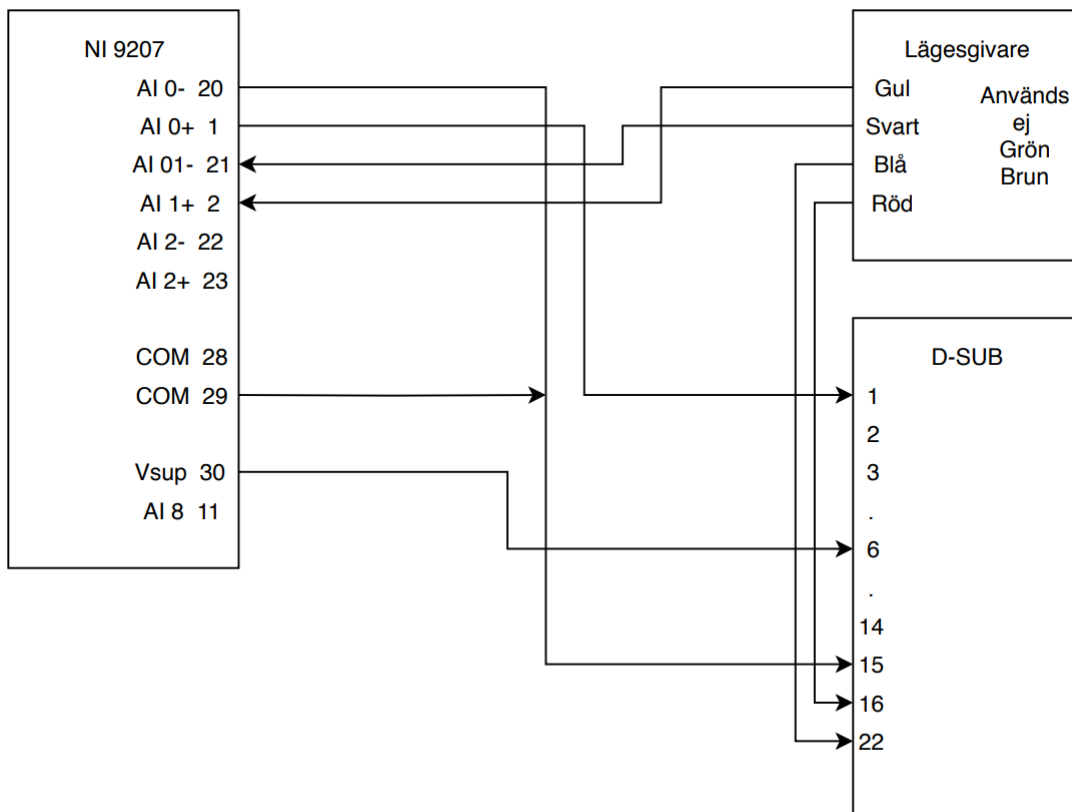


Figur 5-3 Uppkoppling av modulerna NI 9207, NI 9237, NI 9264, NI cDAQ-9174 och DSUB:en mot testtriggen. Författarens egen bild.

5.2.2 Uppkoppling av NI 9207

Till NI 9297 är signalen från lägesgivaren (RDP Group , 2019) inkopplad för att hålla koll på var cylindern befinner sig och hur fort den rör sig. En signal kopplades in från tryckgivaren som mäter trycket i hydraulcylindern och en temperaturgivare som läser av hur varm dämparen blir under körning.

De olika givarna kopplas ihop med modulkortet enligt kretsschema i figur 5–4, för koppling från D-SUB:en se Bilaga 1.

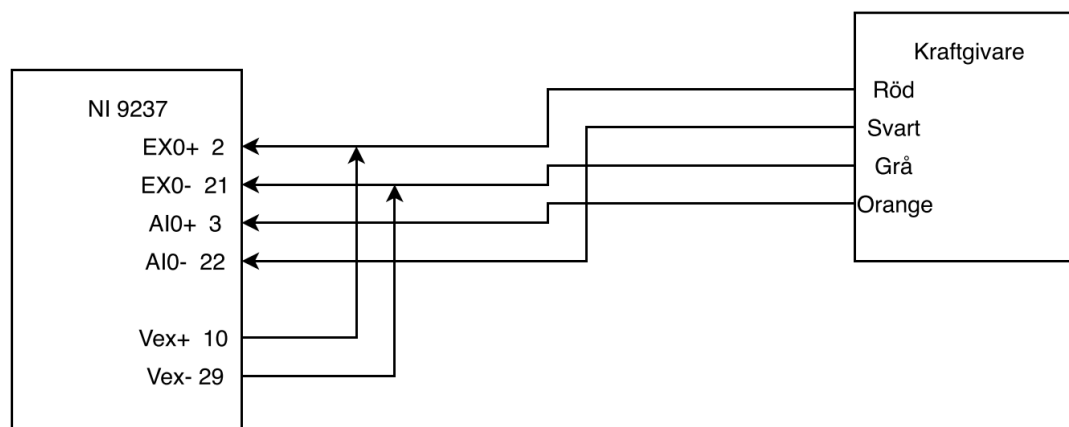


Figur 5-4 Koppling för NI 9207. Författarens egen bild

5.2.3 Uppkoppling av NI 9237

Till NI 9237 kopplas en kraftgivare (Novatech, 2019) in för att ta emot data om vilken kraft stötdämparen utsätts för på ett intervall, -10/+10 kN.

Kraftgivaren kopplas upp till modulen som en full brygga enligt figur 5–5.

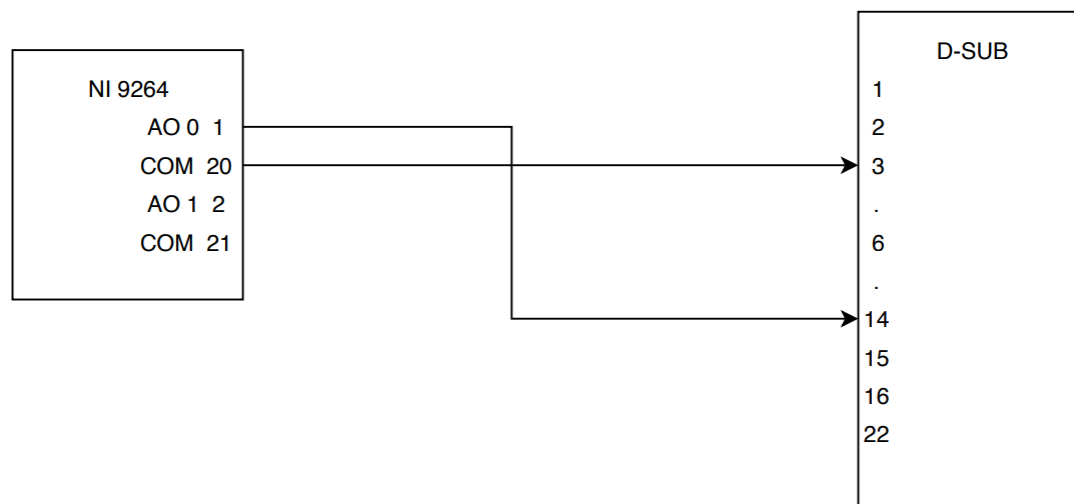


Figur 5-5 Koppling mellan NI 9237 och kraftgivaren. Författarens egen bild.

5.2.4 Uppkoppling av NI 9264

Till NI 9264 kopplas ett hydrauliskt ställdon (MOOG, 2009) vars uppgift är att öppna en ventil i förhållande till den spänning som matas in i systemet från NI 9264 kortet (National Instruments, u.d-f).

Kopplingen mellan modul och ställdon kan ses i figur 5–5.



Figur 5-6 Koppling för NI 9264. Författarens egen bild.

5.2.5 Installation av ny lägesgivare

Eftersom den gamla lägesgivaren kommunicerade med hjälp av växelspanning så byttes denna ut mot en ny lägesgivare (RDP group, 2019). Det här gjordes eftersom de nya modulerna inte kan kommunicera med en AC signal. Den nya lägesgivaren kommunicerade därför istället genom en DC signal på 0-10V. Eftersom signalen från

den nya givaren är av typen DC så behövdes ingen AC/DC omvandlare mellan modulkortet NI 9207 och lägesgivaren.

Vid montering av den nya lägesgivare uppmärksammades ett problem orsakat av att den nya lägesgivaren var 10 cm längre än den gamla, vilket kan ses i figur 5–7.



Figur 5-7 Nya lägesgivaren överst och gamla underst. Författarens egen bild.

Båda lägesgivarna hade samma slaglängd, men den nya lägesgivaren var utrustad med elektronik i toppen som bidrog till en förlängning på 10 cm på den nya givaren. Den nya lägesgivaren blev 6 cm för lång och kunde inte monteras på den gamla givarens plats. Genom att borra ett hål i botten på testtriggen, kan ses i figur 5–8, kunde lägesgivaren monteras på samma plats som den gamla lägesgivaren. För att kunna uppnå maximal slaglängd fick även en ny adapter mellan cylinder och givare byggas. Den nya adaptern jämfört med den gamla kan ses i figur 5–8.



Figur 5-8 Uppborrat hål för att få plats med den nya lägesgivaren. Författarens egen bild.

Tanken är även att det ska monteras en skyddskåpa under hålet för att skydda cylindern under transport. Det arbetet kommer utföras av personal på NEVS.

5.2.6 Installation av ny temperaturgivare

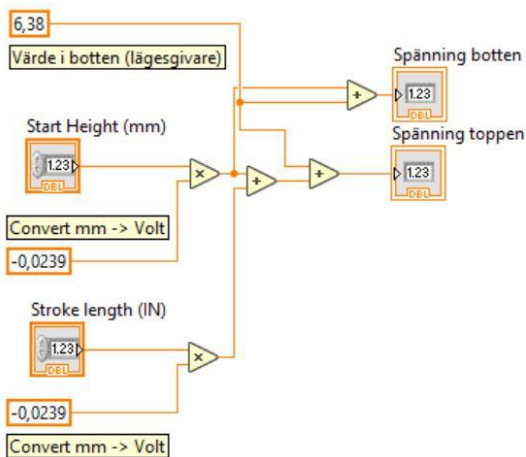
På testtriggen satt tidigare en temperaturgivare. Den byttes ut mot en ny eftersom den gamla såg sliten och dålig ut. Detta gjordes i främst för att säkerställa en felfri körning i framtiden. Temperaturgivaren används för att hålla koll på hur varm dämparen blir under tester.

6 Mjukvara

I detta kapitel redogörs mer ingående för hur programmeringen av olika funktioner gjorts samt hur vissa delsystem är uppbyggda för att följa den givna kravspecifikationen.

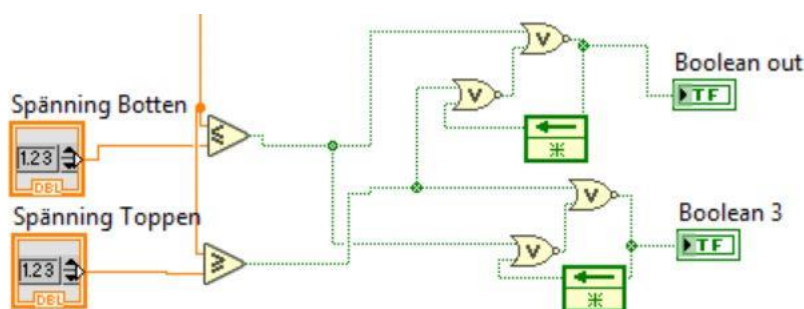
6.1 Intervall styrning av cylinder

Innan programmet körs så skrivs en starthöjd på cylindern in och en slaglängd som bestämmer hur långa slag som ska slås. Med den här informationen kan ett intervall bestämmas där man vet topp och bottenhöjden på slaget. Det här intervallet konverteras sedan över till spänning med lägesgivarens faktor (volt/mm) enligt figur 6–1.



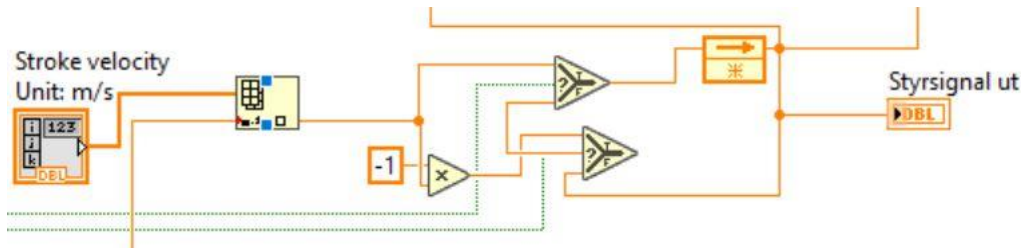
Figur 6-1 Kod för beräkning av spänningsintervall. Författarens egen bild.

Spänningsintervallet jämförs sedan med värdet från lägesgivaren i realtid. I toppen och botten av intervallet finns en jämförelseblock som skickar en "true" eller "false" signal beroende på olikheten mellan lägesgivaren och det beräknade intervallet. Det här kan ses i figur 6–2.



Figur 6-2 Spännings jämförelse. Författarens egen bild

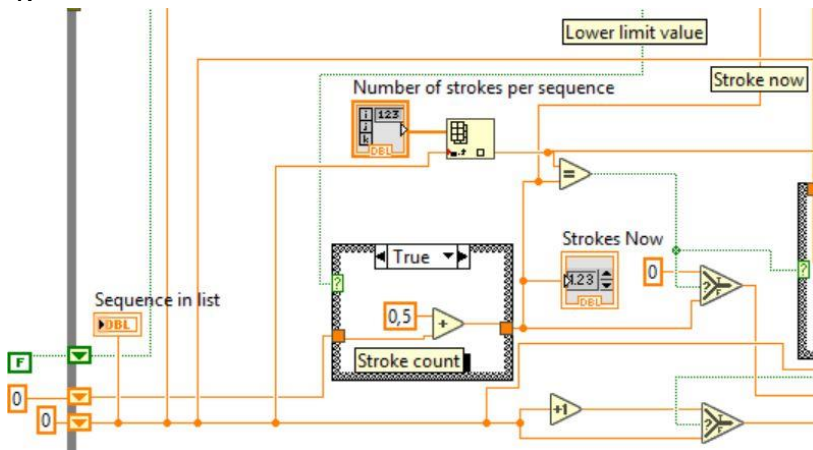
Om den övre boolean signalen är "true" så skickar den en styrsignal som kör cylindern upp medan i den andra är "true" så kör den cylindern ner. En tydligare förklaring av det här kan ses i figur 6–3. Styrsignalen som skickas in bestäms av vad användaren har satt som slaghastighet.



Figur 6-3 Funktion som skickar en styrsignal för upp och ner. Författarens egen bild

6.2 Beräkning av slag

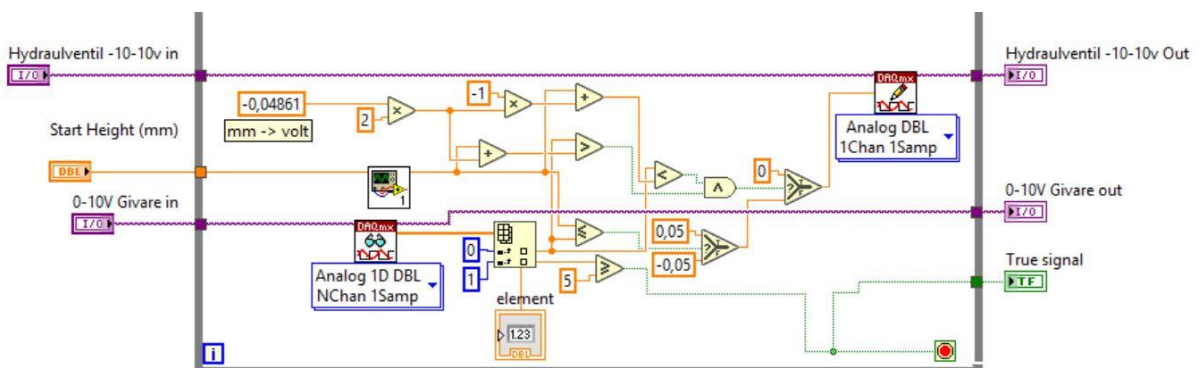
Under ett test så kan användaren ställa in hur många slag cylindern ska slå under en sekvens. För att beräkna slagen under ett test så ökar ett värde med +1 för varje gång som jämförelseblocket för undre gränsvärdet blir "true". Det kan ses tydligare i figur 6-4.



Figur 6-4 Kod som ökar slaget med +1 varje gång som jämförelse blocket gränsvärdet i botten ger en "true" signal. Författarens egen bild.

6.3 Gå till starthöjden och vänta på rätt tryck

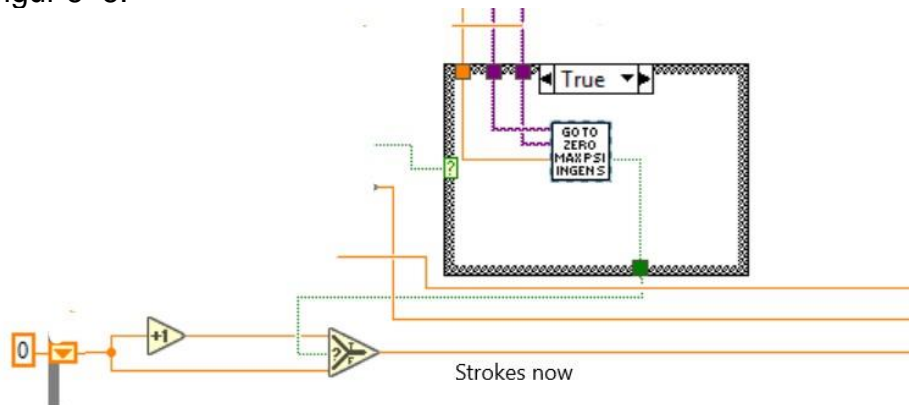
När rätt antal slag har slagits går cylindern ner till testets starthöjd och väntar in att rätt tryck i tanken byggts upp. För att cylindern ska kunna stå still i starthöjden så har ett mindre intervall gjorts eftersom cylindern inte kan stå helt still. Funktionen för att stå still och bygga upp rätt tryck kan ses i figur 6-5.



Figur 6-5 Håll cylindern still vid startvärdet tills rätt tryck är uppmätt. Författarens egen bild.

6.4 Sekvensberäkning

När rätt tryck är uppbyggt skickas en "true" signal ut och vilket låter en "select grind" öka skevensberäkningsvariabeln med +1. När grinden inte får en "true" signal så loopas bara värdet för nuvarande sekvens runt. Den här funktionen kan ses tydligare i figur 6–6.



Figur 6-6 Öka sekvensminnet med +1 om en "true" signal mottags. Författarens egen bild.

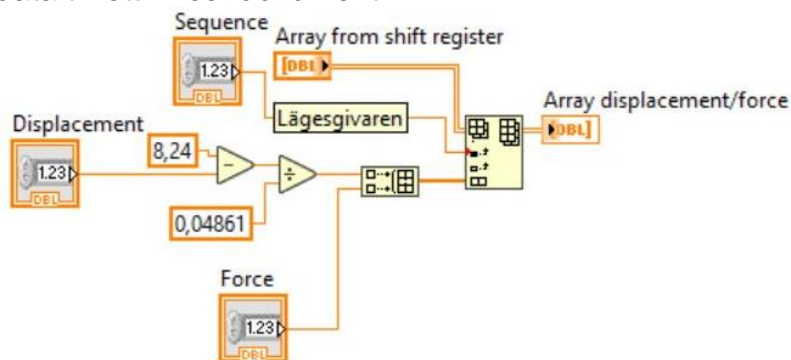
6.5 Sparning av data

För att kunna skapa en rapport sparas all nödvändiga data från körningen av cylinder. En Excelmall för var värdena ska sparas väljs då programmet startas. Mer om denna mall i kap 7.2.

Sparningen av data från körningen sker i två steg. Det första steget är att intressant data sparas över i en array och när en sekvens har gått så skickas datan vidare ut till ett Exceldokument. Data som är intressant att spara kommer från kraftgivaren och lägesgivaren som sparas en gång per 53-55ms, vilket är loop-tiden för NI cDAQ-9174 tillsammans med projektets moduler. När en sekvens är körd sparas data till ett Excel-dokument samtidigt som trycket i tanken för cylindern får byggas upp igen.

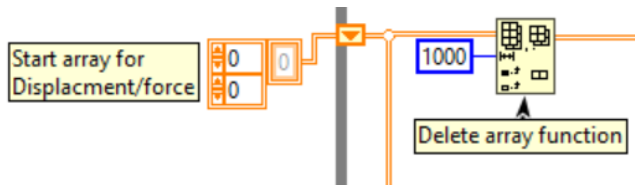
6.5.1 Lagring av temporära data

Under ett av slagen i en sekvens börjar programmet att spara över värdet från cylinderns förskjutning och värden från kraftgivaren till en array med blocket "Build array". Signalen från "build array" lagras sedan på en tom array genom blocket "Insert to array" och efter att sekvensen är klar skickas arrayen till en funktion som sparas över data till ett Excel-dokument.



Figur 6-7 Sparning av data från lägesgivare och kraftgivare till en array. Författarens egen bild.

När överföringen är klar och nytt tryck har byggts upp skickas en "true" signal, enligt figur 6–9, som aktiverar rensning av den temporära arrayen, enligt figur 6–7.

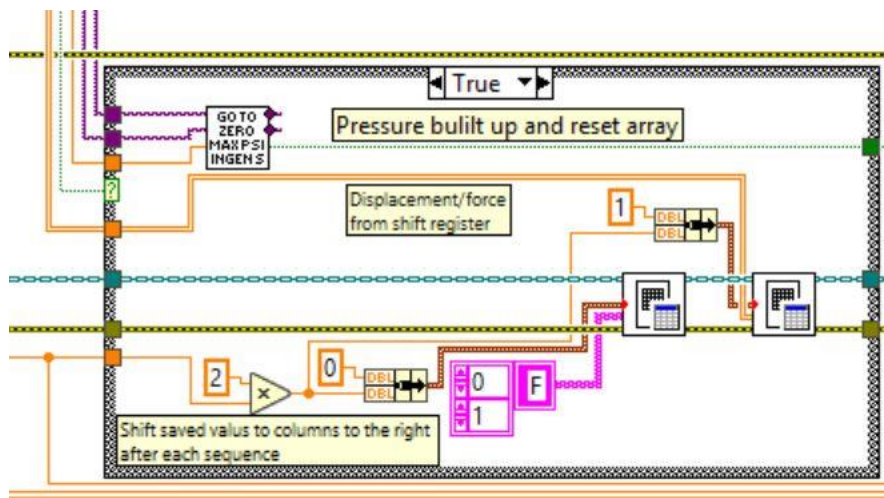


Figur 6-8 Reset av temporär array. Författarens egen bild.

6.5.2 Till Excel

När programmet går in i "Case strukturen" i figur 6–9, sparas först en string array med texten "Displacement" på plats [0 0] och texten "Force" på plats [0 1] i Excel-dokumentet. Det här görs för att ge värdena som sparas en rubrik i Excel dokumentet. På platserna under rubrikerna sparas sedan värden enligt figur 6–9 från arrayen "Displacement/Force" i figur 6–7. Efter varje sekvens flyttas värdena åt höger 2 steg för att göra plats för nästa Excel överskrivning vilket kan ses i figur 6–9.

Överföringen till Excel behövde ske utanför funktionen i figur 6–7 eftersom den bidrog till för stor påfrestning och ökade fördröjningen i systemet med flera millisekunder.



Figur 6-9 Spara array till excel. Författarens egen bild.

6.6 Indikationer och varningar

Under körning av tester kan testtriggens hårdkopplade säkerhetsbrytare slå på och avbryta ett test. Dessa brytare skickar då en digital signal som indikeras genom att en lampa tänds. Det här gör det även lättare för användare att identifiera fel ifall de skulle uppstå.

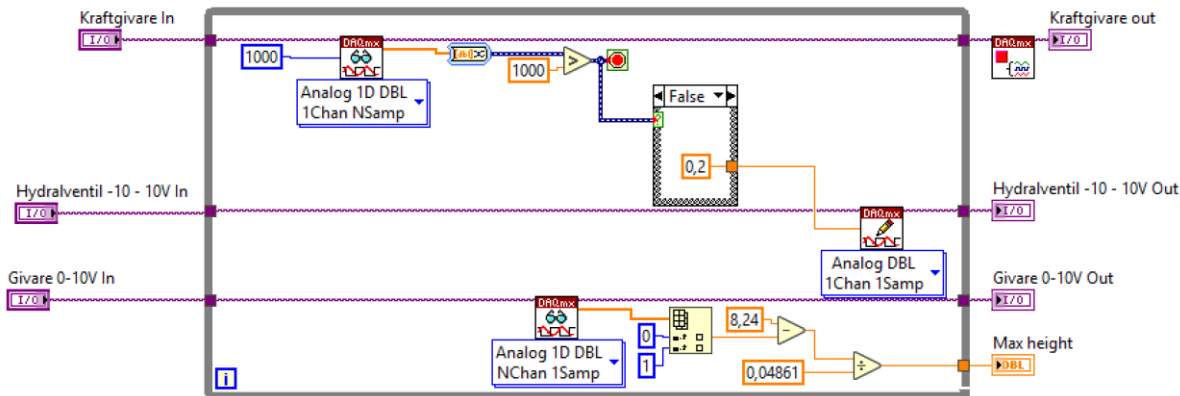
6.6.1 Temperatur

I testtriggen sitter en temperaturgivare monterad som användaren kan fästa på dämparen för att kontrollera så att inte dämparen blir för varm under körning. I koden är temperaturgivaren uppkopplad så att användaren kan se temperaturen live i användargränssnittet. Det finns även en varningslampa på användargränssnittet som tänds ifall temperaturen hos dämparen övergår 100 °C. Om den lampan tänds kommer användaren uppmanas att pausa testerna tills temperatur sjunkit.

6.6.2 Max slaglängd

För att användaren inte ska kunna ange en för lång slaglängd, längre än vad dämparen klarar, byggdes en SubVi som alltid körs innan användaren får ange slaglängd.

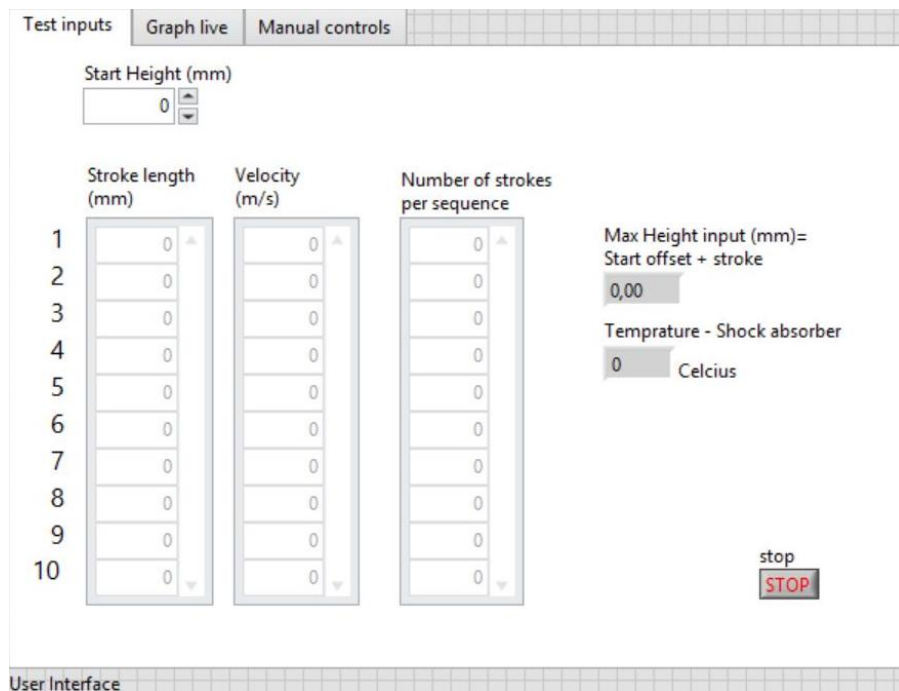
Funktionen kör sakta upp cylindern tills den känner att trycket uppnår ett förprogrammerat värde av 1000 N se figur 6–10. Detta värdet är satt så högt att cylindern är i sitt maximala upptryckta läge. Där sparas värdet från lägesgivaren och visas upp för användaren när hen ska fylla i slaglängden för sekvensen.



Figur 6-10 Ta redan på maximala slaglängd för cylinder. Författarens egen bild.

6.7 Nytt användargränssnitt

Ett nytt användargränssnitt skapades för det nya programmet. När man startar programmet börjar det med att ta reda på hur lång den maximala slaglängden tillåts vara. Efter det kan användaren kontrollera sina inskrivna värden mot detta och säkerställa att programmet går att köra. Användaren får även ställa in en starthöjd som förhindrar att cylindern slår i botten. Gränssnittet för det här kan ses i figur 6–11.



Figur 6-11 Användargränssnitt för test processen. Författarens egen bild.

Vid tillfällen då användaren vill byta och montera in en ny dämpare i testtriggen kan den manuella kontrollfliken användas för att manuellt köra cylindern upp eller ner. Hastigheten som man kan köra cylindern upp och ner i är begränsad till -0,2/+0,2 volt.

7 Framställande av rapport

En rapport skapas efter körningen av riggen för att visa stötdämparens karakteristiska egenskaper.

7.1 Data

Det huvudsakliga målet med körningen av riggen är att få ut en rapport på vad dämparen har för egenskaper. Den gamla programvaran hade möjlighet att visa upp ett tiotal olika grafer med data för att visa på egenskaperna för dämparen. Dock var många av dessa överflödiga och de grafer som användes på NEVS kunde sällas ner till 2st.

Dessa var:

- Force (kg)/ Displacement (mm)
- Peak Force (kg) / Peak Velocity (mm/sec)

Utöver dess grafer var också kraften (kg) vid förlast av dämparen ett värde som skulle vara med i rapporten. Anledningen till att kraften har storheten kg istället för N är för att i den gamla programvaran skapades graferna med kg och för att kunna jämföra de nya körningarna med de gamla valdes samma storheter här.

7.2 Utskrift

För att skapa graferna och skriva ut en rapport har Excel använts. En Excel-mall har skapats med en förprogrammerad knapp för att underlätta skapandet av rätt grafer. Som beskrivit i kap 6.5.2 så har informationen som samlats in under körning skrivits ner till en ny kopia av mallen.

Endast en knapp för att skapa en av graferna har konstruerats. Det var:

- Skapa Force (kg)/ Displacement (mm) graf

Knappen har skapats genom att spela in ett macro och sedan kopplat macrot till en knapp. Macrot finns i Bilaga 4.

Eftersom data sparats som tabeller i Excel efter testkörning så finns det även möjlighet att skapa andra grafer i framtiden.

8 Analys av fördröjning i systemet

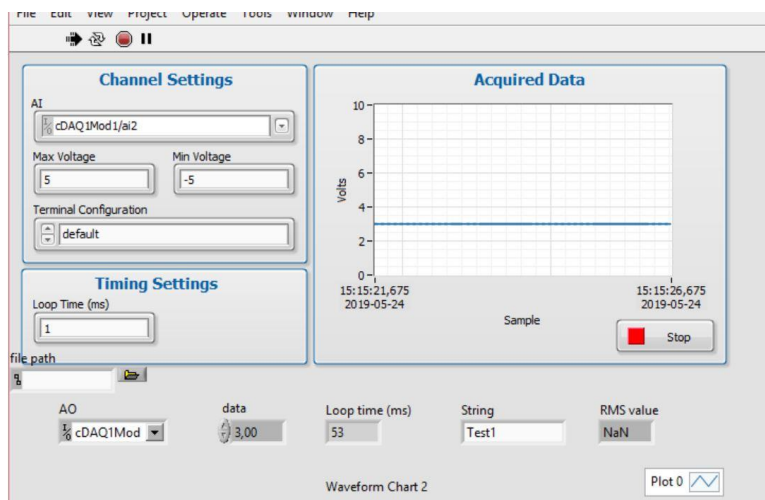
Ett av projektets största problem är att programmet inte uppdaterades tillräckligt snabbt, detta ledde till att intervallkörning för cylindern inte fungerade. Under projektets första fas fanns en fördröjning på över 200ms i programmet. Detta ledde till stora konsekvenser under testkörningen av riggen eftersom cylindern då passerade det undre och övre gränsvärdet med fler millimeter vid låga hastigheter. Vid högre hastigheter slog cylindern i toppen och botten vilket kunde leda till stora skador på testriggen.

Genom att inte använda sig av NI:s express "DAQ assistents" utan istället skapa egna tasks och aktivera dem utanför programmets stora "while" loop så minskades programmets fördröjning till ca 50 ms. Det bidrog till att programmet kunde köras någorlunda stabilt på de lägre hastigheterna men fungerade inte på hastigheter som översteg 0,1 m/s.

Under samma period användes även temporär trådlägesgivare för att ersätta den gamla lägesgivaren i testriggen medan en ny beställdes. Det bidrog till en okonventionell montering och lite ostabila data. Dock funkade det tillräckligt bra för att bygga intervallprogrammet. Under en längre tid fanns även tankar om att det kanske var trådgivaren som inte uppdaterades tillräckligt snabbt.

När den nya lägesgivaren mottogs efter ca 2 månaders väntan så uppstod nästa problem. Den nya lägesgivaren var 10cm längre än den gamla vilket ledde till att en analys av hur den nya lägesgivaren skulle monteras för att få plats. Efter några timmars testande så togs beslutet att borra ett hål i botten av testriggen som den lägesgivaren kunde gå ut genom. Att borra hålet var ett heldagsarbete som utfördes av företagets personal i projektets slutfas vilket ledde till att de tester som hade behövt göras blev försenade ytterligare.

Efter att den nya lägesgivaren var monterad konstaterades att systemet fortfarande hade en fördröjning på 50ms vilket gjorde att trådgivaren kunde uteslutas som orsak till fördröjningen. Då gjordes ett hårdvarutest där man skickade en signal från kortet 9264 (ut) till 9207 (in) och då upptäcktes en loopbegränsning i hårdvaran till ca 53-55ms. Begränsningen kan ses tydligare i figur 9-1, där ett program förfrågar efter en loop-tid på 1ms medan den lägsta faktiska loop-tiden blir 53ms. Efter rådgivning med National Instruments så beställdes NI cDAQ-9174 för att ersätta NI cDAQ-9188 vilket skulle minska loop-tiden. Men när de väl kom fram så gjordes ett nytt test av hårdvarans loop-tid vilket gav samma resultat på 53-54ms. Den enda skillnaden mellan dockningsstationerna var antalet kort som kunde dockas och att NI cDAQ-9174 kommunicerar via USB medan NI cDAQ-9188 kommunicerar via Ethernet.



Figur 8-1 Test av Loop tid för hårdvaran. Författarens egen bild.

En fördröjning på 53ms visade sig vara alldeles för stor för projektet eftersom cylindern under den här tiden hinner passera sina gränsvärden med flera millimeter innan en justering skickas.

Efter ytterligare en diskussion med National instruments togs ett nytt alternativ fram för att skapa ett realtidssystem som bör fungera på projektets testrigg. Med ett realtidssystem flyttar man beräkningarna från en extern dator till inbyggd hårdvara i riggen. På detta sätt kan systemet köras snabbare och med mindre latens. Men, vid detta skede hade projektet kommit så pass långt att det inte längre fanns mer tid till att testa det nya alternativet.

Alltså efter flera månaders undersökning och tester av kod så berodde systemets fördröjning på de nya hårdvarumodulerna som definitivt skulle vara snabba nog vid start av projektet men i verkligheten inte var det.

Ett annat problem som uppstod i slutet av projektet var att modulkort NI 9237, som tog emot data från kraftgivaren, inte var gjort för att skicka ut data med en frekvens på 1ms. Modulen 9237 kan ta emot data snabbt men klarar av inte av att skicka iväg den insamlade datan lika fort som den tar emot. Det leder i sin tur till att modulen sparar data som större "paket" och skickar paketen i ett långsammare intervall. Ett sådant beteende gör inte den här modulen idealisk för en realtidsprocess som testriggen behöver.

Men trots alla dessa problem och motgångar så har ett grundläggande program som fungerar vid låga hastigheter skapats och tros fungera vid höga hastigheter om hårdvaran byts ut mot något som är mer lämpat för realtidssystem.

9 Resultat

Resultatet från projektet är:

- Analys av hur testriggen fungerade och vilka krav som behövde uppfyllas.
- Analys av vilken hårdvara från gamla testriggen som kunde ersättas med modulkort från National Instruments.
- Skapandet en modulär plattform som kan användas av flera olika datorer.
- Ett grundläggande program med funktion från kravspecifikationen. Alla funktioner utom de nämnda nedan är byggda och implementerade.
 - o Funktionen att själv kunna ställa in slaglängd togs bort på grund av att testerna alltid ska köra med samma antal slag
 - o Indikator för tryck och filter finns inte i det färdiga programmet.
 - o Ta nollvärde för kraftgivaren har inte heller implementerats.
 - o Inga av extrafunktioner har implementerats.
- Skriva ut data från testerna till Excel.
- Gamla systemet kopplat till den nya hårdvaran.
- Skapat ett kopplingsschema.
- Dokumentation över hur riggen styrs och fungerar.
- Tagit fram riktlinjer för att kunna slutföra projektet och sätta det i användning.

Det nya systemet har också andra fördelar mot det gamla. Källkoden är numera känd och personal på NEVS kan ändra den och bygga nya funktioner. Det är möjligt att köra riggen med vilken dator som helst. Modulerna från NI går också att byta mellan olika riggar för att sänka kostnaden för att driva flera olika system.

10 Slutsats och diskussion

Projektet har bidragit till en ökad kunskap av analytiskt arbete i form av felsökningar, undersökning av kravspecifikation, "trial and error" utvecklande och skapande av framtida förslag.

Resultatet är något lägre än det som varit förväntat, detta eftersom en fullständigt fungerande testrigg aldrig skapades. Under projektets gång så prioriterades extra funktioner bort eftersom basfunktionen aldrig blev färdigställd. Däremot så vet man nu anledningen till att det inte kunde färdigställas och ett förslag för hur det kan lösas har lagts fram.

Även om det förväntade resultatet inte har uppnåtts så har en ändå bra kunskap om vilka begränsningar den nya hårdvaran från National Instruments har. Det här kan i sin tur även bidra till en bättre och mer förberedd konvertering av olika testsystem om National Instruments beslutas att användas.

En stor lärdom från detta projekt har varit är hur stor roll det spelar att komma på ett problem tidigt jämfört med sent i projektets fas. Vårt problem med latensen kunde först preciseras i ett sent skede där lösning inte kunde implementeras. Om vi vid ett tidigare skede hade nått samma slutsats och då implementerat ett realtidssystem skulle betydligt mer av kravspecifikationen kunna varit uppfylld. Detta visar också på hur viktigt det är att veta om ett system är tidskänsligt eller inte och där väldigt små latenser kan skapa stora problem.

11 Färdigställande av projektet och framtida projekt

Föra att färdigställa systemet tror vi, efter mer kommunikation med personal på National Instruments, att inköp av ny hårdvara skulle kunna lösa problemet. Första steget är att byta ut kortet NI 9207 till NI 9205 och NI 9264 till NI 9263. Detta byte skulle kunna ge en högra samplingshastighet i modulerna.

En annan förbättring man skulle kunna göra är ett byta ut NI cDAQ-9174 mot ett NI cRIO-9053. Det nya kortet har en inbyggd processor och skulle med största sannolikhet eliminera latensen i bussen. Denna typ av chassi passar också bättre till reglerapplikationer med realtidsprestanda enligt personal på National Instruments. Detta chassit skulle dock kräva tillägget Labview RealTime i utvecklingsmiljön.

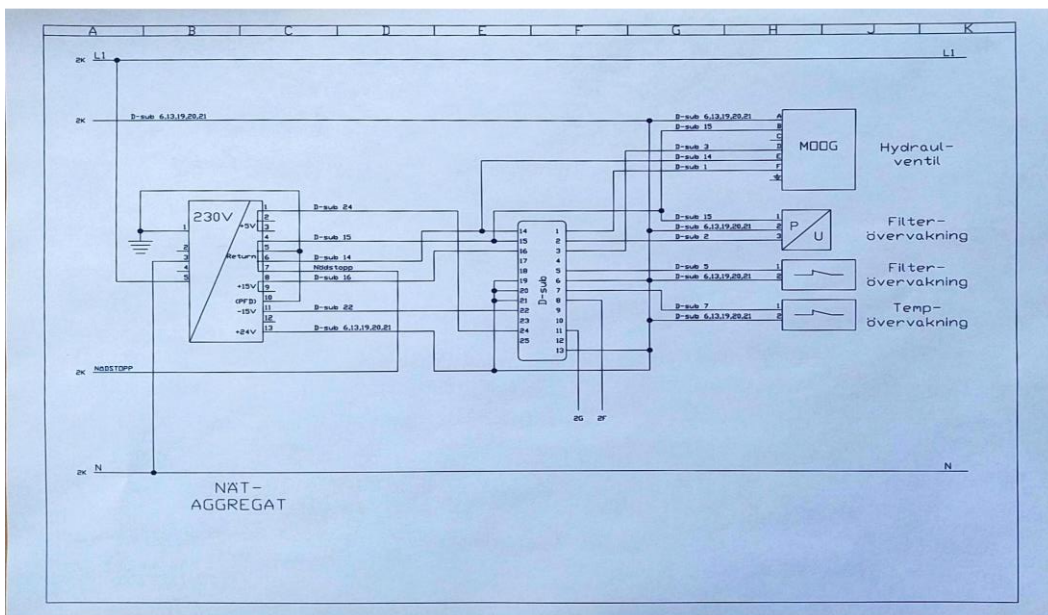
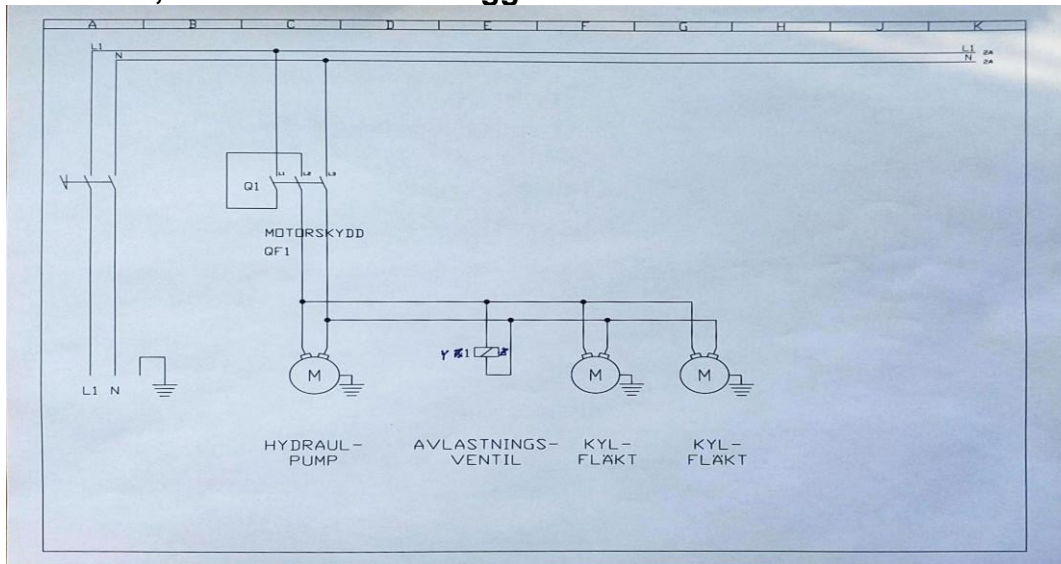
På NEVS finns också en skakrigg och eftersom processen för ett sådant program liknar det som finns i stötdämparriggen så tros man kunna applicera samma kod fast med några små ändringar på den processen. Skakriggen har inte någon återkoppling i form av en lägesgivare så problemen som här har upplevts med latens skulle med största sannolikhet inte uppstå i det systemet.

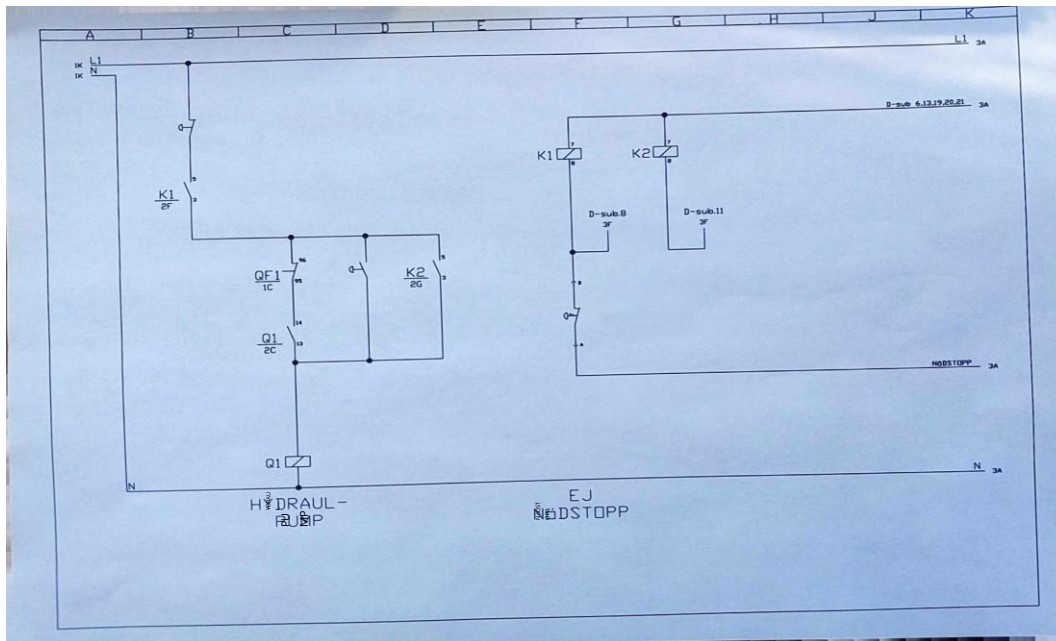
Referenser

- Koch, G. P. (2011). *Adaptive Control of Mechatronic Vehicle Suspension systems*. Munchen, Tyskland: Technischen universität Munchen.
- MOOG. (2009). *Servoalves D633/D634*. Hämtad från https://www.moog.com/literature/ICD/Moog-Valves-D633_D634-Catalog-en.pdf
- National Instruments. (2019). *How to Choose the Right Bus for Your Measurement System*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/innovations/white-papers/09/how-to-choose-the-right-bus-for-your-measurement-system.html>
- National Instruments. (u.d-a). *Datasheet NI cDAQ-9188*. Hämtad från <http://www.ni.com/pdf/manuals/370086c.pdf>
- National instruments. (u.d-b). *NI cDAQ-9174*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/support/model.cdaq-9174.html>
- National instruments. (u.d-c). *NI cDAQ-9188*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/support/model.cdaq-9188.html>
- National Instruments. (u.d-d). *Datasheet NI 9207*. Hämtad från http://www.ni.com/pdf/manuals/375206b_02.pdf
- National Instruments. (u.d-e). *NI 9207*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/support/model.ni-9207.html>
- National Instruments. (u.d-f). *Datasheet NI 9237*. Hämtad från http://www.ni.com/pdf/manuals/374186a_02.pdf
- National Instruments. (u.d-g). *NI 9237*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/support/model.ni-9237.html>
- National Instruments. (u.d-h). *Datasheet NI 9264*. Hämtad från http://www.ni.com/pdf/manuals/374404a_02.pdf
- National instruments. (u.d-i). *NI 9264*. Hämtad från <http://www.ni.com/sv-se/support/model.ni-9264.html>
- Nationalencyklopedin. (2019). *Dämpning*. Hämtad från <http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/dämpning>
- Nationalencyklopedin. (2019). *USB*. Hämtad från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/usb>
- Nationalencyklopedin. (2019). *Wheatstonebrygga*. Hämtad från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/wheatstonebrygga>
- Novatech. (2019). *Kraftgivare 10 kN (F225-Z0872)*. Novatech.
- Omega. (2019). *What is a Displacement Transducer*. Hämtad från <https://sea.omega.com/tw/technical-learning/displacement-transducers.html>
- RDP Group . (2019). *DCTH4000C*. Hämtad från <https://www.rdpe.com/us/dcth.htm>
- RDP group. (2019). *RDP group displacment transducer DCTH4000*. Retrieved 5 27, 2019, from <https://www.rdpe.com/us/dcth.htm>
- Rhdv. (2007). *Wheatstone's bridge circuit diagram*. Hämtad från <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wheatstonebridge.svg#/media/File:Wheatstonebridge.svg>
- Williams, J. (1990). *Bridge circuits - marrying gain and balance*. Linear technology, Application Note 43.

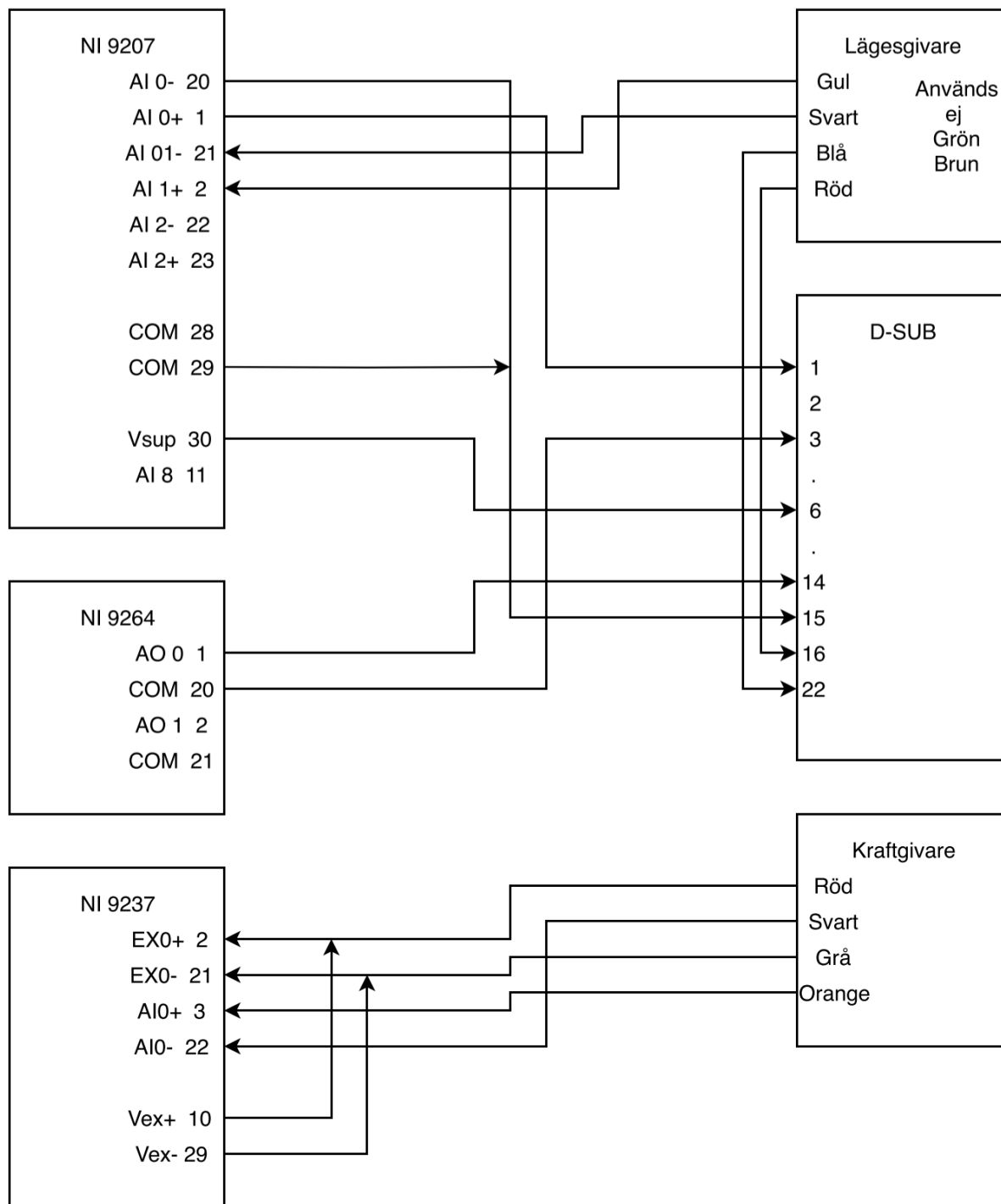
Bilagor (Appendix)

BILAGA 1, Krettschema inuti riggen







BILAGA 2, Kopplingsschema mellan riggen och National Instrument utrustningen



BILAGA 3, Koden från projektet

Test inputs Graph live Manual controls

Start Height (mm) Start test Excel Templet

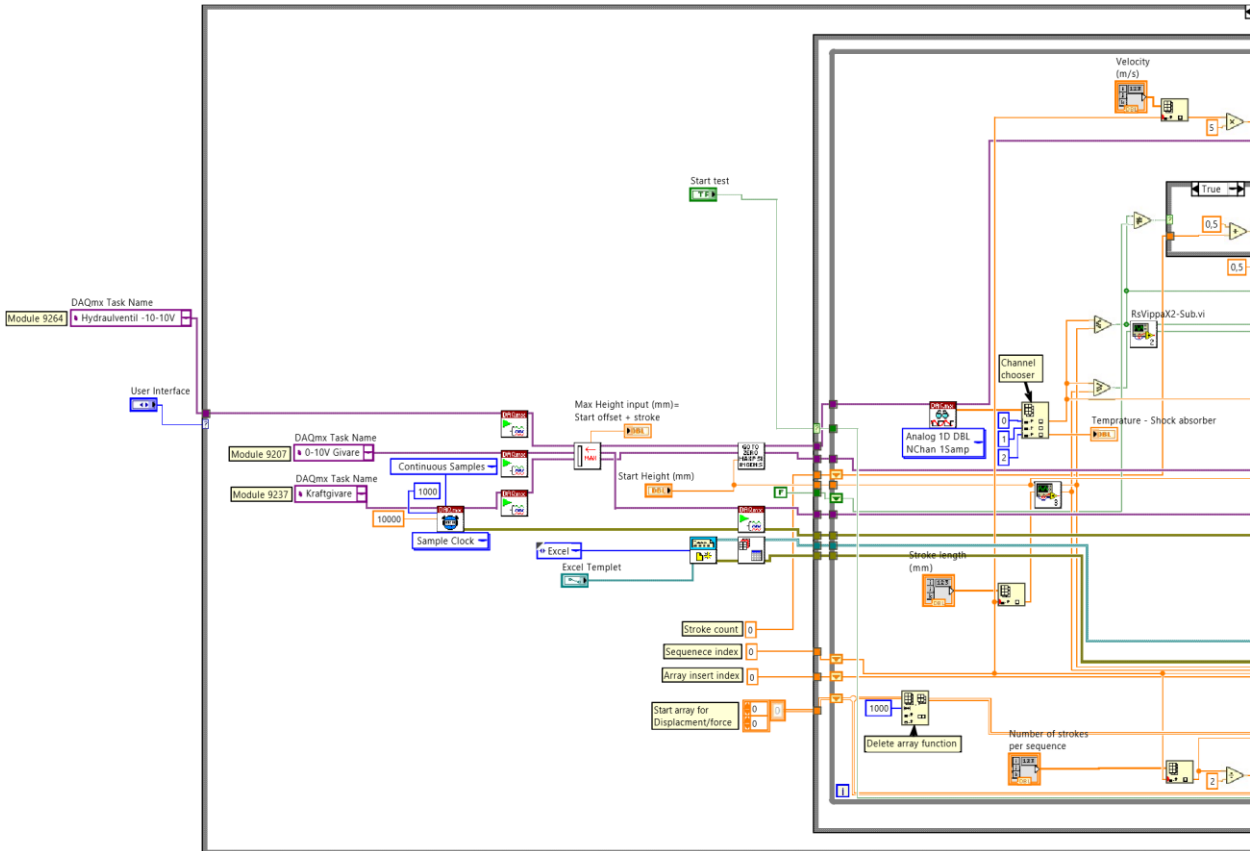
0 Go  

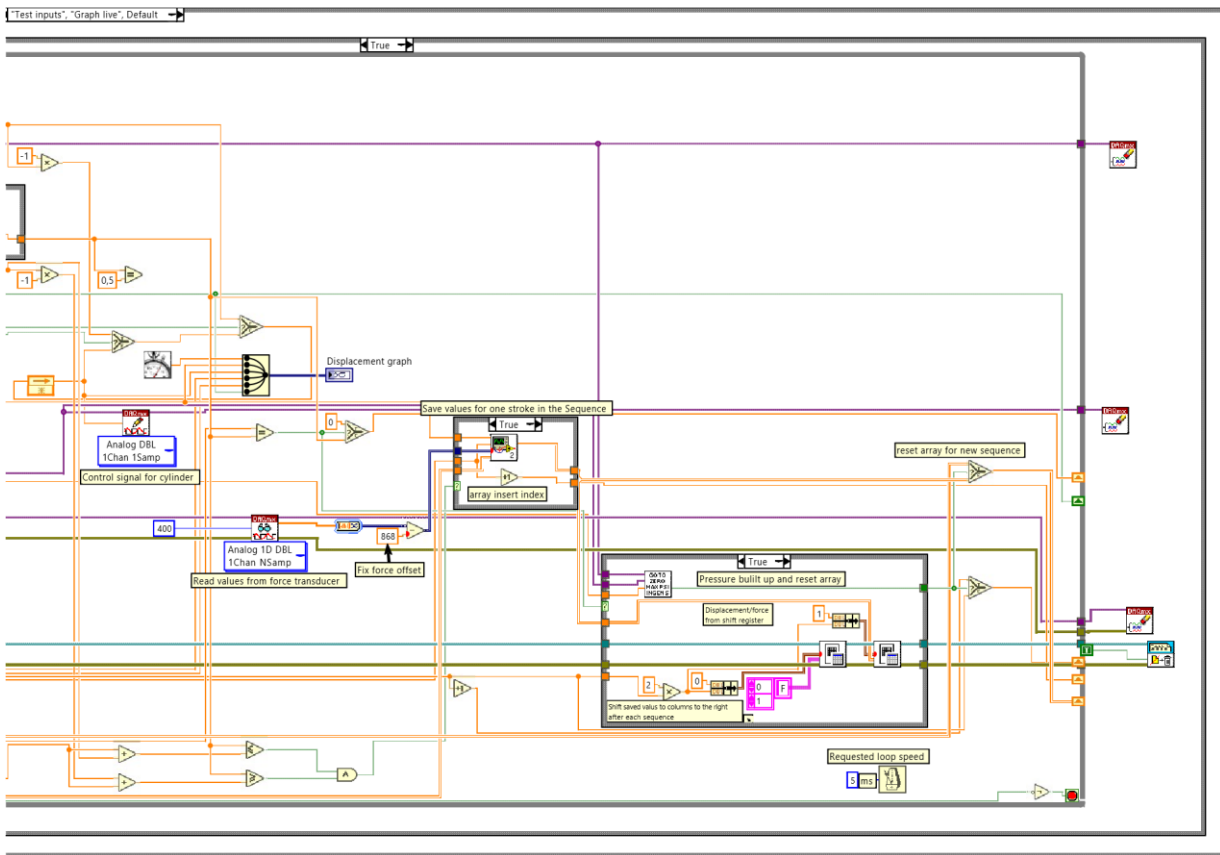
	Stroke length (mm)	Velocity (m/s)	Number of strokes per sequence
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Max Height input (mm) =
Start offset + stroke
0,00

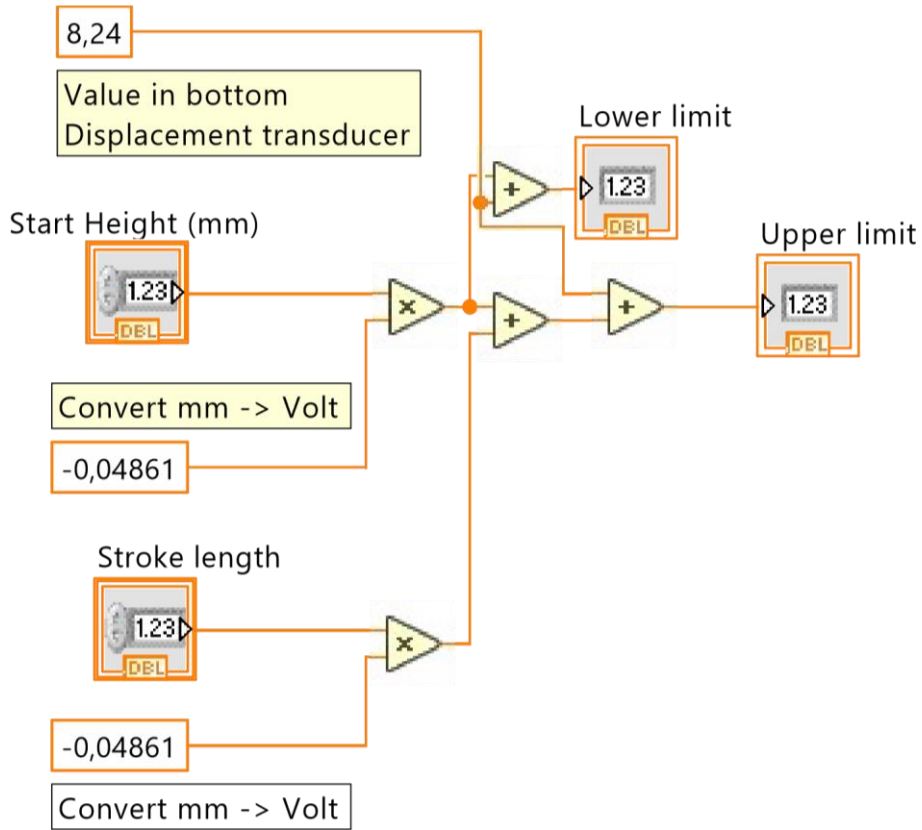
Temperature - Shock absorber
0 Celcius

User Interface






Start Height (mm)	Lower limit
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Stroke length	Upper limit
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



element

0

True signal 

0-10V Givare in

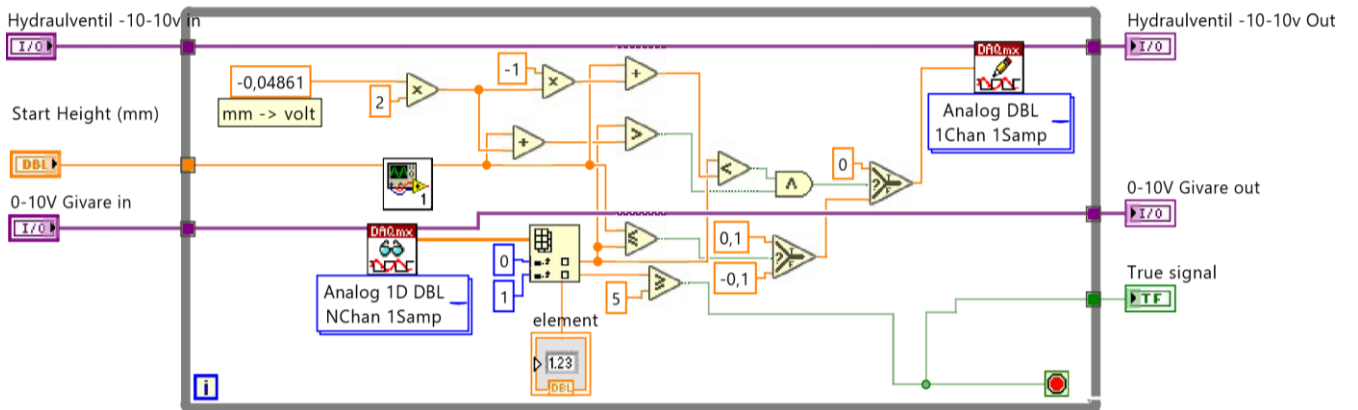
0-10V Givare out

Hydraulventil -10-10v in

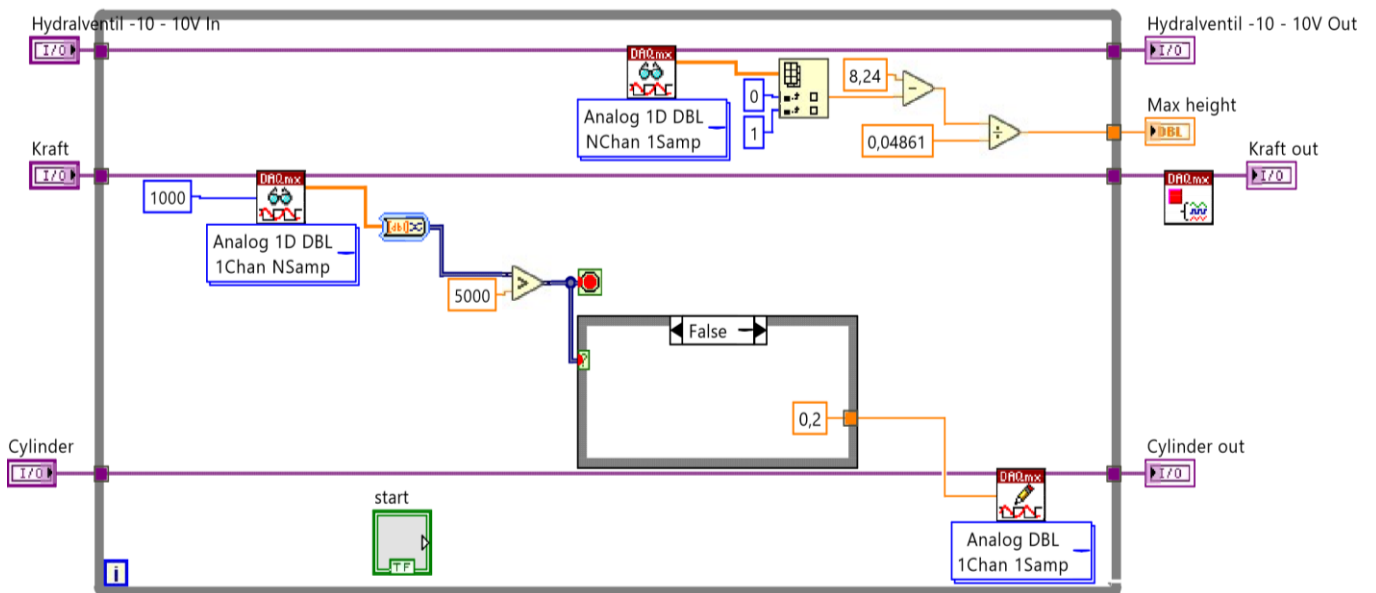
Hydraulventil -10-10v Out

Start Height (mm)

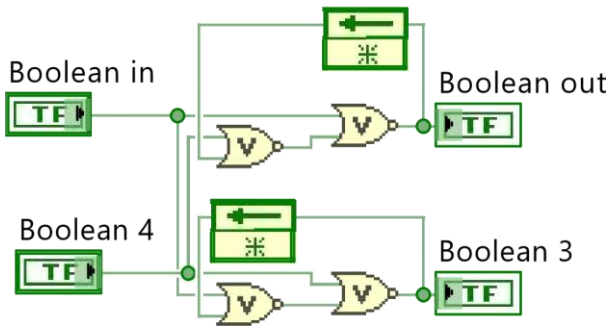
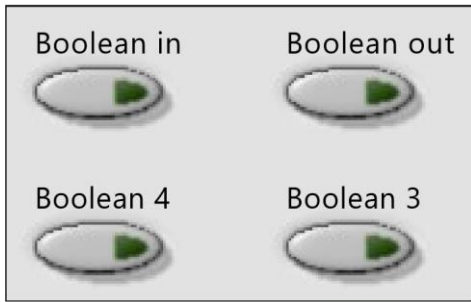
 0

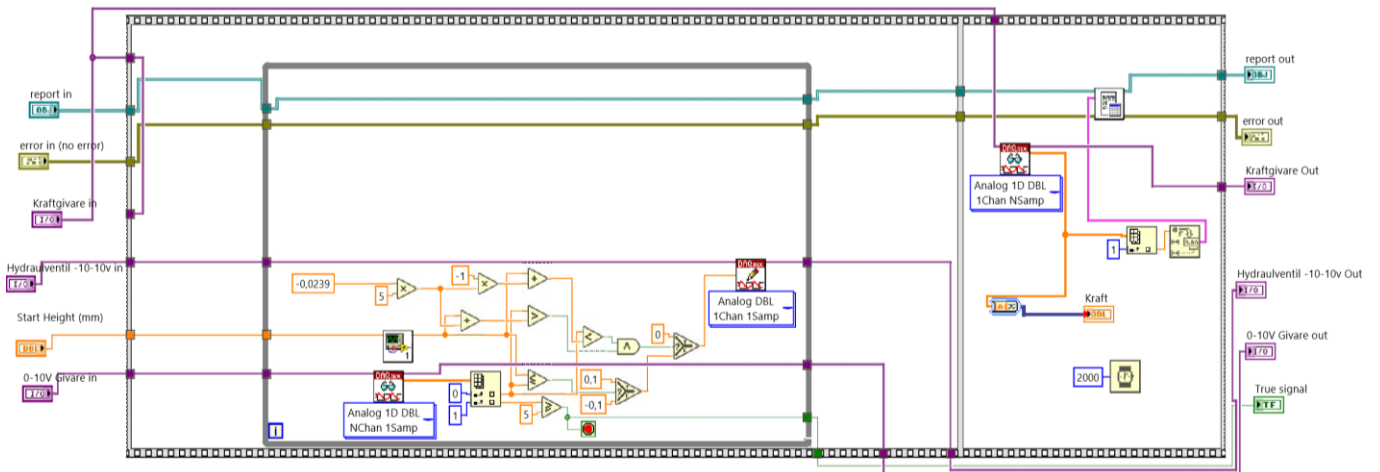
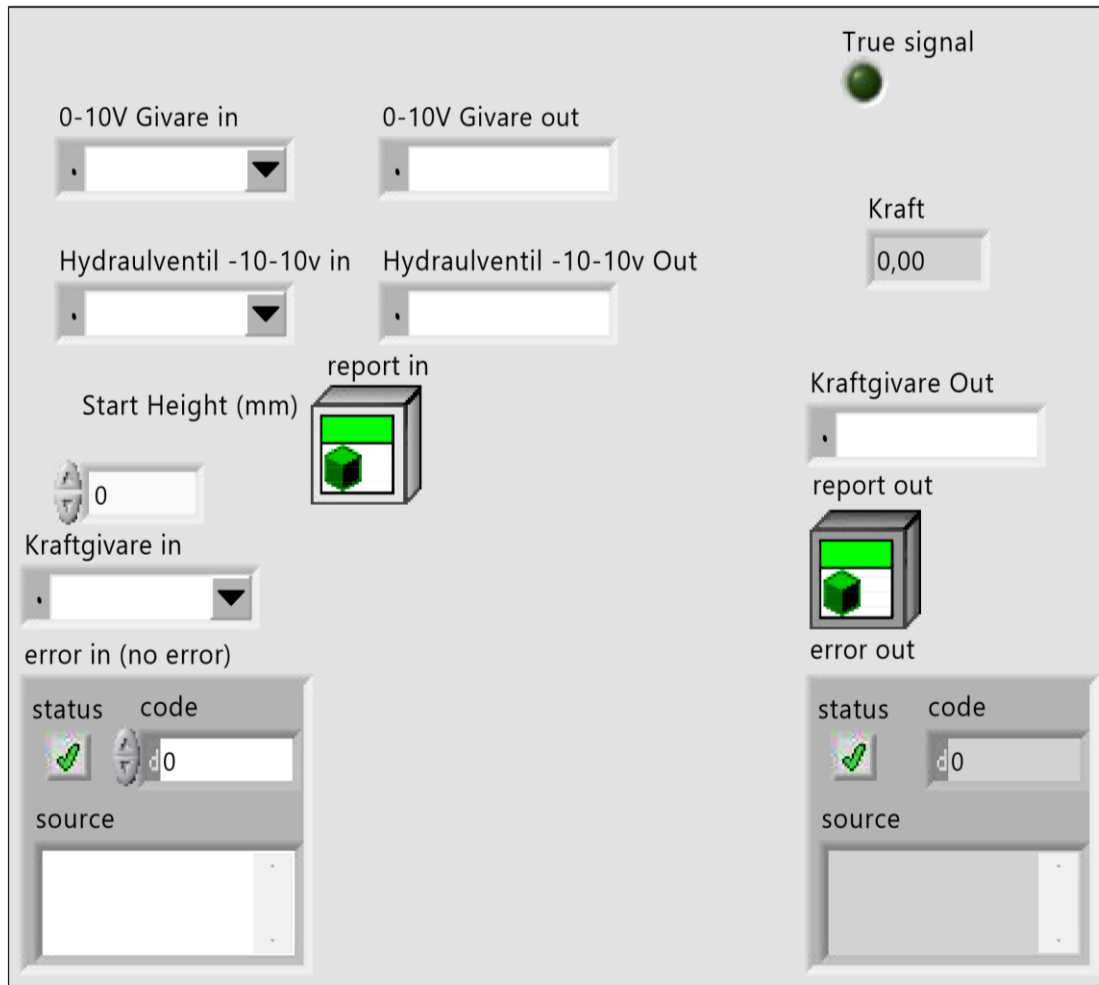


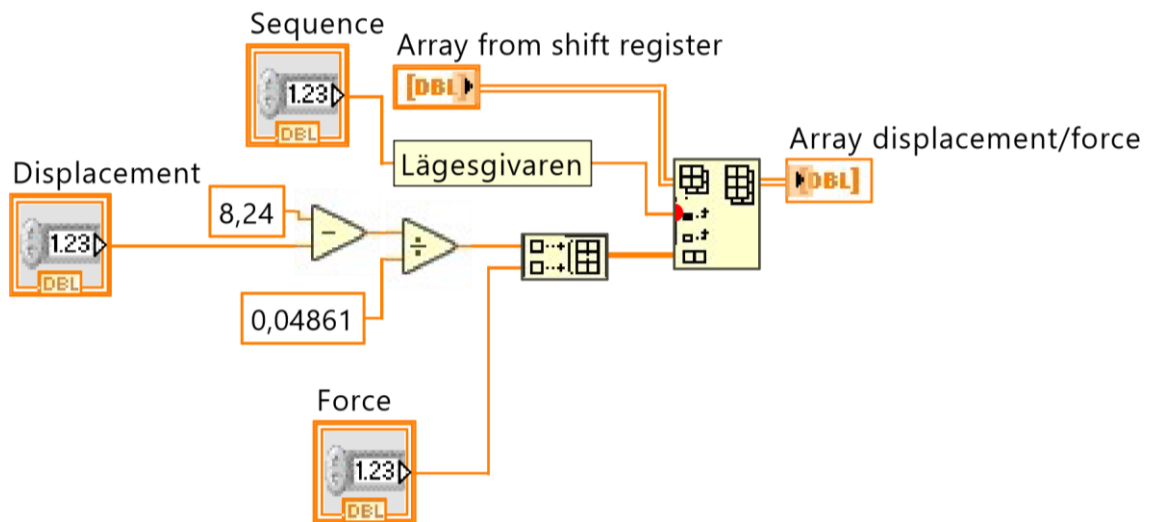
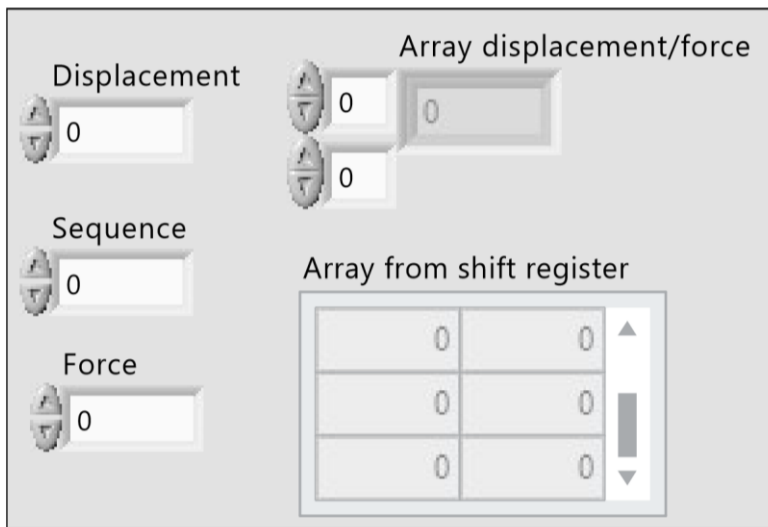
Cylinder	Max height
<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>
Hydralventil -10 - 10V In	Hydralventil -10 - 10V Out
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kraft	Kraft out
<input type="text"/>	<input type="text"/>
start	Cylinder out
<input type="button" value="Button"/>	<input type="text"/>



Printed on 2019-05-31 at 13:04







BILAGA 4, Kodan för Excel

```
1. Sub ForceDisplacement()
2. '
3. ' ForceDisplacement Makro
4. '
5. '
6. '
7. Range("A2:T401").Select
8. Range("T401").Activate
9. ActiveSheet.Shapes.AddChart2(240, xlXYScatterSmoothNoMarkers).Select
10. ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("Blad1!$A$2:$T$401")
11. Application.CutCopyMode = False
12. ActiveChart.FullSeriesCollection(2).XValues = "=Blad1!$C$2:$C$401"
13. ActiveChart.FullSeriesCollection(2).Values = "=Blad1!$D$2:$D$401"
14. ActiveChart.FullSeriesCollection(3).XValues = "=Blad1!$E$2:$E$401"
15. ActiveChart.FullSeriesCollection(3).Values = "=Blad1!$F$2:$F$401"
16. ActiveChart.FullSeriesCollection(4).XValues = "=Blad1!$G$2:$G$401"
17. ActiveChart.FullSeriesCollection(4).Values = "=Blad1!$H$2:$H$401"
18. ActiveChart.FullSeriesCollection(5).XValues = "=Blad1!$I$2:$I$401"
19. ActiveChart.FullSeriesCollection(5).Values = "=Blad1!$J$2:$J$401"
20. ActiveChart.FullSeriesCollection(6).XValues = "=Blad1!$K$2:$K$401"
21. ActiveChart.FullSeriesCollection(6).Values = "=Blad1!$L$2:$L$401"
22. ActiveChart.FullSeriesCollection(7).XValues = "=Blad1!$M$2:$M$401"
23. ActiveChart.FullSeriesCollection(7).Values = "=Blad1!$N$2:$N$401"
24. ActiveChart.FullSeriesCollection(8).XValues = "=Blad1!$O$2:$O$401"
25. ActiveChart.FullSeriesCollection(8).Values = "=Blad1!$P$2:$P$401"
26. ActiveChart.FullSeriesCollection(9).XValues = "=Blad1!$Q$2:$Q$401"
27. ActiveChart.FullSeriesCollection(9).Values = "=Blad1!$R$2:$R$401"
28. ActiveChart.FullSeriesCollection(10).XValues = "=Blad1!$S$2:$S$401"
29. ActiveChart.FullSeriesCollection(10).Values = "=Blad1!$T$2:$T$401"
30. ActiveChart.FullSeriesCollection(13).Delete
31. ActiveChart.FullSeriesCollection(12).Delete
32. ActiveChart.FullSeriesCollection(11).Delete
33. ActiveChart.FullSeriesCollection(11).Delete
34. ActiveChart.FullSeriesCollection(14).Delete
35. ActiveChart.FullSeriesCollection(13).Delete
36. ActiveChart.FullSeriesCollection(12).Delete
37. ActiveChart.FullSeriesCollection(11).Delete
38. ActiveChart.FullSeriesCollection(11).Delete
39. ActiveChart.ChartTitle.Text = "Force/Displacement"
40. Selection.Format.TextFrame2.TextRange.Characters.Text = "Force/Displacement"
41. End Sub
```