Styrutrustning för gnistprovningsapparat

Control equipment for Spark ignition test

Niklas Arabäck

Klas Sturesson

Examensarbetet omfattar 2x15 poäng och ingår som ett obligatoriskt moment i Högskoleingenjörsexamen i Elektroingenjör inriktning Elektronik, 180p
Nr 3/2008

Styrutrustning för gnistprovningsappparat

Control equipment for Spark ignition test

NIKLAS ARABÄCK niklas.araback@gmail.com

KLAS STURESSON klassturesson@gmail.com

Kandidatuppsats examensarbete

Ämneskategori: Teknik

Serie och nummer: Teknik 3/2008

Högskolan i Borås
Institutionen Ingenjörshögskolan
501 90 BORÅS
Telefon 033-435 4640

Examinator: Pontus Liljerup

Handledare: Anders Nilsson och Robert Carlsson, SP Elektronik - Produktsäkerhet, Borås

Uppdragsgivare: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Datum: 4 juni 2008

Nyckelord: LabVIEW, automation, konstruktion, explosionsskydd, gnistprovning

Sammanfattning

Denna rapport beskriver utvecklingen av en ny styrutrustning för SP´s provning av elektriska produkter som sitter i explosionskänslig miljö. Enligt svensk lagstiftning måste produkterna uppfylla ATEX-direktivet. SP har en gnistprovningsapparat för provning av elektriska produkter. Styrutrustningen till gnistprovningsapparaten har genom åren blivit omodern och besvärlig att använda. Den gamla utrustningen är konstruerad på tidigt 80-tal och saknar en komplett dokumentation. Den bristfälliga dokumentation och komponenter som idag inte går att få tag på har gjort utrustningen osäker. Önskemålet är att konstruera en ny styrutrustning som går att styra med mjukvara utvecklad i LabVIEW 6.1.

Ny hårdvara har konstruerats med inventarienummer 504140. Utrustningen har blivit mer kompakt och enklare för operatören att använda. En komplett dokumentation har tagits fram för den nya styrutrustningen. Hårdvaran kontrolleras nu via ett USB gränssnitt till dator. Mjukvaran som används är utvecklad i LabVIEW 6.1 med namnet Spark Ignition Test v2.0.

Abstract

This report describes development of a new controllerbox for SP´s testing of electric products that operates in hazardous areas. These products must fulfil the ATEX-directive by Swedish law. SP provides a spark ignition device for testing these products. The old controllerbox for the spark ignition device is constructed in the early 80´s and is missing a complete documentation. SP desires a new controllbox that is controlled by a program developed in LabVIEW 6.1 and a complete documentation over the new hardware.

A completely new controllerbox is designed and developed, which is more compact and easy to use. The controllerbox is controlled by software developed in LabVIEW 6.1. The program is called Spark Ignition Test v2.0.

Innehållsförteckning

Sammanfattning **5**
Abstract **5**
Innehållsförteckning **7**
1. Förord **9**
2. Inledning **9**
3. Provningsförfarande **10**
3.1 Funktion hos gamla styrutrustningen 11
3.2 Funktion hos ny styrutrustning 12
3.3 Hårdvaran i ny kalibrerings- och kontrollerbox 12
3.4 Utseende 13
4. Kablage **13**
5. Elektronikkonstruktioner **14**
5.1 Induktor 99 ± 1 mH 14
5.2 Optisk läsgaffel för varvtalsmätning. 15
5.3 Explosionsdetektering 15
5.4 Kretsschema och Layout för kalibrering- och kontrollerbox 16
5.5 Revisionsändringar 16
6. Mjukvara LabVIEW **17**
6.1 Installation 17
6.1.1 Installation av Advantech usb drivers 17
6.1.2 Installation av Spark Ignition Test v2.0 18
6.2 Provning med programmet Spark Ignition Test v2.0 21
6.2.1 Huvudmenyn ”Main menu” 21
6.2.2 Meny ”Calibration” 22
6.2.3 Meny ”Run test” 23
6.2.4 Meny ”Report” 24
6.2.5 Meny ”Manual mode” 25
6.3 Kodstruktur i Spark Ignition Test 26
6.3.1 Rapport generering 27
7. Funktionsverifiering **28**
7.1 Slutsats av verifieringen 28
8. Kostnadsberäkningar **29**
9. Tidredovisning av projektet. **29**
10. Diskussion **30**
Slutsats **32**
Referenslista **33**

Bilaga 1 **Blockschema**
Bilaga 2 **Säkerhetsfaktorer och gasblandningar**
Bilaga 3 **Rapportmall**
Bilaga 4 **Ritning spolkropp**
Bilaga 5 **Ritning bakpanel**
Bilaga 6 **Panelskylt**
Bilaga 7 **Kretsschema, Kretskortslayout**
Bilaga 8 **Komponentlista**

1. Förord

Examensarbetet är en viktig och avslutande kurs inom vid elektroingenjörsutbildningen inriktning elektronik på Högskolan i Borås.

Ett stort tack till våra handledare Anders Nilsson och Robert Carlsson för den hjälp och stöd vi fått under vårt arbete på SP. Vi vill också tacka vår examinator Pontus Liljerup, Högskolan i Borås, och Bo Arabäck, Datamatic AB, för kretskortsdesign.

2. Inledning

Alla elektriska produkter och komponenter som sitter i explosionsfarliga miljöer inom EU måste uppfylla ATEX-direktivet. Eftersom ATEX-direktivet är infört i svensk lag måste tillverkare visa att utrustningen uppfyller säkerhetskraven.

SP har idag en gnistprovningsapparat för provning av detta. Styrutrustningen som används är byggd på tidigt 80-tal och saknar komplett dokumentation. Det som finns att tillgå är en handritad skiss över kretsschemat samt en specifikation om hur produkterna skall testas.

Ett krav från SP är att få en komplett dokumentation på styrutrustningen. Detta inkluderar kretsscheman, komponentförteckning och funktionsbeskrivning. Problem som uppstår vid eventuell driftstörning är att SP saknar dokumentation. SP vill att nuvarande hårdvaran byts ut samt att ett styrprogram utvecklas i LabVIEW 6.1. Kommunikation mellan program och hårdvara skall ske med USB.

Genom att analysera hårdvaran med hjälp av ett handritat kretsschema och provningsspecifikationen skapas en uppfattning hur provningen går till.

När nuvarande hårdvarufunktion bestämts kan arbetet med att ta fram en ny lösning börja. Resultatet blev att hela styrutrusningen bytts ut med nya standardiserade komponenter som finns väl dokumenterade från tillverkarna. För att kunna koppla in den modul som gör datoriseringen möjlig så konstrueras en ny hårdvara med inventarienummer 504140.

Fördelarna blir många med ett datoriserat system. Ett mer användarvänligt gränssnitt och enklare provning för operatören samt utskrift av en komplett provningsrapport.

3. Provningsförfarande

Gnistprovningsapparaten används vid provning av explosionsskyddad utrustning. Produkten som skall provas kopplas in i serie med gnistprovningsapparat.

Gnistprovningsapparaten består av ett roterande huvud med fyra trådar av tungsten (se bild 3.1). Trådarna skrapas mot en rund platta av kadmium som i sin tur också snurrar. Detta är placerat i en gaskammare. På gnistprovningsapparaten sitter det givare för explosionsdetektering och en rotationssensor.

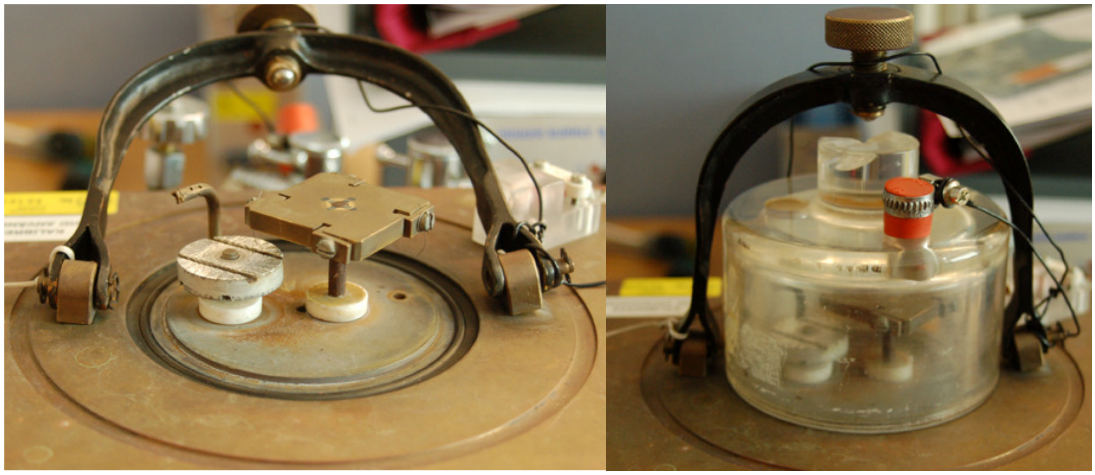


Bild 3.1 Tt.v Gnistprovningsapparatens roterande huvud. T.h med gaskupol.

Kretsen bryts och sluts genom att trådarna av tungsten rispas mot skivan av kadmium i en kammare fylld med brandfarlig gas. Vid alla snabba av och påslag av kretsar som innehåller strömsatta induktanser kommer gnistor att uppstå där strömmen bryts. Är gnistan för stor vid trådarna inträffar en explosion vilket leder till en underkänd produkt.

Till gnistprovningsapparaten ansluts en styrutrustning som består av en kalibrerings- och kontrollerbox, 24 volts nätaggregat och en operatörslåda. (Se avsnitt 3.1)

Innan en produkt testas kalibreras utrustningen. Därvid används en inbyggd kalibreringskrets som består av en känd ström som går igenom en känd induktans i stället för extern produkt. Strömmen skiljer sig med avseende på vilken säkerhetsfaktor som åberopas. Säkerhetsfaktorn bestämmer också vilken gas som skall användas vid kalibrering och provning av produkt. (Se bilaga 2)

3.1 Funktion hos gamla styrutrustningen

Utrustningen består av en Operatörslåda, kalibrerings- och kontrollerbox, gnistprovningsapparat och ett 24volts nätaggregat.

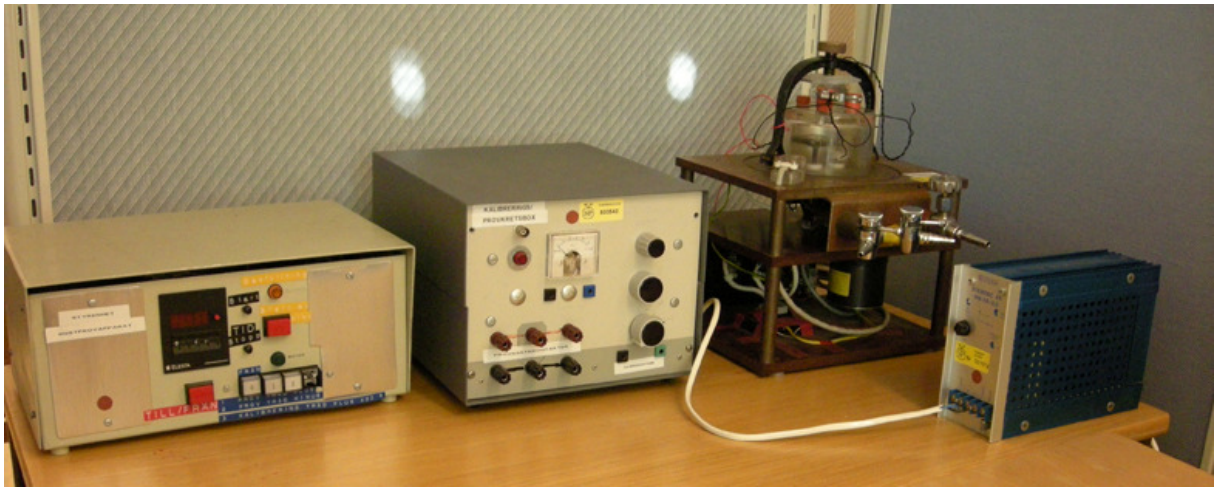


Bild 3.2 Från vänster: Operatörslåda, kalibrerings- och kontrollerbox*, gnistprovningsapparat, 24 volts nätagg.*

Utrustningens dokumentation är bristfällig och hårdvara går idag inte att få tag på. Att anskaffa ersättningskomponenter leder till problem.

Operatörslådans uppgift är att låta operatören ställa in reläkonfigurationen i kalibrerings- och kontrollerboxen. Operatören kan ställa in det antal varv som gnistprovningsapparatens motor skall snurra. Om en explosion uppstår skall detta detekteras. Denna detektering fungerar dock inte tillförlitligt.

Kalibrerings- och kontrollerbox innehåller en kalibreringskrets och en reläuppsättning för växling mellan extern produkt och kalibreringskrets. Operatören har på denna låda också möjligheten att begränsa strömmen genom denna krets om en amperemätare ansluts. Extern produkt som skall testas ansluts till denna låda.

3.2 Funktion hos ny styrutrustning

SP har som önskemål att kunna styra och övervaka provningen av explosionsskyddad utrustning med dator. Mjukvaran skall utvecklas i LabVIEW 6.1. För att åstadkomma detta konstrueras en ny kalibrerings- och kontrollerbox och i denna finns även ett nätaggregat och en USB DAQ-modul. På så sätt minimeras kringliggande utrustning och en enklare lösning för att styra 230 volts motor till gnistmodulen uppnås.

Styrprogrammet programmeras så att operatören kan jobba på ett enkelt sätt. En guidad provning där operatören följer steg för steg provningen från start till färdigprovad produkt och rapportgenerering.

Gnistprovningsapparaten snyggas till och en kapslad låda ersätter helt kopplingsplattan för inkommande signaler.

3.3 Hårdvaran i ny kalibrerings- och kontrollerbox

Hårdvaran blir mer komplex än många andra elektroniska konstruktioner eftersom det uppstår höga spänningsspikar som inte ska filtreras bort. Därför måste man räkna med detta när man söker efter lämpliga komponenter till kalibrerings- och kontrollerboxen, som innehåller:

- Nätdel
- Switchreläer för inkoppling av kalibreringskrets eller produkt
- Kalibreringsinduktans med strömbegränsning
- USB DAQ-modul

Nätdelen består av ett switchat nätaggregat från Traco Power på 230 VAC till 24 VDC med maximalt strömuttag på 0,7 Ampere.

Tvåpoliga reläer från Omron på 8 A används. Några reläer har gnistskyddats med varistorer på grund av höga spänningsspikar.

Toleransområdet för kalibreringsinduktansen är 95 ± 5 mH. Ett önskemål ifrån SP är att använda en induktans i övre toleransområdet, 99 ± 1 mH. Detta går inte att få tag på vilket leder till att en egen induktans måste tillverkas. (Se avsnitt 5.1).

För att kunna kommunicera mellan LabVIEW och kalibreringslådan används en USB DAQ-modul. Behovet är 7 st Digitala utgångar, 1 st Digital ingång, 2 st Analoga ingångar och 1 st Räknaringång. På marknaden finns det idag inte så många som har stöd för LabVIEW 6.1. Advantech USB-4711 har detta och dessutom färdiga moduler för LabVIEW 6.1.

3.4 Utseende

För att den nya styrutrustningen skall vara robust har en ny låda av aluminium köps in. För att få ett tilltalande och användarvänlig utseende har en panelskylt och en skylt bak tagits fram med hjälp av Corel Design 9. Skylten är tryckt med laserskrivare på självklistrad foliepapper. (Se bilaga 6)

Frontpanelen består av följande:

- Två uttag för extern mätning av drivspänning och kalibreringström
- Ett intag för extern produkt
- Ratt för kalibreringström
- Indikatorlampa för strömsatt kalibreringskrets

Observera att då ström ej mäts med externt instrument skall ”Measure current” byglas med medföljande bygel.

Bild 3.3 Frontpanel på kalibrerings- och kontrollerbox

4. Kablage

Kallibrerings- och kontrollerbox behöver följande kablage:

- USB A(Male)-B(Male). Kommunikation mellan dator och kalibrerings- och kontrollerbox
- RS232 Pinn - Pinn, 9-polig Female - Male. Signalkabel
- Skarvkabel, 2P+J. 230 V Motorkabel
- Nätkabel, RKK/H05W-F. 230 V Strömintag
- Egentillverkad strömkabel. Gnistspänning (Se bilaga 8 sida 1 för beteckning på kontaktdon)

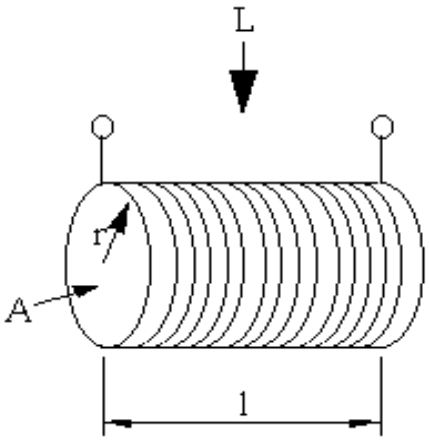
5. Elektronikkonstruktioner

Induktansen, den optiska läsgaffeln för varvtalsmätning samt fototransistorn för detektering av explosioner är några av kalibrerings- och kontrollerboxens viktiga delar.

5.1 Induktor 99 ± 1 mH

En induktor på 99 ± 1 mH är inte så lätt att få tag på. Detta leder till att en egen konstrueras. Beroende på att induktansen inte är linjär med avseende på flödestätheten i en spole med järnkärna används en luftlindad spole.

En spolkropp svarvas i plast (se bilaga 4) med måtten: l = 0,02 m och r = 0,0125 m. Detta leder till att för 99 mH skall uppnås lindas ca 1800 varv på spolkroppen.
Formel för en luftlindad spole är:



$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l} \Rightarrow N = \sqrt{\frac{L \times l}{\mu_0 \times A}}$$

$$N = \sqrt{\frac{0{,}099 \cdot 0{,}02}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}0125^2 \cdot \pi}} = 1791$$

Bild 5.1 Beräkning

För att få en så liten spole som möjligt men inte med för hög egenresistans antas en koppartråd med diametern 0,25 mm. Egen resistansen blir enligt tabell från trådtillverkaren ca 80 Ohm.

En spole är nu tillverkad med låg tolerans. För att noggrannast bestämma induktansen och resistansen kontrollmätts detta med instrument. Om induktansen är för låg ökas antalet varv på spolen och tvärt om. På så sätt bestäms en spole med väldigt bra noggrannhet. Kontrollmätning av induktansen i spolen är gjord med SP:s LCR-brygga HP4662A med inventarienummer 500395. Induktansen är uppmätt till 99,3 ± 0,6 mH.

Spolkroppen skruvas fast på kretskortet med hjälp av en plastskruv för att inte påverka induktansen.

5.2 Optisk läsgaffel för varvtalsmätning.

Antal varv som gnistprovaren roterar måste bestämmas. Vi har tillgång till en skiva med ett urfräst spår som sitter monterad på motoraxeln. För att bestämma antal varv som denna skiva roterar används en optisk läsgaffel (bild 5.3). En optisk läsgaffel innehåller en lysdiod och en fototransistor. Signalen skickas sedan vidare till DAQ-modulens räknaringång (bild 5.2). Ingången räknar endast på positiv flank. För att uppnå en stabil signal till DAQ:en placeras en Schmittrigger till signalledaren på kretskortet. Eftersom läsgaffeln är placerad strax under explosionskammaren sätts en skärmstrumpa runt ledarna för att undvika störningar.

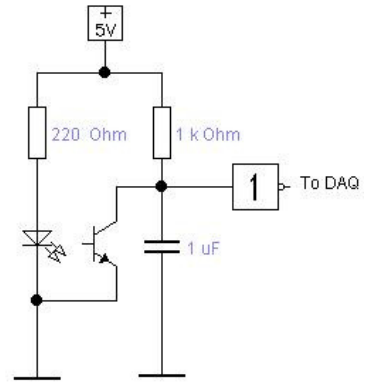


Bild 5.2 Readsensor

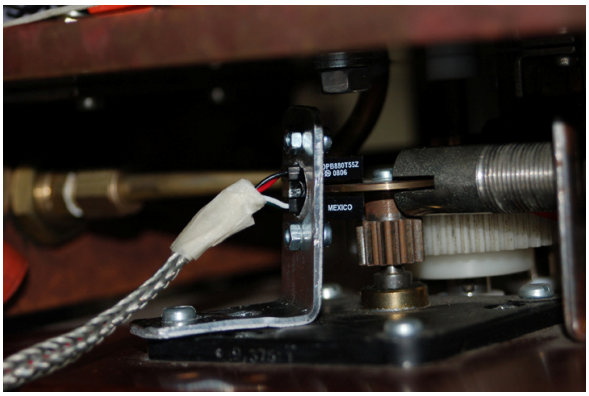


Bild 5.3 läsgaffeln

5.3 Explosionsdetektering

När en explosion uppstår i explosionskammaren skall detta detekteras och övrig utrustning skall stanna. En fototransistor används för att detektera detta. En fototransistor ändrar emitter-kollektorströmmen med avseende på hur mycket ljus som lyser på den. Med tanke på att fototransistorn även tar in vanligt ljus måste vi ta hänsyn till detta i varje mätning. En potentiometer har placerats i serie för att justera fototransistorns känslighet.
För att detektering skall vara tillförlitlig har en reflektionsskärm monterats på givare och explosionskupol. (Se bild 5.5)

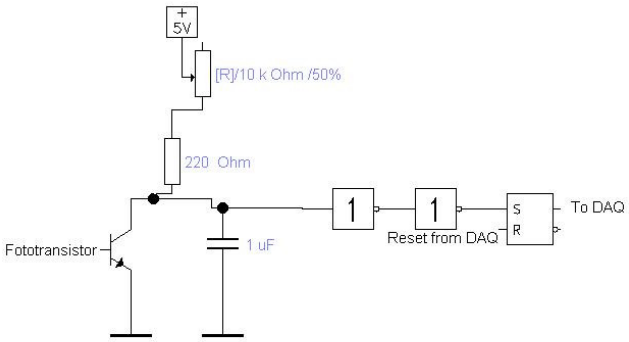


Bild 5.4 Explosion detektering

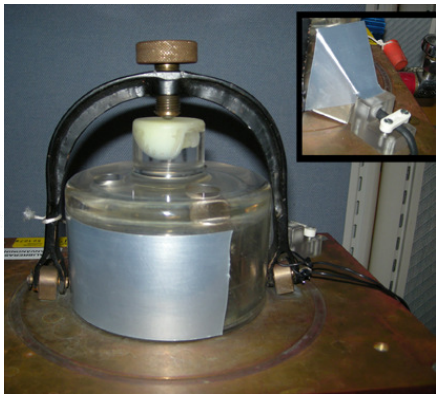


Bild 5.5 Reflektionskärm

5.4 Kretsschema och Layout för kalibrering- och kontrollerbox

För schemaritning och kretskortslayout används Mentor Graphics PADS PCB Design. Eftersom det uppstår höga spänningsspikar som inte ska filtreras bort leder detta till stora isolationsavstånd. Det går också höga strömmar på vissa delar av kortet. För att komma ner i ledarbredd användes en koppartjocklek på 75µ i laminatet. De höga spänningsspikarna som genereras får inte störa andra komponenter på kortet därför begränsas också jordplanet så att det endast täcker USB-modulen och dess kringelektronik.

230-voltsledarna läggs på ett begränsat område. Eftersom strömmen inte är hög används en ledarbredd på 50 mil.

Kortet anpassas till en produktinkoppling på maximalt 8A. Detta leder till en 77 mil. ledarbredd. Parallellt med K1, K5 och K6 monteras också varistorer för att öka livslängden på reläerna. När strömmen bryts görs detta först med K1 eller K6 för att det inte skall uppstå någon gnista i reläerna.

Kalibreringskretsen har en maximal ström på 120 mA vilket leder till en ledarbredd på 50 mil.

Eftersom det finns god plats på kortet har övriga signalledare en ledarbredd på 12 mil.
När det blir överslag i gnistprovningsapparaten vilket i sin tur orsakar explosion antas en spänningsspik på 1 kV. Detta leder till ett isolationsavstånd på 120 mil. Övrigt isolationsavstånd är 12 mil. (Se bilaga 7 för krets- och layoutschema)

5.5 Revisionsändringar

Efter omfattande tester på den nya styrutrustning framkom det att rotationsräknaren inte fungerar tillfredställande när gnistor uppstår. Det beror på spänningspikar som bildas när en gnista uppstår i gnistprovningsapparaten. Detta påverkar den signal som går från rotationssensorn. För att motverka detta implementeras en avstörningskondensator (C7) på ingången till Schmittriggern (U2). (Se bilaga 7)

Även inkopplingen av extern mätning av ström fungerar inte som tänkt. Anledningen är att den uppmätta strömmen inkluderade den ström som går genom kalibreringskretsen men också den ström som går genom indikatorlampan. För att mäta den ström som enbart går genom kalibreringskretsen görs några förändringar. Kopplingsplint för strömmätning bygglas och trådarna från strömmätningen kopplas till J7-1 och J4-1.

Schemat är uppdaterat med revisionsnummer 1.1 enligt ovanstående förändringar.
(Se bilaga 7)

6. Mjukvara LabVIEW

Mjukvaran är utvecklad i LabVIEW 6.1 som används i industriapplikationer för styr- och mätteknik. Kommunikation till hårdvara är möjlig via en USB DAQ-modul från Advantech.

Programmet är uppbyggt med ett fliksystem för att få det så användarvänligt som möjligt. Operatören jobbar från vänster till höger. Fliksystemets fördel är att arbetsytan delas upp i ett antal mindre bitar vilket gör programmet lätthanterligt. Det är också lättare att strukturera upp koden. Varje flik har också sin ”flik” i koden.

Varje delmoment har sin specifika uppgift och är viktiga för testets utformning.

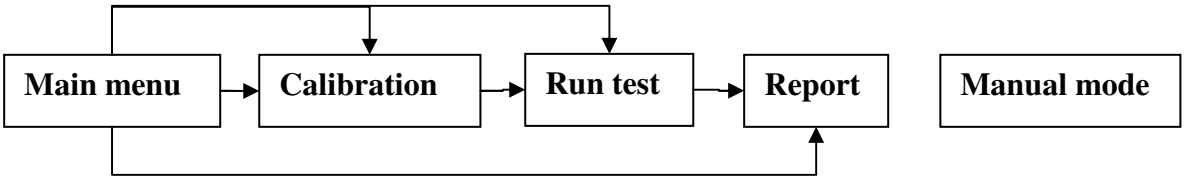


Bild 6.1 Blockschema över de olika flikarna i programmet

6.1 Installation

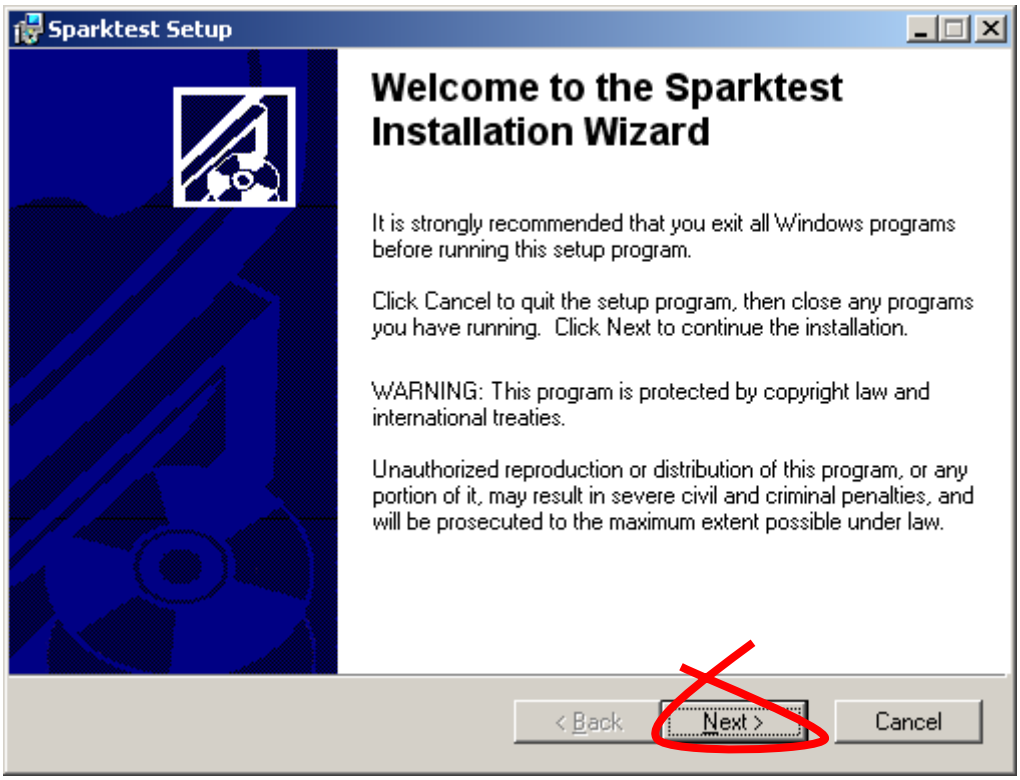
För att programmet skall fungera måste Advantech´s drivrutiner till USB DAQ-modulen samt Microsoft Word 2003 vara installerat på datorn.
Advantech´s drivrutiner ligger i separat CD-skiva. Hur installationen skall genomföras på rätt sätt är mer beskrivet i manualen till USB DAQ-modulen.
Hur Microsoft Word 2003 skall installeras beskrivs inte här.

6.1.1 Installation av Advantech usb drivers

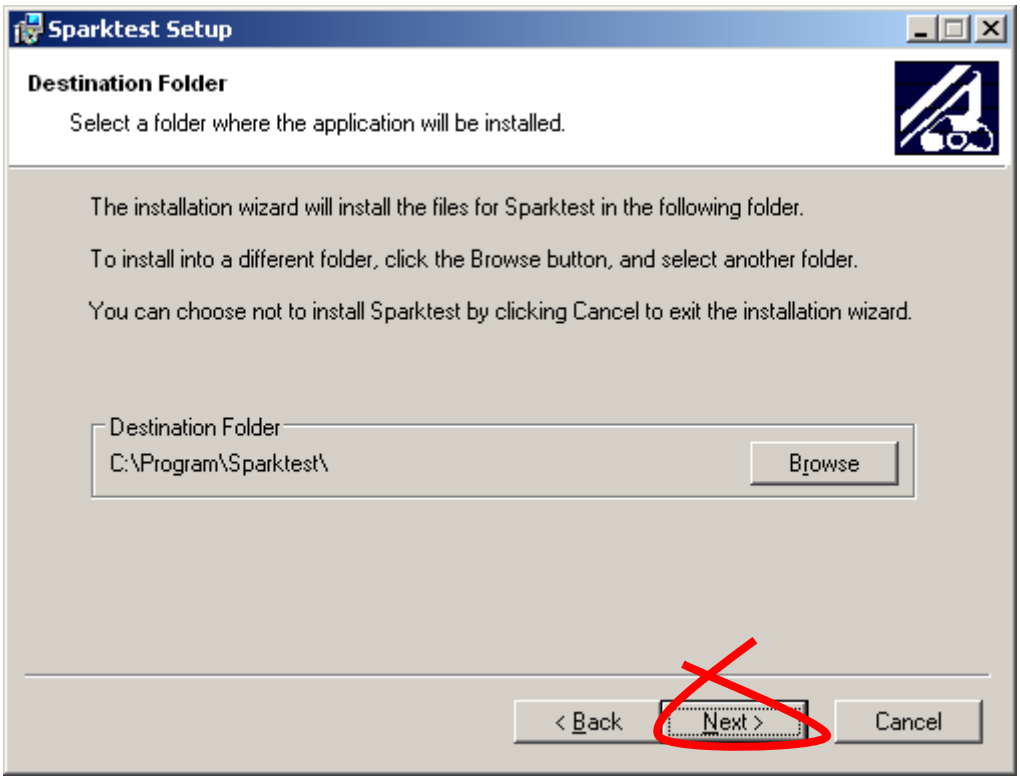
Stoppa in CD skivan från Advantech, ”Drivers & Manuals” i datorn och följ anvisningarna för installation av USB drivers. Observa att USB DAQ-modulen inte skall sitta i datorns USB-port under installationen.

6.1.2 Installation av Spark Ignition Test v2.0

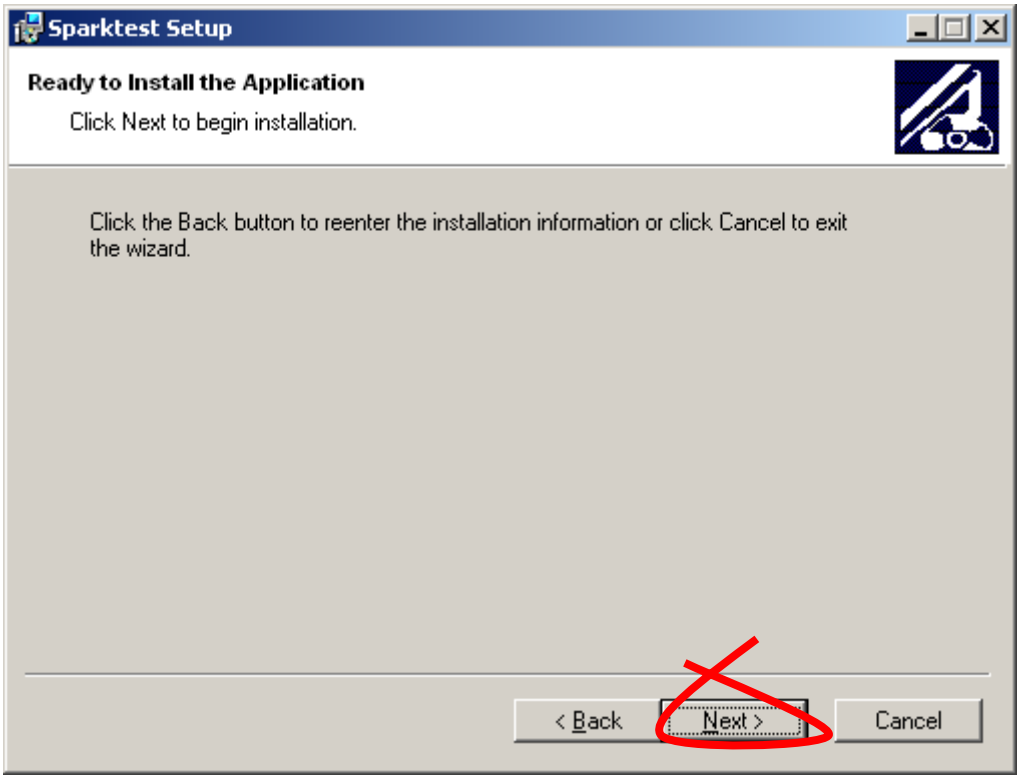
Stoppa in cd-skivan med namnet Spark Ignition Test v2.0. Öppna upp cd-skivan i utforskaren och dubbel klicka med vänster musknapp på setup.exe. En installationsruta dyker upp på skärmen. Klicka på ”Next” för att fortsätta.



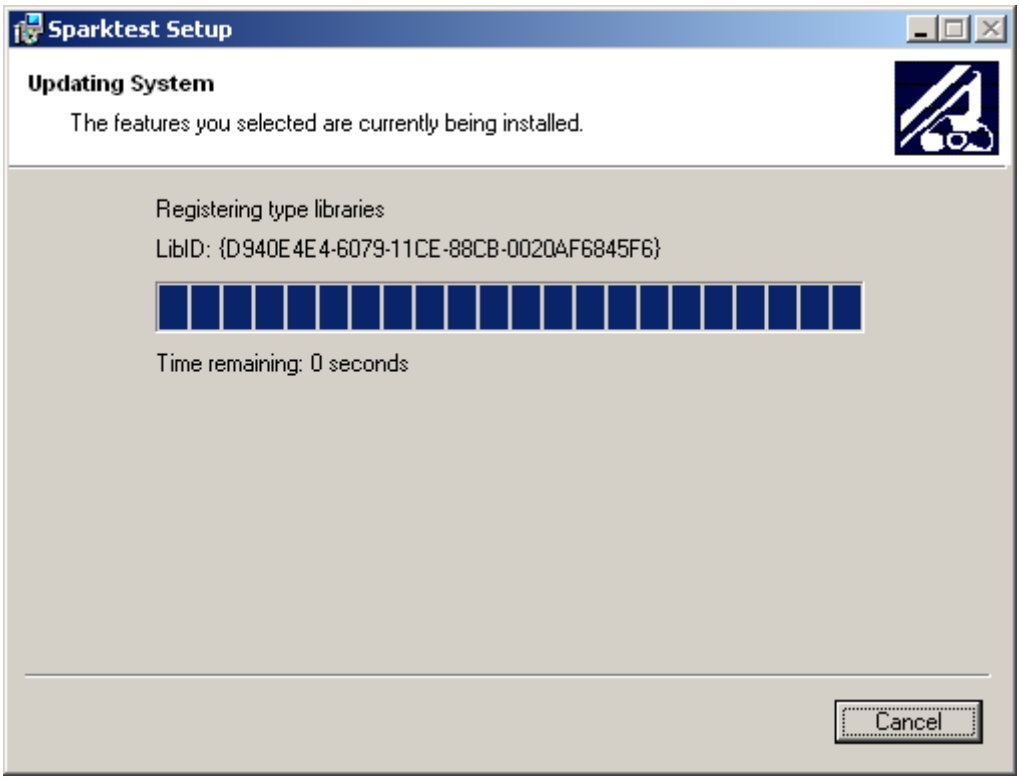
Välj ”Next” för att komma vidare med installation.



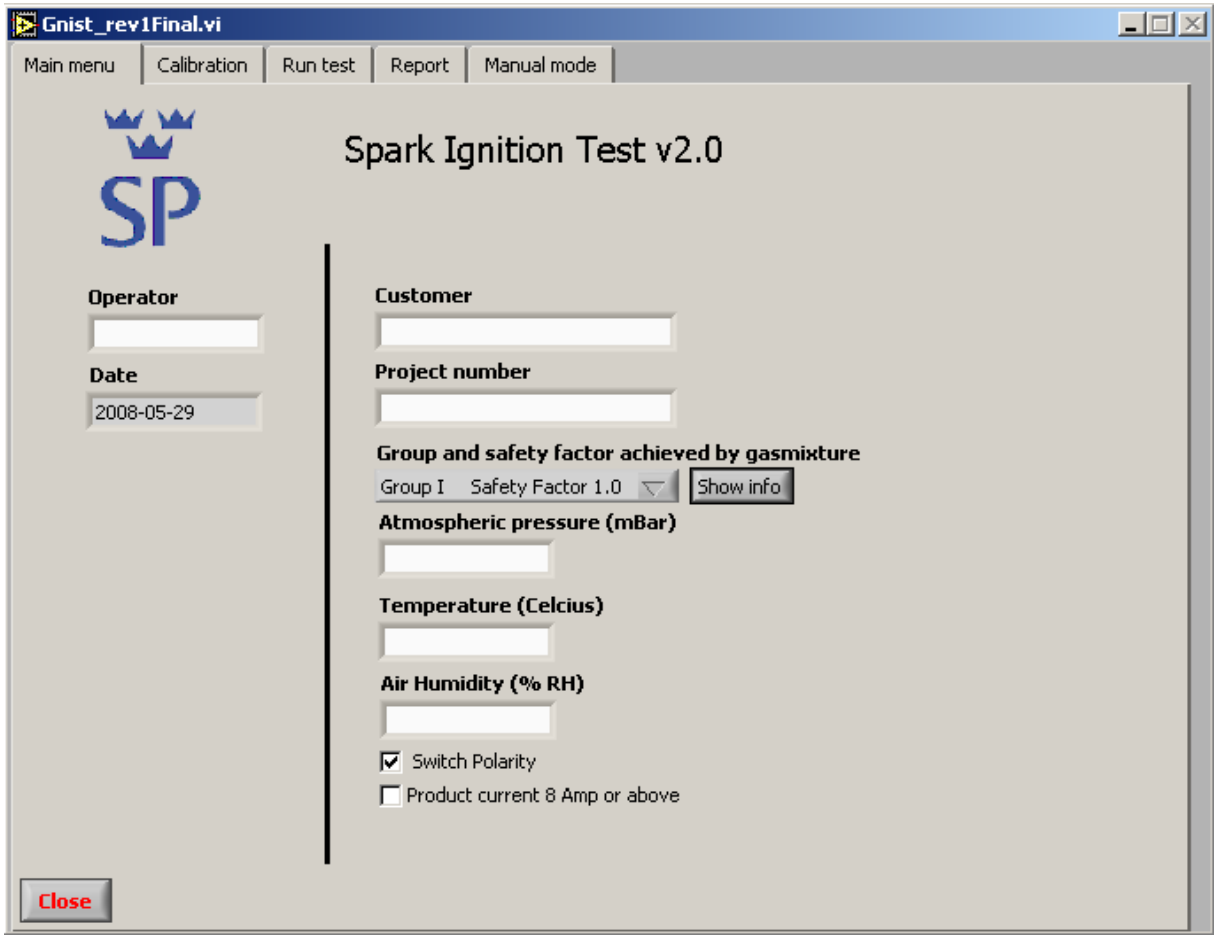
För att påbörja installationen klicka på ”Next” även vid ”Ready to install the Application”



Installationsprogrammet kommer nu att installera Spark Ignition Test i den valda installationsmappen och lägger till genvägar i startmenyn.



Programmet startas från Start/Program/Spark Ignition Test/Sparktest. Spark Ignition Test v2.0 är nu klar för att användas.



6.2 Provning med programmet Spark Ignition Test v2.0

Nedan följer instruktioner hur provningen går till steg för steg. För blockschema se bilaga 1.

6.2.1 Huvudmenyn "Main menu"

Huvudmenyn "Main menu" (*Bild 6.2*) är grunden för hela testet. I fliken finns det uppgifter som operatören skall fylla i innan testet utförs. Denna information använder programmet sedan i den rapport programmet genererar när testet är klart. I "Main menu" skriver operatören in sitt namn, kund och produktnummer. I denna meny väljs också vilken gas och säkerhetsfaktor för gasblandningen som används för testet. Även Atmosfärstryck, temperatur och luftfuktighet fylls i. Om kundens produkt är känslig för polaritetsbyte eller har strömmar över 8 A anges detta också.

Endast i denna meny kan programmet stängas av med "Close" knappen i det nedre vänstra hörnet. Detta är för att säkerställa att alla reläer står rätt när man lämnar utrustningen en längre tid. Man kan gå tillbaka till huvudmenyn för att till exempel ändra gas och säkerhetsfaktor för gasblandningen.

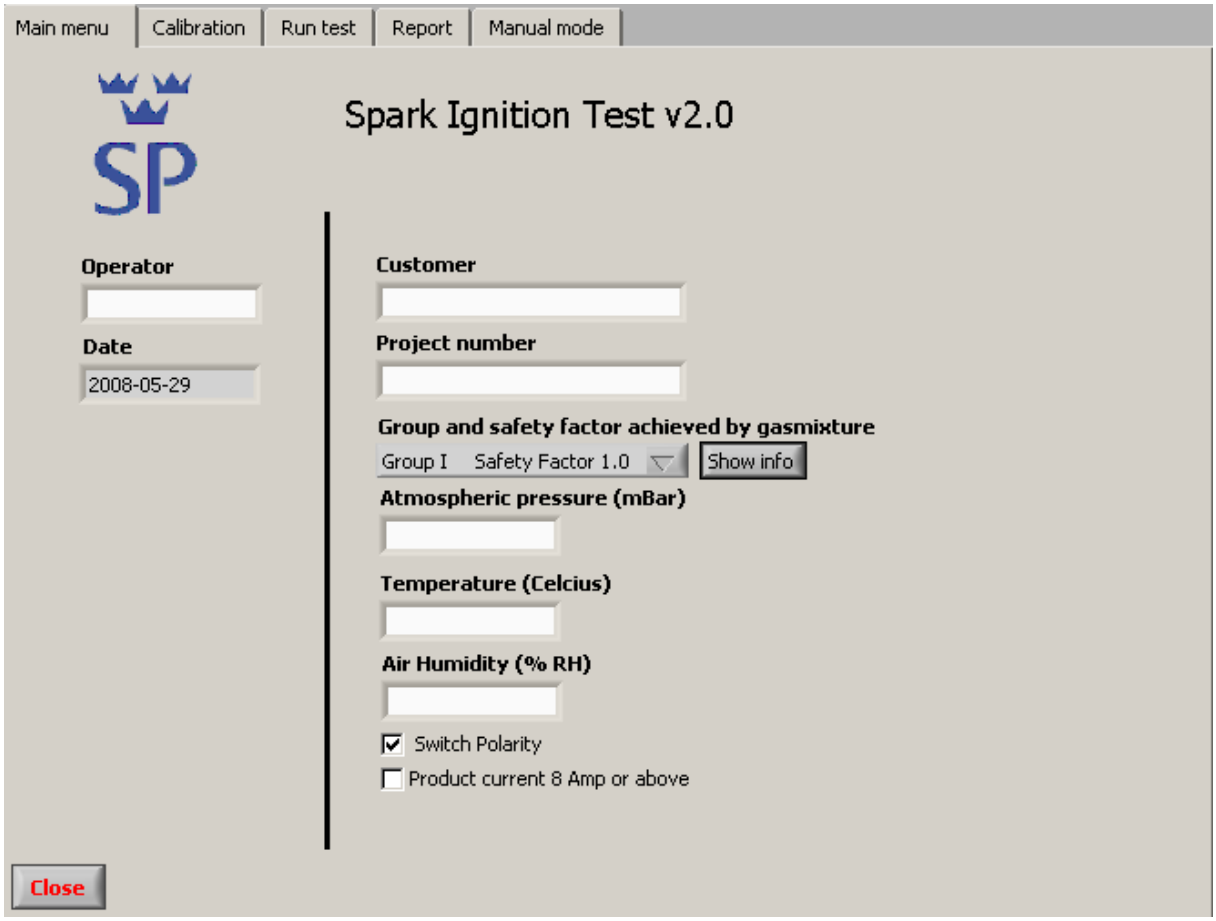
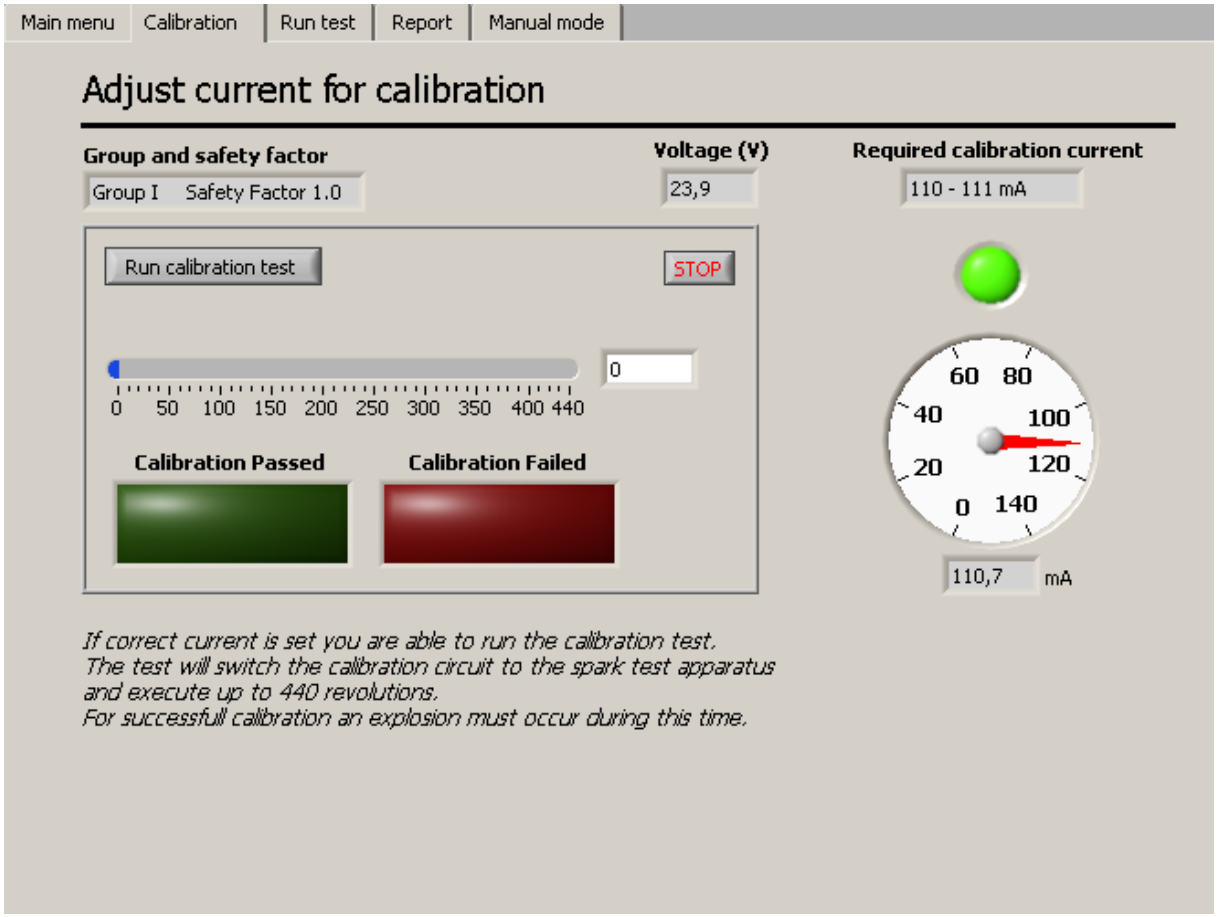


Bild 6.2 "Main menu"

6.2.2 Meny ”Calibration”
I Menyn ”Calibration” är en induktans på 99 mH inkopplad och operatören kan med hjälpa av mätaren i programmet och ratten på ”Calibration and Controllerbox” ställa in rätt ström programmet efterfrågar (Set current). När rätt ström är inställd, vilket är en förutsättning för att testet skall utföras på ett korrekt sätt, lyser en grön lampa. Kalibreringen kan då startas genom att klicka ”Run calibration test”. Gnistprovningsapparaten kopplas då in i kretsen. Motorn snurrar upp till 440 varv. Under kalibrering måste en explosion uppstå annars är kalibreringen underkänd.

Observera. Om strömmen inte går att ställa kontrollera att ”Measure current” är byglad på kalibrerings- och kontrollerboxens framsida och att apparaten är påslagen.



B*ild 6.3 ”Calibration”*

Om en explosion inte har uppstått under 440varv bör ett antal punkter kontrolleras.

- Rätt gas används för vald säkerhetsfaktor
- Trådarna är i bra skick
- Kontrollera kablarna

6.2.3 Meny ”Run test”

När kalibreringsboxen är rätt inställd kan testet utföras på kundens produkt. Fliken är likadan uppbyggd som ”Calibration”. Skillnaden är att kundens produkt är inkopplad till gnistprovningsapparaten.

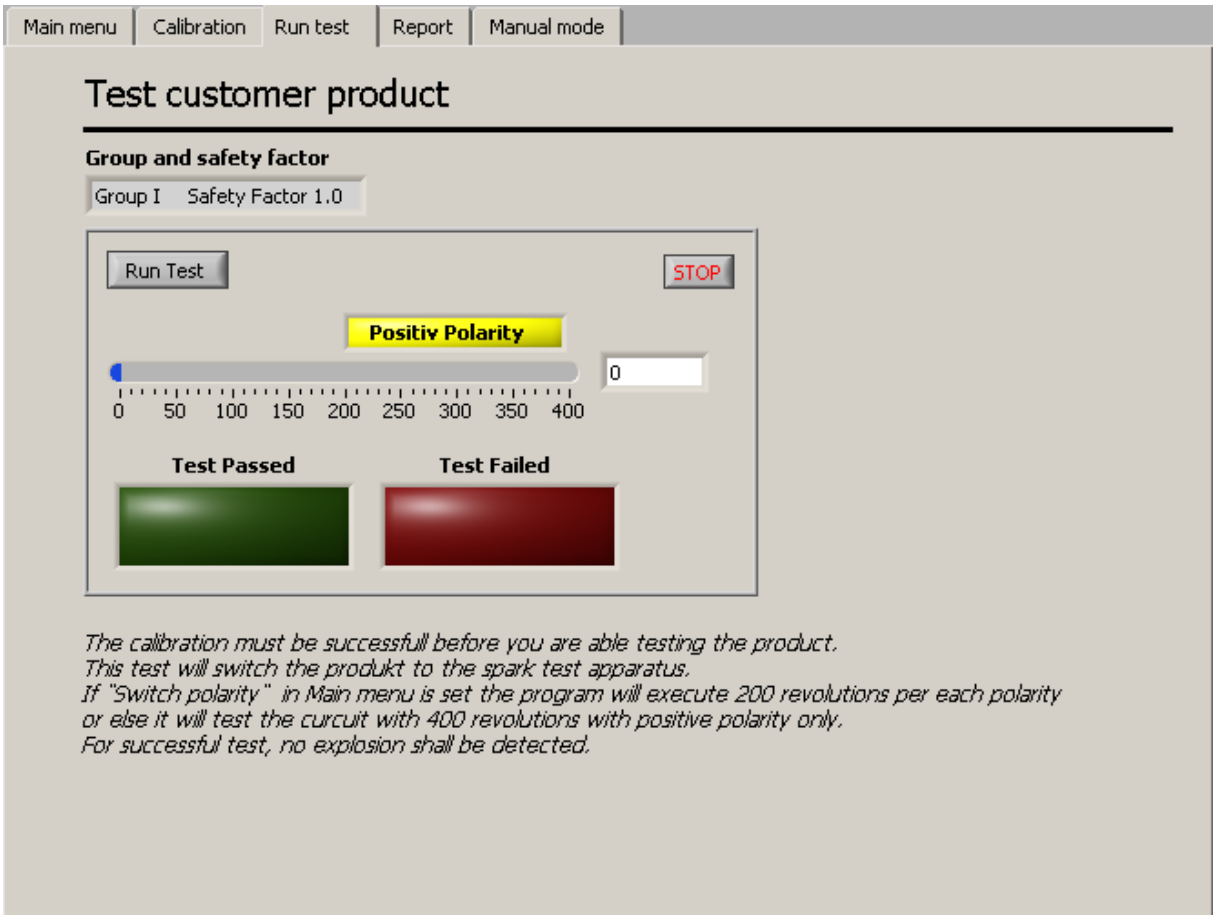


Bild 6.4 ”Run test”

Testet kommer att utföras med polaritetsbyte efter 200 varv när ”Switch polarity” är ibockad i Huvudmenyn ”Main menu”. I annat fall kommer testet att utföras med endast positiv polaritet under 400 varv. Om det uppstår en explosion detekteras detta och testet avbryts automatsikt. Om ingen explosion inträffar blir kundens produkt godkänd för den standard som valts. Testet går att avbryta genom att klicka ”STOP” knappen. Programmet kopplar då bort produkten ifrån gnistprovningsapparaten och stannar motorn.

6.2.4 Meny ”Report”

Under fliken ”Report” generar programmet en komplett rapport för den standard kunden efterfrågat på sin produkt (Se bilaga 3). När man klickar på ”Generate report” kommer ett Microsoft Word dokument att öppnas med all information från test. Denna rapport går att ändra för att skriva in mer information om man så önskar.

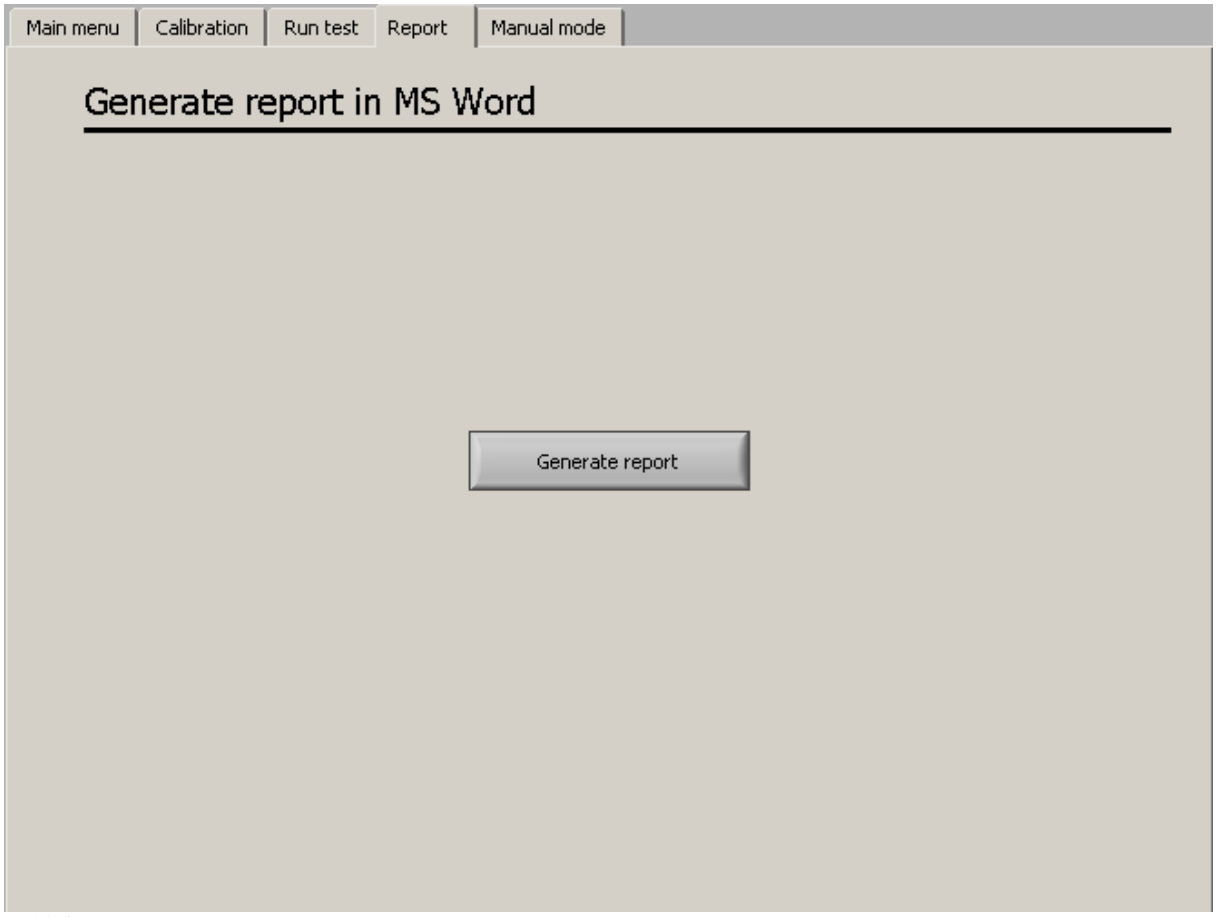


Bild 6.5 ”Report”

6.2.5 Meny ”Manual mode”

Vid kalibrering av ny kadmiumplatta eller nya tungstenstrådar skall detta göras under fliken ”Manual mode”. Operatören kan välja specifikt hur många varv motorn skall snurra med eller utan ström från kalibreringskretsen. Hur många varv som motorn har snurrat och aktuell ström visas tydligt.

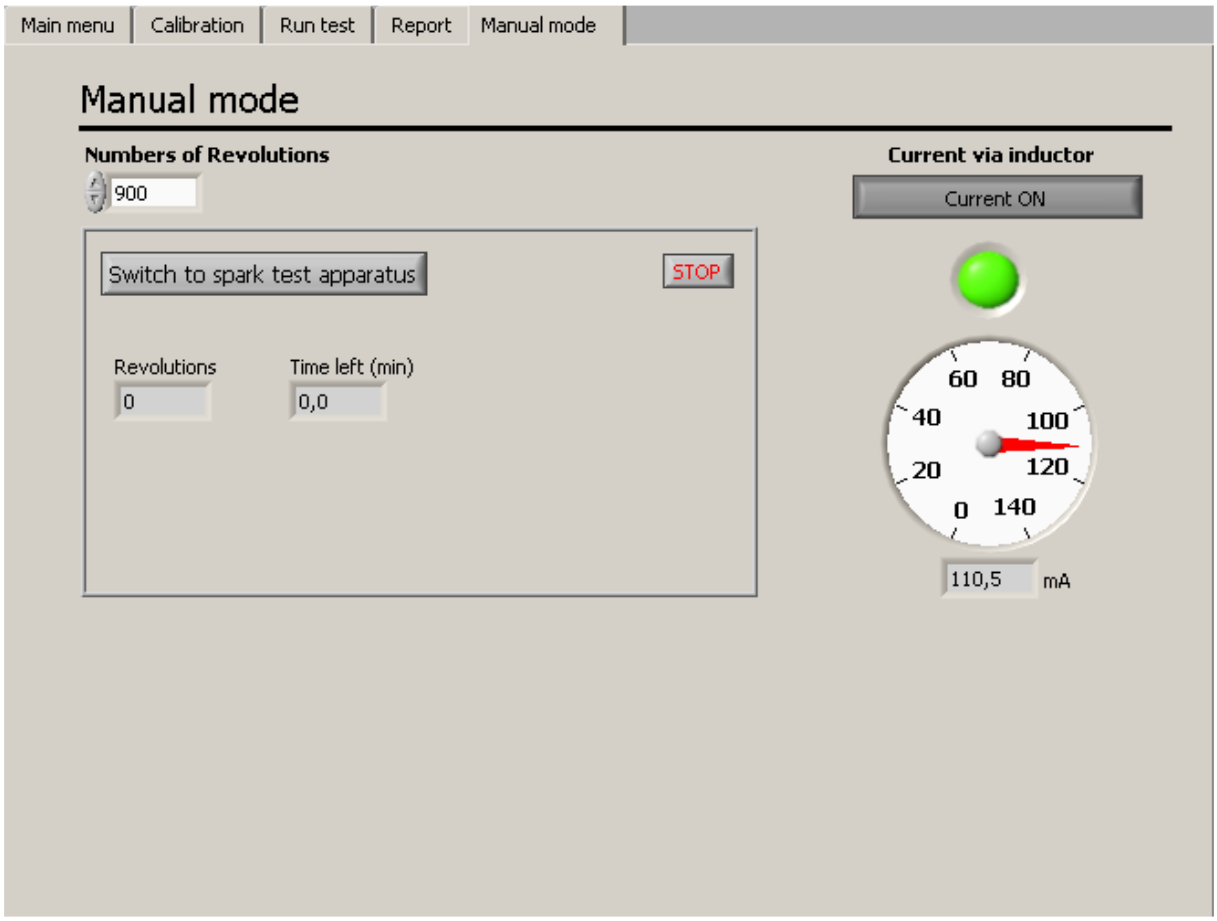


Bild 6.6 ”Manual mode”

6.3 Kodstruktur i Spark Ignition Test

I LabVIEW programmerar man med grafisk med så kallade VI´s (Virtual Instrument). Genom att dra kopplingar mellan VI´s blocken byggs koden upp. Programmen i LabVIEW kan bli väldigt komplexa då man ofta bygger upp koden med case-funktion och/eller while loopar.

Då man vill skapa en lättläst kod eller använda samma kod flera gånger skapar man ofta egna subrutin, så kallade SubVI´s. När exempelvis reläer skall konfigureras blir det mycket kod. Genom att utnyttja SubVI´s blir koden mycket mer lättläst, begriplig och tar dessutom mindre plats på skärmen. (Se bild 6.7)

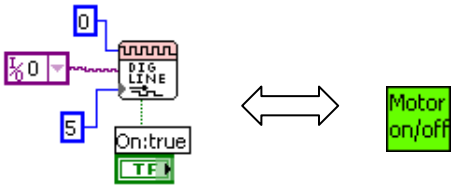


Bild 6.7 SubVI´s

Varje flik är i koden en case funktion vilket gör att programmet enbart arbetar med den del i programmet som är aktivt. Detta medför att processorn inte belastas för hårt under körning men framförallt undviks eventuella kommunikationskonflikter med USB-modulen.

Nedan syns ett exempel på hur anropsrutinen ser ut när man klickar på knappen ”Run calibration test”. LabVIEW arbetar alltid från vänster till höger. Vid knapptryckning blir case-funtionen ”True”. Det första som händer är att subrutinen ”Start Test” utförs. Den innehåller rätt konfigurering av reläerna. För att detta inte skall ske kontinuerligt ligger detta utanför efterföljande while-loop. Inuti denna loop kontrolleras explosion, antal varv och stoppknapp. Även här finns en case-funktion som innehåller avslutningsrutiner. Det skall alltså bara ske när testet avslutas.

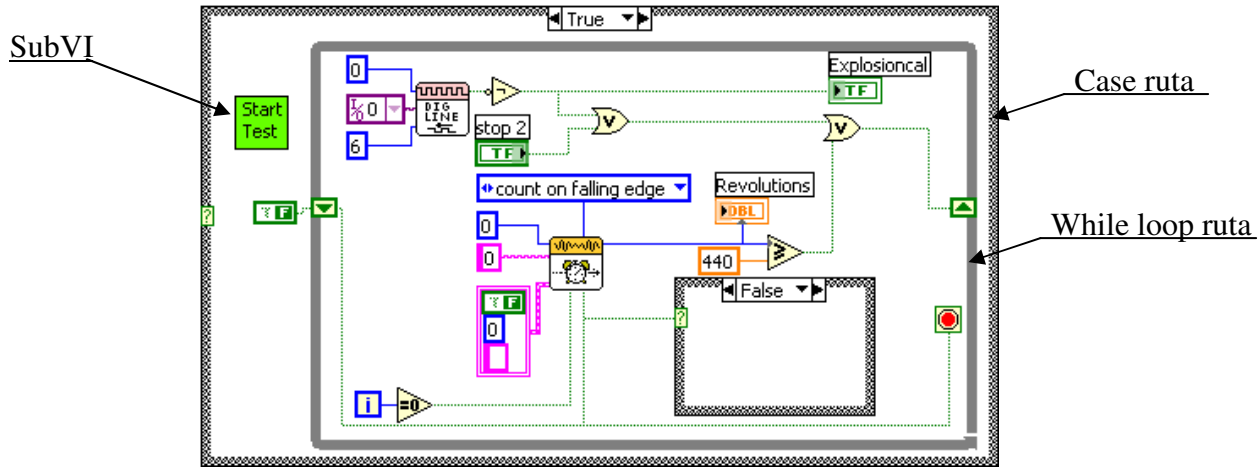


Bild 6.8 kod exempel på initiering av ”Run calibration test”

6.3.1 Rapport generering

När Operatören är klar med provningen kan LabVIEW generera en rapport i Microsoft Word. I en underkatalog till programmet ligger därför en rapportmall (Se bilaga 3) med obligatorisk text och ett antal bokmärken (bookmarks). Genom att klicka på knappen ”Generate report” söker LabVIEW upp dessa bokmärken och fyller i detta med uppgifter från programmet.

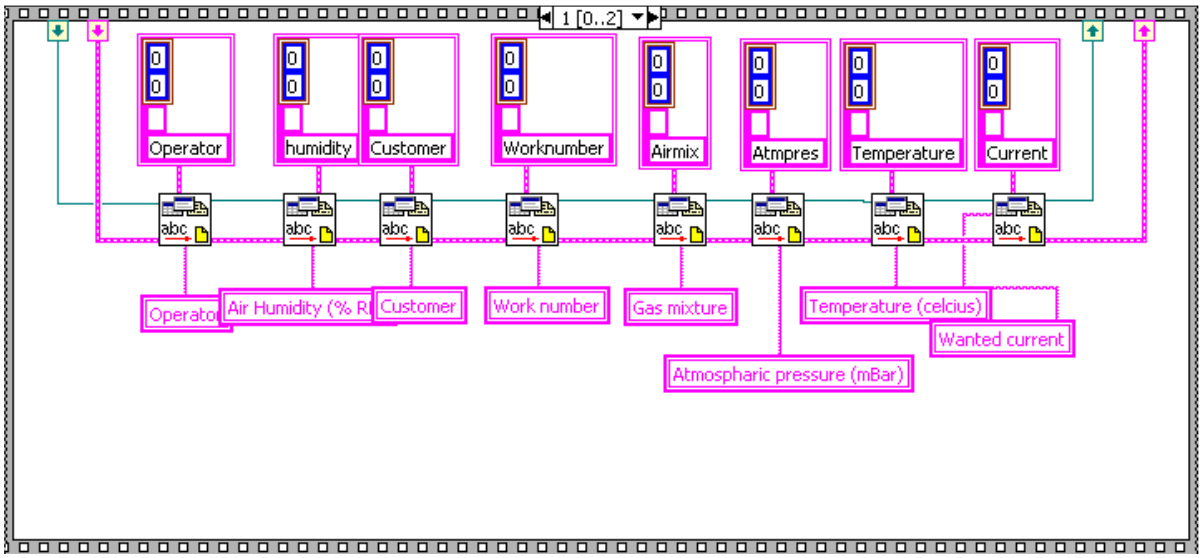


Bild 6.9 Kod exempel på rapportering i LabVIEW

Rapporten ligger i underkatalogen data i installationsmappen. Om rapportmallen blir förstörd finns en kopia i installationsmappen\data som heter spark_backup.doc.

7. Funktionsverifiering

Utrustningen har verifierats ett flertal gånger utan gas med en lampa som simulerar en explosion. Vid dessa tillfällen har två stycken fel påträffats. När gnistor uppstår i gnistprovningsapparaten påverkar detta rotationsgivaren. Även när ström skall mätas med externt instrument blev detta felaktigt. Dessa fel har åtgärdats och fungerar nu som tänkt. (Se avsnitt 5.5)

Den slutgiltiga verifieringen är utförd i laboratoriet. Handledaren för examensarbetet verifierar utrustningen i sin riktiga miljö och en provkrets provas. Provkretsen består av en likspänningskälla (24 V), en induktans på 100mH och ett vridmotstånd i serie för att begränsa strömmen. Gasen som används är 5,25 ± 0,25 % propan i luft. Detta är samma blandning som används för provning av explosionsgrupp IIA.

Kalibreringen är testad i flera steg med olika kalibreringsströmmar. Hur många varv till explosion antecknades enligt följande tabell:

Kalibreringsström	**Antal varv till explosion**
100 mA	5 varv
90 mA	5 varv
80 mA	Ingen expl.

Tabell 7.1

Efter att kalibrering av utrustning är klart kopplas den simulerade produkten in.

Ström i provkrets	**Antal varv till explosion**
87,1 mA	51 varv
78 mA	Ingen expl.

Tabell 7.2

Provkrets enligt ovan kopplades även direkt till uttag på gnistprovningsapparaten. Med ström 78 mA antändes provgasen efter 100 varv. Eftersom antändning inte inträffade vid samma provström enligt tabell 7.2 ovan uppkom misstanke om att provgasen lättare antänds vid inkoppling direkt till gnistprovningsapparatens testuttag. Ytterligare försök att verifiera dessa misstankar gjordes, men utan att säkert kunna fastställa lättare antändning vid inkoppling direkt till gnistprovningsapparaten.

7.1 Slutsats av verifieringen

Efter den slutgiltiga verifieringen fungerar styrutrustningen enligt de önskemål som erhållits av SP. Den betraktas som lättanvänd och stabil. Även inkopplingen mellan gnistprovningsapparaten och styrutrustningen anses bättre än tidigare.

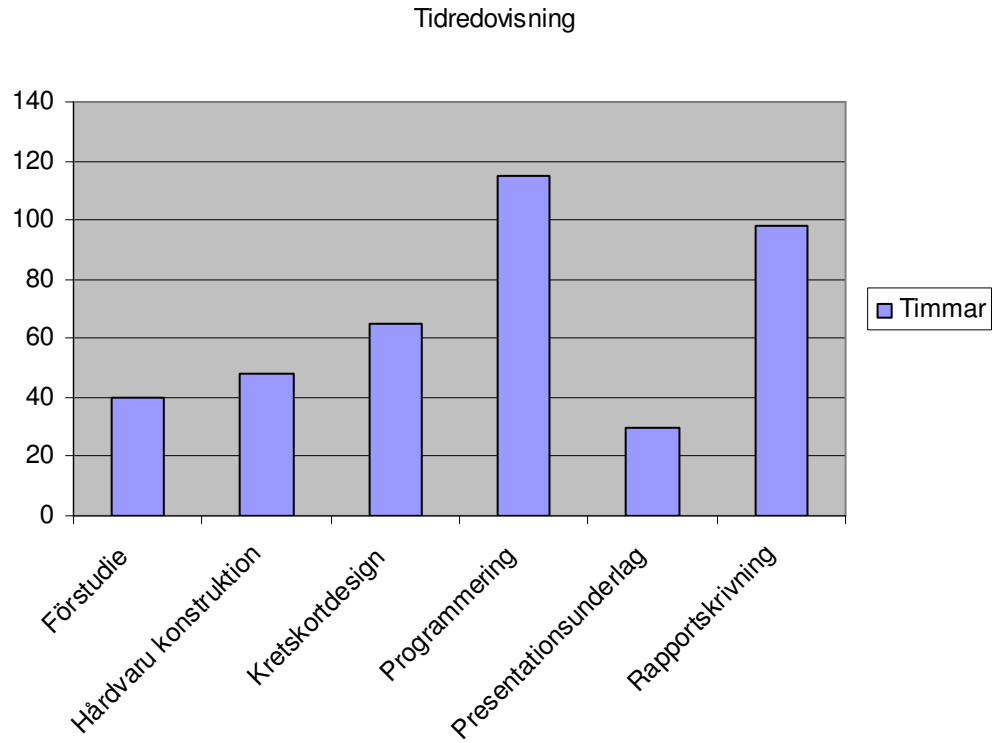
8. Kostnadsberäkningar

Eftersom denna typ av konstruktion endast skall tillverkas i ett exemplar blir kostnaden högre än om den skulle serietillverkas. Kostnaden blir särskilt hög på kretskortet, lådan och DAQ-modulen.

Kostnaden för hårdvaran uppgår till 11 100 kr exkl. moms. Kostnaden för montage och arbetskostnader är inte med i beräkningarna likaså inte heller licenser för program. För fullständig specifikation av komponenter se komponentlista. (Se bilaga 8)

9. Tidredovisning av projektet.

Nedan följer beräkningar på tid som lagts ner i projektarbetet. Eftersom detta är ett examensarbete har en del moment tagit längre tid än normalt. Detta för att vi båda vill lära oss och samtidigt få ut så mycket som möjligt av arbetet. Mycket tid har lagts ner på programmeringen för att få det tillförlitligt och användarvänligt. Även kretskortdesignen har tagit lång tid. I och med styrutrustningen skall med hjälp av reläer switcha in spänningspikar, signaler man i vanliga fall vill undvika, blir designen på kretskortet annorlunda jämfört med vanlig elektronik. Därför lades det ner mycket tid på detta moment.
För att SP skulle få en så bra dokumentation som möjligt över den nya styrutrustningen har också rapportskrivning tagit extra stor plats.
Total sett har vi lagt ner 396 timmar på arbetet.



10. Diskussion

Detta arbete har handlat om att modernisera styrutrustningen till SP´s gnistprovning till en datoriserad provning. Eftersom dokumentation till den gamla styrutrustningen varit bristfällig har arbetet till en början uteslutande bestått av att analysera dåvarande utrustning. Detta var ett måste för att få en uppfattning av hur denna fungerade vid provning. Vi beslutade snabbt att en ny kalibrerings- och kontrollerbox skulle tas fram parallellt med dåvarande utrustning. Detta för att den gamla utrustningen inte skulle vara ur drift under arbetet.

De första veckorna bestod till största delen av att hitta en lämplig USB DAQ-modul som passade med LabVIEW 6.1 samt hitta ersättande elektronikkomponenter. Eftersom vi behöver ett visst antal digitala ut- och ingångar och en räknare för rotationssensorn samt få den att fungera med LabVIEW 6.1 blev utbudet snabbt begränsat. Detta på grund av att LabVIEW 6.1 är en äldre version. Företaget Advantech har en USB DAQ-modul som passade vårt behov. USB DAQ-modulen beställdes från ELFA.

Till den interna kalibreringskretsen som kommer att sitta i kalibrerings- och kontrollerboxen behöver en induktans tas fram. Eftersom önskemålet från handledaren var en induktans på 99 ±1 mH konstruerades en egen. I och med den stora induktansen gjordes en spole med toroidkärna. Det visade sig att endast en luftlindad spole var godkänt för kalibrering. Därför konstruerades en luftlindad spole. Resultatet blev en induktans på 99,3 mH.

Nästa steg i arbetet var att konstruera fram ett kretskort som senare skulle sitta i kalibrerings- och kontrollerboxen. Vi bestämde oss för att ta fram kretskortet hos Datamatic AB som arbetar med ett program som heter Mentor Graphics PADS PCB Design. Detta designprogram har många fördelar för konstruktören men det innebar också en utmaning för oss eftersom vi aldrig använt programmet innan. Bo Arabäck, Datamatic AB, har varit en stor tillgång för oss i form av konsultation och utbildning av programmet.

Arbetet kunde börja med att ta fram ett nytt kretskort för den nya styrutrustningen. Även om vi inte ännu hade tagit fram någon låda till kalibrerings- och kontrollerboxen kunde vi ändå ta fram en tillfällig design på kortet. När vi nu visste ungefär hur stort kortet blev kunde vi börja leta fram en låda. Denna fann vi hos ELFA där vi också kom att beställa många av våra andra komponenter senare. Eftersom lådan var en av de få som passade våra mått på kretskortet bestämde vi oss för denna. Lådan var dock lite för liten men detta kunde lätt ordnas med att flytta om komponenterna på det designade kretskortet. Kretskortet beställde vi efter det vi fått lådan för att fastställa korrekta mått.

Beställningen av lådan och alla de komponenterna vi behövde tog några dagar och kom senare under veckan. Till vår stora förvåning upptäckte vi att det satt kylflänsar baktill på lådan. Detta hade vi inte räknat med. Efter konsultation med våra handledare Anders Nilsson och Robert Carlsson bestämdes att kylflänsarna skulle fräsas bort i den verkstad som finns på SP. En ritning över hur denna skulle se ut gjordes (Se bilaga 5) och tillsammans med bakpanelen lämnades allt in hos verkstaden. Detta arbete beräknades till ungefär en vecka. Under tiden som bakpanelen frästes gjordes det förbättringar av programmet, gnistprovningsapparat snyggades till och en inkopplingsbox gjordes. När bakpanelen kom tillbaka såg allt riktigt bra ut och arbetet kunde fortsätta som planerat.

Under tiden som kretskortet var iväg för tryck jobbades det intensivt med att ta fram ett färdigt program. Mycket tid lades ner på att se till så att reläerna slog av och till efter en specifik ordning. Detta för att livslängden blir längre på reläerna. Även hur rapporteringen från program skulle gå till låg högt på listan med uppgifter som behövdes göras klart. I samtal med handledaren Robert Carlsson togs en färdig rapportmall fram vilket LabVIEW sedan kunde fylla i med information om testets utförande.

Efter knappt en vecka kom kretskortet tillbaka och monteringen av komponenterna kunde börja. Monteringen tog ungefär en förmiddag och vi kunde samma dag verifiera att tillslagen av reläerna via USB DAQ-modulen och detekteringen av explosion fungerade som tänkt. Senare under veckan började arbetet med att ta fram en panelskylt till lådan samt att montera dit alla in- och uttag till lådan. Just designen på panelskylten lades det ner arbete på för att få det tilltalande för operatören. Kabeldragningar inuti lådan för indragning av signalledare, 230 volts ledningar och alla labbkontakter behövdes också göras.

Gnistprovningsapparaten fick sig ett skönhetsupplyft genom att snygga till de proppar som satt förbundna på gaskupolen. Alla ledningar som kom från gnistprovningsapparatens rotationssensor, gnistkablar och explosionsdetekteringen drogs in till en liten grå låda med tillhörande apparatintag. Till denna låda kopplas sedan alla kablar som motorstyrningen, signalledare och gnistkablar från styrutrustning in.

Efter att styrutrustning nästan var klar upptäckte vi att den externa strömmätningen visade en större ström än den datorn visade. Vi förstod med en gång att detta berodde på felkonstruktion men som kunde lätt ordnas. Den ström som den externa strömmätningen visade berodde på att denna mätte dels den ström som gick genom den externa indikatorlampan men också den ström som går genom den interna kalibreringskretsen vilket inte är rätt. Genom att flytta strömmätningen efter indiktarlampan löstes dock detta problem och nu visades exakt samma ström på den externa mätningen som den i LabVIEW programmet.

När styrutrustningen testades tillsammans med gnistprovningsapparaten konstaterades att rotationsräknaren inte fungerade tillfredställande när gnistor bildades i gaskupolen. Ännu ett konstruktionsfel upptäcktes men också detta löste vi genom att placera en avstörningskondensator på den digitala ingången till USB DAQ-modulen. Efter ovanstående justeringar fungerade allt utmärkt och vi kunde lägga all koncentration på att förbättra programmet inför det riktiga testet med gnistprovningsapparaten tillsammans med den nya styrutrustningen.

Explosionssensorn på gnistprovningsapparaten förbättrades. En reflektorskärm placerades intill fototransistorn för att inte reagera för mycket på det omgivande ljuset i rummet. Samtidigt snyggades även gaskupolen till så att denna fick reflektionstejp på sidorna för att bättre reflektera explosionsljuset till fototransistorn.

Till sist skedde ett skarptest. Allt fungerade som planerat. Detekteringen av explosionen fungerade utan att några justeringar på styrutrustningen behövdes göras.

Slutsats

Eftersom det nu finns en komplett dokumentation över styrutrustningen och komponenterna finns att få tag på marknaden kommer det innebära en trygghet för SP om något skulle gå sönder. Operatören har fått ett bekvämare verktyg för gnistprovningen med ett användarvänligt gränssnitt och ett enklare arbete med förberedelser inför en provning. Dessutom har utrustningen ett bättre utseende vilket är till fördel vid kundbesök (se bild 10.1).

SP har numera en styrutrustning som är:

- Fullt dokumenterad
- Användarvänligare
- Enklare att koppla samman med gnistprovningsapparaten
- Programmerad att generera en resultatrapport i Microsoft Word

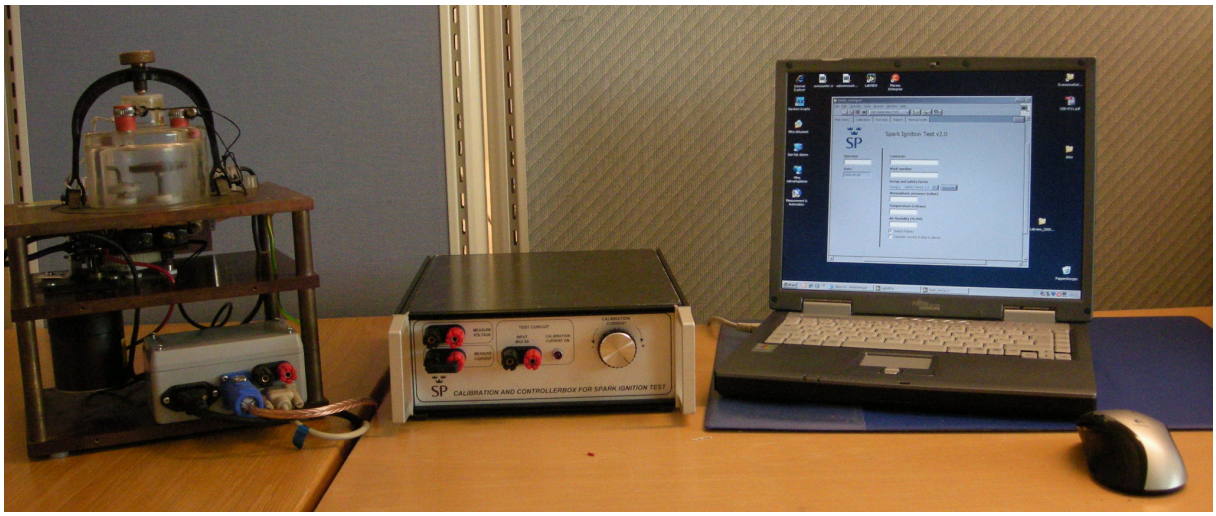


Bild 10.1 Hela provutrustningen

Referenslista

Programvaror:

Mentor Graphics PADS PCB Design 2005, kretskortsdesign och layout.

Electronics Workbench 5.1, verifiering av elektronikkonstruktioner.

LabVIEW 6.1 Full Development and Application Builder, programmering av mjukvara.

Microsoft Excel, beräkningar och komponentbeställningar

Microsoft Word, Rapport skrivning och rapport generering

Adobe Photoshop CS2, bildredigering

Corel Design 9, Design av panelskylt

Hemsidor och Datablad:

http://www.elfa.se

http://www.advantech.com

http://www.ni.com (National Instruments)

Bilder:

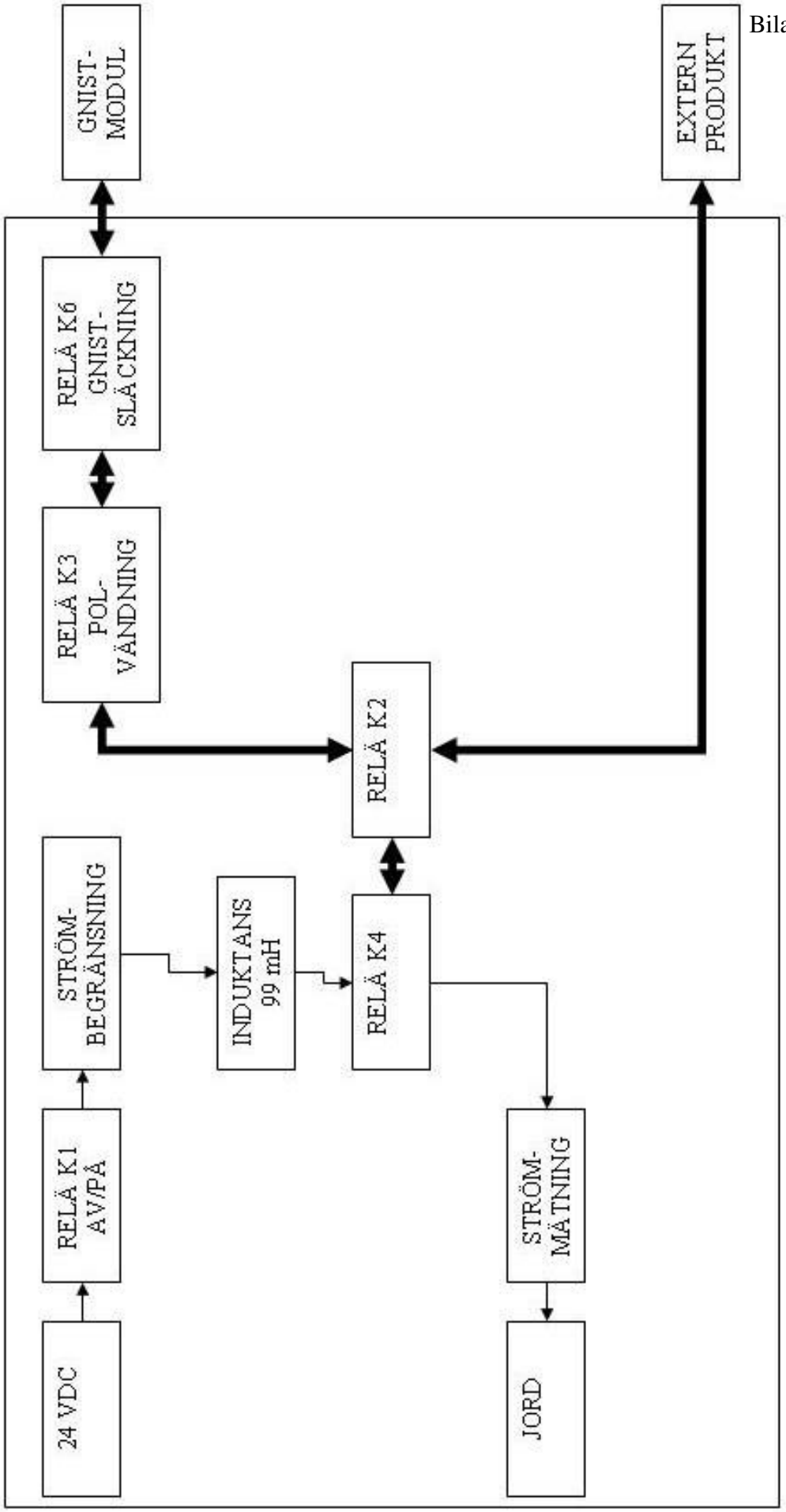
Fotograf: Klas Sturesson, El3

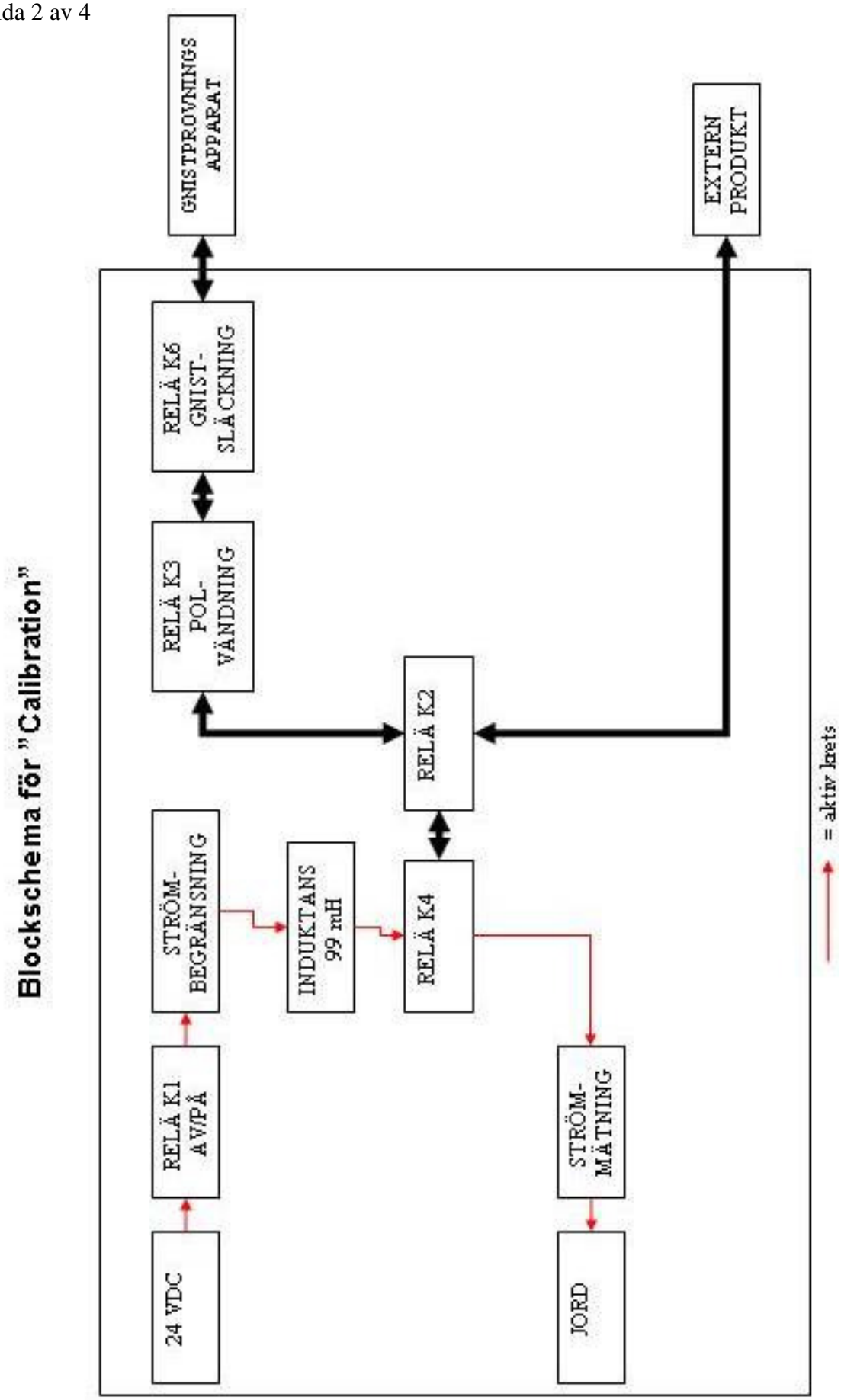
Litteratur:

Tabeller och formler / Alf Ölme m fl, ISBN 978-91-47-05092-5

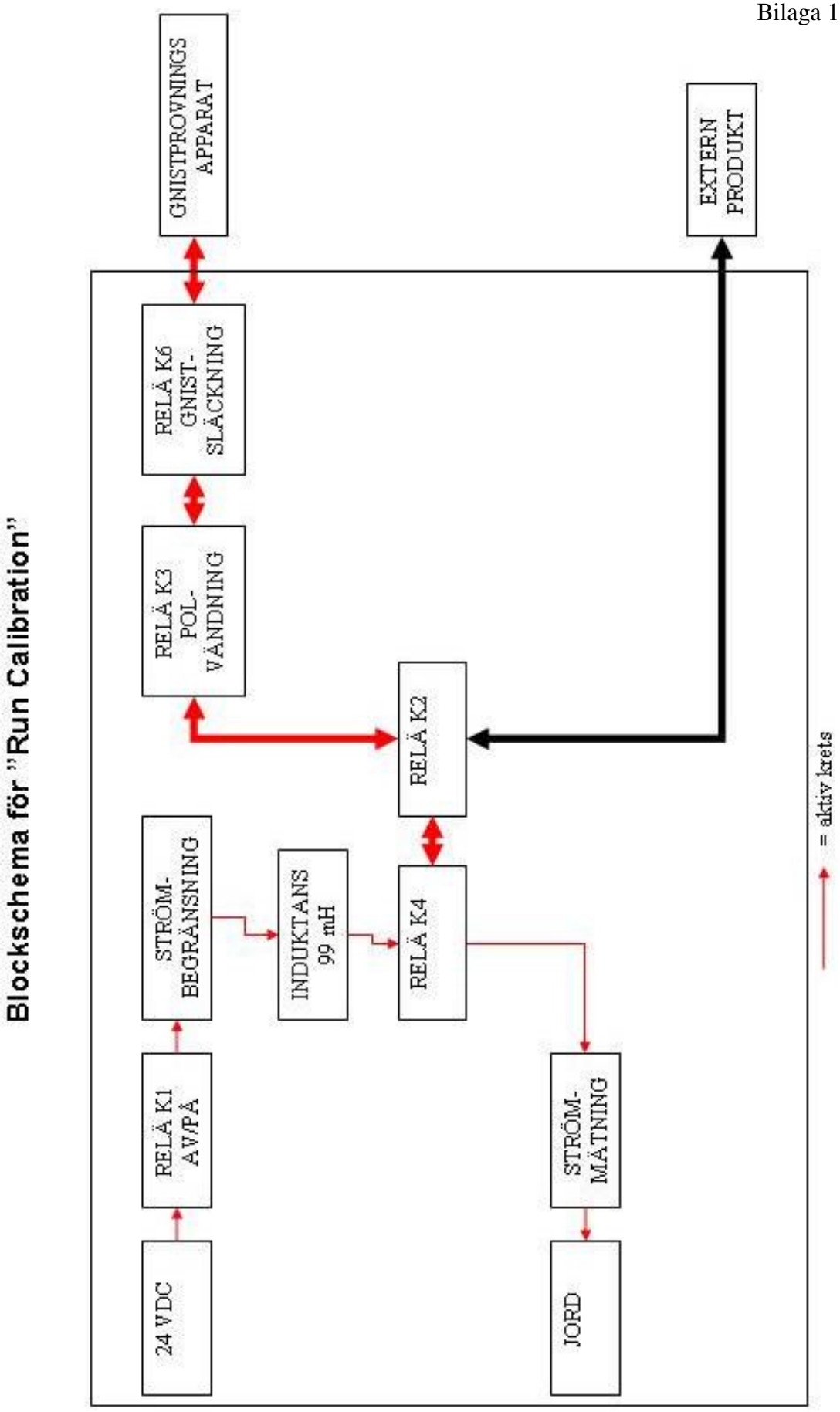
LabVIEW från början / Lars Bengtsson, ISBN 978-91-44-03798-1

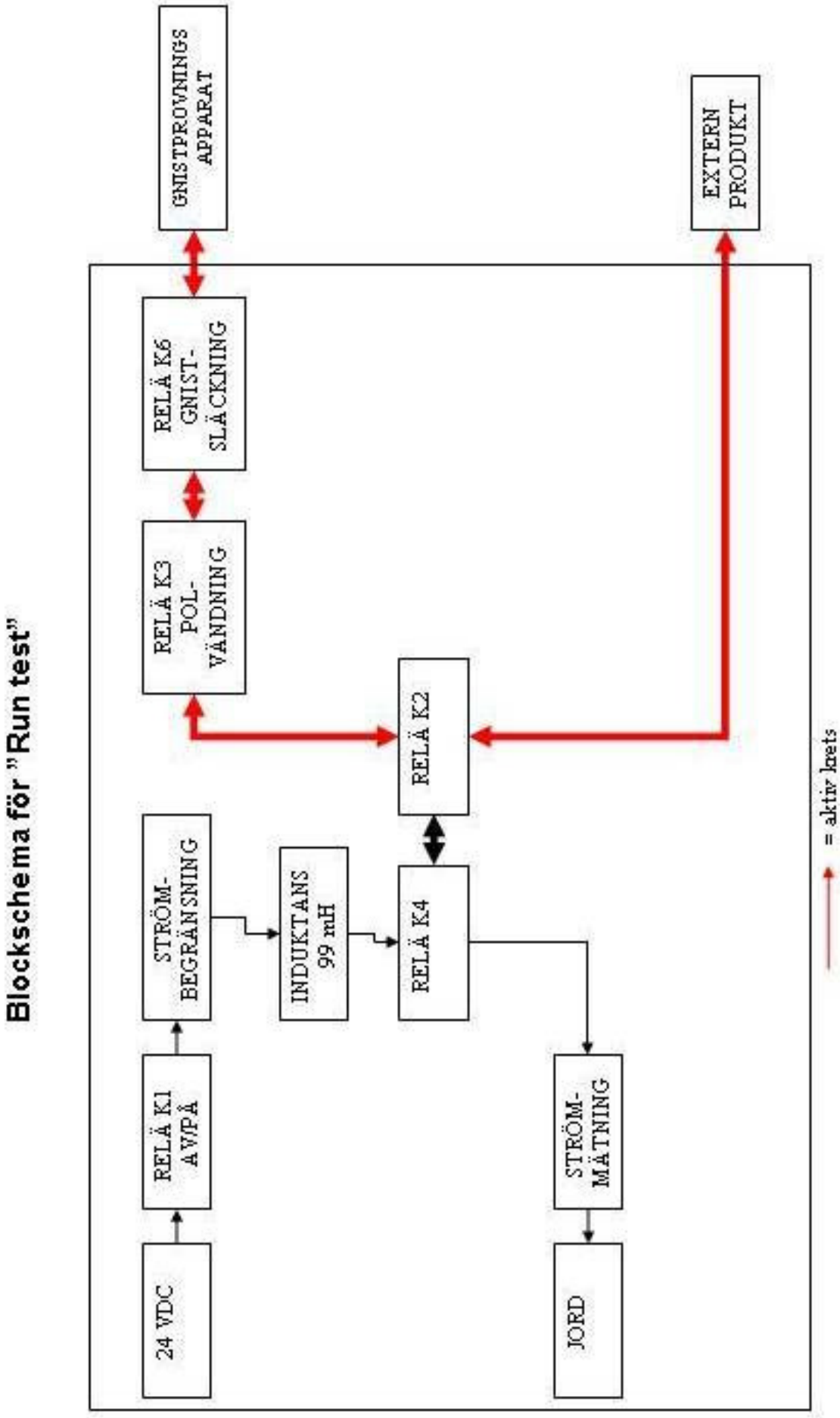
Kalibrering och Styrbox




Blockschema för "Calibration"
GNISTPROVNINGS APPARAT
EXTERN PRODUKT
RELÄ K6 GNIST-SLÄCKNING
RELÄ K3 POL-VÄNDNING
RELÄ K2
STRÖM-BEGRÄNSNING
INDUKTANS 99 mH
RELÄ K4
RELÄ K1 AV/PÅ
STRÖM-MÄTNING
24 VDC
JORD
= aktiv krets

Blockschema för "Run Calibration"




Blockschema för "Run test"
GNISTPROVNINGS APPARAT
EXTERN PRODUKT
RELÄ K6 GNIST-SLÄCKNING
RELÄ K3 POL-VÄNDNING
RELÄ K2
STRÖM-BEGRÄNSNING
INDUKTANS 99 mH
RELÄ K4
RELÄ K1 AV/PÅ
STRÖM-MÄTNING
24 VDC
JORD
= aktiv krets

Del ur document 60079-11 IEC:2006

Table 7 – Compositions of explosive test mixtures adequate for 1,0 safety factor

Group	Compositions of explosive test mixtures Vol. % in air	Current in the calibration circuit
I	(8,3 ± 0,3) % methane	110 – 111
IIA	(5,25 ± 0,25) % propane	100 -101
IIB	(7,8 ± 0,5) % ethylene	65 – 66
IIC	(21 ± 2) % hydrogen	30 – 30,5

Table 8 – Compositions of explosive test mixtures adequate for 1,5 safety factor

Group	Compositions of explosive test mixtures Volume %					Current in the calibration circuit mA
	Oxygen-hydrogen-air mixture			Oxygen-hyrdogen mixture		
	Hydrogen	Air	Oxygen	Hydrogen	Oxygen	
I	52 ± 0,5	48 ± 0,5	-	85 ± 0,5	15 ± 0,5	73 – 74
IIA	48 ± 0,5	52 ± 0,5	-	81 ± 0,5	19 ± 0,5	66 – 67
IIB	38 ± 0,5	62 ± 0,5	-	75 ± 0,5	25 ± 0,5	43 – 44
IIC	30 ± 0,5	53 ± 0,5	17 ± 0,5	60 ± 0,5	40 ± 0,5	20 - 21

Spark Ignition Test

Test information:

Operator:	Anders Andersson
Date:	2008-06-24
Customer:	Företag AB
Project number:	P-XXXXX

Parameters

Standard:	
Airmix:	Group I safetyfactor 1.0
Atmospheric pressure (mBar):	1013 mBar
Air Humidity:	80 % RH
Temperature:	23 ºC

Calibration information

Calibration current:	110 - 111
Revolutions:	440

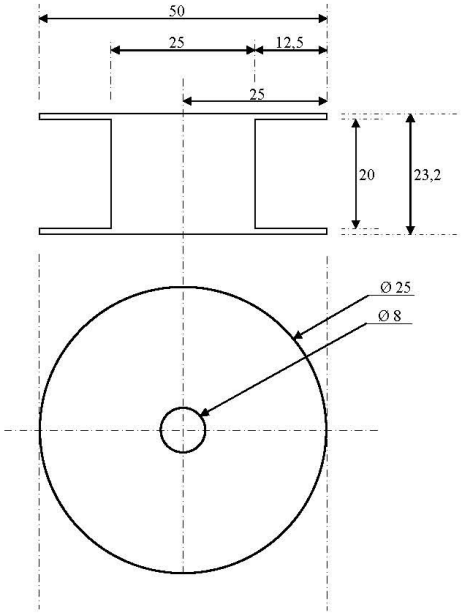
Explosion test

The product has passed the test. It was tested with 2x200 revolutions.

Bilaga 4

(mm)

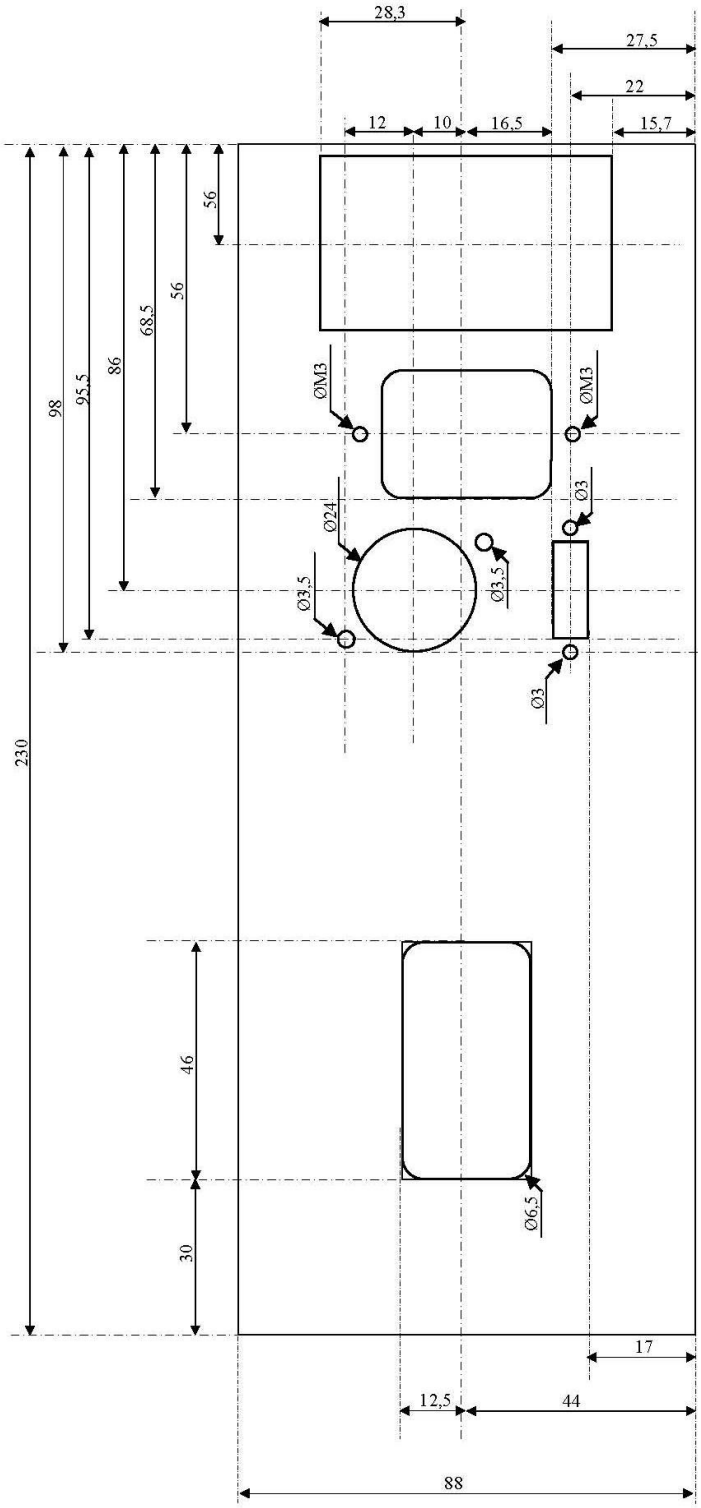
Spolkropp



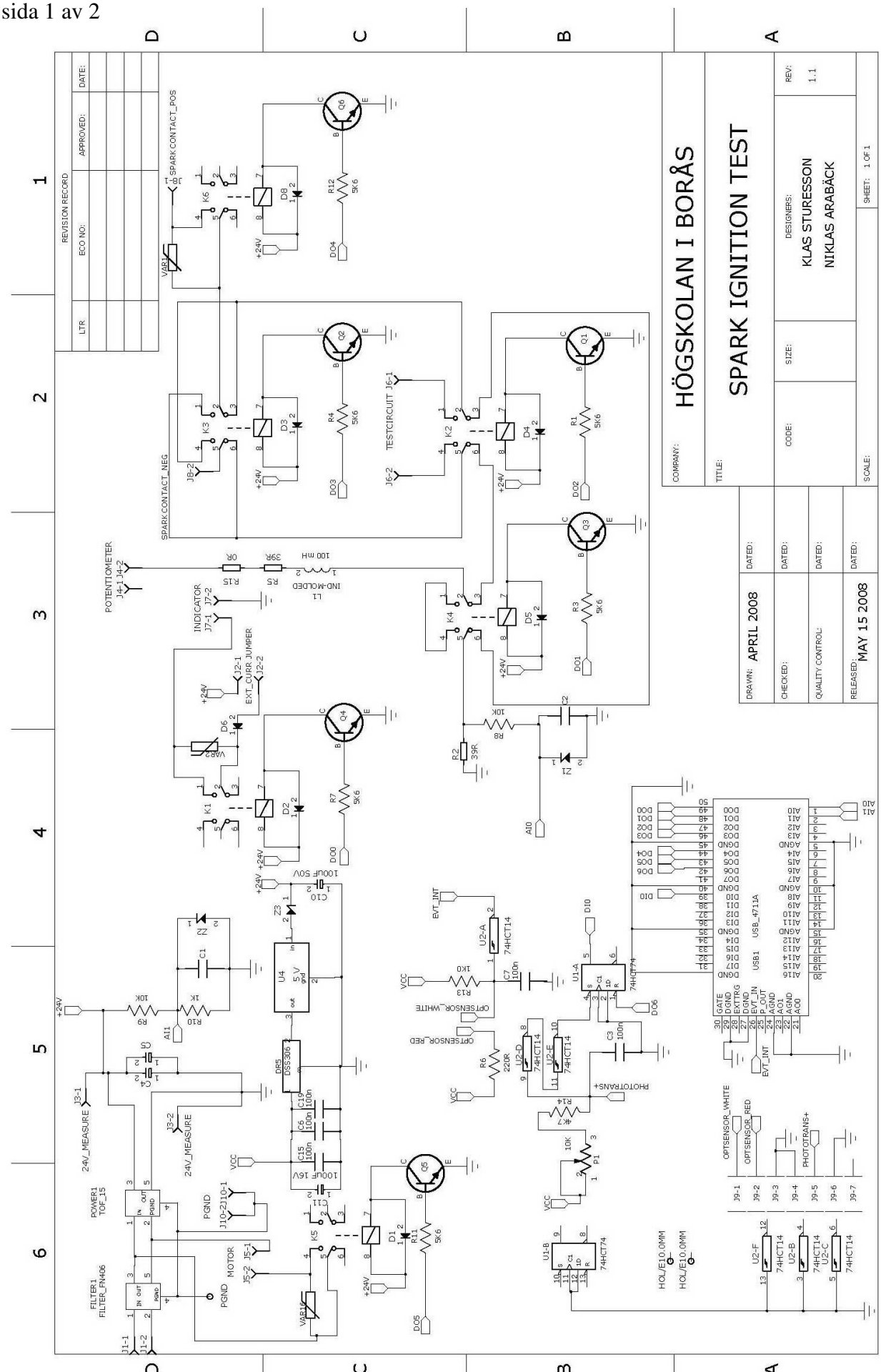
Bilaga 5

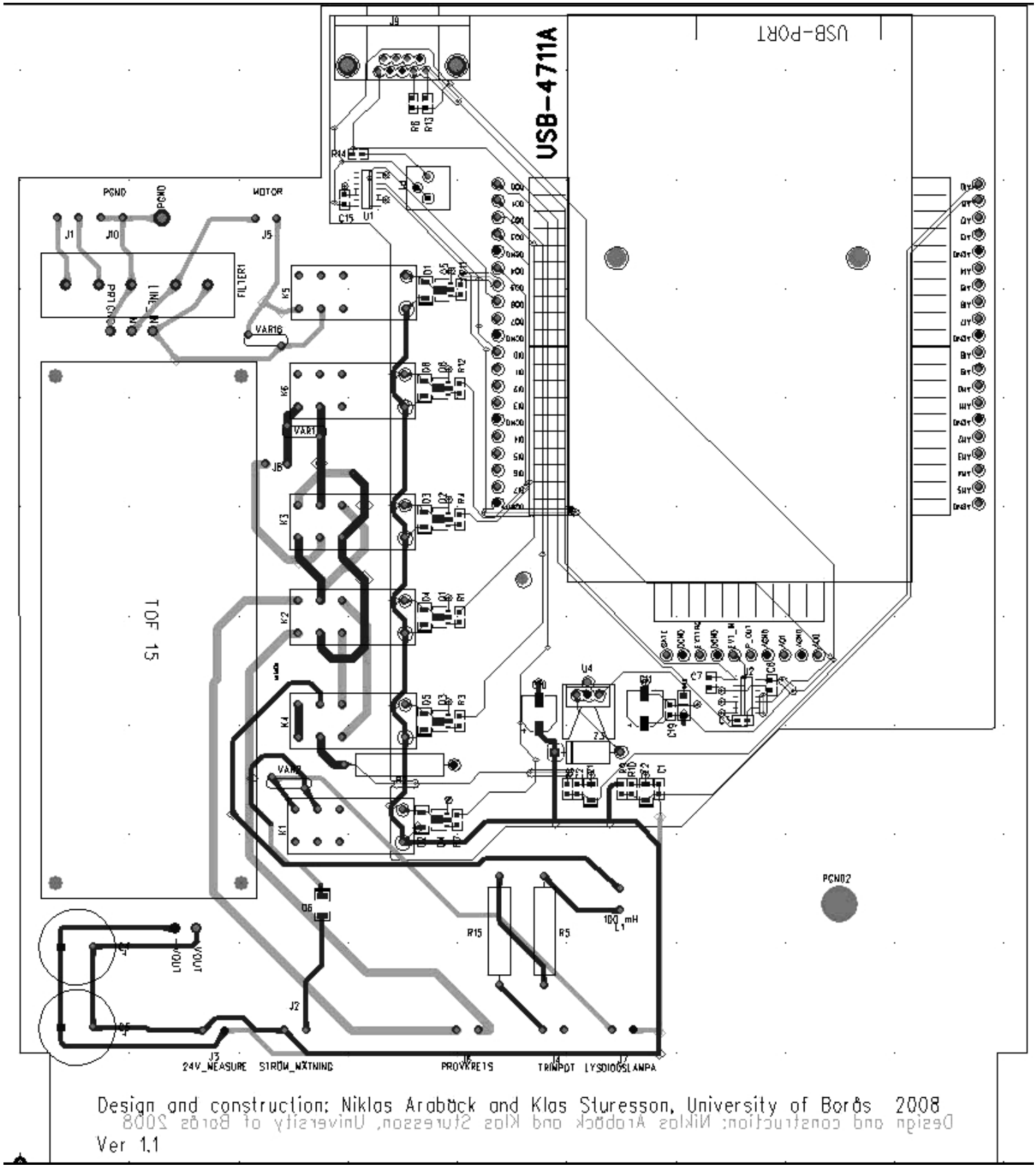
(mm)

Bakpanel



CALIBRATION AND CONTROLLERBOX FOR SPARK IGNITION TEST
SP
MEASURE VOLTAGE
MEASURE CURRENT
TEST CURCUIT
INPUT MAX 8A
CALIBRATION CURRENT ON
CALIBRATION CURRENT
+
-
USB
SPARK VOLTAGE
EXTERNAL SIGNALS
230V MOTOR
DESIGN AND CONSTRUCTION:
NIKLAS ARABÄCK AND KLAS STURESSON, UNIVERSITY OF BORAS
Front_Back_xjobb_final.dsf


REVISION RECORD
LTR
ECO NO:
APPROVED:
DATE:
COMPANY:
HÖGSKOLAN I BORÅS
TITLE:
SPARK IGNITION TEST
CODE:
SIZE:
DESIGNERS:
KLAS STURESSON
NIKLAS ARABÄCK
REV:
1.1
SCALE:
SHEET: 1 OF 1
DRAWN: APRIL 2008
CHECKED:
QUALITY CONTROL:
RELEASED: MAY 15 2008
SPARK_CONTACT_POS
SPARK_CONTACT_NEG
TESTCIRCUIT J6-1
POTENTIOMETER
INDICATOR
EXT_CURR_JUMPER
24V_MEASURE
PGND
MOTOR
POWER1 TOF_15
FILTER1 FILTER_FN406
OPTSENSOR_WHITE
OPTSENSOR_RED
PHOTOTRANS+
EVT_INT
VCC
+24V
HOL/E10.0MM


USB-4711A
USB-PORT
PGND
MOTOR
FILTER1
TOF 15
PGND2
24V_MEASURE
STRÖM_MÄTNING
PROVKRETS
TRIMPOT
LYSDIODSLAMPA
Design and construction: Niklas Arabäck and Klas Sturesson, University of Borås 2008
Ver 1.1

Typ	Antal	Referens	Betäckning	art. Nr	Lev.	Pris/st	Summa	Anteckningar
Låda	1		MAXI2-75	50-918-06	Elfa.se	1 493,00 kr	1 493,00 kr	
Elektroniklåda	1		1002	50-108-14	Elfa.se	81,50 kr	81,50 kr	
Skarvkablage	1		2P+J	25-531-96	Elfa.se	40,30 kr	40,30 kr	
Nätkabel	1		RKK/H05W-F	43-314-19	Elfa.se	43,60 kr	43,60 kr	
Pinn-Pinn kablage	1		9-polig, F-M, 1,8 m	25-962-11	Elfa.se	39,20 kr	39,20 kr	Läsgaffel, detektor exp
Högtalarkabel	3		2,5 kvm	55-654-29	Elfa.se	31,60 kr	94,80 kr	
Apparatintag	1			43-221-45	Elfa.se	92,60 kr	92,60 kr	säkringshållar, strömbrytare
Apparatintag	1			43-211-13	Elfa.se	14,20 kr	14,20 kr	För kablage till motor
Apparatuttag	1			43-211-96	Elfa.se	16,60 kr	16,60 kr	För kablage till motor
D-sub, Stiftdon	1	J9	9-polig, Vinklad	44-164-00	Elfa.se	55,10 kr	55,10 kr	
D-sub, Hylsdon	1		9-polig	44-055-02	Elfa.se	10,40 kr	10,40 kr	
Spänningsmat.	2		Chassihylsdon	43-250-07	Elfa.se	80,40 kr	160,80 kr	För spänning till SIT
Spänningsmat.	2		Chassihylsdon	43-250-23	Elfa.se	35,20 kr	70,40 kr	
Polskruv	4		4 mm	40-730-78	Elfa.se	62,50 kr	250,00 kr	Inkoppling av testkrets
Kortslutningsbygel	1			40-135-20	Elfa.se	57,90 kr	57,90 kr	
Nätfilter	1	FILTER1	0,5 A	69-662-04	Elfa.se	109,00 kr	109,00 kr	
Nätaggregat	1	POWER1	TOF 15-24S	69-952-60	Elfa.se	292,00 kr	292,00 kr	24V 0,7 A
Relä	8	K1-6	Omhron, G2RL-2, 24V	37-154-97	Elfa.se	35,50 kr	284,00 kr	
Kopplingsplint	10	J1-8, J10	MKDSN1,5/2-5,08	48-450-38	Elfa.se	5,52 kr	55,20 kr	5,08 bendelning
Kondensator elktrolyt	1	C4, C5	3,3mF	67-185-55	Elfa.se	23,40 kr	23,40 kr	18x40mm, bend 7,5mm
Lysdiodlampa	1		Röd 24V	33-711-68	Elfa.se	29,70 kr	29,70 kr	
Schmittrigger	1	U2	74HCT14, HEX	73-907-01	Elfa.se	4,38 kr	4,38 kr	
Transientskyddsdiod	2	Z1-2	SM6T6V8A	70-400-09	Elfa.se	13,40 kr	26,80 kr	
D-type, flipflop	1	U1	74HCT74, dual	73-907-92	Elfa.se	4,57 kr	4,57 kr	
fototransistor	2			75-224-69	Elfa.se	5,00 kr	10,00 kr	
Likriktardiod	1	D6	LL4004G	70-431-44	Elfa.se	1,20 kr	1,20 kr	
Switchdiod	6	D1-5, D8	BAS32 Y/Ph	70-300-67	Elfa.se	1,77 kr	10,62 kr	
småsignaltrans.	6	Q1-6	BCX54-16 Y	71-305-94	Elfa.se	5,85 kr	35,10 kr	
Varistorer	3	VAR1-2, VAR16	s07k30	60-301-42	Elfa.se	5,43 kr	16,29 kr	
Motstånd 0805	1	R6	220R	60-423-94	Elfa.se	0,01 kr	0,01 kr	
Motstånd 0805	1	R14	4,7 kohm	60-425-50	Elfa.se	0,01 kr	0,01 kr	
Motstånd 0805	6	R1, R3-4	5,6 kohm	60-425-68	Elfa.se	0,01 kr	0,08 kr	
Motstånd 0805	2	R8-9	10 kohm	60-425-92	Elfa.se	0,01 kr	0,03 kr	
Motstånd 0805	2	R10, R13	1 kohm	60-424-77	Elfa.se	0,01 kr	0,03 kr	
ELY Kondensator	2	C10-11	100 µF, 50V,smt	67-321-92	Elfa.se	1,18 kr	2,36 kr	

Kondensator 0805	7	C1-3, C6-C7	100 nF, 50V	65-766-31	Elfa.se	2,11 kr	14,77 kr	
Zenerdiod	1	D6	1N5350B	70-066-87	Elfa.se	4,86 kr	4,86 kr	
Kylfläns	1		TH220-kylare	75-612-28	Elfa.se	8,95 kr	8,95 kr	
L7805CV	1	U4	5V, 1,5A	73-232-42	Elfa.se	8,76 kr	8,76 kr	
Trimpotetiometer	1	P1	10K	64-634-75	Elfa.se	19,50 kr	19,50 kr	
NFM4516P	1	DR5	EMI-filter	65-614-35	Elfa.se	13,00 kr	13,00 kr	
egentillv. Dist	6				Elfa.se	0,00 kr	0,00 kr	
Mönsterkort	1			-	Elprint	2 437,00 kr	2 437,00 kr	
Läsgaffel	2		OPB880T55Z	75-343-08	Elfa.se	93,10 kr	186,20 kr	
DAQ-module	1	USB1	Advantech USB-4711	25-788-71	Elfa.se	4 452,00 kr	4 452,00 kr	
Motstånd	1		PR03, 82 Ohm	60-864-41	Elfa.se	5,32 kr	5,32 kr	
Motstånd	2	R2, R5	PR03, 39 Ohm	60-864-09	Elfa.se	5,32 kr	10,64 kr	
Potentiometer	1		Pot 7286 2 kohm	64-847-52	Elfa.se	138,00 kr	138,00 kr	
Koppartråd	1		0,25 kvmm	25-172-71	Elfa.se	48,10 kr	48,10 kr	
Induktans	1	L1	99,3 mH,		Egen	0,00 kr	0,00 kr	Se kapitel 3.2.1
fotodiod	2		BPW21	75-000-28	Elfa.se	159,00 kr	318,00 kr	
Summa	**110**						**11 090,28 kr**	