

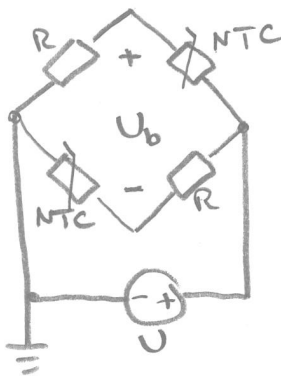
1a) - Dubbelramp (Integrerande)

- Successiv approximation
- Flash

1b) - Mindre termiskt brus

- Mindre kapacitivt kopplade störningar

1c)



1d) DFT tolkar samplad datamängd som en period av en periodisk signal. Om diskontinuitet i periodens början eller slut fås breddning av spektrum $\Leftrightarrow$ Läckage
Kan reduceras med fönsterfkn som reducerar diskontinuiteterna.

1e) Butterworth filter Maximalt slät amplitudförstärkning i passband
Bessel filter Maximalt slät gruppövertid i passband.

1f) Temperatur differens mellan ledarens ändpunkter $\Rightarrow$
Spänning mellan ändpunkter

2] Pt-100 $R = 100(1 + 3,85 \cdot 10^{-4} T) = 100 + 0,385 T \Rightarrow$

Ref temp $T_{ref} = \frac{R-100}{0,385} = \frac{112-100}{0,385} = 31,2^\circ\text{C}$

Termoelement typ-T: $U = -1,95 \text{ mV} \Rightarrow U_r \text{ tabell}$

$T_{mat} - T_{ref} = -54^\circ\text{C} \Rightarrow$

$T_{mat} = -54 + 31,2 = -22,8^\circ\text{C}$

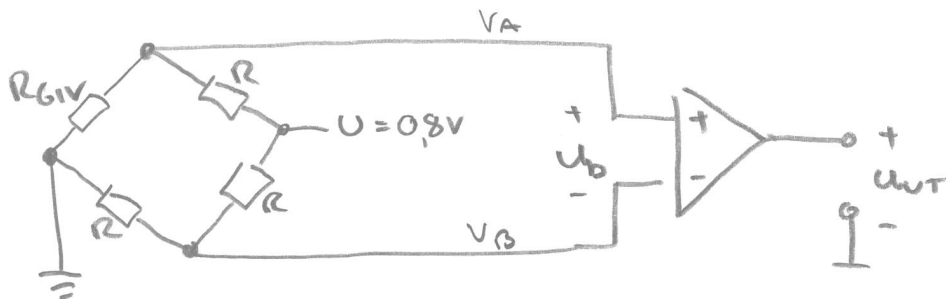
3] Töjning $\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0,3 \cdot 10^{-3}}{1,8} = 1,667 \cdot 10^{-4}$

Relativ resistansändring

hos givare $r = \frac{\Delta R}{R} = k_f \cdot \epsilon = 2,09 \cdot 1,667 \cdot 10^{-4} = 3,483 \cdot 10^{-4}$

Utsp kvartsbrygga $U_b \approx \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} \cdot U = \frac{1}{4} \cdot 3,483 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 = 0,13 \text{ mV}$

4]



$R = 1000 \Omega$

$T = 105^\circ\text{C}$

Ni-1000 $R_{LIN} = 1000(1 + 6,75 \cdot 10^{-3} T) = 1000 + 6,75 T =$

$= 1000 + 6,75 \cdot 105 = \frac{1000}{R} + \frac{708,75}{\Delta R} \Omega$

$U_b = \frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R} \cdot U = \frac{708,75}{4000 + 2 \cdot 708,75} \cdot 0,8 = 0,105 \text{ V}$

$U_{NM} = V_A - V_B = U_b = 0,105 \text{ V} \quad U_{CM} = \frac{V_A + V_B}{2} \approx 0,4 \text{ V}$

$CMRR = \frac{SNR_{ut}}{SNR_{in}} = \frac{U_{NM}}{U_{CM}} = \frac{1}{\frac{0,002}{0,105}} = 1905$

$= 66 \text{ dB}$

5

Datainsamlingstid $T = 8 \text{ ms}$ Samplingshastighet $f_s = 2000 \text{ S/s}$ Samplingperiod $T_s = \frac{1}{f_s} = 0,5 \text{ ms}$ Datamängd $N = \frac{T}{T_s} = \frac{8}{0,5} = 16$ Observationsområde $0 \leq k \leq \frac{N}{2} \Rightarrow 0 \leq k \leq 8$ "Verklig" frekvens $f = k \cdot \frac{f_s}{N} = k \cdot 125 \text{ Hz}$

Ur tabell

$$\begin{cases} Y(0) = 2 \\ Y(2) = 3 + j4 = 5 e^{j53,1^\circ} \\ Y(6) = 3 - j4 = 5 e^{-j53,1^\circ} \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_0 = \frac{Y(0)}{N} \\ A_k = \frac{2|Y(k)|}{N} \end{cases}$$

k	$ Y(k) $	A_k	f (Hz)	$\arg Y(k) \equiv \phi_k$
0	2	0,125	0	0
2	5	0,625	250	$53,1^\circ$
6	5	0,625	750	$-53,1^\circ$

$$\begin{aligned} \underline{y(t)} &= A_0 + A_2 \cos(2\pi 250t + \phi_2) + A_6 \cos(2\pi 750t + \phi_6) = \\ &= \underline{0,125 + 0,625 \cos(2\pi 250t + 53,1^\circ) + 0,625 \cos(2\pi 750t - 53,1^\circ)} \end{aligned}$$

6

Infrekvens $f = 258 \text{ kHz}$ Samplingsfrekvens $f_s = 20 \text{ kS/s}$ $f > \frac{f_s}{2} \Rightarrow$ Vikning sker $f = m \cdot f_s \pm f_1$ tolkas som f_1 där m heltal $258 \text{ kHz} = m \cdot 20 \text{ kHz} \pm f_1$ tolkas som f_1 ($0 < f_1 < \frac{f_s}{2}$)Med $m = 13$ fås $258 \text{ kHz} = 260 \text{ kHz} \pm f_1 \Rightarrow \underline{\underline{f_1 = 2 \text{ kHz}}}$

7.

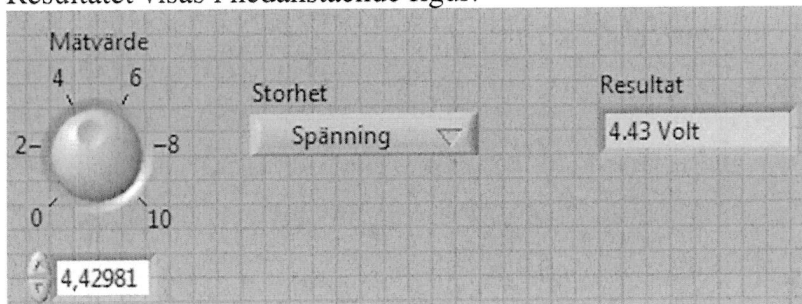
CTRL+E: Växla mellan panelfönster och diagramfönster

CTRL+B: Ta bort dåliga trådar

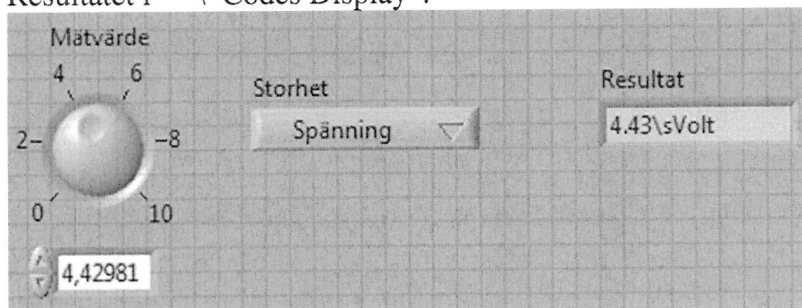
CTRL+L: Ta fram fönstret "Error List"

8.

a. Resultatet visas i nedanstående figur:



b. Resultatet i "'\Codes Display':



9.

- Förutom sekvensrutor finns det en "While Loop" och en "Formula Node" i programmet. (2p)
- Programmet mäter spänning från en multimeter via GPIB-kommunikation. Först utförs sekvensrutan "Sekvens C" där multimetern konfigureras för spänningsmätning (DC). Därefter kommer programmet in i "Sekvensruta D". Denna sekvensruta innehåller en while-loop som upprepas tills antingen stop-knappen trycks in eller maxtiden för programmet nås. I while-loopen hämtas data från multimetern först genom "Sekvensruta A", där multimetern anropas att skicka ett mätvärde och därefter i "Sekvensruta B" där data hämtas från multimetern. Strängen från multimetern omvandlas till flyttal och därefter beräknas temperaturen i en "Formula Node". Med hjälp av shiftregister samlas samhörande spännings- och tidsvärden i arrayer. Mätvärdena presenteras i en "XY Graph" tillsammans med en passad exponentialfunktion. Parametrarna från den passade kurvan presenteras vilket gör det möjligt att tex. beräkna givarens tidskonstant. (3p)
- Kontroller finns för att ställa in parametrarna "a", "b", "Maxtid" samt "Tid mellan mätpunkter". Dessutom finns kontroller i form av en stoppknapp "STOP" samt "parameter bounds" där max och minvärden kan ställas in för de passade parametrarna. (1p)
- Indikatorer finns i form av en "XY Graph" för att presentera mätdata, en strängindikator "String" för att visa den överförda strängen från multimetern samt numeriska indikatorer för att presentera de passade parametrarna "amplitude", "damping" och "offset". Slutligen finns en indikator "T" för att presentera det senaste uppmätta temperaturvärdet. (1p)
- Tidskonstanten beräknas enligt:

$$\tau = -\frac{1}{\text{damping}} = \frac{1}{0,212} = 4,72 \text{ s} \quad (1\text{p})$$

- f. I "Sekvensruta C" ändras strängen till "CONF:FRES" om pt100-givarens resistans skall mätas med fyrtrådsmätning. I "Formula Node" ändras det matematiska uttrycket till $T=(R/100-1)/0,00385$. (2p)

10.

- a. Mätområdet 4 V användes vid spänningsmätningen. (1p)
 b. Utspänningen U beror på temperaturen T enligt sambandet:

$$U = aT + b = 0,0395 \cdot T + 0,342$$

Temperaturen kan därför beräknas från värdet på U enligt sambandet:

$$T = \frac{U - b}{a} = \frac{U - 0,342}{0,0395} = \frac{1,573 - 0,342}{0,0395} = 31,16$$

Temperaturen beräknades till 31,2 °C.

- c. Temperaturen bestäms genom sambandet $T = \frac{U - b}{a}$. Den totala mätosäkerheten

$u_c(T)$ bestäms genom den sammanlagda osäkerheten vid indirekt mätning:

$$\begin{aligned} u_c^2(T) &= \sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial T}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) = \left[\frac{\partial T}{\partial U} \right]^2 u^2(U) + \left[\frac{\partial T}{\partial a} \right]^2 u^2(a) + \left[\frac{\partial T}{\partial b} \right]^2 u^2(b) = \\ &= \left[\frac{\partial T}{\partial U} \right]^2 u^2(U) + u^2(\Delta T_g) \end{aligned}$$

där $u(\Delta T_g)$ är mätosäkerheten hos enbart givaren.

$$\frac{\partial T}{\partial U} = \frac{1}{a} = 25,32$$

I området 4 V är osäkerheten i form av säkra gränser $\pm (0,3 \% \text{ av avläst värde} + 1 \text{ dgt})$. Vid spänningen 1,573 V får vi de säkra gränserna $\pm (0,3 \cdot 0,01 \cdot 1,573 + 0,001) = \pm 0,0057 \text{ V}$. Osäkerheter som är givna med säkra gränser kan vi anta vara rektangulärfördelade. Osäkerheten för U var angiven med säkra gränser vilket ger

$$u(U) = \frac{5,7 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0,0033$$

Osäkerheten för ΔT_g var angiven med säkra gränser $\pm 0,6 \text{ °C}$ vilket ger

$$u(\Delta T_g) = \frac{0,6}{\sqrt{3}} = 0,35 \Rightarrow u_c(T) = \sqrt{[25,32]^2 \cdot 0,0033^2 + 0,35^2} = 0,36$$

Vi kan sammanfatta i nedanstående osäkerhetsbudget:

Storhet	Uppmätt/beräknat värde	Standardosäkerhet	Känslighetskoefficient	Bidrag till totala standard-osäkerheten
U	1,573	0,0033	25,32	0,0835
ΔT_g	0	0,35	1	0,35
T	31,2	-	-	0,36

Mätosäkerheten vid $k = 2$ blir slutligen $\pm 2u_c(T) = \pm 2 \cdot 0,36 = \pm 0,72 \text{ °C}$.

- d. Den dominerande mätosäkerheten är osäkerheten hos mätgivaren.