

Elektriska mätsystem och mätmetoder

Laboration 4

Mätningar med LabVIEW

Giuseppe Durisi, Göran Hult, Jessica Chani & Sven Jacobsson

Chalmers tekniska högskola

2016

Uppgift 1 är obligatorisk.

Uppgifterna 2.1 och 2.2 är inte obligatoriska men kan ge 0.5 bonuspoäng/uppgift.

Uppgift 1 skall redovisas i form av en obligatorisk laborationsrapport. Mer omfattande icke-obligatorisk dataanalys kan ge ytterligare 2 bonuspoäng.

Obs! Det är tillåtet att göra uppgifterna innan du kommer till labbtillfället. Dock måste du komma till labbtillfället och redovisa uppgifterna själv.

0 Förberedelse

Följande uppgifter ska vara gjorda *innan* labbtillfället!

1. Läs igenom HP-multimeterns programmeringsmanual och besvara följande frågor.

Vad gör kommandot **MEASure:VOLTage:DC??**

.....

Vilket kommando får multimetern att utföra en fyrtråds resistansmätning?

.....

1 Mätning på NTC-motstånd med LabVIEW

Kommer ni ihåg mätningen som vi gjorde på ett NTC-motstånd i laboration 2?

1.1 Linjärisering av NTC-motstånd

Syftet med denna uppgift är att vi ska använda det vi lärt oss i kursen för att automatisera den kalibreringsmätning av temperaturgivare som gjordes i laboration 2 uppgift 3 (se kretsen i figur 1). Temperaturen mäts dels med en Pt-100-givare och dels med ett linjäriserat NTC-motstånd.

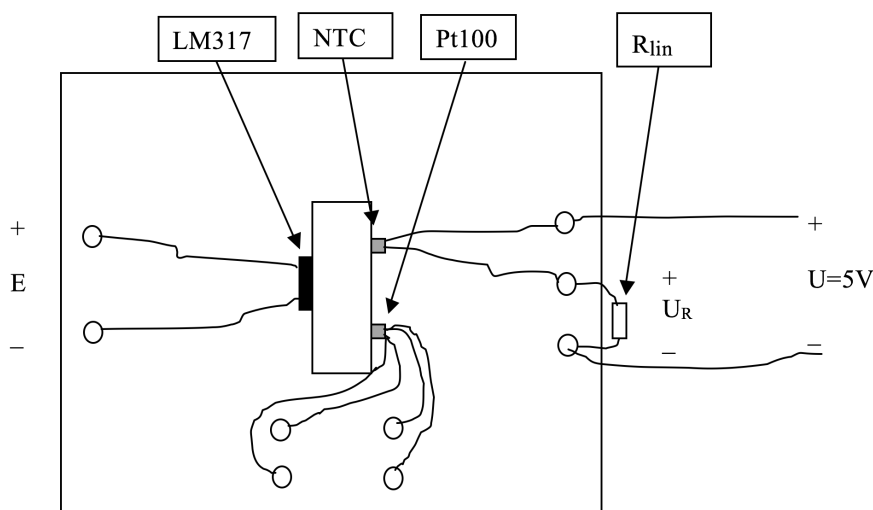


Fig. 1: Mätkrets för uppgift 3.

Skriv ett LabVIEW-program som klarar av att hämta data både från HP-multimetern (som är ansluten via serieport) och från DAQ-kortet. Multimetern som är kopplad till Pt-100-givaren skall konfigureras till fyrtråds resistansmätning.

Funktionen `conf_serial_let271.vi` (som laddas ner från PingPong) kan användas för att ändra serieportsinställningarna så att vi kan kommunicera med HP-multimetern via RS-232-standard. Använd följande inställningar i ert program:

- Baud rate: 9600,
- Data bits: 8,
- Parity: None.

Mätdata från Pt-100-givaren ska omräknas och presenteras i form av beräknat temperaturvärde i °C. Använd **VISA Write** och **VISA Read** för att läsa data från multimetern. Spänningen U_R mäts via DAQ-kortet på datorn och kan lämpligen presenteras i V. Använd

DAQ Assistant för att konfigurera kortet. Välj att läsa in **1 Sample (On Demand)** och sätt **Terminal Configuration** till NRSE.

I panelfönstret skall det finnas möjlighet att ställa in antal mätpunkter samt tiden i sekunder mellan mätningarna. Lämplig timerfunktion är **Wait Until Next ms Multiple** eftersom denna ger ett konstant tidsintervall mellan mätningarna. Senaste mätdata skall presenteras i numeriska indikatorer. Mätdata som en funktion av tiden ska presenteras i två grafer (en för temperatur och en för spänning). Ett exempel på hur GUI:t för programmet kan se ut visas i figur 2.

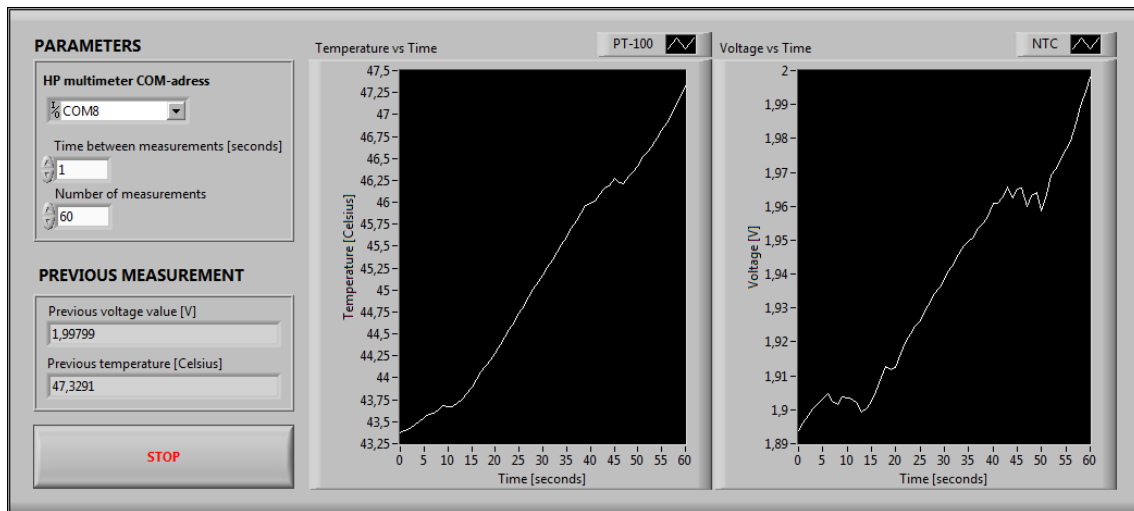


Fig. 2: Exempel på GUI för uppgift 3.

Efter genomförd mätning skall mätdata finnas tillgängligt i form av tre arrayer: tiden i sekunder, temperaturen från Pt-100-givaren i °C samt spänningen från NTC-givaren i V. En dialogruta skall presenteras som frågar om mätdata ska sparas. Om svaret är "ja" ska mätdata sparas i en fil för möjlighet till senare dataanalys (använd **Write To Spreadsheet File**). När programmet fungerar körs mätningar inom samma temperaturområde som i laboration 2 uppgift 3, alltså från 20 °C till 60 °C. Hur länge behöver vi mäta om temperaturen ökar med ungefär 5 °C/minut då $E = 30$ V. Obs! Slå av spänningen E efter genomförd mätning för att skydda komponenterna på mätkretsen. Spara minst en fil med mätdata för kommande analys i laborationsrapporten.

1.2 Tidskonstant för friliggande Pt-100-givare

Tidskonstanten hos en friliggande Pt-100-givare kan bestämmas på följande sätt. I en första mätning mäts en serie av 50 stycken mätvärden som referens för den aktuella rumstemperaturen. Därefter värms givaren upp till en temperatur över rumstemperatur. När givaren sedan kylls av mot rumstemperatur tas en ny serie mätvärden som funktion av tiden. Presentera resultatet av mätningen i en **XY graph** och spara en fil med mätdata för kommande analys.

1.3 Kurvanpassning för mätdata

Skriv ett LabVIEW-program som läser data från lagrade filer från uppgift 1.1 (använd **Read From Spreadsheet File**) och utför sedan kurvpasning och presentation av data. Spänningen från NTC-givaren skall passas till en linjär funktion mot temperaturen. Använd t.ex. funktionen **Linear Fit**. Presentera parametrarna a och b från kurvpasningen i två indikatorer. Presentera mätdata och den passade kurvan i en **XY graph**.

2 Styrning av DAQ-kort med LabVIEW

Datorerna i labbsalen är utrustade med DAQ-kort. Dessa kan användas för att mata ut samt läsa in analoga signaler via kortets inbyggda DA- och AD-omvandlare. Vi ska i den här uppgiften använda oss av LabVIEW för att styra DAQ-kortet.

2.1 Digital-till-analog-omvandling med DAQ-kort

Obs! Följande uppgift är inte obligatorisk men kan ge 0,5 bonuspoäng.

Till att börja med ska vi använda DAQ-kortets DA-omvandlare för att generera analoga signaler. Öppna LabVIEW och skapa ett nytt VI, skapa därefter en ny instans av **DAQ Assistant** (som hittas under **Measurement I/O** i funktionspaletten). Välj att generera en spänning genom att trycka på **Generate Signals** följt av **Analog Output** och **Voltage**. Välj därefter **ao0** för att mata ut spänningen på utgång AO0.

I DAQ Assistant kan man styra vad som ska matas ut på kanalen genom välja **Continuous Samples** under menyn **Generation Mode** och genom att trycka på **Run**. Prova att mata ut olika vågformer genom att ändra **Test Signal Type**, verifiera att rätt vågform matas ut genom att koppla in oscilloskopet på DAQ-kortets utgång AO0.

Hur påverkas signalens frekvens av parametrarna **Samples to Write** och **Rate**?

.....

Ändra **Generation Mode** till **1 Sample (HW timed)** och klicka på **OK** för att stänga **DAQ Assistant**. Placera sedan er **DAQ Assistant** i en **While-loop** och mata in sampel av en sinusvåg med frekvensen $f = 50$ Hz och amplituden $A = 5$ V. Signalen ska matas ut med hastigheten 500 S/s. Verifiera med oscilloskopet att rätt signal genereras när ni kör programmet.

Som ni säkert har märkt så är signalen som ni genererar "hackig", vilket beror på DAQ-kortet håller utsignalens värde konstant mellan sampel (zero-order hold). De abrupta ändringarna i signalen är av högfrekvenskaraktär och kan således till viss del filtreras bort. Koppla upp det passiva filtret i figur 3 som är lågpasmotsvarigheten till högpassfiltret i uppgift 3 från laboration 1 (resistorn och kondensatorn har bytt plats).

Vilken brytfrekvens har filtret?

$f_c = \dots\dots\dots$ [Hz]

Hur skiljer sig den filtrerade signalen från ursprungssignalen (förutom en 55° fasvridning)? Vad händer om vi ökar samplingstakten?

.....
.....
.....

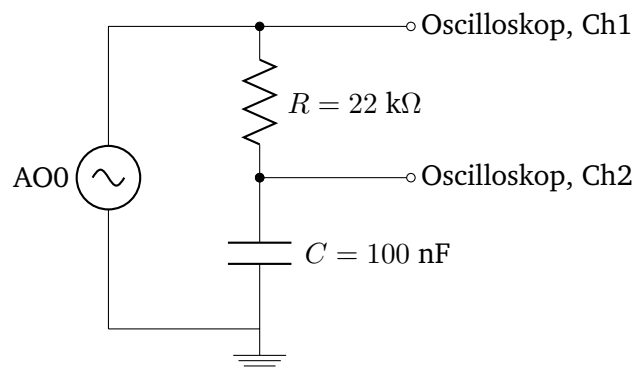


Fig. 3: Passivt lågpassfilter

2.2 Analog-till-digital-omvandling med DAQ-kort

Obs! Följande uppgift är inte obligatorisk men kan ge 0,5 bonuspoäng.

Vi ska nu använda DAQ-kortets inbyggda AD-omvandlare för att sampla den genererade signalen före och efter filtrering. Koppla först den ursprungliga (ofiltrerade) signalen till port **AI0** på DAQ-kortet, skapa sedan en ytterligare instans av **DAQ Assistant** i en **For-loop**. Välj **Acquire Signals** följt av **Analog Input** och **Voltage** i **DAQ Assistant**. Välj sedan **ai0** och för att sampla signalen på ingång **AI0**. Sätt slutligen **Terminal Configuration** till **NRSE** och **Acquisition Mode** som förut till **1 Sample (HW Timed)**. Stäng fönstret med **OK**-knappen.

Sätt samplingstakten för AD-omvandlaren till 5 kS/s^1 och sampla signalen i två sekunder (hur många sampel?). Plotta den samplade signalen i en **Waveform Graph**.

Vi ska nu studera signalens spektrum i LabVIEW med genom att göra en FFT. Ni får gärna återanvända er lösning från uppgift 7 i laboration 3, eller använda den färdiga funktionen `fft_let271.vi` som finns att ladda ner på Ping Pong. Plotta FFT-signalen i logaritmisk skala.

¹Vi har noterat att **DAQ Assistant** ibland missar en sampel vilket resulterar i ett felmeddelande varpå programmet stoppas. För att förhindra detta irritationsmoment kan vi koppla ett **Clear Errors**-block till **error out**-utgången på **DAQ Assistant** för att helt enkelt ignorera detta sampel.

Anslut nu istället den filtrerade signalen till AI0, hur skiljer sig spektrat? Kan vi förklara utseendet på den filtrerade signalen?

.....
.....
.....

Redovisning

Laborationsuppgift 1 ska redovisas i form av en obligatorisk laborationsrapport. Nedan följer en anvisning för vilka rubriker rapporten ska innehålla. Punkt 7 (dataanalys av friliggande Pt-100-element) är inte obligatorisk men kan ge totalt **2 bonuspoäng (0,5 bonuspoäng per genomförd punkt 7.1-7.4)**. Laborationsrapporten lämnas in elektroniskt i PingPong senast **2016-03-11**. Det räcker med att **en rapport lämnas in per labbgrupp**, förutsatt att samtliga namn är angivna i rapporten.

Sammanfattning:

- kort beskrivning av syftet med laborationen och sammanfattande resultat.

1. Introduktion:

- beskrivning av syftet med laborationen.

2. Teori:

- t.ex. hur temperaturen beräknas från de olika givarna.

3. Material och metoder:

- kort beskrivning av vilka instrument och som användes samt ev. kopplingsschema. Det är tillåtet att kopiera bilder från labb-PM.

4. Mjukvara:

- beskrivning av de program som användes i laborationen.

5. Mätningar:

- kort beskrivning av vilka mätningar som har utförts.

6. Resultat:

- presentation av mätresultat i form av tabeller/grafer. Redovisa kalibreringsdata för NTC-motståndet med en graf av U_R som funktion av T (se labb 2 uppgift 3). Skapa grafen genom att exportera mätdata till ett Excel-blad (eller till Matlab) och använd sedan en lämplig plotfunktion. Inkludera också en passad rät linje och ange värden för konstanterna a och b .

7. Dataanalys av friliggande Pt-100-element:

- 7.1. Använd de 50 tidigare uppmätta mätvärdena vid rumstemperatur och beräkna (med till exempel LabVIEW):
 - i. Medelvärde för rumstemperaturen
 - ii. Standardavvikelsen för rumstemperaturen
 - iii. 95% konfidensintervall för t-fördelningen
- 7.2. Gör ett histogram (8-10 staplar) över rumstemperaturmätningen för att studera fördelningsfunktionen (tips: funktionen **Histogram** under **Data Analysis**). Är mätdata normalfördelat? Om inte, varför?
- 7.3. Beräkna Tidskonstanten för givaren (tips: se avsnitt 16.2.5 i kursboken). Rumstemperaturen ska subtraheras från mätvärdena innan du använder metoden i avsnitt 16.2.5. Varför?
- 7.4. Gör en graf som visar dels mätvärdena vid avkylningen samt en anpassad exponentialfunktion. Mätvärdena skall vara ritade som punkter och den passade kurvan ska vara heldragen utan brytpunkter.

8. Slutsatser

- slutsatser/kort diskussion av resultaten.

Bilagor

- t.ex. numeriska beräkningar och källkod.