



# CHALMERS

---

## Optimering av mätsystem: Smarta Hyllplan

Kandidatarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekatronik

TOMMY NGUYEN

## Förord

Rapporten beskriver projektarbetet som har utförts som ett examensarbete för Mekatronikprogrammet på 180 högskolepoäng. Projektet i sig tillhör Instant System Sweden AB (Instant System) men har bedrivits i samarbete med Research Institutes of Sweden, RISE och tidigare SP Sveriges Forskningsinstitut i Borås. Genomförande av examensarbetet gjordes på Chalmers Tekniska Högskola vid Lindholmen på Institutionen Elektronik och själva arbetet i RISE på avdelningen inom mätteknik.

Jag vill tacka RISE och Instant System för att de har låtit mig vara delaktig i deras projekt och kunna utföra examensarbete till min utbildning. Jag vill framförallt tacka handledarna David Szabo och Martin Zelan på RISE som har hjälpt mig med att komma igång med arbetet och gav mig tillgång till avdelningens labb och deras utrustning samt övriga personal från RISE. Jag vill också tacka min handledare från Chalmers, Johan Östman som har varit behjälplig med projektet och rapportskrivningen samt Erik Agrell som examinator.

## Sammanfattning

Instant System AB i Borås har gett RISE, förkortning till Research Institutes of Sweden och tidigare SP Sveriges Tekniska Forsknings institut uppgiften att optimera ett hyllplan för Instant System's produkt, Instant Access som är ett automatiserat inbyggt system. Konceptet bygger på att systemet känner av förändringen i bland annat vikt genom avläsningar från lastceller som sitter monterade i ett hyllplan. På grund av vibrationer som fick givarnas signaler att fluktuera, så har systemet inte tidigare kunnat utföra korrekta avläsningar från hyllplanet

Arbetet utfördes i avdelningen för Mätteknik i RISE under en 10-veckorsperiod. Uppgiften delades upp i två delar, där man först undersökte signalens karakteristik med hjälp av RISE's mätinstrument. Bland annat så kördes systemet med batteri som alternativ spänningskälla för att undersöka om signalen gav bättre noggrannhet än elnätet på grund av att elnätet bidrog till att signalen hade brus. Filtrering från mjukvaran utnyttjades också för att eliminera så mycket bruset där man fick evaluerar inom vilken intervall som skulle filtreras bort.

Den andra delen var att undersöka hyllplanet om det fanns möjligheter att förbättra hanteringen mot vibrationer som uppstod efter stötar. Man provade plexiglas för att man ansåg att det hade bättre egenskaper mot vibrationerna än plåt. Plexiglasen ska ha ungefär samma dimensioner för att kunna göra en likvärdig jämförelse med plåten och givarna ska också placeras med samma position som plåten.

Resultatet blev ett hyllplan som klarar av att göra tydliga avläsningar från givarna för vidare kunna utföra noggranna kalibreringar med RISE's utrustning, samt att hyllplanet klarade av att dämpa vibrationerna snabbare.

## Summary

Instant System AB in Borås has given Research Institutes of Sweden, short of RISE and previous SP Technical Research Institutes of Sweden in Borås the task to optimize a shelf for Instant System's product, Instant Access which is an automated embedded system. The system uses a range of sensors, including load cells to determine what products that are taken from the shelf. Because of the vibrations which cause the sensor's signal to fluctuate for the load cells, the system has previously been unable to measure the value properly from the shelf.

The work was performed at the Department of Metrology at RISE in Borås during a period of 10 weeks. The task was divided into two parts, where the first part was to examine the signal and its characteristic with the instrument for measurement provided by RISE. The step included multiple part to solve the problem, one of was the usage of battery as an alternative voltage source instead for the powerline because the noise that is caused by it. Another way was use a filter from the software to eliminate the noise.

The second part was to consider the shelf for any other possible way to improve how it handles the vibrations, which is caused after physical impact. It was decided to try another material for the shelf, which was plexiglass. The test had to be similar for the plexiglass as for the sheet metal, which means. The dimensions of the shelf had to be approximately the same as well as the positioning of the sensors on the plexiglass as on the sheet metal.

The result is a shelf that is able to properly measure the values from the sensors, which is required for an accurate calibration. The Shelf also increased its performance on damping the vibration.

# Innehållsförteckning

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Förord.....                                               | 2  |
| Sammanfattning .....                                      | 3  |
| Summary .....                                             | 4  |
| Innehållsförteckning .....                                | 5  |
| Beteckningar .....                                        | 6  |
| 1 Inledning.....                                          | 1  |
| 1.1 Bakgrund .....                                        | 1  |
| 1.2 Syfte .....                                           | 1  |
| 1.3 Avgränsningar .....                                   | 1  |
| 1.4 Precisering av frågeställning .....                   | 1  |
| 2 Teknisk bakgrund .....                                  | 2  |
| 2.1 Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635 .....                | 2  |
| 2.2 Wheatstonebrygga.....                                 | 3  |
| 2.3 1046 Phidget Bridge.....                              | 4  |
| 2.4 Instant System IQ-BOX, AD7193 .....                   | 4  |
| 2.5 Instant System's programvara, KioskManager .....      | 5  |
| 2.6 PXIe-8106 & NI SignalExpress 2013 .....               | 6  |
| 3 Metod och mätuppställning .....                         | 7  |
| 4 Genomförande och resultat.....                          | 10 |
| 4.1 Analysering av lastcellens utsignal .....             | 10 |
| 4.2 Jämförelse mellan Phidget och IQBOX.....              | 12 |
| 4.3 Filtrering av utsignal .....                          | 13 |
| 4.4 KioskManager, utskrivning av mätdata .....            | 14 |
| 4.5 Testkörning på hela hyllplanet i plåt.....            | 15 |
| 4.6 Val av andra material till hyllplan.....              | 16 |
| 5 Diskussion .....                                        | 18 |
| Referenser .....                                          | 20 |
| BILAGA A: Matlab-kod för sortering från hämtad data ..... | 21 |
| BILAGA B: Matlab-kod för "FFT" .....                      | 23 |

## **Beteckningar**

RISE = Research Institutes of Sweden

SP = SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

AD = Analog/Digital

PXIe-8106 = PCI eXtensions for Instrumentation

# **1 Inledning**

## **1.1 Bakgrund**

RISE och Instant System AB har gått i samarbete för att optimera och utveckla en av Instant System's produkter, Instant Access. Instant Access är ett automatiserat system som bland annat känner av förändringen i vikt med hjälp av lastceller som finns monterade under hyllplanet. I systemet finns också 3D kameror som gör det möjligt att identifiera vilken produkt som har tagits bort eller lagts tillbaka från hyllplanet. RISE har fått tillgång till en av Instant System's hyllplaner för att kunna utföra nödvändiga optimeringstester.

Testerna ska gå ut på att undersöka givaren i lastcellen när den utsätts för vibrationer som uppstår vid stötar, vilket får utsignalen att oscillera och vilket bidrar till sämre avläsning och noggrannhet. Byte av material på hyllplanet kommer att utföras för att undersöka om det medför bättre hantering mot stötar.

## **1.2 Syfte**

RISE's mätutrustning kommer att användas för att optimera Instant System's hyllplan när objekt läggs på eller tas bort från hyllplanet. Resultatet ska vara att hyllplanet enkelt kan klara av att göra avläsningar från lastcellerna klarar av att hantera vibrationerna när föremål läggs på hyllplanet.

## **1.3 Avgränsningar**

RISE fick hyllplanet för att testa givarna och hur väl hyllplanet klarar av vibrationerna, vilket innebär att arbetet bara kommer utföra tester på givarna från hyllplanet och allt annat kommer därmed inte att behandlas.

## **1.4 Precisering av frågeställning**

RISE har fått till uppgift att testa givarna från hyllplanet för att avgöra hur väl de hanterar svängningar vid belastning av vikter. Materialet på hyllplanet ska också bytas ut för att undersöka om det ger bättre resultat.

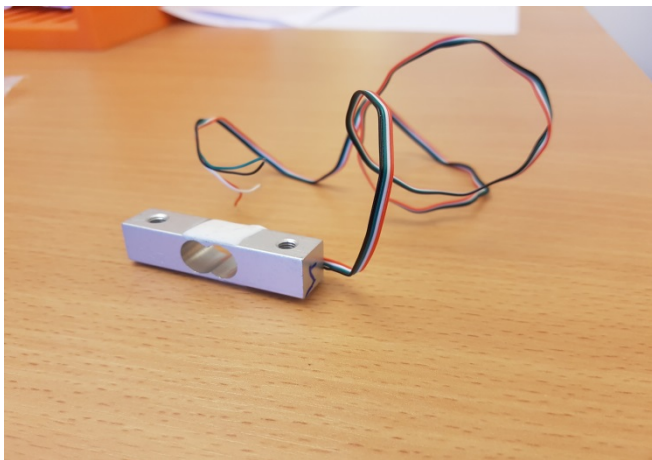
## 2 Teknisk bakgrund

Följande kapitel ger en beskrivning av aktuella komponenter som används till hyllplanet, utrusning och program som ska användas för att kunna göra avläsningar från givarna.

### 2.1 Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635

En av huvudkomponenterna som Instant Access produkten använder är lastceller. En Lastcell är en anordning gjord av olika metaller som mäter elektrisk signal proportionellt till kraften som appliceras [2]. Signalen skickas vidare via ledningarna som finns kopplad från lastcellen till en AD-omvandlare för att kunna avläsa signalens värde.

Lastceller finns i flera olika former som till exempel balkformig, cirkulär med en knapp i mitten och S-formiga. Det är den balkformiga som kommer att användas, se figur 2.1.



*Figur 2.1 Lastcellen som används för mätningar.*

När lastcellen utsätts för belastning så uppstår en deformation, vilket kommer att medföra att en elektrisk potential bildas bland givarna i lastcellen som är proportionell mot vikten som appliceras. Utsignalens maxvärde fås av ekvationen:

$$V_{\text{maxoutput}} = \text{Rated Output} * \text{Excitation Voltage. [2]}$$

Där "rated output", RO är 1 mV/V och är proportionell mot "excitation voltage" [V], EV [2] som kommer att ge ett maximalt värde som den är specificerad. Utsignalens värde fås av ekvationen:

$$V_{\text{output}} = \text{Rated Output} * \text{Excitation Voltage} * (\text{Load}/\text{Max capacity})$$

Där utsignalen blir förhållandet mellan vikten, load som appliceras och max capacity som är lastcellens maximala belastning som den är specificerad till och skulle lastcellen belastas med mera kan slitage uppstå på lastcellen.

Lastceller kan slitas efter en lång period av mätningar som kan leda till att lastcellens värde kan avvika från vad som förväntas sig. Det kan innebära att vid noll belastning, så förväntas att lastcellen ska ange 0 V, men istället har värdet skiftat sig till ett högre eller lägre värde. Vad

som har hänt är att lastcellen har fått ett nytt ”offset” som blir den nya ”nollpunkten”. Detta kan dock ge felaktiga värden vid mätningar och måste kompenseras med ekvationen:

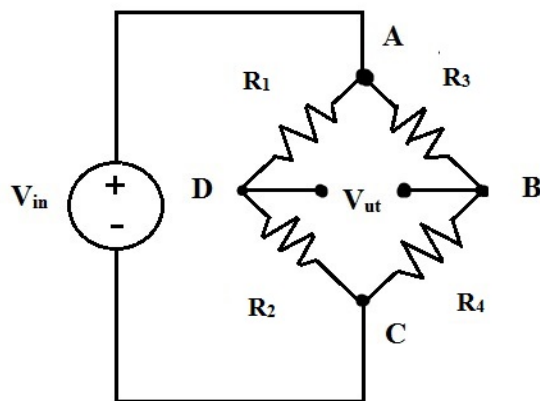
$$V_{\text{output}} = (\text{Rated Output} * \text{Excitation Voltage} * (\text{Load}/\text{Max Capacity})) - \text{Offset}$$

$$\text{Offset} = 0 - \text{”Nya nollpunkten”}$$

Offset kan också kalibreras så att nollpunkten hamnar på rätt nivå, men är inte nödvändigt för att utslaget från lastcellens givare kommer att ha samma utseende bara att den kommer att vara förskjuten i y-axeln när den ska visas som en graf.

## 2.2 Wheatstonebrygga

Lastcellens princip fungerar som en Wheatstonebrygga. En Wheatstonebrygga är en elektrisk krets som uppfanns av Samuel Hunter Christie år 1833 [7], men som senare vidareutvecklades av Sir Charles Wheatstone, år 1843 [8].



*Figur 2.2 Wheatstonebryggans krets, som är fundamentalt för lastcellens givare, bestående av fyra motstånd och som förses med inmatningsspänning  $V_{in}$  och där fås utsignalen,  $V_{ut}$ , erhålls från noderna B och D. [5]*

Wheatstonebryggan består av 4 resistorer som är parvis parallellkopplade se i figur 2.2 och användes från början till att mäta okända resistanser [4], men har nu flera användningsområden inom mätteknik.

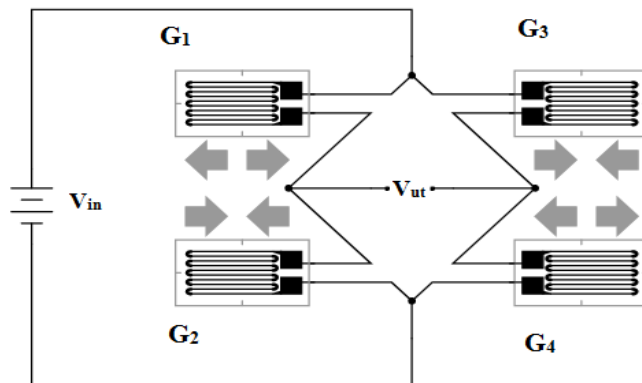
Givarens utsignal,  $V_{ut}$ , kan beräknas genom att ta reda på spänningen i punkterna B och D i figur 2.2. Där fås ekvationen:

$$V_{ut} = V_B - V_D.$$

Där  $V_B$  respektive  $V_D$  fås genom att räkna ut spänningsfallen när  $V_{in}$  går in i kretsen med följande formel:

$$V_D = (R_2 / (R_1 + R_2)) * V_{in} \text{ och } V_B = (R_4 / (R_3 + R_4)) * V_{in} \text{ [5]}$$

Eftersom deformationen sker i små skalor så kommer signalen oftast att anges i små värden som millivolt och även mindre som mikrovolt. Formlerna tillämpas också för lastceller.

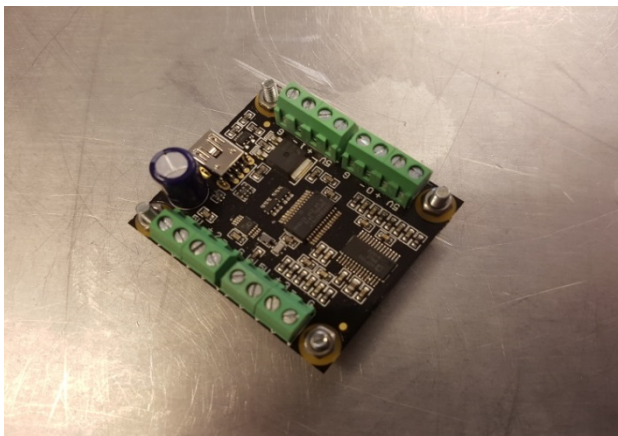


Figur 2.3 En "Strain bridge gauge" eller trådtöjningsgivare från lastcellen som illustreras, där lastcellens resistorer har ersatts. se figur 2.2. [9]

Då givarna utsätts för krafter så töjs eller komprimeras givarna som syns på pilarna i figur 2.3, då töjning sker så ökas resistansen medan vid kompression så minskas resistansen vilket leder till resistans förändringar bland givarna som får  $V_{ut}$  att ändras.

## 2.3 1046 Phidget Bridge

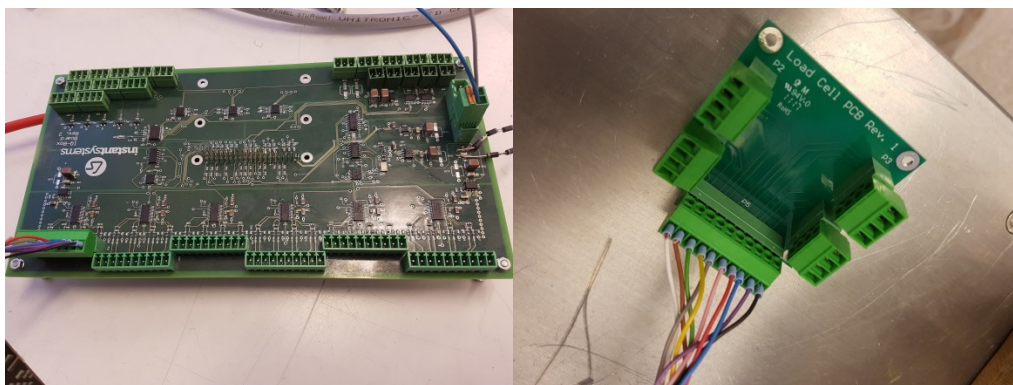
Phidget Bridge är ett kretskort som används för att hantera utsignalen från en lastcell [6] Kretskortet kan kopplas upp mot totalt fyra stycken lastceller om fler ska avläsas. Utsignalen skickas senare till en dator.



Figur 2.4 Utseende på 1046 Phidget Bridge.

## 2.4 Instant System IQ-BOX, AD7193

Instant System har gjort ett eget kretskort som ersätter nuvarande 1046 Phidget Bridge. Den är anpassad till deras mjukvara och har flera funktioner och tillgång till flera inportar för att kunna avläsa mer än ett hyllplan. IQBOX:en är också ansluten till nätverket som ger Instant System tillgång till mätvärden från längre distanser.

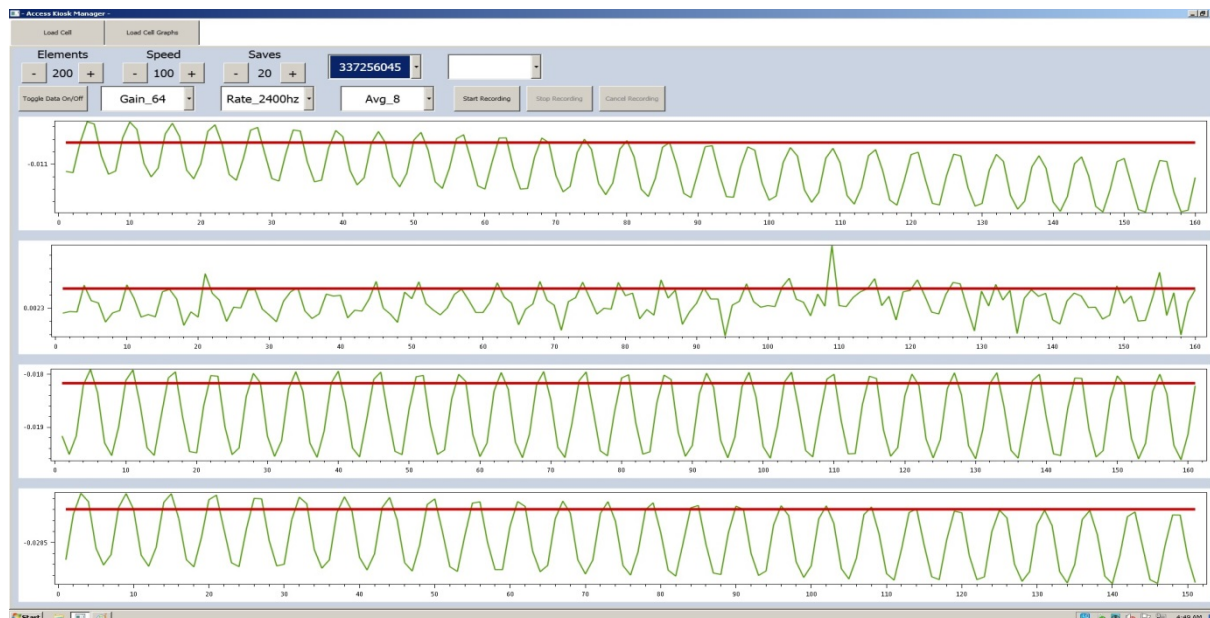


*Figur 2.5 IQBOX, AD7193 som är bilden till vänster är huvudkretskortet som kan hantera upp mot sex stycken AD-kretskort för som Instant System har konstruerat som syns på bilden till höger.*

IQBOX behöver en matningsspänning på 12V som senare matar vidare 5V till AD-kretskortet, se figur 2.5 högra bilden.

## 2.5 Instant System's programvara, KioskManager

Instant har försett RISE med deras enkla variation av deras programvara, KioskManager. Programmets inställningar kan konfigureras till användarens önskemål som till exempel samplingshastighet. Programmet ska samla in data med hjälp av funktionen, "recording" som finns i KioskManager, där insamlingen kommer att skickas från IQBOX:en som är kopplad till nätverket som senare skickas vidare data till KioskManager trådlöst. Data kommer att skrivas ut som excel-fil där värdena kommer att vara blandade och måste sorteras med andra medel som till exempel Matlab.

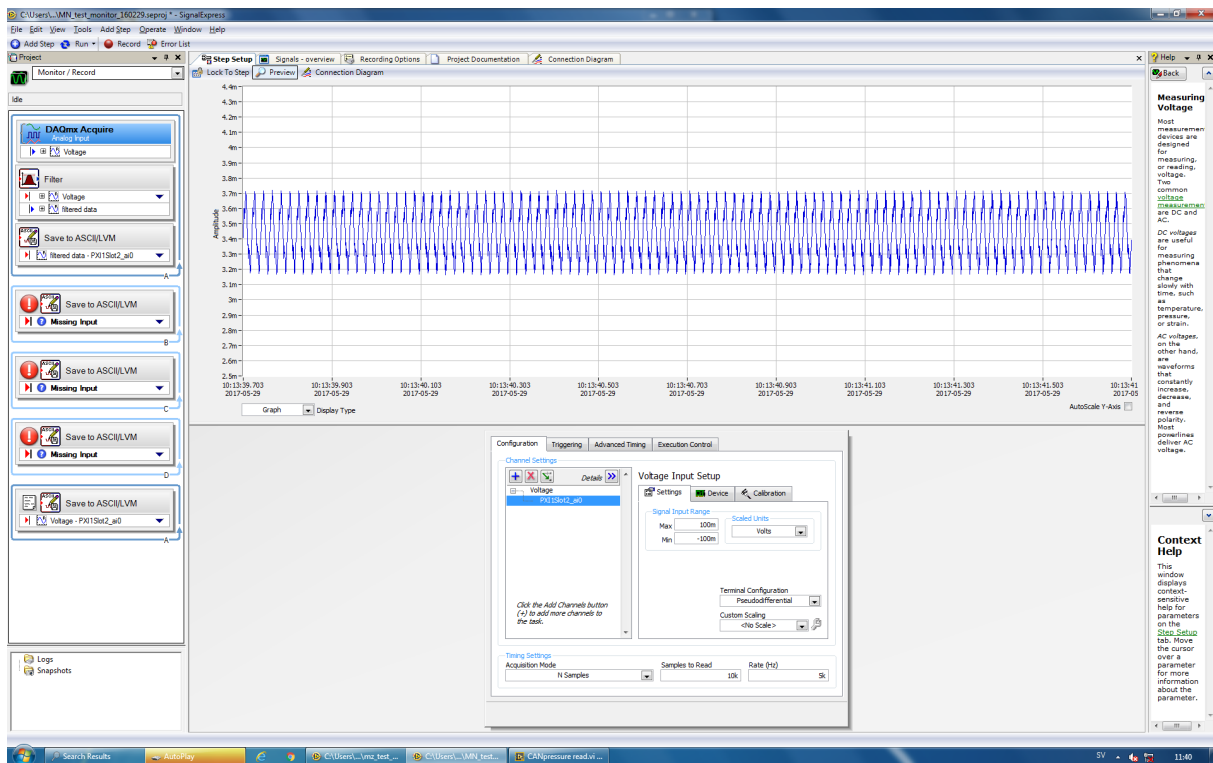


*Figur 2.6 KioskManager's Layout. Graferna som visas är utsignalen som uppdateras regelbundet med data som skickas från IQBOX:en.*

## 2.6 PXIe-8106 & NI SignalExpress 2013

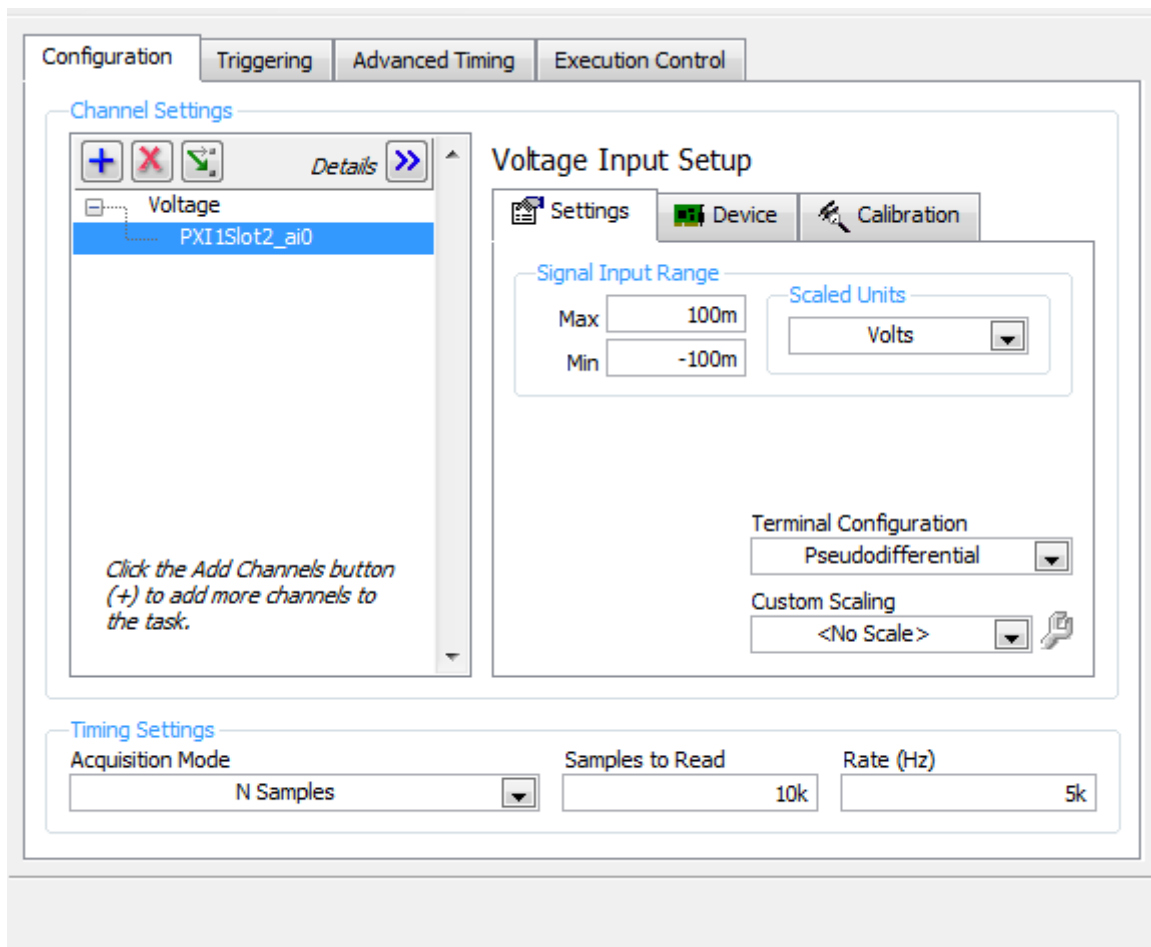
PXIe-8106 (PCI eXtensions for Instrumentation) är en PC baserad hårdvara med hög prestanda, bandbredd och liten latensid som klarar av att göra tester med hög samplingshastighet [3].

Det krävs bland annat ett program som kan hantera all data som till exempel LABView och NI (National Instruments) Signal Express. Signal Express är ett interaktivt program som kan ta emot mätdata från flera olika enheter.



Figur 2.7 NI Signal Express Layout

Mätningar kommer att ske mest i Signal Express som har tillgång till funktioner för att göra mätningar enklare. Mätdata sparas som text-fil och kommer att sorteras till kalkylblads-format med hjälp av Matlab.



Figur 2.8 Inställningar för grundliga mätningar.

Inställningar kan kommas åt med fliken som visas på figur 2.8. I "Channel Settings" så väljs vilka portar i PXI som ska vara insignalen för lastcellens signaler. Vid flera lastceller så kan flera portar utnyttjas.

Samplingshastighet och antalet data som ska läsas under en testkörning kan ställas in i "Samples to Read" och "Rate". "Triggering" funktionen som finns i den andra fliken i figur 2.8, kommer att användas som en aktivering för testkörning när kraven uppfylls, till exempel när vikt placeras på hyllplanet.

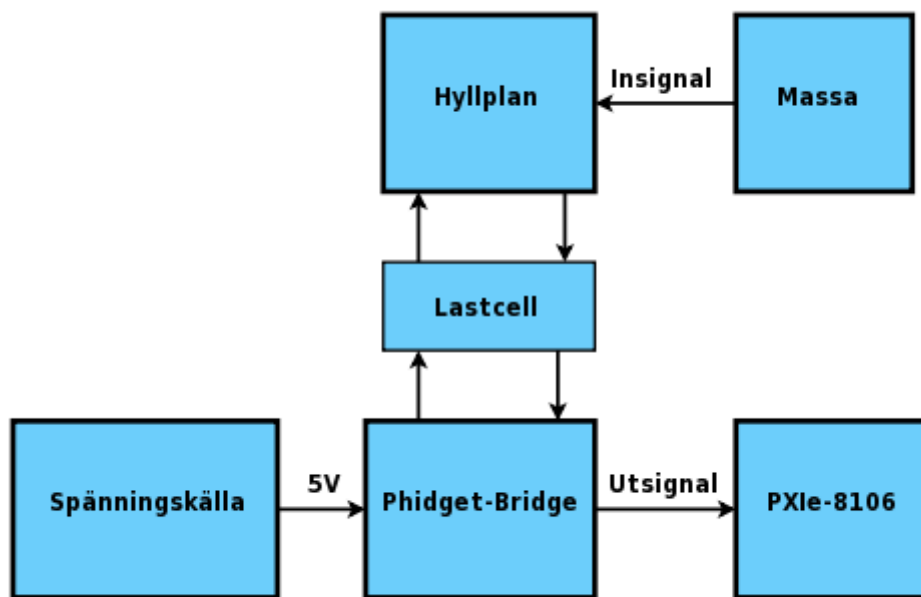
### 3 Metod och mätuppställning

Arbetet inleds med tester på nuvarande produkt för att senare kunna avgöra vad som behöver åtgärdas. Först och främst så var det lämpligt att testköra en lastcell i taget för att få en överblick på utsignalen och vad som behöver förbättras innan hela hyllplanet testas. Både phidget-bridge kretskortet och Instant System's IQBOX kommer att testas med samma förutsättningar.

När mätningar på enskilda lastceller är gjorda så ska hela hyllplanet testas, där huvudsaken är att studera hur väl Instant System's nuvarande hyllplan hanterar de mekaniska vibrationerna som får utsignalen att fluktuera vid viktplacering. Tiden för hur lång tid det tar för signalen att stabiliseras kommer också att tas till hänsyn. Nuvarande produkt använder sig av plåt, därför är

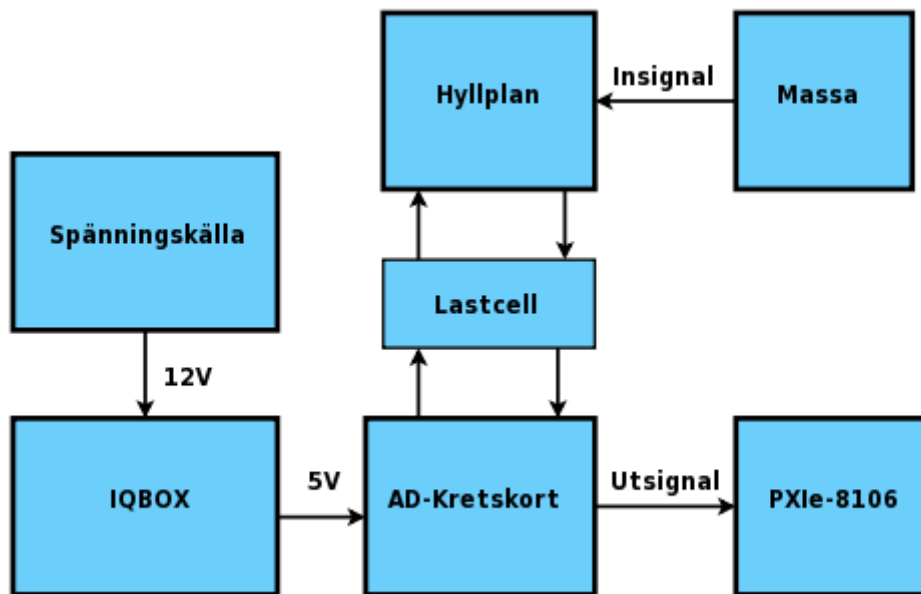
det lämpligt att testköra med andra material till hyllplanet där jämförelse mellan hyllplanet kommer att utföras för att avgöra vilket material som hanterar stötar bättre.

Alla mätningar från testerna kommer att läsas med hjälp av PXI-enheten för att få grafiska bilder på utsignalen med hög upplösning. PXI:n har möjligheten att variera samplingshastigheten, men kommer att köras på den maximala inställning som Instant System använder. Mätningar ska också använda sig av Instant System's programvara för att senare jämföra mot värdena från PXI för att senare värdera om deras produkt, Instant Access behöver kalibreras.



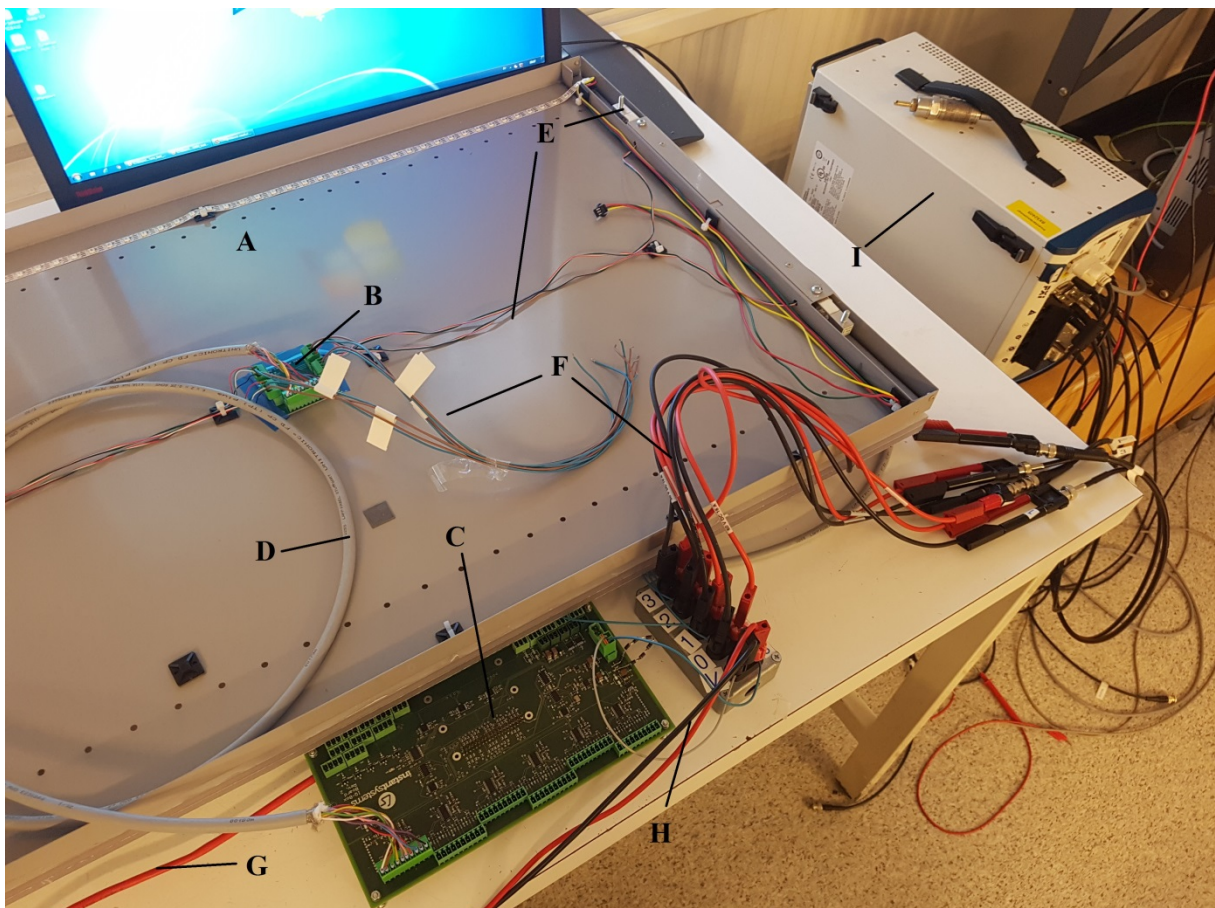
*Figur 3.1 Blockschema av hyllplanet med Phidget-Bridge kretskort*

I figur 3.1 visas en enkel överblick av hur varje komponent och utrustning ska kopplas innan hela hyllplanet ska testas. Hyllplanet kommer att vara kopplat med en lastcell i varje hörn.



Figur 3.2 Blockschema av hyllplanet med IQBOX och AD-kretskort

Lägg också märke till att från figur 3.2 så matas spänningen in till IQBOX som förs vidare till AD-kretskortet till skillnad från Phidget-bridge kretskort som matas direkt från spänningskällan, se figur 3.1.



Figur 3.2 Uppställning för hyllplanet med IQBOX och AD-kretskort.

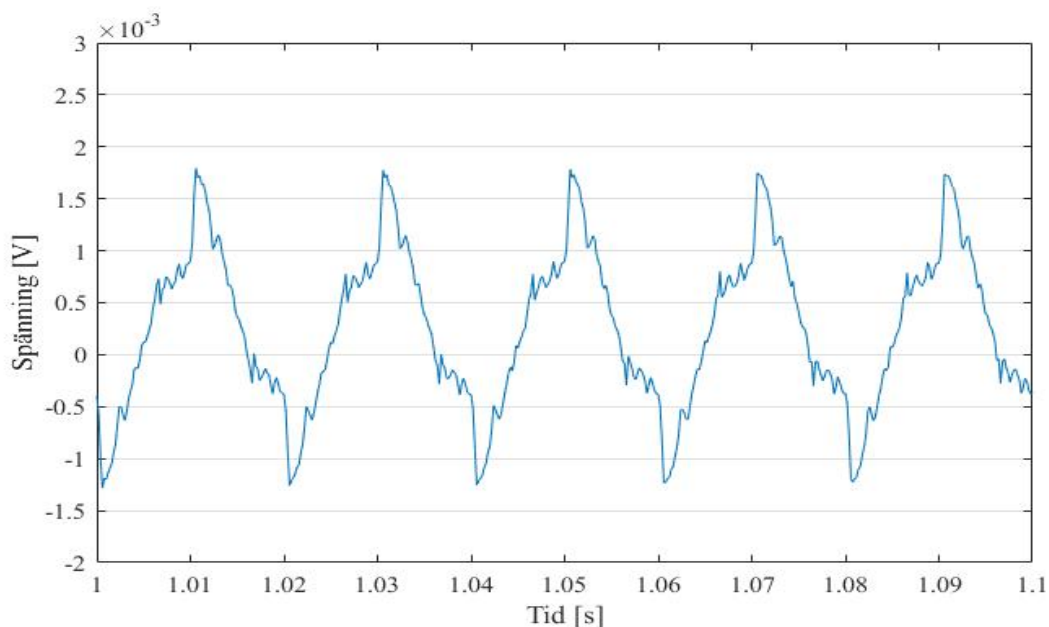
- A. Hyllplan
- B. AD-kretskort
- C. IQBOX
- D. Kontaktkabel för IQBOX och AD-kretskort
- E. Lastcell och kablar som kopplas till AD-kretskort (finns monterad på varje hörn)
- F. Kablar för utsignalen från lastcellen till PXI
- G. Nätverkskabel för IQBOX
- H. Sladd från spänningskällan
- I. PXIe-8106

## 4 Genomförande och resultat

I följande avsnitt beskrivs vilka steg som har genomförts i projektet och resultatet från genomförandet.

### 4.1 Analysering av lastcellens utsignal

Arbetet inleddes med att testköra lastcellerna för att få fram rådata, det vill säga obehandlade data. Detta gjordes genom att lastcellen kopplades till Phidget-bridge kretskortet som fick en matningsspänning på 5V från en spänningslåda. Signalen går senare från kretskortet till PXI som läses med önskad samplingshastighet. Innan hela hyllplanet testkörs var det lättare att mäta från en lastcell och analysera signalen. Testerna utfördes med olika samplingshastighet, men valdes att köra på 5000 Hz för att få så bra utseende som möjligt på utsignalen.



Figur 4.1 Utsignalens graf med elnät som spänningskälla, samplingshastighet på 5000 Hz och med phidget-bridge kretskortet vid obelastad lastcell.

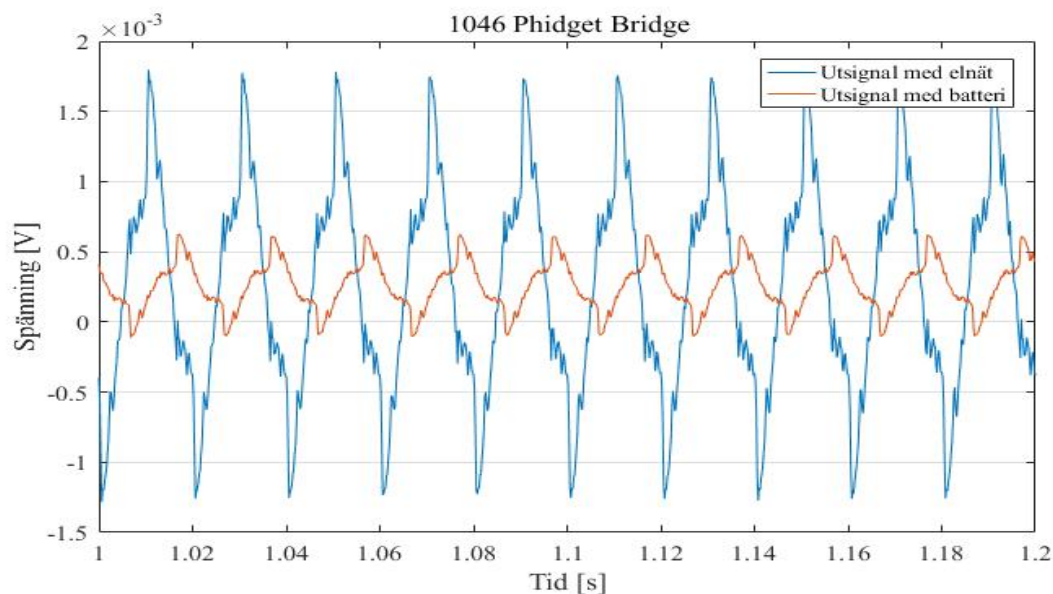
I figur 4.1 visas hur en av testerna såg ut när en lastcell kördes i en stillsam miljö.

Under testkörningen så upptäcktes att signalen blev påverkad av brus med en amplitud på ungefär 1.5 mV. Orsaken till bruset behövdes undersökas vidare, vilket är väldigt stora värden med de specifikationer som lastcellen har motsvarar 1 mV ungefär 1 kg.

Bruset hade en periodisk karakteristik och för att ta reda på var det kom ifrån så beräknades frekvensen från utsignalen där grafen visar 5 periodiska ”toppar” under en tiondelsssekund.

$$f = 5/0.1 = 50 \text{ Hz.}$$

Frekvensen misstänktes komma från elnätet och kan vara orsaken till att hyllplanet inte kan göra korrekta avläsningar. Problemet rapporterades till Instant System och kom fram till att prova batteri som spänningskälla. Detta kommer utesluta systemet från att vara kopplad till elnätet och borde eliminera störningen. Testet utfördes på liknande sätt med samma inställningar som tidigare med elnät.



*Figur 4.2 Jämförelsen på utsignalen med batteri. Testen kördes med 5000 Hz i samplingshastighet*

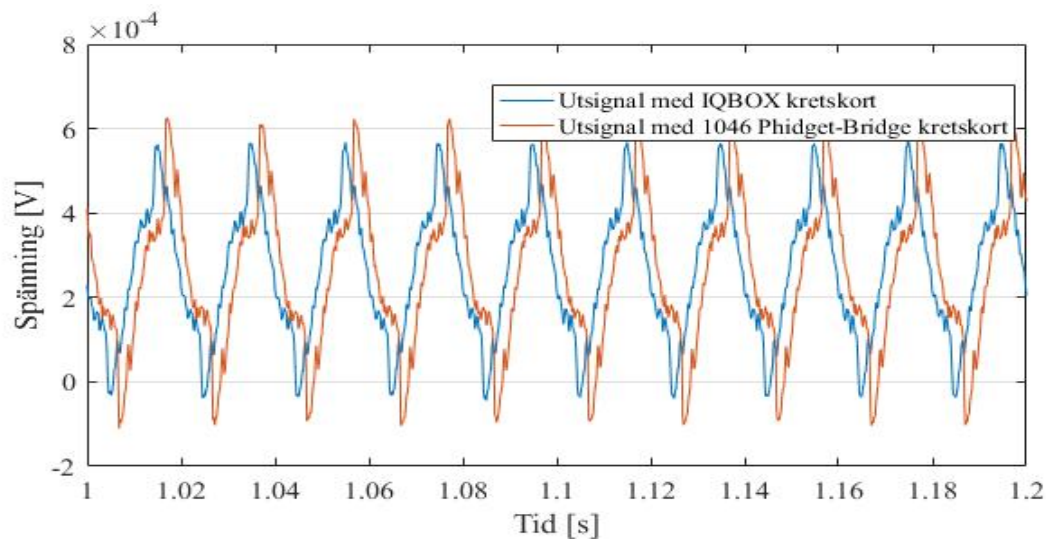
I figur 4.2 så fick batteriet en bättre utsignal där störningen har reducerats från 1.5 mV till 0.35 mV genom att byta ut spänningskällan från elnät till batteri. Signalen behöll fortfarande sin periodiska svängning som beräknades till 50 Hz likt från tidigare test med elnät som spänningskälla, men signalen kunde avläsas tydligare.

De kvarstående störningar misstänktes komma från själva PXI som är kopplad till elnätet för att kunna drivas. Detta kan vara orsaken till att utsignalen med batterier fortfarande har en störning på 50 Hz fast med betydlig mindre amplitud jämför med elnät som spänningskälla.

Detta visar att batterier som spänningskälla kommer att ge en bättre läsning än med elnät. Problemet blir när flera hela systemet ska köras som innehåller flera hyllplan då batterierna kommer att slukas snabbt, men hade kunnat åtgärda med laddningsbara batterier som hela tiden laddas upp under tiden när hyllplanet är igång.

## 4.2 Jämförelse mellan Phidget och IQBOX

Jämförelsen mellan Phidget-bridge 1046 och Instant System's egna IQBOX utfördes för att avgöra om kretskortet hade inverkan på utsignalen.



Figur 4.3 Jämförelse mellan Phidget-bridge kretskort och IQBOX. Samplings hastighet på 5000 Hz och batteri som spänningskälla.

Utifrån grafen se figur 4.3, så blir det inga stora skillnader på bruset mellan Phidget-Bridge kretskort och IQBOX.

Ett annat problem upptäcktes när mätningar gjordes då IQBOX var uppkopplad till nätverket, som orsakade signalen fick ett annat utseende än vad den hade när den inte var uppkopplat till nätverket se figur 4.4.

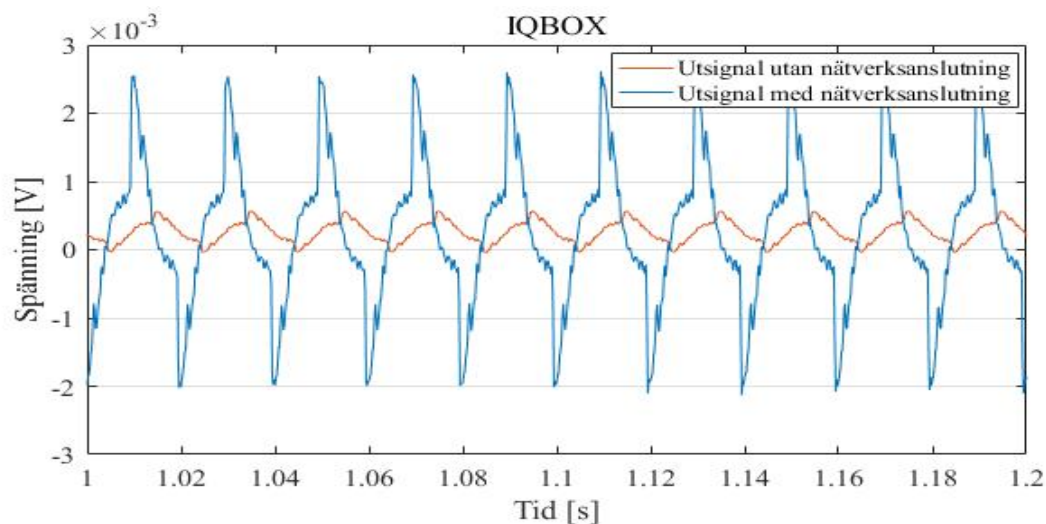


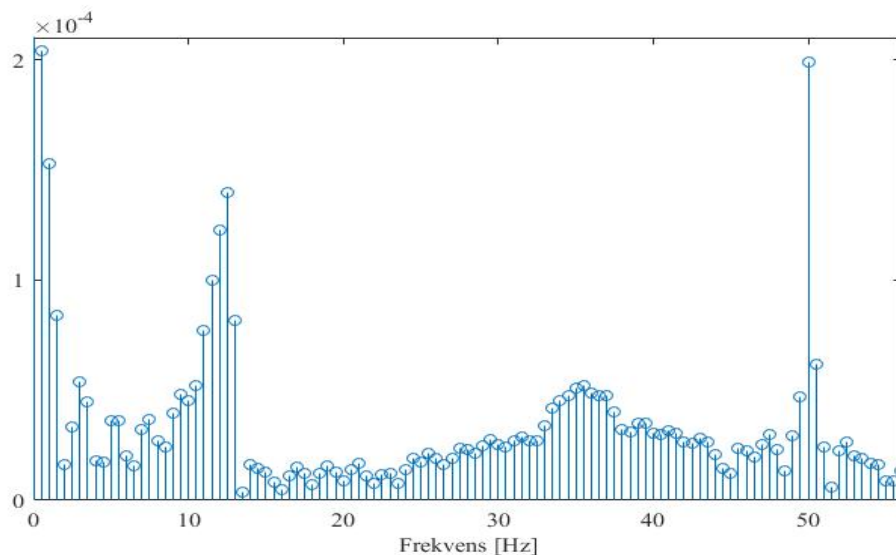
Fig 4.4 Utsignalens utseende efter att ha kopplat IQBOX till nätverket jämfört med när den inte var ansluten till nätverket. Testet utfördes med en samplingshastighet på 5000 Hz och batteri som spänningskälla.

Utsignalens brus hade förstärkts när IQBOX:en anslöts till nätverket, vilket är en ökning från en amplitud på 0.25 mV till 2.25 mV. Observera att amplituden blev större än vad utsignalen från tidigare test med Phidget-Bridge kretskortet och elnät som spänningskälla. Detta undersöktes vidare ifall IQBOX fick samma problem med elnät, vilket det gjorde fast med större brus. Signalen kunde inte användas för att göra några avläsningar vilket man bestämde att filtrering på signalen behövde utföras.

### 4.3 Filtrering av utsignal

Innan hyllplanet ska testas mot stötar så behöver utsignalen filtreras. För att bestämma hur mycket som ska filtreras så behövde signalen undersökas vilka frekvenser som är relevanta. Detta utfördes med hjälp av Matlab.

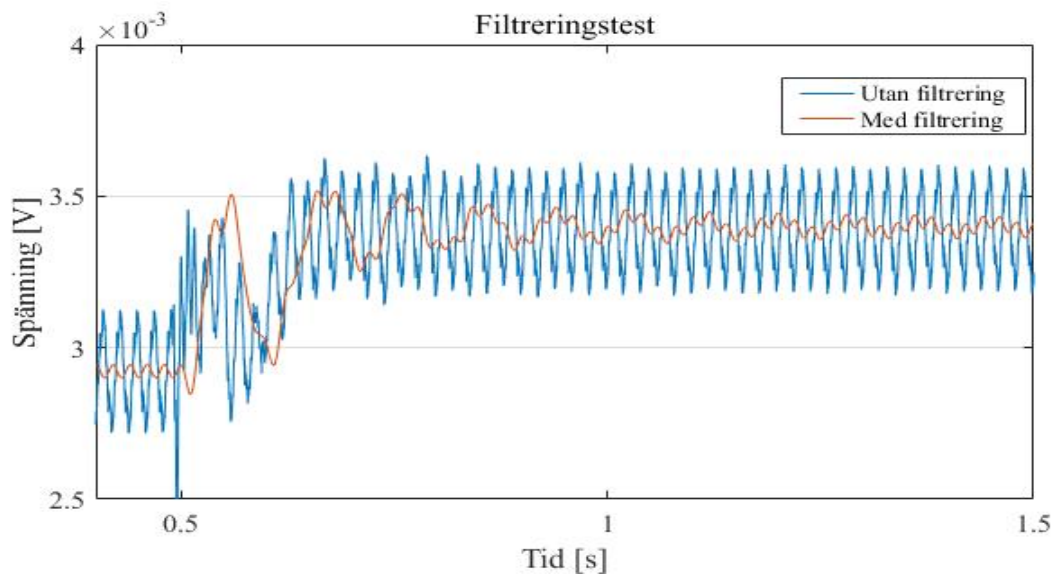
För att se Matlab-koden se Bilaga A.



*Figur 4.5 "Fast Fourier Transform" på utsignalen för att identifiera inom vilken intervall som frekvensen ska filtrera bort. X-axeln representerar frekvenser och Y-axeln är hur ofta frekvensen förekommer från utsignalen.*

Observerar att 50 Hz från elnätet finns med under testet se figur 4.5 och därmed behöver filtreras bort. Samt att frekvenserna upp mot 15 Hz uppstod under stora delar av testerna vilket gör det lämpligt att filtrera bort alla frekvenser över 15 Hz med ett LP-filter.

IQBOX har ett inbyggt filter som enbart fungerar på Instant System's mjukvara, vilket innebär att filtreringen skedde med PXI.



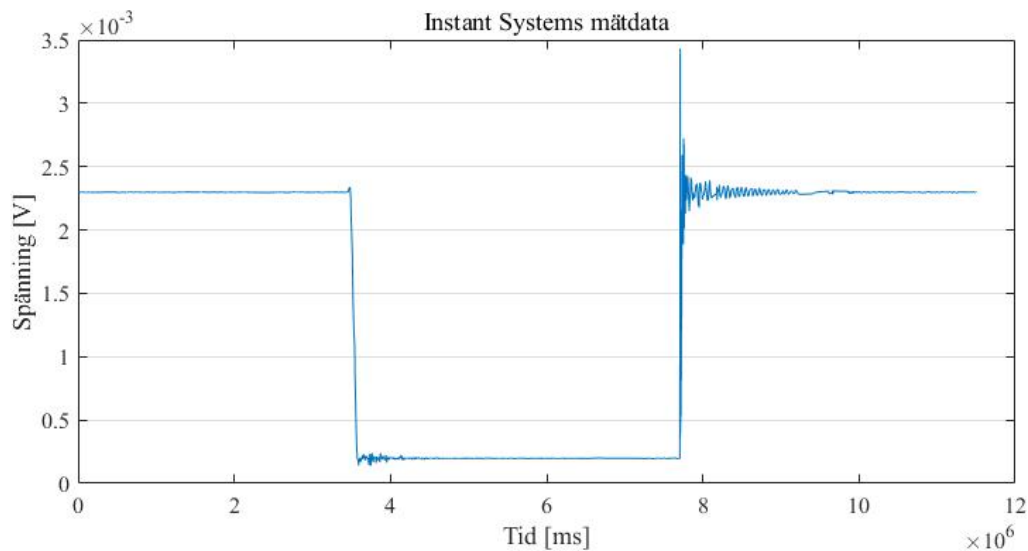
Figur 4.6 Jämförelsen mellan filtrerad och utan filtrering från ena givaren. Testet utfördes med ett LP-filter som filtrerade bort alla frekvenser över 15 Hz.

I figur 4.6 kan man se att den filtrerade signalen får självsvängningar när en vikt placeras på lastcellen, vilket kommer att ge bättre mätningar när hela hyllplanet testas till skillnad från när signalen inte är filtrerad där vibrationerna från belastningen inte syns lika tydligt på grund av bruset från störningen.

#### 4.4 KioskManager, utskrivning av mätdata

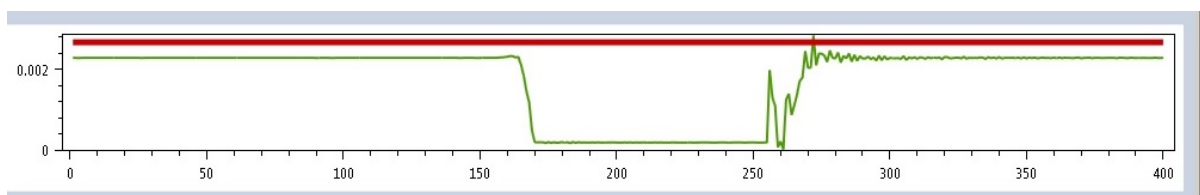
KioskManager's record-funktion behövde testas med. Funktionen kommer att användas för att samla in data och senare jämföras med mätdata från PXI för att kunna göra kalibreringar av Instant System's produkter. Mätningarna utfördes på liknande sätt som tidigare med PXI, skillnaden är att KioskManager tar emot data genom nätverket som är anslutet via IQBOX:en.

När mätningarna utfördes så upptäcktes ett fel med utskrivningen. Mätvärdena som plottades stämde inte alls och kunde inte användas. Efter flera undersökningar så visades det sig att mätvärdena var tagna från flera olika portar som AD-kretskortet hade, till och med portar som inte användes. Problemet misstänktes komma från utskrivningens programkod. Omskrivningen av programmet utfördes flera gånger av Instant System tills man fick en bra utskrivning av mätdata, vilket kommer att behövas för kalibrering.



Figur 4.7 Graf från hämtade data via PXI.

Grafen i figur 4.7 ser betydligt bättre och skulle kunna bearbeta vidare till skillnad från den tidigare versionen. Grafen behövde också jämföras med KioskManagers graf vid samma testkörning. På detta sätt avgjordes om programmet fungerade.



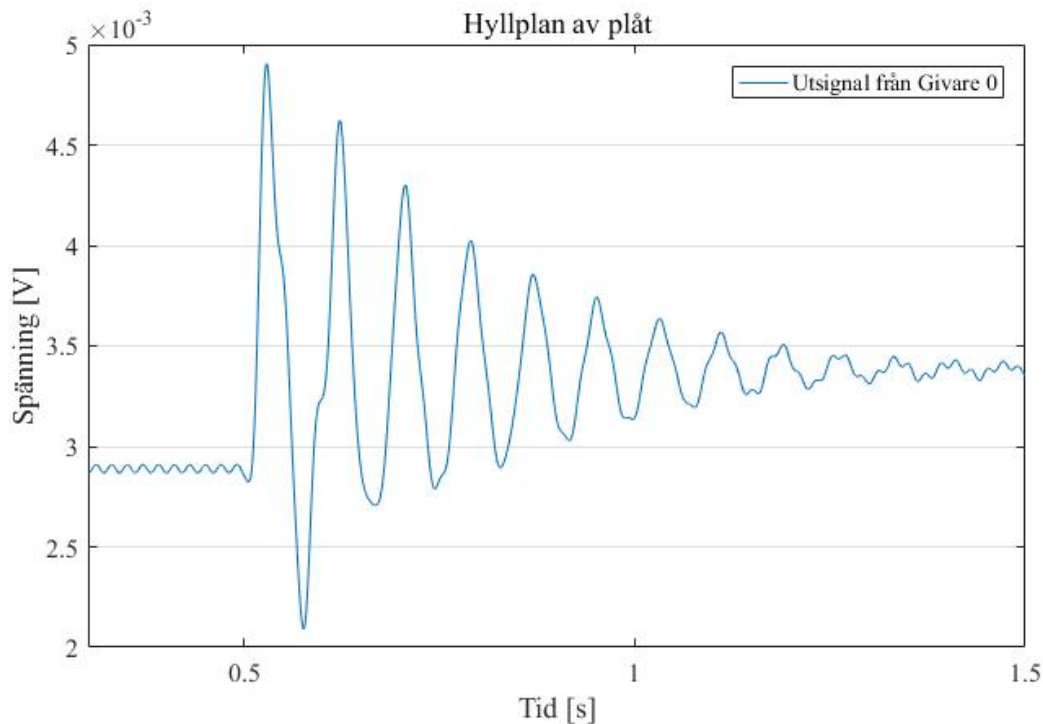
Figur 4.8 Graf från KioskManager.

I grafen från figur 4.8 (grön) så visas ungefär hur man vill att signalen ska se ut från utskrivningen, vilket det gör till en viss mån. Utskrivningen hade en del brister som påverkade datahämtningen. Första var att den inte hämtade data med rätt samplingshastighet med önskad inställning, därför utfördes testerna även med olika sammplingshastighet ifall det gav bättre hämtning. Det andra som upptäcktes var att den inte hämtade med jämna mellanrum utan hoppade över vissa perioder vilket orsakade till att kurvorna i grafen 4.7 inte är polerade som i figur 4.8

## 4.5 Testkörning på hela hyllplanet i plåt

När testkörningen var utförda på lastcellen så monterades en lastcell i varje hörn av hyllplanet som är i plåt. Testen kommer att gå ut på att man släpper en vikt på 2 kg från ungefär 1 cm höjd i mitten av hyllplanet, givarna kommer att få ett utslag som kommer att föreställa en stöt och kommer att visas som graf för att kunna avgöra hur väl hyllplanet hanterar stötar och hur lång tid det tar för signalen att stabiliseras sig. Samplingshastigheten är satt till 5000 Hz för att få en tydlig signal från givarna. Eftersom man vill studera insvängningsförloppet så körs testerna utan anslutning till nätverket med IQBOX, vilket annars hade resulterat till förstärkt brus i signalen. IQBOX:en kommer att använda sig av elnätet som spänningskälla av den anledningen

att batteri inte klarar av att göra många mätningar innan det måste bytas. Eftersom signalen kommer att filtrera bort stora delar av bruset från elnätet borde skillnaden inte vara stor



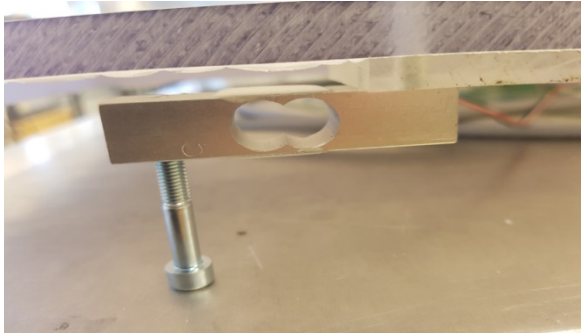
Figur 4.9 En av graferna vid testkörning på hela hyllplanet av plåt med 2kg last. Utsignalen är från en av fyra givare.

Utsignalen från givarna studerades för att avgöra hur väl hyllplanet hanterade stöten och hur lång tid det tar för signalen att stabiliseras sig från vibrationerna efter när vikten släpptes. Det som syntes från hyllplanet var att den hade stora självsvängningar se figur 4.9, vilket kommer att orsaka till sämre stabiliseringstid. Testen upprepades flera gånger för att hitta ett ungefärlig intervall på stabiliseringstid som blev 0,7–0,8 sekunder. Ett par tester utfördes med batteri som spänningskälla och fick liknande utseende som med elnät med liknande stabiliseringstid.

## 4.6 Val av andra material till hyllplan

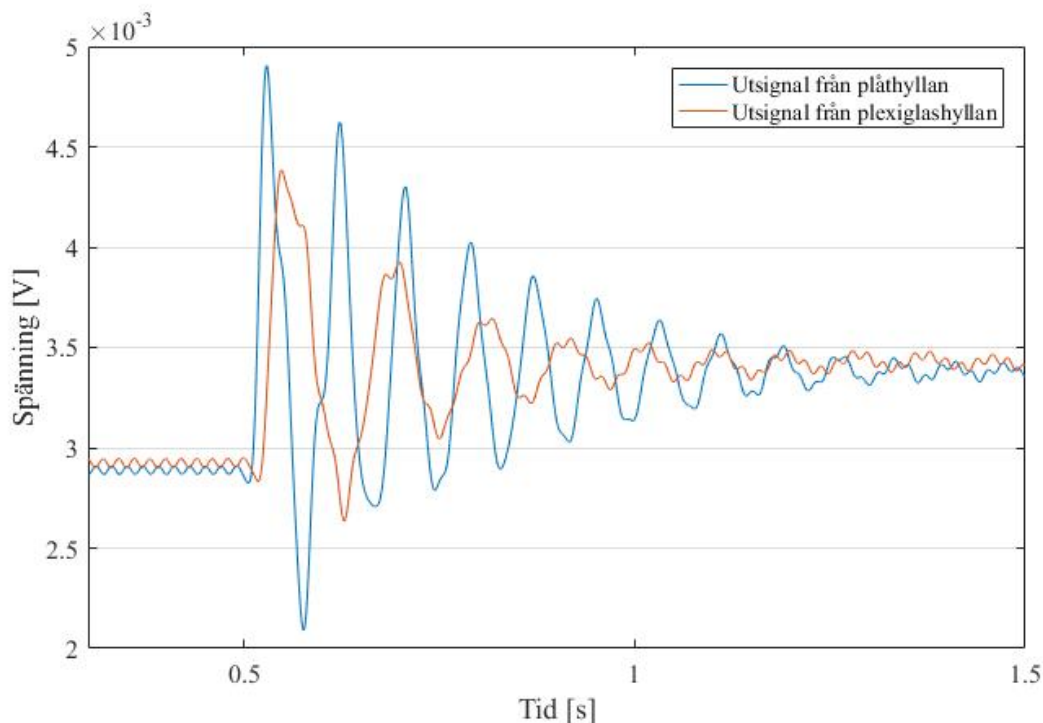
Eftersom plåt gav upphov till kraftiga självsvängningar så började man leta efter andra material som kunde tänkbart kunde ersätta plåt som hyllplan. Det material som kommer att testas var plexiglas (akrylplast). Måtten på plexiglas ska vara detsamma som plåten förutom tjockleken som kommer den att vara några millimeter tjockare än vad plåten är vilket gjorde den mer stadigare. Anledningen till det var för att undvika att plexiglas spricker då det borrades.

Givarna positionerades på samma sätt som plåtens givare var monterade. Det är också viktigt att lastcellerna var monterade på rätt sätt så enbart ena sidan av lastcellen deformerades se figur 4.10. Därefter gjordes tester på det nya hyllplanet av plexiglas med samma inställning som tidigare med plåt.



*Figur 4.10 Montering av lastcell. Lastcellen högra sida är den som enbart kommer i kontakt med hyllplanet.*

Graferna mellan plåt och plexiglas jämfördes för att avgöra vilket hyllplan som utförde uppgiften se figur 4.11. Grafen visar tydligt att plexiglaset dämpar vibrationerna betydligt mycket mer än vad plåt gjorde. Man kan observera hur mycket amplituden från första svängningens topp har minskats mot nästa, vilket resulterar till en liten förbättring på stabiliseringstiden på drygt 0.5–0.6 sekunder, vilket är en förbättring jämfört med stål på 0.7–0.8 sekunder med drygt 0.2 sekunder. Observera också att nivån vid vila och last varierar se figur 4.10, där ökningen från båda graferna är ungefär 0.5mV, vilket motsvarar ungefär 500g per lastcell.



*Figur 4.11 Graf med utsignaler från hyllplaner i plåt och plexiglas.*

Utifrån testerna så visar det sig att plexiglas gav bäst resultat med en marginell skillnad på 0.2 sekunder, vilket är ungefär 27% minskning i tid för att hyllplanen ska stabiliseras.

## 5 Diskussion

Stora delar av syftet och frågeställningar har uppfyllts till en viss nivå där huvudsaken var att förbättra hyllplanets dämpning av vibrationer, vilket inte kunde göras med rå-signalerna (obehandlad signal) som lästes från lastcellerna. Eftersom Instant System använde 1046 Phidget Bridge kretskortet på deras produkt så hade den inte några filtreringar på deras Instant Access produkter vilket kan ha orsakat att deras produkt inte klarade av att göra noggranna avläsningar under vibrerande miljöer.

När plexiglaset valdes som material så insåg jag att den inte kunde vara för tunt för att det skulle riskera att sprickas när det skulle borras, därför fick den bli lite tjockare än plåt, vilket ledde till att den blev stadigare vilket kan ha bidragit till ett bättre resultat. Resultatet blev i alla fall ett bättre hyllplan gjort av plexiglas som fick lite snabbare stabiliseringstid till skillnad från plåt, men det kan också nämnas att plexiglas krävs lite mer tid att behandla med risk att det spricker jämfört med plåt som är lite tåligare.

Mätmetoden som vi valde att göra på hyllplanet grundades på att vi ville simulera extremfall för hyllplanet, då vikten valdes att släppas från 1 cm höjd över hyllplanet. Detta ledde till att insvängningsförloppet steg kraftfullt uppåt. Denna metod ansågs lämplig för att det skulle innebära att hyllplanet skulle kunna hantera om det skulle utsätts för kraftiga stötar och att Instant System också använder hyllplanet för att förvara tyngre objekt.

Vid jämförelse mellan batteri och elnät så fick batteri bättre utseende från grafen där signalen inte blev påverkad av bruset från elnätet lika mycket. Däremot så fanns det fortfarande en minimal störning med en frekvens på 50 Hz, vilket var oväntat eftersom man förväntade sig att 50 Hz störningen skulle elimineras helt. Orsaken till detta misstänktes vara från mätutrustningen, PXI som har påverkat signalen innan den visas på graf. Detta hade behövt ett mätinstrument som inte drivs via elnät för att kunna bekräfta om störningen försvann helt.

IQBOX:en visades sig få en ökad störning när den anslöts till nätverket och gjorde att graferna blev oläsliga. IQBOX:en som har ett inbyggt filter hade löst problemet, men är bara anpassad till Instant System's programvara

Fastän batterier med plexiglas fick bättre resultat så kommer det också bli svårt att använda sig av batterier när Instant Access-prototypen körs eftersom de antingen måste bytas ofta eller ladda upp batterierna när den är i drift.

Som det tidigare har nämnts i arbetet, så var det planerat att utföra en jämförelse mellan Instant System's programvara, KioskManager mot värdena från PXI. På grund av att programmets utskrivning inte fungerade som man hade hoppats så har mycket av tiden gått till att felsöka programmet, där Instant System skrev programmet och sedan förde över det till IQBOX via nätverket som RISE fick tillgång till. Programmet testades som vi senare gav feedback till Instant System, vilket ledde till en fungerande utskrivning. Eftersom det var under de sista veckorna på arbetet då vi fick en uppdaterad av programmet så kunde inga tester utföras från deras program och därmed kunde det inte heller göras några kalibreringstester. Det som också kan ha påverkat utskrivningen kan ha varit att det är en fördröjning mellan hämtningen av data

och senare skriva ut den, vilket låter mest troligast med tanke på att datakommunikationen sker trådlöst.

Vi anser att det finns möjligheter för vidareutveckling på hyllplanet, där man bland annat testar flera andra material till hyllplanen som kanske har bättre egenskaper än plexiglas eller plåt. Man skulle även kunna prova att byta position på givarna och undersöka om det skulle resultera i bättre mätning.

## Referenser

- [1] Hardy Instruments, Five factors that can affect your weighing system's accuracy. (2011).  
<https://www.automation.com/library/articles-white-papers/process-weighing/five-factors-that-can-affect-your-weighing-systems-accuracy>
- [2] Micro Loadcell Data Sheet (0-5kg) – CZL635. (2011).  
<http://www.robotshop.com/media/files/PDF/datasheet-3133.pdf>
- [3] PXI Express, National Instruments PXIe-8106 User Manual. (2007).  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/372095a.pdf>
- [4] Transducer Techniques, Smart Load Cells Systems, Strain Gauge. (2015)  
<https://www.transducertechniques.com/wheatstone-bridge.aspx>
- [5] Electronics Tutorials, Wheatstone Bridge. (2016).  
<http://www.electronics-tutorials.ws/blog/wheatstone-bridge.html>
- [6] Phidget Bridge 1046 Datasheet.  
[http://azug.minpet.unibas.ch/~lukas/FNA/pdf/1046\\_User\\_Guide.pdf](http://azug.minpet.unibas.ch/~lukas/FNA/pdf/1046_User_Guide.pdf)
- [7] Samuel Hunter Christie (2014), <http://www.upsbatterycenter.com/blog/samuel-hunter-christie/>
- [8] Sir Charles Wheatstone (2017), <https://www.britannica.com/biography/Charles-Wheatstone>
- [9] Bilder från figur 2.2 och 2.3, <http://www.ni.com/white-paper/3642/en/>

## BILAGA A: Matlab-kod för sortering från hämtad data

```
defaultFolder='\\sp.se\Dok\MT\MTm\Arkiv_Tryck\Övriga  
uppdrag\Instantsystems\Mätfiler';  
RawData=strcat(defaultFolder, '\\RawData');  
[filename, RawData]=uigetfile(RawData, '*.csv', 'MultiSelect', 'on');  
file=strcat(RawData, filename);  
name=strsplit(filename, '.');  
  
if name{2}=='csv'  
    folderOut=strcat(defaultFolder, '\\FormatedData\\', name, '.txt');  
    input = importdata(file, ',');  
    timestamp = input.data(:,1);  
    sensor = input.data(:,3);  
    sensorData = input.data(:,4);  
  
    n0=0; %Array position variables  
    n1=0;  
    n2=0;  
    n3=0;  
    length0=0; %Array length variables  
    length1=0;  
    length2=0;  
    length3=0;  
  
    %Loop for setting nX and lengthX supportvariables  
    for j = 1 : length(sensor)  
        if sensor(j)==0  
            length0 = length0+1;  
        end  
        if sensor(j)==1  
            length1 = length1+1;  
        end  
        if sensor(j)==2  
            length2 = length2+1;  
        end  
        if sensor(j)==3  
            length3 = length3+1;  
        end  
    end  
  
    sensorData0 = zeros(length0,2); %Empty 2*lengthX - double arrays  
    sensorData1 = zeros(length1,2);  
    sensorData2 = zeros(length2,2);  
    sensorData3 = zeros(length3,2);  
  
    %Loop for organizing loadcell 0-3 values in separate columns  
    for i = 1 : length(sensor)  
        if sensor(i)==0  
            n0 = n0+1;  
            sensorData0(0+n0,1) = (timestamp(i));  
            sensorData0(0+n0,2) = (sensorData(i));  
        end  
        if sensor(i)==1  
            n1 = n1+1;  
            sensorData1(0+n1,1) = (timestamp(i));  
            sensorData1(0+n1,2) = (sensorData(i));  
        end  
        if sensor(i)==2
```

```

        n2 = n2+1;
        sensorData2(0+n2,1) = (timestamp(i));
        sensorData2(0+n2,2) = (sensorData(i));
    end
    if sensor(i)==3
        n3 = n3+1;
        sensorData3(0+n3,1) = (timestamp(i));
        sensorData3(0+n3,2) = (sensorData(i));
    end
end

%Plots
plot(sensorData1(:,1),sensorData1(:,2));
xlabel('Timestamp [samples]')
ylabel('Signal [mV/V]')
hold plot

end

```

## BILAGA B: Matlab-kod för "FFT"

```
defaultFolder='\\sp.se\Dok\MT\MTm\Arkiv_Tryck\Övriga
uppdrag\Instantsystems\Mätfiler';
RawData=strcat(defaultFolder,'\RawData');
[filename,RawData]=uigetfile(RawData,'*.csv','MultiSelect','on');
file=strcat(RawData,filename);
name=strsplit(filename, '.');

    for i = 1 : length(timestamp)
        dlmwrite(folderOut{1},timestamp(i),'-append');
        dlmwrite(folderOut{1},sensorData(i),'newline','pc','-'
append','coffset',1);
    end
end

if name{2}=='txt'
    folderOut=strcat(defaultFolder,                '\FormattedData\' ,      name,
'_reformatted.txt');
    input = importdata(file,'\t');
    timestamp = input.data(:,1);
    sensorData = input.data(:,2);

    y = fft(sensorData)
    P2 = abs(y/10000);
    P1 = P2(1:10000/2+1);
    P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);
    f = 5000*(0:(10000/2))/10000;
    stem(f,P1)
```