



CHALMERS

Chalmers Tekniska Högskola

Institutionen för signaler och system

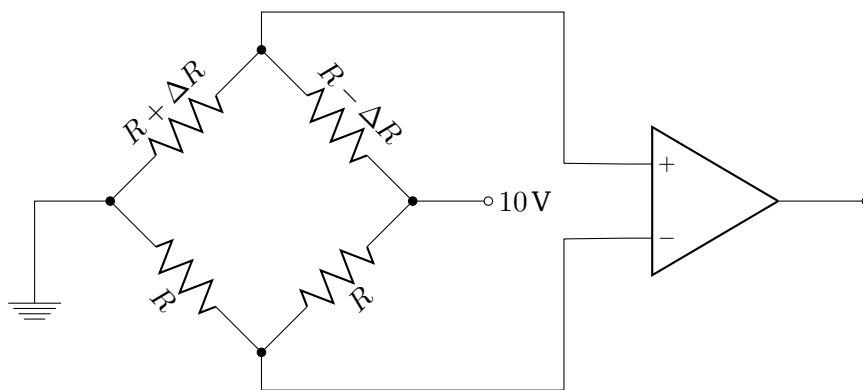
TENTAMEN

KURSNAMN	Elektriska mätsystem och mätmetoder
KURSBETECKNING	LET 271
PROGRAM	Elektroingenjör
ÅRSKURS / LÄSPERIOD	Åk 2 / lp 3
EXAMINATOR	Giuseppe Durisi
TID FÖR TENTAMEN	2016-03-17, kl. 14:00–18:00
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd miniräknare
ANSV. LÄRARE	Giuseppe Durisi Telefonnummer: 031 772 18 02 Besöker tentamen: ca. kl. 16:00
ÖVRIG INFORMATION	Tentamen består av 50 poäng Betygsränser: 20/30/40 poäng

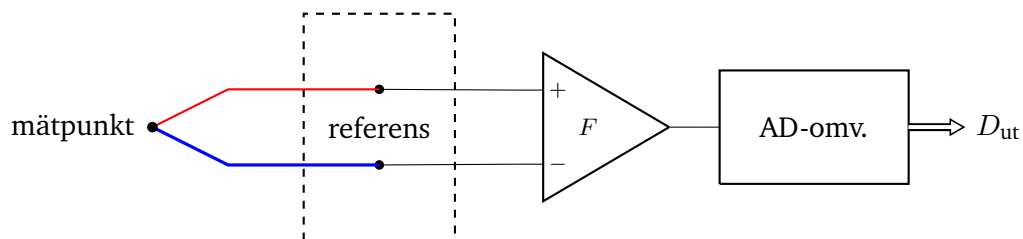
1. Besvara följande.

- (a) Förklara varför fyrtrådsmätning är noggrannare än tvåtrådsmätning. (1p)
- (b) Nämn den huvudsakliga fördelen med att använda en prob till oscilloskopet. (1p)
- (c) Hur många komparatorer krävs i en 10 bitars flash-AD-omvandlare? (1p)
- (d) Förklara Seebeck-effekten och hur den kan användas för att mäta temperatur. (1p)
- (e) Redogör vad som menas med skenbar töjning i samband med resistiva töjningsgivare och förklara hur man kan motverka problemet vid mätning. (1p)

2. En instrumentförstärkare används för att förstärka signalen från två stycken töjningsgivare i en halvbrygga (se figuren nedan). Bryggspänningen är 20 mV.



- (a) Hur stor CMRR måste förstärkaren ha för att felet på grund av den överliggande CM-signalen ska vara mindre än 1%? (3p)
 - (b) Bestäm vilken NM- och CM-förstärkning som krävs om man önskar att bryggspänningen ska förstärkas till 1 V. (1p)
3. Figuren nedan visar ett termoelement av typ T som är kopplat via en förstärkare med förstärkningen $F = 1000$ ggr till en AD-omvandlare vars referensspänning är 10 V. Termoelementets referenspunkt befinner sig i rumstemperatur så att $T_{\text{ref}} = 25^\circ\text{C}$.



- (a) Vilken är den högsta och lägsta temperatur som kan mätas med systemet? (2p)
- (b) Hur många bitar måste AD-omvandlaren ha för att garantera en noggrannhet på 1°C inom det mätbara temperaturintervallet? (2p)

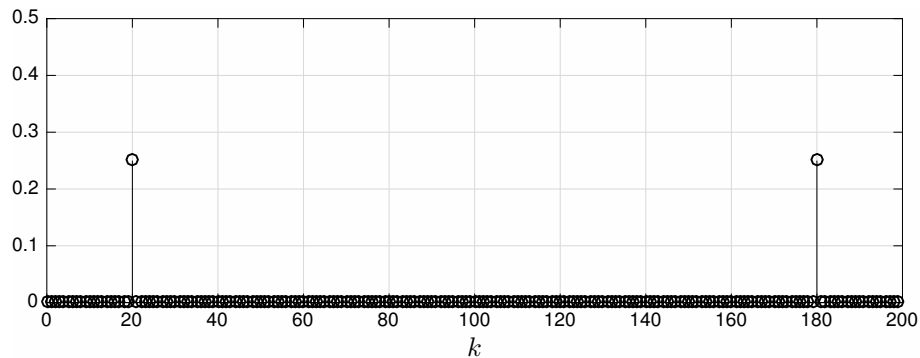
4. Antag att signalen $x(t) = 2 + 4 \cdot \sin(2\pi \cdot 250 \cdot t)$ samplas och kvantiseras av en 8 bitars AD-omvandlare i ett DAQ-kort.

(a) Bestäm lämplig samplingstakt för DAQ-kortet. (1p)

(b) Bestäm lämplig referensspänning för AD-omvandlaren. (1p)

(c) Vad är det maximala kvantiseringsfelet i omvandlingen? (1p)

5. Figuren nedan visar amplitudspektrumet för en signal som har samplats under 200 ms.



(a) Ange vilka **tre** utav följande signaler som kan ha gett upphov till amplitudspektrumet ovan om samplingstakten är 1 kS/s. Motivera dina svar för att få poäng. (3p)

- A. $0,5 \cdot \sin(2\pi \cdot 100 \cdot t + 25^\circ)$
- B. $0,25 \cdot \sin(2\pi \cdot 20 \cdot t - 37^\circ)$
- C. $0,5 \cdot \cos(2\pi \cdot 900 \cdot t)$
- D. $0,25 \cdot \sin(2\pi \cdot 1100 \cdot t - 83^\circ)$
- E. $0,25 \cdot \cos(2\pi \cdot 100 \cdot t) + 0,25 \cdot \cos(2\pi \cdot 1100 \cdot t)$
- F. $0,5 \cdot \sin(2\pi \cdot 180 \cdot t + 5^\circ)$

(b) Skissa amplitudspektrum (som funktion av frekvensindex k) för signal "D" om samplingstakten har ökats till 5 kS/s. (2p)

6. En givare avger en signal med stigtiden 29 ns. Signalen passerar genom en förstärkare och mäts därefter med oscilloskopet TBS1152B-EDU som har bandbredden 150 MHz. Oscilloskopet visar att stigtiden 34 ns.

(a) Beräkna stigtiden för förstärkaren. (2p)

(b) Bestäm förstärkarens bandbredd. (1p)

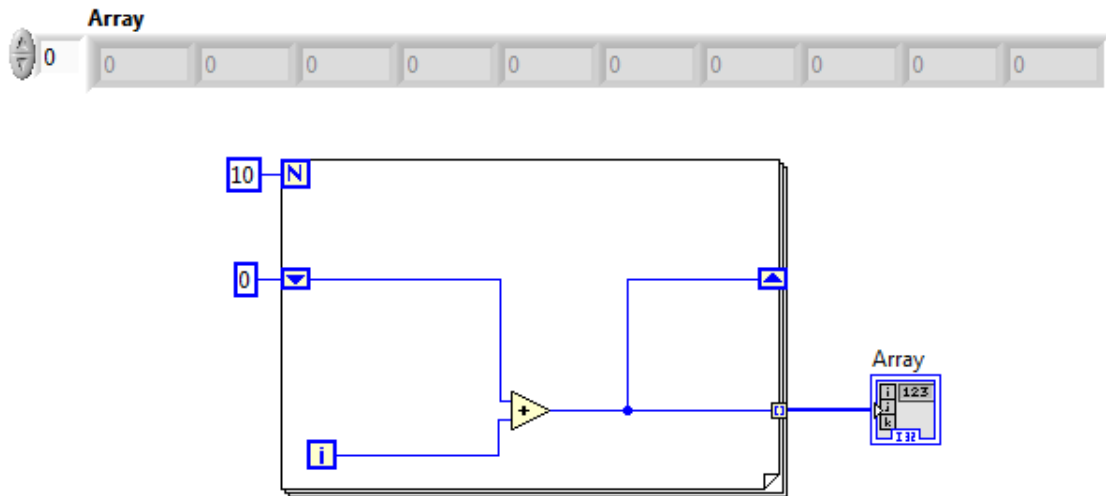
7. Multimetern HP34401 användes för att mäta resistansen hos en Ni-100 motståndstermometer. De uppmätta värdena är: 174,575 Ω , 173,495 Ω , 175,620 Ω , 172,539 Ω , 174,148 Ω , 174.009 Ω .

- (a) Gör en punktskattning av resistansens medelvärde. (1p)
- (b) Bestäm standardavvikelsen för det skattade värdet av resistansen (typ A-osäkerhet). (1p)
- (c) Bestäm 95%-iga konfidensintervallet för det skattade värdet av resistansen (tips: använd tabell för kritiska värden för t-fördelningen). (1p)
- (d) Enligt manualen anges noggrannheten till "0,002% of the reading plus 0,0005% of the range" (säkra gränser). Använd 1 k Ω som "range". Beräkna typ B-osäkerheten samt den totala osäkerheten. (2p)
- (e) Antag att $R_0 = 100 \pm 1 \Omega$ och $\gamma = (6,75 \pm 0,003) \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (säkra gränser); beräkna ett värde på temperaturen. (1p)
- (f) Beräkna den totala osäkerheten för temperaturen. Ange mätvärdet för temperaturen inklusive den totala osäkerheten. (3p)

Tabell: kritiska värden för t-fördelningen.

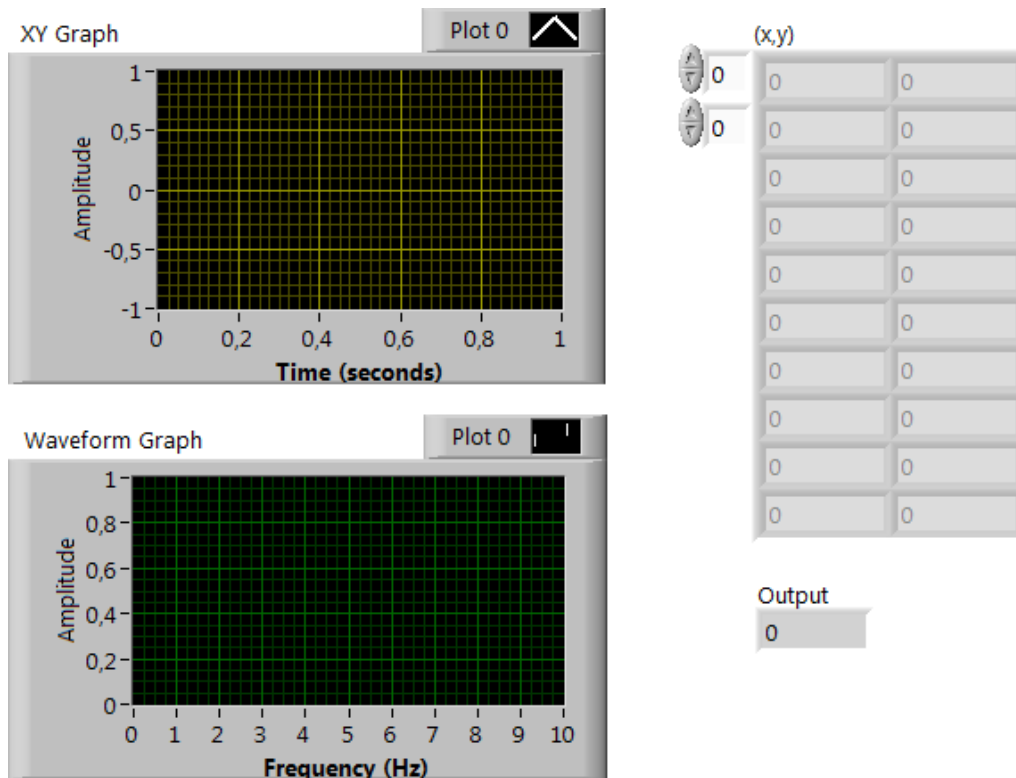
Antal sampel	Kritiskt värde
2	12,7
3	4,30
4	3,18
5	2,78
6	2,57
7	2,45
8	2,37

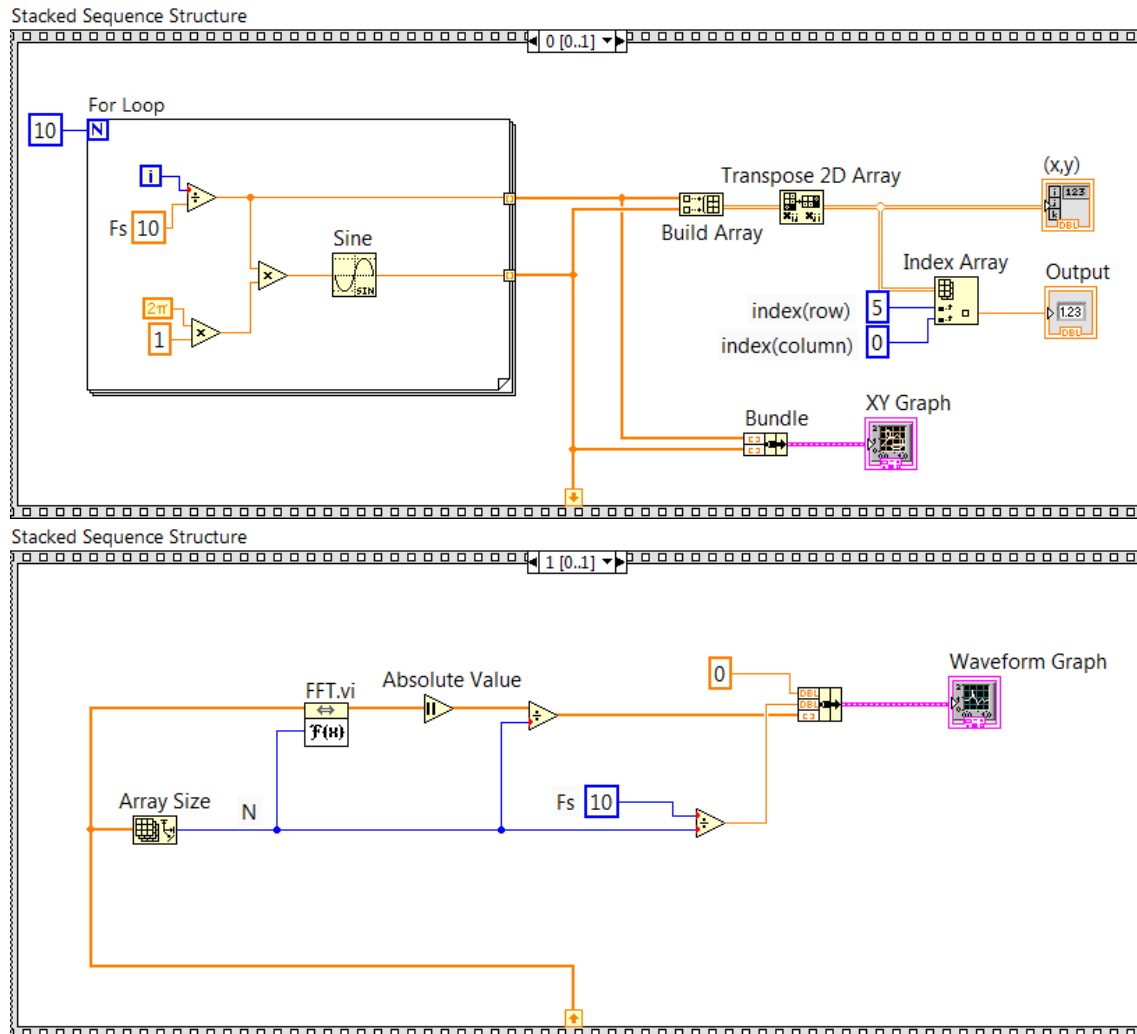
8. Figuren nedan visar panelfönster och tillhörande blockdiagram för ett LabVIEW-program.



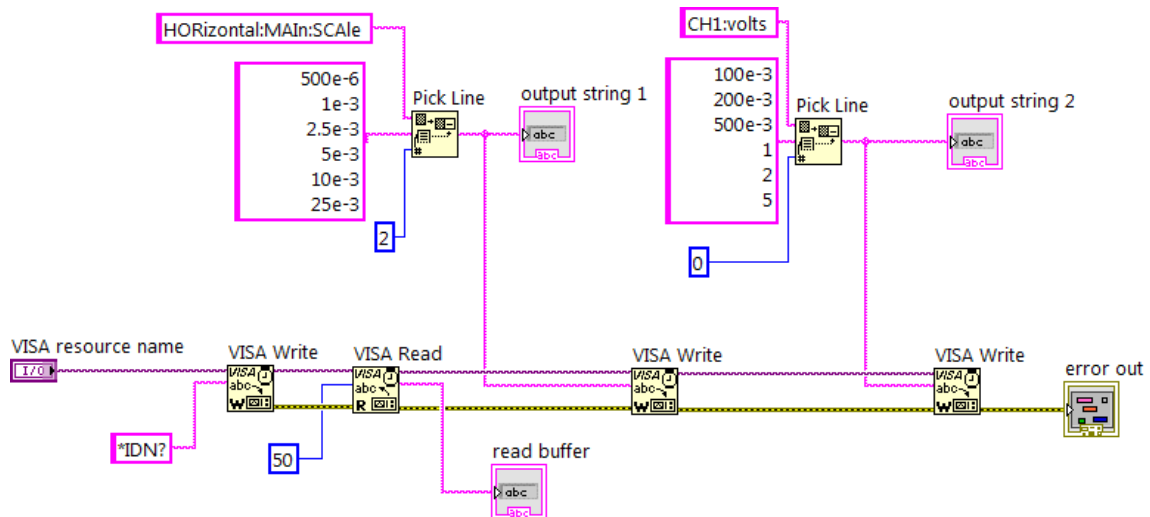
- Förklara hur en "For Loop" fungerar i LabVIEW. (1p)
- Du kör programmet. Vad läser du av i indikatorn "Array"? (2p)
- Förklara hur en autoindexerad tunnel fungerar i LabVIEW. (2p)

9. Figuren nedan visar panelfönster och tillhörande blockdiagram för ett LabVIEW-program.





- (a) Förklara hur ett "Stacked Sequence Structure" fungerar i LabVIEW. (1p)
 - (b) Du kör programmet. Vad läser du av i indikatorn "(x,y)"? (2p)
 - (c) Vad läser du av i indikatorn "Output"? (1p)
 - (d) Rita upp signalen som visas i "XY Graph". (2p)
 - (e) Rita upp signalen som visas i "Waveform Graph". (1p)
10. Figuren nedan visar blockdiagrammet för ett LabVIEW-program som används för att kommunicera med ett oscilloskop
 - (a) Ange vad som kommer stå skrivet i "output string 1" och "output string 2" efter körning av programmet. (2p)
 - (b) Beskriv vad programmet gör samt vad som kommer att ske med oscilloskopet efter körning av programmet. (2p)
 - (c) Varför är det viktigt att koppla "Error Cluster" och "VISA Resource Name" mellan alla VISA-block? (1p)



OSCILLOSKOPETS PROGRAMMERINGSMANUAL

CH<x>:VOLts

Sets or queries the vertical gain of the specified channel. The value of <x> can vary from 1 through 4 for 4-channel instruments or 1 through 2 for 2-channel instruments.

HORizontal:MAIn:SCAle

Sets the time per division for the main time base.

Syntax

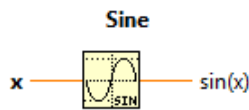
HORizontal:MAIn:SCAle <NR3>

HORizontal:MAIn:SCAle?

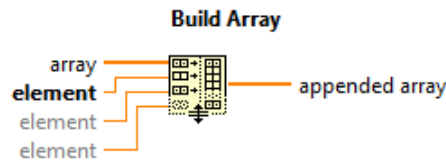
Arguments

<NR3> is the time per division. The range depends on the oscilloscope model. The acceptable values are in a 1–2.5–5 sequence. Other values are forced to the closest acceptable value.

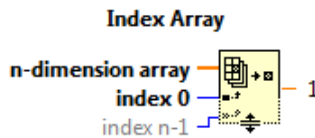
HJÄLPRUTOR



Computes the sine of x , where x is in radians.



Concatenates multiple arrays or appends elements to an n-dimensional array.

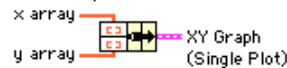


Output
1 DEL element or subarray

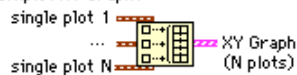
Returns the **element or subarray** of **n-dimension array** at **index**.

XY Graphs:

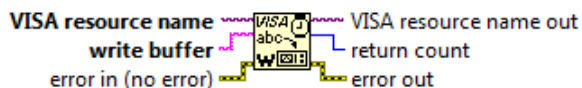
Single Plot XY Graph:



Multiplot XY Graph:

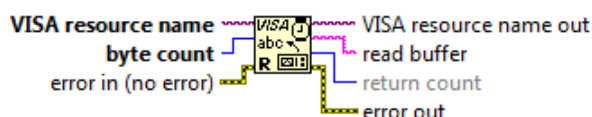


VISA Write



Writes the data from **write buffer** to the device or interface specified by **VISA resource name**.

VISA Read



Reads the specified number of bytes from the device or interface specified by **VISA resource name** and returns the data in **read buffer**.

Array Size



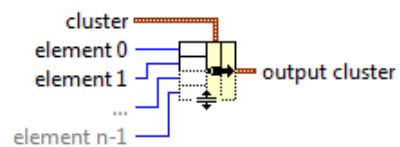
Returns the number of elements in each dimension of **array**.

Transpose 2D Array



Rearranges the elements of **2D array** such that **2D array[i,j]** becomes **transposed array[j,i]**.

Bundle



Assembles a cluster from individual elements.

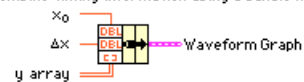
Waveform Graphs:

Wire data directly to waveform graph:

Y Array	Resulting Graph
1D	Single Plot
WDT	Single Plot
2D	Multiplot

WDT (Waveform Data Type) includes timing info. Others default to 0 for x_0 and 1 for Δx .

Combine timing information using a bundle node:



Pick Line



Chooses a line from **multi-line string** and appends that line to **string**.