

# การเก็บข้อมูลระยะยาวด้วย LabView

## 1 บทนำ

ในปัจจุบัน หลายๆ ครั้งเราต้องเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาที่ยาวนานหลายชั่วโมง ทำให้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ (automatic data acquisition) ในการทดลองนี้ นักศึกษาจะเรียนรู้การใช้โปรแกรม LabView ในการเก็บข้อมูลการทดลองในระยะยาว (ประมาณ 6 ชั่วโมงหรือมากกว่า) โดยเราจะบันทึกค่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของของเหลวในภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน เพื่อที่จะหาค่าคงที่ของเวลาในการคาย/ดูดความร้อนของภาชนะนั้นๆ

การทดลองนี้เป็นการทดลองเดี่ยว แต่นักศึกษาสามารถปรึกษากับคู่หูได้

## 2 รายละเอียดการทดลอง

### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

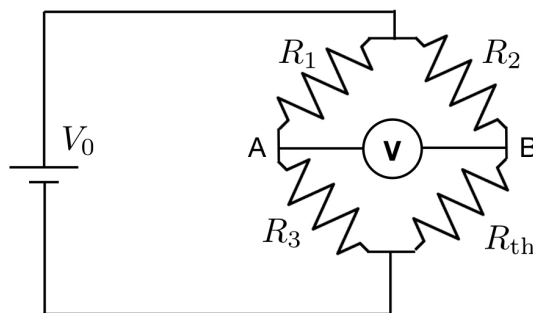
#### 2.1.1 การวัดอุณหภูมิโดยใช้ เทอร์มิสเตอร์ (thermistor)

เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวต้านทานที่ออกแบบมาให้มีความต้านทานแปรตามอุณหภูมิอย่างมีนัยยะ เทอร์มิสเตอร์ที่ใช้งานปกติเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความต้านทานจะต่ำลง ตารางของค่าความต้านทานกับอุณหภูมินั้น สามารถดูได้ในตารางในภาคผนวก

เราสามารถเปลี่ยนสัญญาณอุณหภูมิให้เป็นสัญญาณความต่างศักย์ด้วยการใช้ วงจร bridge ดังรูปที่ (1) ความต่างศักย์ที่โวลต์มิเตอร์วัดได้เท่ากับ

$$V = V_A - V_B = V_0 \left( \frac{R_3}{R_3 + R_1} - \frac{R_{th}}{R_{th} + R_2} \right) \quad (1)$$

เราจะวัดค่าความต่างศักย์นี้กับเวลา แล้วคำนวณกลับไปหาอุณหภูมิกับเวลาของสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้



รูปที่ 1: วงจร bridge ที่ใช้แปลงสัญญาณอุณหภูมิเป็นความต่างศักย์ โดยที่  $R_{th}$  เป็นความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์

#### 2.1.2 Analog to digital converter

การเก็บข้อมูลแบบระยะยาวนั้น หลายครั้งเราจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวบันทึกข้อมูล เนื่องจากคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลเป็นระบบเลขฐานสอง สัญญาณทุกอย่างที่เราจะเก็บข้อมูลจะต้องเปลี่ยนให้เป็นตัวเลขแบบ digital ก่อน อุปกรณ์ที่เปลี่ยนสัญญาณแบบ analog ให้เป็น digital นั้น เราเรียกว่า analog-to-digital converter (ADC)

ตัว ADC นั้นมีคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือความละเอียด (resolution) ซึ่งเป็นตัวบอกว่า ข้อมูลที่เมื่อเปลี่ยนไปเป็นแบบ digital แล้ว จะใช้ตัวเลขฐานสองกี่หลัก (หรือกี่ bit) ตัวอย่างเช่น ถ้า เราต้องการเก็บข้อมูลความต่างศักย์ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 5 V โดยใช้เลขฐานสองแบบ 1 bit เราก็จะเก็บข้อมูลได้แค่ เลข 0 = 0 V และ เลข 1 = 5 V เท่านั้นเอง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0 - 5 V เราจะไม่สามารถเก็บได้เลย

ถ้าเกิดเราเพิ่มจำนวนหน่วย (จำนวน bit) ของเลขฐานสอง ความละเอียดของข้อมูลก็จะยิ่งมากขึ้น อย่างเช่น ถ้าเราใช้ เลข 4 bit ในการเก็บข้อมูล เราจะได้ว่า

$$\begin{aligned} 0000 &= 0 \text{ V} \\ 0001 &= 0.3125 \text{ V} \\ 0010 &= 0.6250 \text{ V} \\ 0011 &= 0.9375 \text{ V} \\ &\dots \end{aligned}$$

เราจะเห็นว่า ค่าความต่างศักย์ที่เล็กที่สุดที่เราแยกได้ด้วยตัวเลขฐานสองจำนวน  $n$  bit จะคำนวณได้จาก

$$V_{\text{resolution}} = \frac{V_{\text{max}}}{2^n} \quad (2)$$

โดยที่  $V_{\text{max}}$  เป็นค่าความต่างศักย์ที่มากที่สุดของข้อมูลของเรา ในการทดลองนี้ เราจะได้ตัว ADC ของบริษัท National Instrument รุ่น USB-6009 ที่มีความละเอียดจำนวน 14 bit

### 2.1.3 LabVIEW (LV)

โปรแกรม LabVIEW (LV) เป็นโปรแกรมที่เราสามารถเขียนให้สื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆได้ ในการทดลองนี้ เราจะเรียนรู้การเขียนภาษา LV เพื่อที่จะสื่อสารกับตัว USB-6009 เพื่อที่จะเก็บข้อมูลความต่างศักย์ที่วัดได้จากวงจร bridge แบบระยะยาว (ประมาณ 6-8 ชม.) ได้โดยที่ผู้ทดลองไม่จำเป็นต้องนั่งเฝ้าเครื่องมือตลอดเวลา

## 2.2 ขั้นตอนการทดลอง

### 2.2.1 การฝึกใช้ LV เบื้องต้น

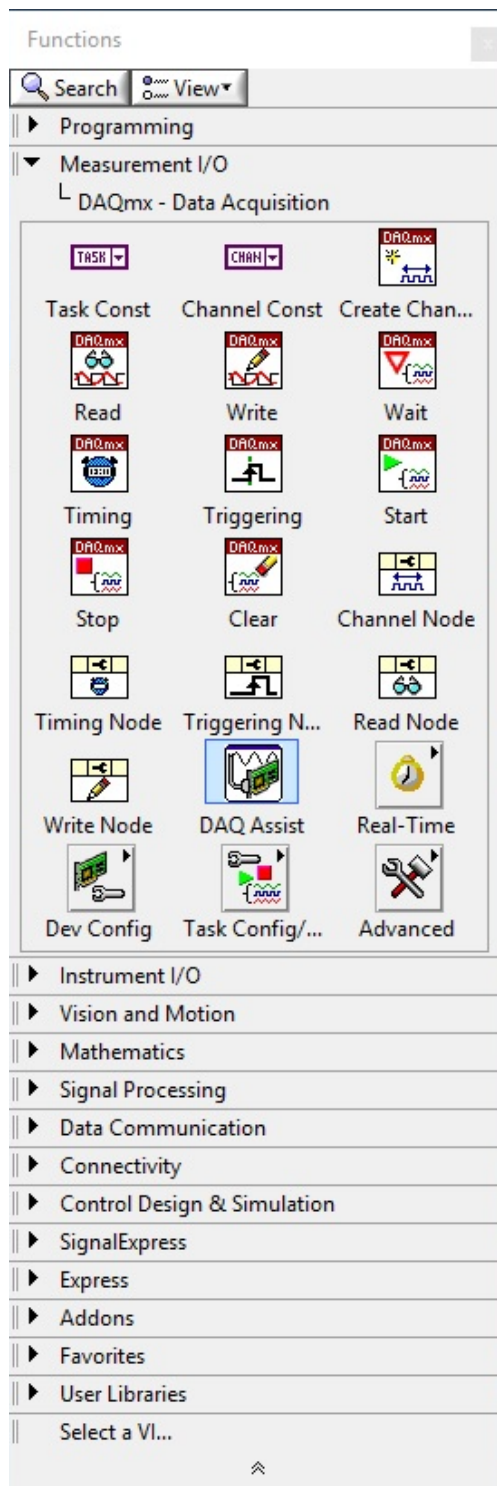
**ความรู้พื้นฐาน** ภาษา LV นั้นเป็นภาษาที่ใช้รูปภาพแทนการเขียนโค้ดเป็นตัวอักษร ให้นักศึกษา ดูวิดีโอสอนการเขียนโปรแกรมใน LV เบื้องต้น โดยไปที่ youtube หน้าต่อไปนี้

1. <https://youtu.be/ZHNlKyYzrPE> สอนการเขียนโปรแกรม hello world เบื้องต้น
2. <https://youtu.be/PqxStfwjQoQ> การส่งผ่านข้อมูล และการคำนวณข้อมูลเบื้องต้น
3. [https://youtu.be/dvShgNdY\\_GE](https://youtu.be/dvShgNdY_GE) ประเภทของข้อมูล (data types) ใน LV
4. <https://youtu.be/HtjgeJc4zA> การแสดงผลข้อมูลด้วยกราฟ
5. <https://youtu.be/hnx9WI2D9zU> การ loop ใน LV

วิดีโอเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของ playlist การใช้งาน LV เบื้องต้น ซึ่งยังมีอีกหลายอันที่น่าสนใจ นักศึกษาสามารถไปดูได้ที่ <https://www.youtube.com/playlist?list=PLB968815D7BB78F9C>

### การสื่อสารกับ USB-6009 เบื้องต้น ในการสร้างความต่างศักย์ (voltage output generation)

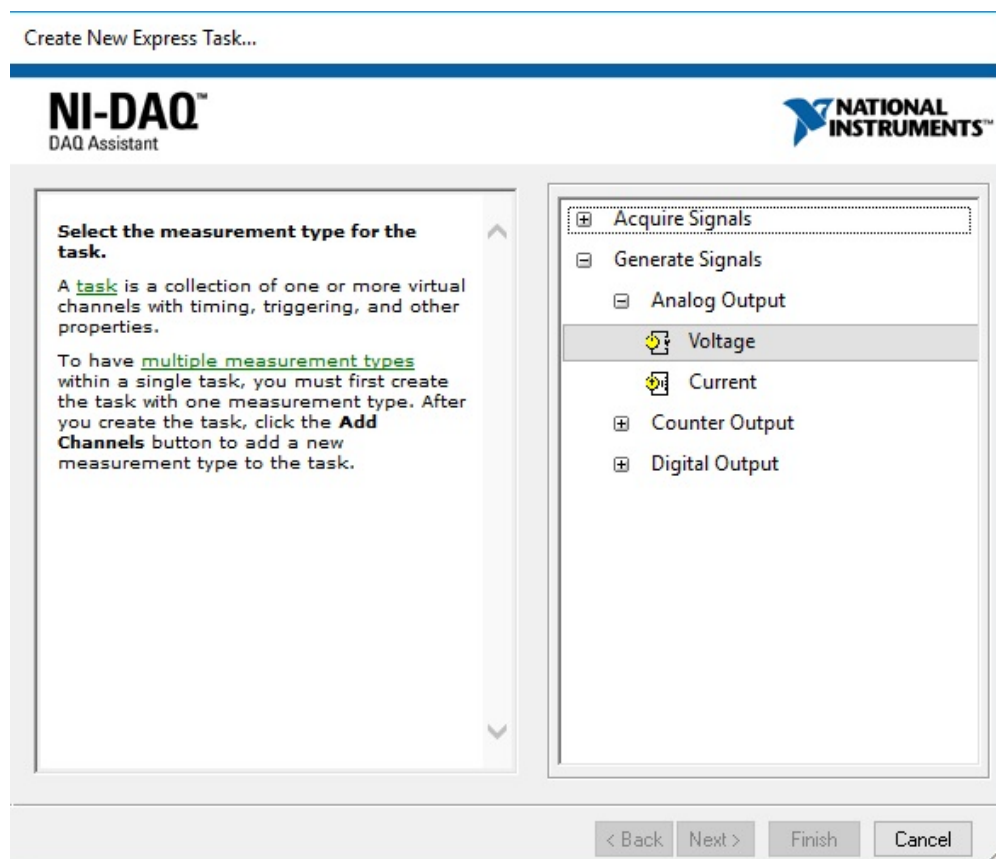
1. ลองเปิด VI ใหม่ว่างๆ แล้ววาง DAQ assistant เข้าไปที่พื้นที่ว่างๆ ด้วยการเลือกจากหน้าต่างที่แสดงในรูปแบบที่ (2)
2. เลือก Generate Signals (รูปที่ (3)) และเลือก channel ที่ต้องการ บน USB-6009 มี Analog Output สองช่องคือ AO0 และ AO1 ให้เลือกชักร้าน
3. เมื่อมาถึงหน้าต่างที่แสดงในรูปแบบที่ (4) ค่าความต่างศักย์ที่จะแสดงจากตัว USB-6009 จะอยู่ในตารางข้างบน (ในกรณีนี้เป็น 4.5 V) ให้ลองกด Run แล้ววัดค่าความต่างศักย์ด้วย multimeter อย่างเช่นในรูปแบบ (5)
4. จะเห็นว่า เมื่อเรากด stop แล้วค่าความต่างศักย์ output ยังคงค้างอยู่ในค่าที่เราตั้งไว้ล่าสุด
5. USB-6009 ไม่สามารถที่จะให้ความต่างศักย์ที่มากกว่า 5V ได้ ให้ระวังตรงจุดนี้



รูปที่ 2: DAQ Assist ที่สามารถเลือกได้

การสื่อสารกับ USB-6009 เบื้องต้น ในเก็บข้อมูลความต่างศักย์ (voltage input acquisition)

1. ให้ทำขั้นตอนคล้ายกับข้างบน เพียงแต่เปลี่ยนเป็น Acquire Signal → Analog Input → Voltage
2. เลือก Signal Input Range ให้เหมาะสม (ค่าที่เลือกได้คือ  $\pm 1$ ,  $\pm 1.25$ ,  $\pm 2$ ,  $\pm 2.5$ ,  $\pm 4$ ,  $\pm 5$  V)
3. ลองเลือก Signal Input Range เป็น  $\pm 5$  V แล้ว ต่อสัญญาณจาก AO0 ที่เราตั้งไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ แล้วต่อเข้ากับ ช่อง AI ที่เราเลือกไว้ (กรณีนี้ ตัวอย่างเป็น AI3)
4. สัญญาณขาเข้า AI3 นั้นมาสามารถเลือกได้สองโหมดคือ RSE ซึ่งเป็นสัญญาณเทียบกับ GND หรือ Differential ซึ่งจะเป็นสัญญาณ



รูปที่ 3: เลือก Generate Signals

AI3+ สลับกับ AI3- (ลองพลิกกลับด้านตัว USB-6009 ดู) การวัดสัญญาณจาก bridge นั้น โหลด differential จะเหมาะสมกว่า

5. เลือก Acquisition Mode เป็น 1 Sample (On Demand) ซึ่งจะอ่านค่า AI3 แล้วแสดงให้เราดูอย่างต่อเนื่อง (เนื่องจากโปรแกรมถูกตั้งไว้ให้อ่านค่าซ้ำไปเรื่อยๆ) ตามที่แสดงในรูป (6) ให้ลองกด Run

## 2.2.2 ออกแบบวงจร bridge สำหรับการแปลงอุณหภูมิเป็นค่าความต่างศักย์

ในการเก็บข้อมูลระยะยาว นักศึกษาต้องวางแผนก่อนว่า สัญญาณที่เราจะวัดนั้นจะอยู่ในช่วงกี่โวลต์ถึงกี่โวลต์ ค่าที่เหมาะสมคือค่าที่ครอบคลุมย่านของตัว ADC พอดี

ตัวอย่างเช่น ในการทดลองที่เราวัดการละลายของน้ำแข็ง เราทราบค่าอุณหภูมินั้น จะเริ่มจากประมาณ  $0^{\circ}\text{C}$  ถึงประมาณ  $30^{\circ}\text{C}$  (ซึ่งเป็นอุณหภูมิห้อง) นั่นแปลว่า ในช่วงของการเก็บข้อมูลทั้งหมดนั้น ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์นั้น จะมีค่าตั้งแต่  $R_{th} = 0\ \Omega$  ถึง  $R_{th} = 0\ \Omega$  ถ้าหาก ADC ของเรานั้น มีย่านในการวัดความต่างศักย์ตั้งแต่ 0 - 5 V เราสามารถเลือก  $R_1, R_2$  และ  $R_3$  ที่มีค่าเหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ได้ค่า  $V = V_A - V_B$  มีค่าตั้งแต่ 0 - 5 V ได้

ถ้าเราเลือก  $R_1, R_2$  และ  $R_3$  ไม่เหมาะสม ทำให้สัญญาณความต่างศักย์นั้น มีย่านที่น้อยเกินไป เช่น แทนที่จะเป็น 0 - 5 V กลับเป็น 0 - 0.5 V นั่นหมายความว่าเราเสียความละเอียดของ ADC ไปฟรีๆ

ในทางกลับกัน ถ้าเราเลือก  $R_1, R_2$  และ  $R_3$  ไม่เหมาะสม ทำให้สัญญาณความต่างศักย์นั้น มีค่า เกิน ย่านที่รับได้ของ ADC จะทำให้สัญญาณที่วัดได้นั้นไม่สมบูรณ์ กล่าวง่าย ๆ คือ สัญญาณที่มีค่าเกิน 5 V นั้น จะทำให้ ADC อ่านได้ 5 V ตลอด

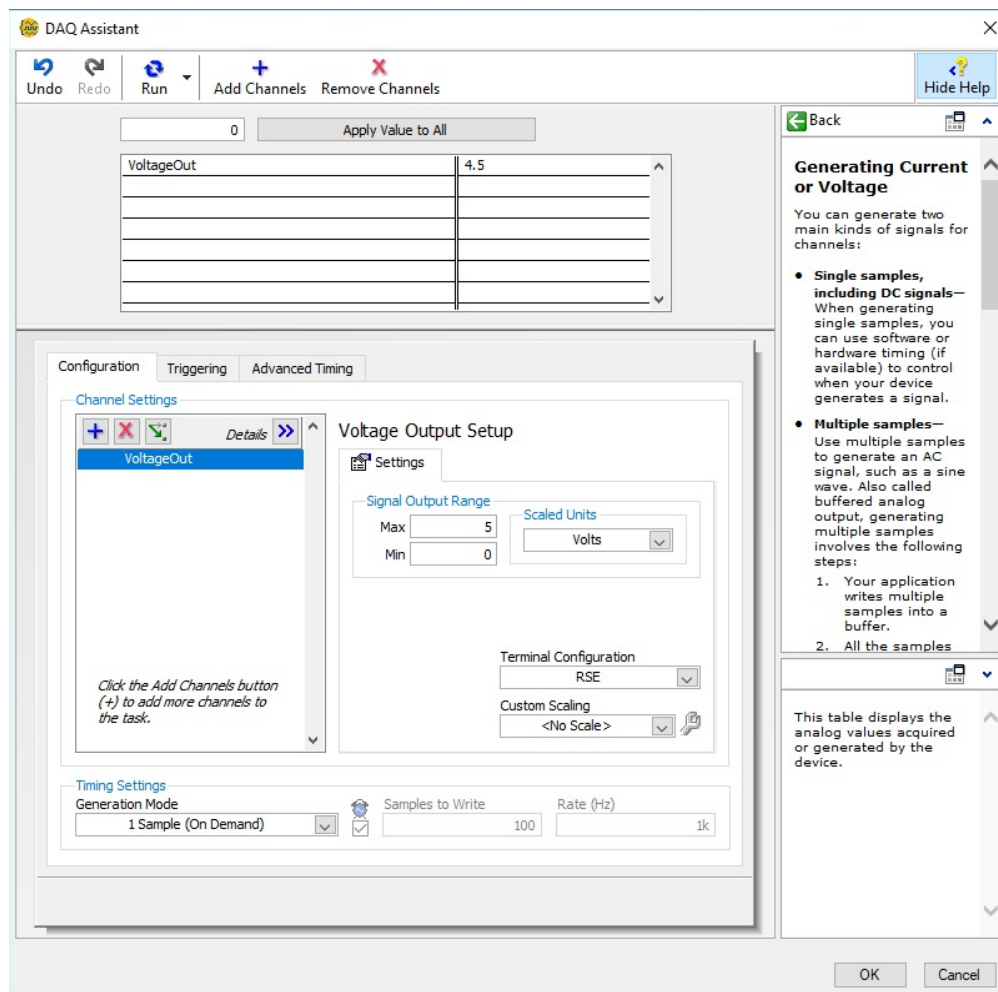
เพื่อความสะดวกของนักศึกษา ให้ใช้  $R_1 = R_2 = R_3 = 3.3\ \text{k}\Omega$  ที่เตรียมไว้ให้

ขั้นตอนนี้ให้นักศึกษาวางแผนให้ดีกว่าก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูลระยะยาว

ในรูปที่ (1) นั้น ให้ใช้ voltage out (AO0 หรือ AO1) ของ USB-6009 เป็นตัวกำเนิดความต่างศักย์  $V_0$  (แนะนำให้ใช้ 5V)

## 2.2.3 การเก็บข้อมูลระยะยาว

การเก็บข้อมูลระยะยาวนั้น คำแนะนำคือ เราจะสร้าง timed loop (อยู่ใน Programming → Structures → Timed Structure → Timed Loop) ซึ่งจะวนลูปในอัตราที่เราตั้งได้ (เช่น ทุกๆ 2 วินาที หรือ 5 วินาที) ภายในลูป นั้น เราจะอ่านค่า จาก USB-6009 หนึ่ง



รูปที่ 4: ทดลองปรับให้ความต่างศักย์ที่สร้างเป็นไปตามที่เราต้องการ

ค่า และเขียนข้อมูลลงใน text file โดยการใช้ Write to measurement file (อยู่ใน Programming → File I/O → Write Meas File) เพื่อให้เราสามารถดูค่าข้อมูลแบบ real time ได้ เราก็ควรจะใส่ Waveform chart เข้าไปด้วย ตัวอย่างตัวโปรแกรม (ซึ่งนักศึกษาไม่จำเป็นต้องทำตามแบบนี้) ถูกแสดงให้เห็นรูป (7)

นักศึกษาจะเห็นว่า ข้อมูลที่ได้จาก DAQ Assistant นั้น ต้องเปลี่ยนโดยใช้ “Convert from Dynamic Data” ก่อน จึงจะนำไปพล็อตใน Waveform Chart ได้

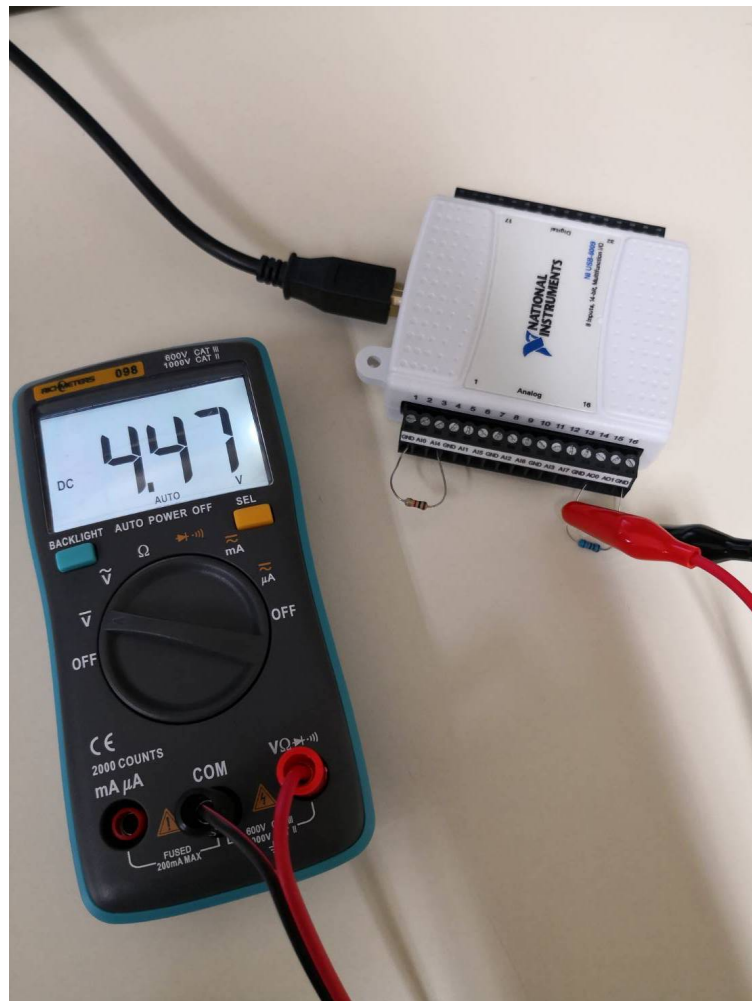
เมื่อนักศึกษาเขียนโปรแกรม LV เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่ทำการเก็บข้อมูลระยะยาว ให้ทดลองเก็บข้อมูลระยะสั้นก่อนว่ามีปัญหาใดๆหรือไม่ สิ่งที่จะต้องตรวจสอบคือ

- ได้ตรวจสอบแล้วหรือไม่ว่าจะเก็บข้อมูลหนึ่งค่าทุกๆกี่นาที่หรือกี่วินาที
- ข้อมูลที่เก็บได้แล้ว มีการ save ข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่ เขียนทับข้อมูลเก่าหรือไม่ (แนะนำให้ใช้ Append to file)
- ต่อวงจรอย่างถูกต้อง ดูตัวอย่างในรูปที่ 8
- อย่าลืมแจ้งให้ผู้ดูแลห้องและเพื่อนที่อาจจะใช้ห้องทราบถึงการทดลอง เพื่อป้องกันการรบกวนการทดลอง

## 2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองนี้ นักศึกษาควรจะได้ข้อมูลอย่างน้อยสองชุด นั่นคือการเย็นตัวของน้ำร้อนในแก้วฉนวนความร้อน และการละลายของน้ำแข็งในแก้วฉนวนความร้อน

นักศึกษาอาจจะเคยทราบมาว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของวัตถุในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเท่ากับ  $T_R$  นั้น บรรยายได้ด้วย



รูปที่ 5: ตัวอย่างการทดสอบ voltage out จาก USB-6009

สมการ Newton's law of cooling

$$\frac{dT}{dt} = A(T_R - T) \quad (3)$$

โดยที่  $t$  เป็นเวลา และ  $A$  เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นกับระบบ

จากข้อมูลที่ได้ ให้นักศึกษาวิเคราะห์ว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนหรือน้ำแข็งในแก้วฉนวนความร้อนนั้นเป็นไปตามสมการ (3) หรือไม่

### 2.3 คำแนะนำทั่วไปและข้อควรระวัง

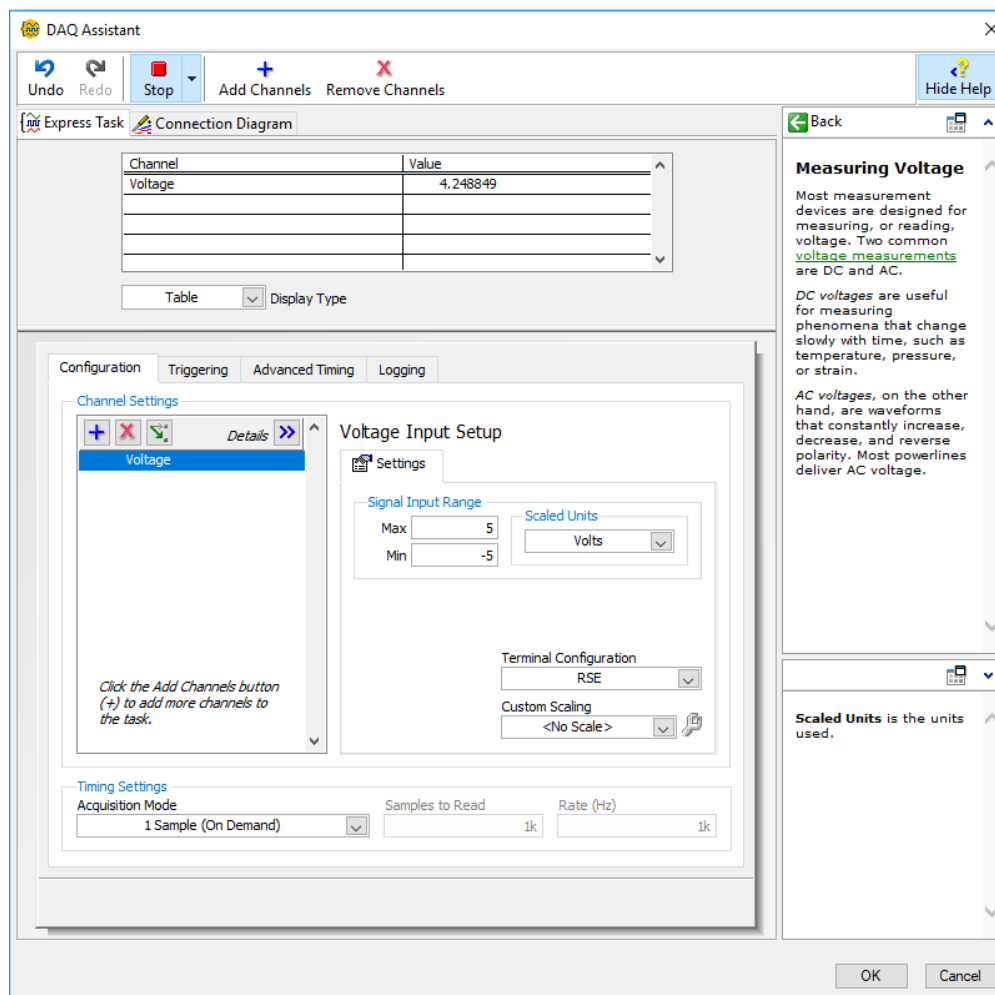
- ติดป้ายให้ชัดเจนระหว่างทำการทดลองเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนจากสิ่งที่ไม่คาดฝัน

## 3 คำถามก่อนการทดลอง

1. ช่วงอุณหภูมิที่เราจะวัดในการทดลองคือเท่าใด สอดคล้องกับความต้านทานเท่าใดของเทอร์มิสเตอร์
2. ค่าความต้านทานที่เหมาะสมของ  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  ของวงจร bridge คือเท่าใด
3. ค่าความละเอียด USB-6009 คือ 14 bit หมายความว่าเราจะวัดค่าอุณหภูมิได้ละเอียดเท่าใด

## 4 คำถามเพิ่มเติม

1. นักศึกษาคิดว่ามีประโยชน์มากน้อยเพียงใดที่เราจะเพิ่มเวลาในการเก็บข้อมูลจาก 6 ชั่วโมงเป็น 6 วัน



รูปที่ 6: ตัวอย่างการทดสอบการอ่านค่า voltage in จาก USB-6009

2. ลองคิดว่าการวัดค่าความต้านทานด้วยวงจร bridge นั้นมีข้อดีอย่างไรบ้าง

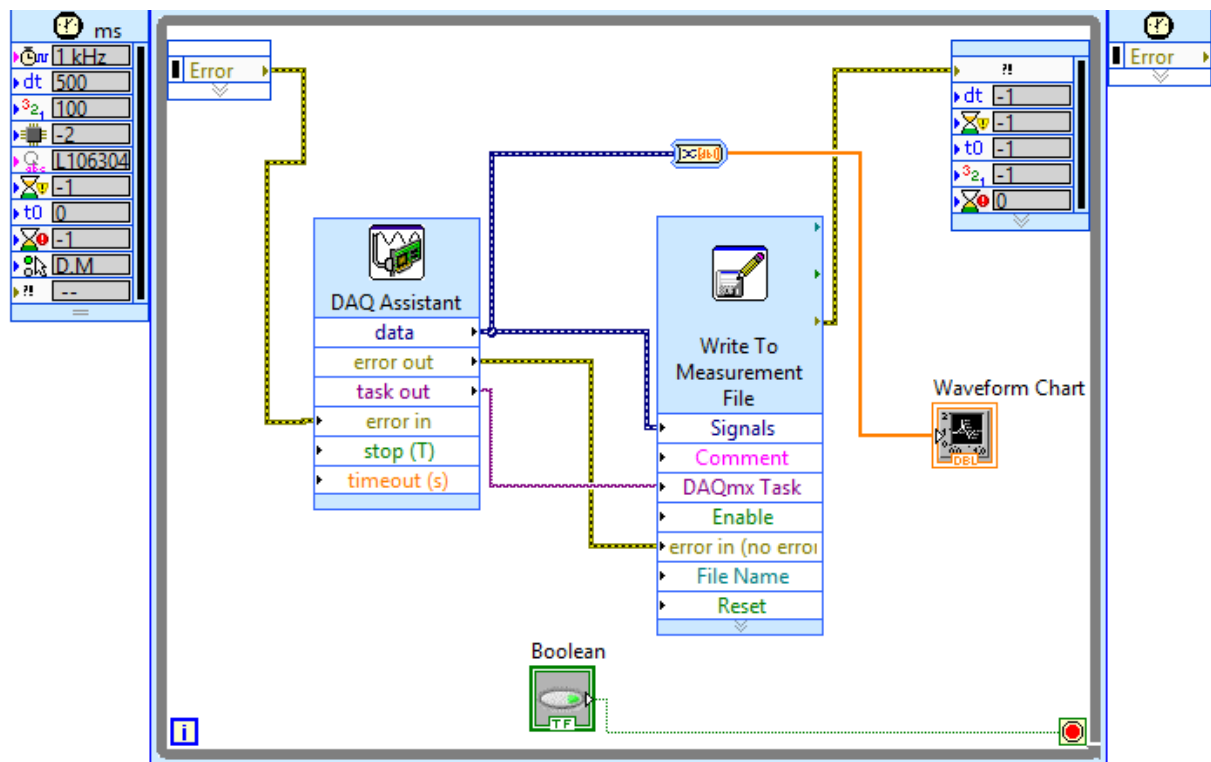
## 5 Checklist

### 5.1 เมื่อเสร็จสิ้นสัปดาห์ที่ 1

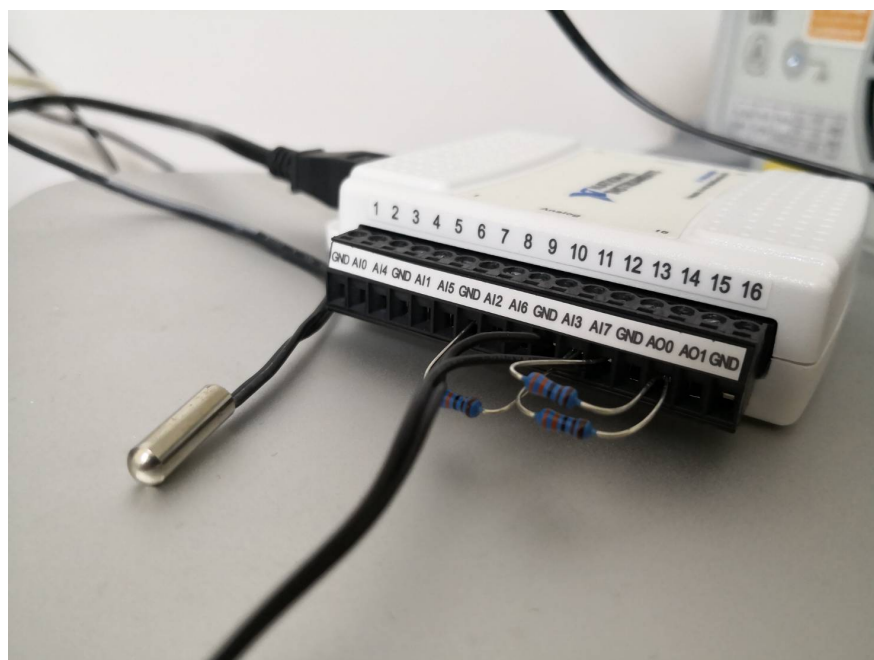
- สามารถสื่อสารกับ USB-6009 ได้สำเร็จ โดยสามารถให้ USB-6009 อ่านค่าความต่างศักย์ และ ส่งออกค่าความต่างศักย์ได้

### 5.2 ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 และ 2

- เก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำข้ามคืนเสร็จอย่างน้อยสองชุด (น้ำร้อนและน้ำแข็ง)



รูปที่ 7: ตัวอย่างโปรแกรมที่เอาไว้เก็บข้อมูลระยะยาว



รูปที่ 8: ตัวอย่างการต่อเทอร์มิสเตอร์เข้ากับ USB-6009 เพื่อเก็บข้อมูล แท่งสีเงินๆคือเทอร์มิสเตอร์