

Lab1 : Sensors Report

Name

- นายชยากร ชื่นประเสริฐ 66340500012
- นายนาราช นรากุลพัชร 66340500027
- นายพิสิษฐ์ มงคลวิสุทธิ 66340500033

จุดประสงค์

- เพื่อศึกษาการทำงานของ Potentiometer ทั้งหมดในชุดการทดลอง

สมมติฐาน

- ไฟฟ้าอัตราส่วนระหว่างขาออกต่อขาเข้าของ Rotary Potentiometer เมื่อเทียบกับการหมุนตัว knob ในแต่ละอัตราส่วนของแต่ละรุ่นเป็นอย่างไร

ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : PTB181-K420K-103A2, PTB181-K420K-103B, PTB181-K420K-103C
- ตัวแปรตาม : ผลลัพธ์อัตราส่วนของไฟฟ้าขาออกเทียบกับไฟฟ้าขาเข้า
- ตัวแปรควบคุม : วิธีการคำนวณผล, ระยะเวลาโดยประมาณ, ชนิดของบอร์ด stm32, กำลังไฟขาเข้า 3.3V

นิยามศัพท์เฉพาะ

V แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

V_{ref} แรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาเข้า

V_{ADC} แรงดันไฟฟ้าที่ได้หลังจากการแปลงค่าที่ค่าได้ในบอร์ด stm32

$V_{out}(\%)$ อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาออกเทียบกับแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาเข้า

ADC ค่าที่อ่านได้ในบอร์ด (bit)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

แรงดันไฟฟ้า คือ หน่วยที่ใช้ในการวัดแรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลต์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

PTA6043-2015DPA103

<https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103A2?qs=ZTdx6reOWK%2F91p994fqu2g%3D%3D>

PTA6043-2015DPB103

<https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103B?qs=lvslBe2ZGq6RfINsykxUA%3D%3D>

PDB181-K420K-103A2

<https://th.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103C?qs=lvslBe2ZGq7NWK18gilWvg%3D%3D>

Datasheet

<https://th.mouser.com/datasheet/2/54/PDB18-1013655.pdf>

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เลื่อนตำแหน่งของ potentiometer แบบหมุนไปยังจุดที่กำหนด
2. กดปุ่ม “หาค่าเฉลี่ย” ใน Simulink file เพื่อทำการหาค่าเฉลี่ยในเวลา 1 วินาที เพื่อเก็บค่าที่วัดได้ 1,000 ค่ามาหาค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น
3. ทำการวัดค่าจำนวน 10 ครั้ง โดยค่อยๆหมุนทีละ 10 % ของตัว Rotary potentiometer
4. นำค่าเฉลี่ยทั้ง 10 ค่ามาใส่ใน MATLAB โดยการกด “upload” ใน Simulink file เพื่อส่งค่าที่วัดมาได้ใส่ใน workspace
5. ทำการ plot ค่าที่ได้ออกมาและทำการเทียบกับ datasheet ของอุปกรณ์นั้นและสรุปผล

วัสดุอุปกรณ์

1. PDB181-K420K-103A2
2. PDB181-K420K-103B
3. PDB181-K420K-103C

4. Nucleo STM32G474RE พร้อมสายอัปโหลด จำนวน 1 ชุด
5. PotenXplorer จำนวน 1 ชุด - ฐานสามารถบรรจุบอร์ดควบคุม, Breadboard, Potentiometer, 3D-Print ใช้สำหรับการวัดมุมการหมุนของ Potentiometer ลักษณะคล้ายไม้โพรแทกเตอร์
6. สายจัมเปอร์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของอุปกรณ์และ datasheet ของ Rotary Potentiometer แต่ละชนิด
 2. สร้าง Simulink สำหรับการแปลงค่าที่อ่านได้จากบอร์ดเป็นค่าปกติ และแปลงให้เป็นอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ได้เปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟ และสร้าง ตัวเก็บค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าโดยรวม
- โดยในการแปลงค่าเฉลี่ยที่ได้จากบอร์ด โดยกับค่าเป็น 12 bit ต้องทำการแปลงค่าที่รับให้กลายเป็นค่าปกติก่อน โดยมีวิธีการดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times V_{ref}}{2^n - 1}$$

โดยปกติแล้วจำนวน bit ที่ตั้งค่าไว้จะเป็น 12 bit ทำให้ค่าที่เก็บได้จะมีจำนวน $2^{12} - 1$ ค่า และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายผ่านตัว Rotary Potentiometer มีจำนวน 3.3V จึงเป็นได้การใช้งานดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times 3.3V}{4095}$$

ส่วนของการหาอัตราส่วนเทียบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจจับได้ สามารถหาดังสมการนี้

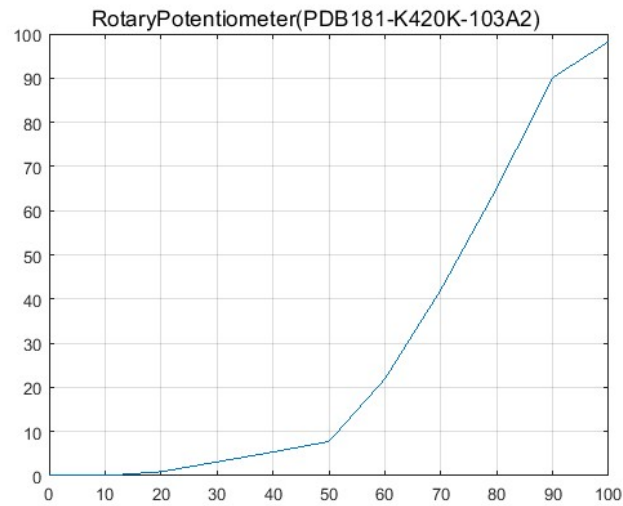
$$V_{out(\%)} = \frac{V_{ADC}}{V_{in}}$$

ในการสร้างวิธีการหาค่าเฉลี่ย จะทำการรับค่าที่ได้ทุกๆ 1 ms จำนวน 1,000 จำนวน มาเฉลี่ยค่าที่ได้ โดยมีวิธีดังนี้

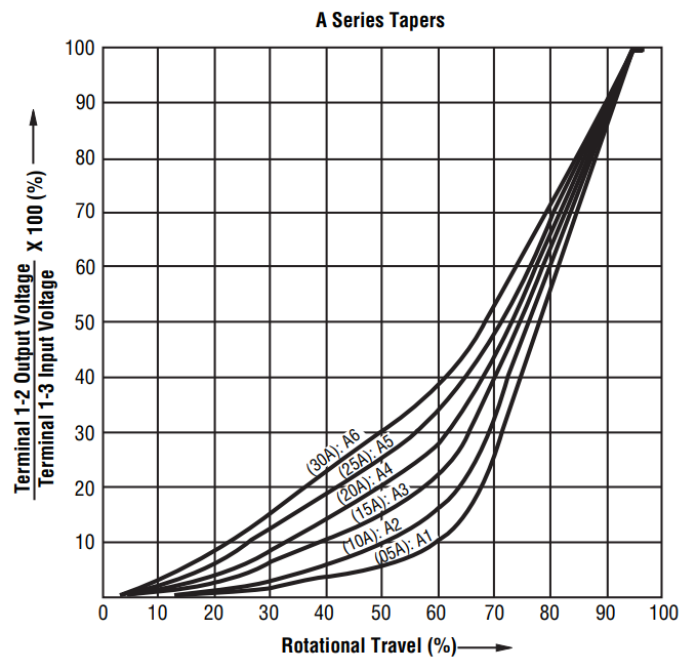
$$V_{avg} = \sum \frac{V_n}{n}$$

หลังจากทำการสร้าง Simulink ด้วยสมการดังกล่าว จะได้รูปร่างดังรูปภาพนี้

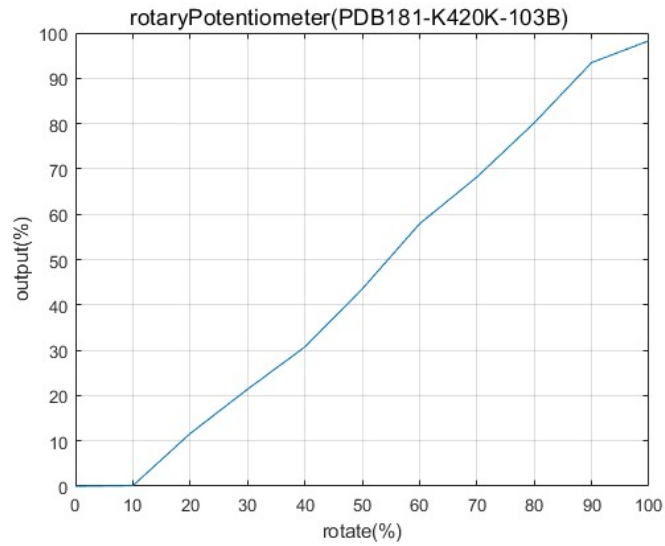
ผลการทดลอง



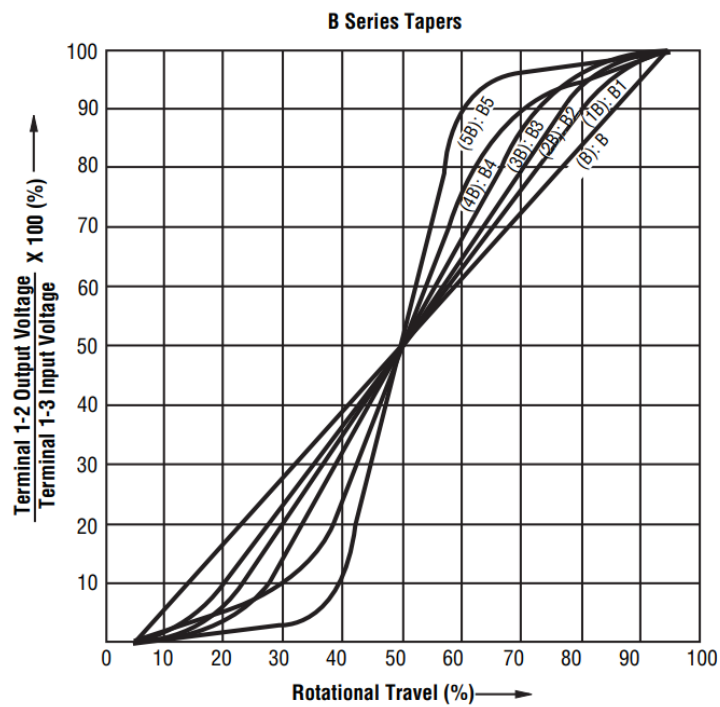
รูปที่ 2 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ที่วัดได้ของ Rotary Potentiometer (PDB181-K420K-103A2)



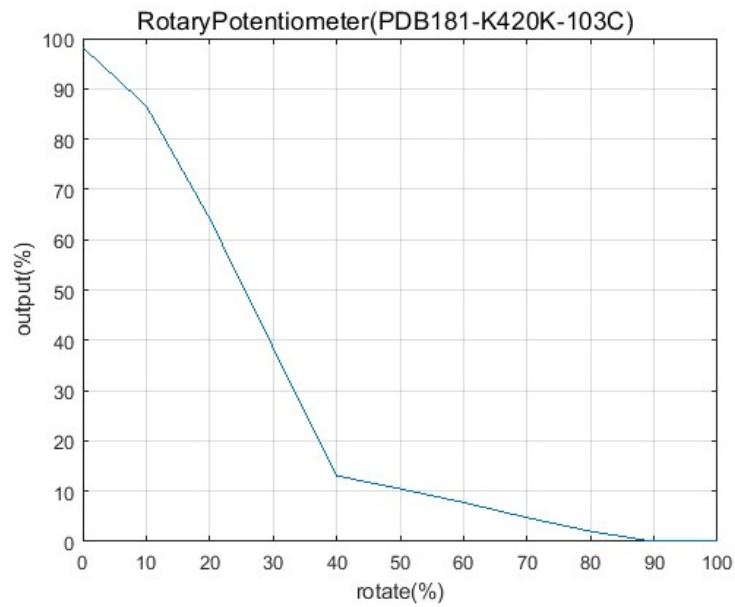
รูปที่ 3 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) จาก datasheet ของ Rotary Potentiometer (PDB181-K420K-103A2)



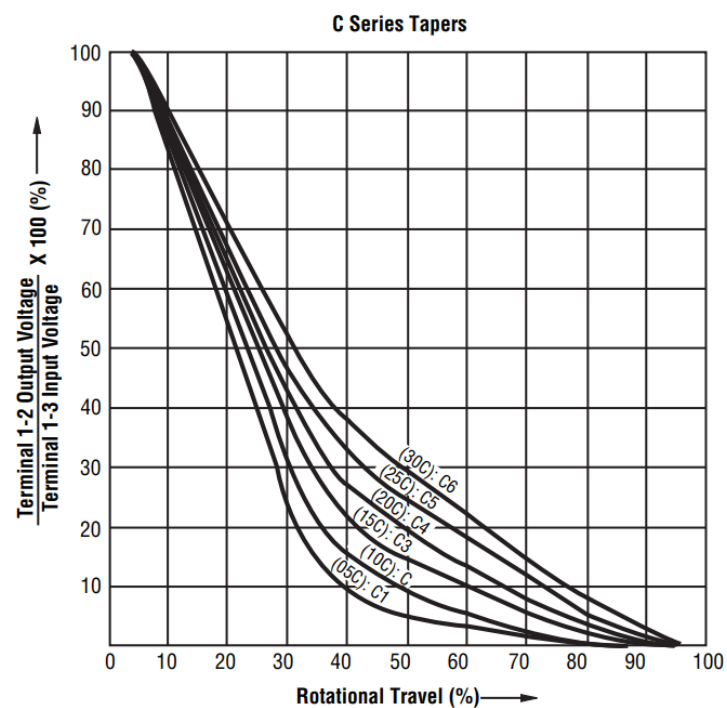
รูปที่ 4 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ที่วัดได้ของ Rotary Potentiometer (PTB181-K420K-103B)



รูปที่ 5 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ใน datasheet ของ Rotary Potentiometer (PTB181-K420K-103B)



รูปที่ 6 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ที่วัดได้ของ Rotary Potentiometer (PTB181-K420K-103C)



รูปที่ 7 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ใน datasheet ของ Rotary Potentiometer (PTB181-K420K-103C)

สรุปผล

การทดลองแนวโน้มเป็นไปตาม datasheet แต่มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยซึ่งอาจเกิดจากสิ่งดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเฉลี่ยค่า
2. จำนวนความละเอียดในการวัดค่า
3. ความแม่นยำในการหมุน knob ให้ตรงกัน
4. Noise แรงดันไฟฟ้าจากภายนอก

อภิปรายผล

การทดลองที่ได้รับจากการทดลองในแต่ละรุ่น มีแนวโน้มเป็นไปตาม datasheet ตามปกติ

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มความละเอียดจำนวนครั้งในการวัด สามารถเพิ่มความละเอียดให้กับข้อมูลที่ใช้ได้

เอกสารอ้างอิง

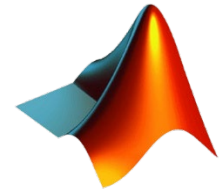
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/relating-adc-value-to-voltage>

<https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103A2?qs=ZTdx6reOWK%2F91p994fqu2g%3D%3D>

<https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103B?qs=lvs1Be2ZGq6RfINsykyxUA%3D%3D>

<https://th.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PDB181-K420K-103C?qs=lvs1Be2ZGq7NWK18gilWvg%3D%3D>

<https://th.mouser.com/datasheet/2/54/PDB18-1013655.pdf>



Lab1 : Sensors Report

Name

- นายชยากร ชื่นประเสริฐ 66340500012
- นายนาราช นรากุลพัชร 66340500027
- นายพิสิษฐ์ มงคลวิสุทธิ 66340500033

จุดประสงค์

- เพื่อศึกษาการทำงานของ Potentiometer ทั้งหมดในชุดการทดลอง

สมมติฐาน

- ไฟฟ้าอัตราส่วนระหว่างขาออกต่อขาเข้าของ Slider Potentiometer เมื่อเทียบกับการหมุนตัว knob ในแต่ละอัตราส่วนของแต่ละรุ่นเป็นอย่างไร

ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : PTA6043-2015DPA103, PTA6043-2015DPB103
- ตัวแปรตาม : ผลลัพธ์อัตราส่วนของไฟฟ้าขาออกเทียบกับไฟฟ้าขาเข้า
- ตัวแปรควบคุม : วิธีการคำนวณผล, ระยะเวลาโดยประมาณ, ชนิดของบอร์ด stm32, กำลังไฟขาเข้า 5V

นิยามศัพท์เฉพาะ

V แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

V_{ref} แรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาเข้า

V_{ADC} แรงดันไฟฟ้าที่ได้หลังจากการแปลงค่าที่ค่าได้ในบอร์ด stm32

$V_{out}(\%)$ อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาออกเทียบกับแรงดันไฟฟ้า ณ ช่วงขาเข้า

ADC ค่าที่อ่านได้ในบอร์ด (bit)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

แรงดันไฟฟ้า คือ หน่วยที่ใช้ในการวัดแรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลต์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

PTA6043-2015DPA103

https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPA103?qs=U%2FacTlguYxapXI1x524WqA%3D%3D&srltid=AfmBOoo_v0HsMx_7HtG42kp9gBUcRdby_mQPxNZr9ZBNnNbnrf-iBoNE

PTA6043-2015DPB103

<https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPB103?qs=U%2FacTlguYxYM6XeKwsltg%3D%3D&srltid=AfmBOopypOMJog5IUzefNTcJr21qdNxhJR8i5B3OUtk2sC6lgeJWqhTO>

Datasheet

PTA6043-2015DPA103

<https://www.mouser.com/datasheet/2/54/pta-778345.pdf>

PTA6043-2015DPB103

<https://www.mouser.com/datasheet/2/54/pta-778345.pdf>

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เลื่อนตำแหน่งของ potentiometer แบบหมุนไปยังจุดที่กำหนด
2. กดปุ่ม “หาค่าเฉลี่ย” ใน Simulink file เพื่อทำการหาค่าเฉลี่ยในเวลา 1 วินาที เพื่อเก็บค่าที่วัดได้ 1,000 ค่ามาหาค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น
3. ทำการวัดค่า 10 ค่าใน Slider โดยแบ่งระยะห่างทุกช่วงประมาณ 6.5 ซม. (ประมาณ 10 %)
4. นำค่าเฉลี่ยทั้ง 10 ค่ามาใส่ใน MATLAB โดยการกด “upload” ใน Simulink file เพื่อส่งค่าที่วัดมาได้ใส่ใน workspace
5. ทำการ plot ค่าที่ได้ออกมาและทำการเทียบกับ datasheet ของอุปกรณ์นั้นและสรุปผล

วัสดุอุปกรณ์

1. PTA6043-2015DPA103
2. PTA6043-2015DPB103
3. Nucleo STM32G474RE พร้อมสายอัปโหลด จำนวน 1 ชุด
4. PotenXplorer จำนวน 1 ชุด - ฐานสามารถบรรจุบอร์ดควบคุม, Breadboard, Potentiometer, 3D-Print ใช้สำหรับการวัดมุมการหมุนของ Potentiometer ลักษณะคล้ายไม้โปรแทกเตอร์
5. สายจัมเปอร์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของอุปกรณ์และ datasheet ของ Rotary Potentiometer แต่ละชนิด
2. สร้าง Simulink สำหรับการแปลงค่าที่อ่านได้จากบอร์ดเป็นค่าปกติ และแปลงให้เป็นอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ได้เปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟ และสร้าง ตัวเก็บค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าโดยรวม
โดยในการแปลงค่าเฉลี่ยที่ได้จากบอร์ด โดยกับค่าเป็น 12 bit ต้องทำการแปลงค่าที่รับให้กลายเป็นค่าปกติก่อน โดยมีวิธีการดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times V_{ref}}{2^n - 1}$$

โดยปกติแล้วจำนวน bit ที่ตั้งค่าไว้จะเป็น 12 bit ทำให้ค่าที่เก็บได้จะมีจำนวน $2^{12} - 1$ ค่า และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายผ่านตัว Rotary Potentiometer มีจำนวน 3.3V จึงเป็นได้การใช้งานดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times 3.3V}{4095}$$

ส่วนของการหาอัตราส่วนเทียบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจจับได้ สามารถหาได้ดังสมการนี้

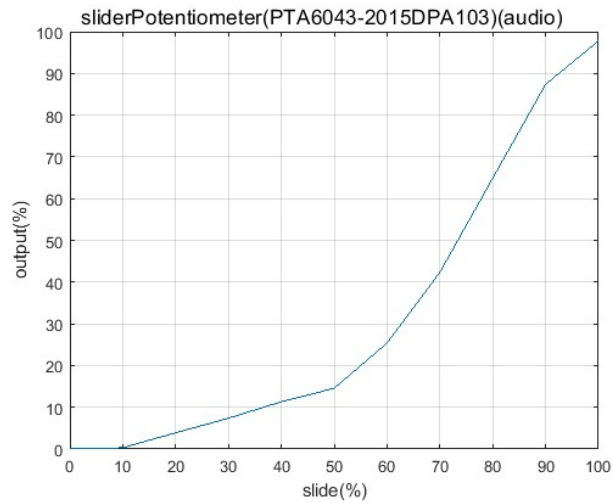
$$V_{out(\%)} = \frac{V_{ADC}}{V_{in}}$$

ในการสร้างวิธีการหาค่าเฉลี่ย จะทำการรับค่าที่ได้ทุกๆ 1 ms จำนวน 1,000 จำนวน มาเฉลี่ยค่าที่ได้ โดยมีวิธีดังนี้

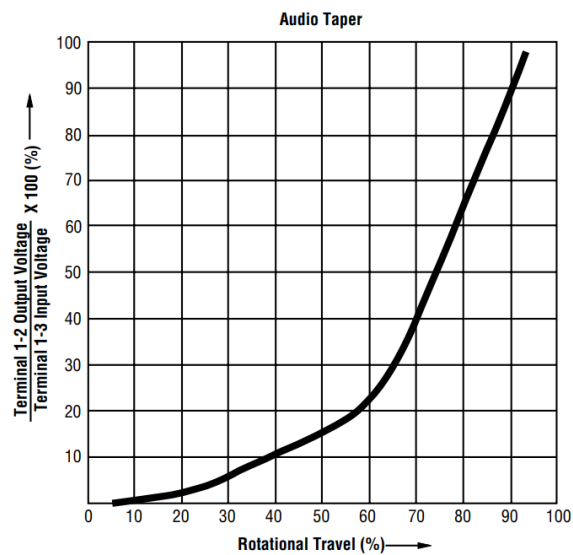
$$V_{avg} = \sum \frac{V_n}{n}$$

หลังจากทำการสร้าง Simulink ด้วยสมการดังกล่าว จะได้รูปร่างดังรูปภาพนี้

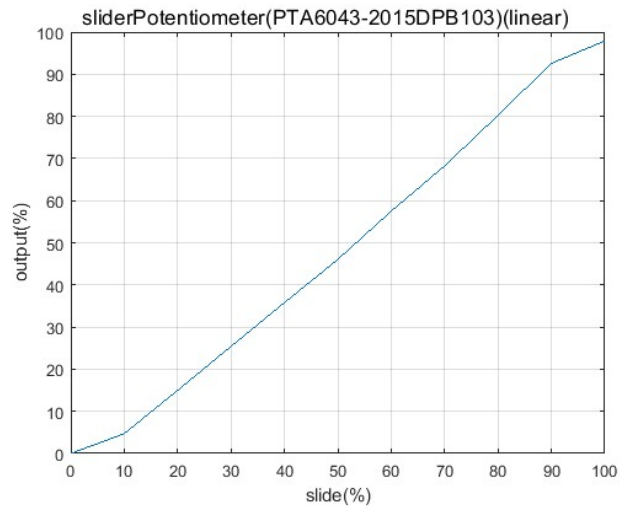
ผลการทดลอง



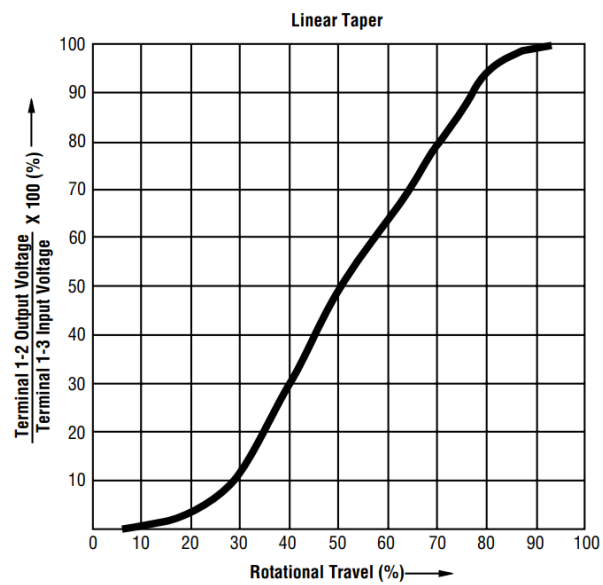
รูปที่ 9 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ที่วัดได้ของ Rotary Potentiometer (PTA6043-2015DPA103)



รูปที่ 10 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) จาก datasheet ของ Rotary Potentiometer (PTA6043-2015DPA103)



รูปที่ 11 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ที่วัดได้ของ Rotary Potentiometer (PTA6043-2015DPB103)



รูปที่ 12 แสดงถึงค่าที่วัดได้ระหว่าง อัตราส่วนไฟฟ้าขาออก/ไฟฟ้าขาเข้า (%) เทียบกับ อัตราส่วนการหมุน (%) ใน datasheet ของ Rotary Potentiometer (PTA6043-2015DPB103)

สรุปผล

การทดลองแนวโน้มเป็นไปตาม datasheet แต่มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยซึ่งอาจเกิดจากสิ่งดังนี้

5. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเฉลี่ยค่า
6. จำนวนความละเอียดในการวัดค่า
7. ความแม่นยำในการหมุน knob ให้ตรงกัน
8. Noise แรงดันไฟฟ้าจากภายนอก

อภิปรายผล

การทดลองที่ได้รับจากการทดลองในแต่ละรุ่น มีแนวโน้มเป็นไปตาม datasheet ตามปกติ

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มความละเอียดจำนวนครั้งในการวัด สามารถเพิ่มความละเอียดให้กับข้อมูลที่ใช้ได้

เอกสารอ้างอิง

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/relating-adc-value-to-voltage>

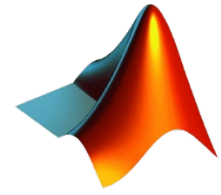
[https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-](https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPA103?q=s=U%2FacTlguYxapXI1x524WqA%3D%3D&srsltid=AfmBOoo_v0HsMx_7HtG42kp9gB)

[2015DPA103?q=s=U%2FacTlguYxapXI1x524WqA%3D%3D&srsltid=AfmBOoo_v0HsMx_7HtG42kp9gB](https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPA103?q=s=U%2FacTlguYxapXI1x524WqA%3D%3D&srsltid=AfmBOoo_v0HsMx_7HtG42kp9gB)
[UcRdby_mQPxNZr9ZBNnNbnrf-iBoNE](https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPA103?q=s=U%2FacTlguYxapXI1x524WqA%3D%3D&srsltid=AfmBOoo_v0HsMx_7HtG42kp9gB)

[https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-](https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPB103?q=s=U%2FacTlguYxYM6XeKwlsItg%3D%3D&srsltid=AfmBOopypOMJog5IUzefNTcJr21qdNxxhJR8i5B3OUtk2sC6lgeJWqhTO)

[2015DPB103?q=s=U%2FacTlguYxYM6XeKwlsItg%3D%3D&srsltid=AfmBOopypOMJog5IUzefNTcJr21qdNxxhJR8i5B3OUtk2sC6lgeJWqhTO](https://www.mouser.com/ProductDetail/Bourns/PTA6043-2015DPB103?q=s=U%2FacTlguYxYM6XeKwlsItg%3D%3D&srsltid=AfmBOopypOMJog5IUzefNTcJr21qdNxxhJR8i5B3OUtk2sC6lgeJWqhTO)

<https://www.mouser.com/datasheet/2/54/pta-778345.pdf>



Lab1 : Sensors Report

Name

- นายชยากร ชื่นประเสริฐ 66340500012
- นายนาราช นรากุลพัชร 66340500027
- นายพิสิษฐ์ มงคลวิสุทธิ 66340500033

จุดประสงค์

- เพื่อศึกษาการทำงานของ Load cell ในชุดการทดลอง

สมมติฐาน

- การคำนวณน้ำหนักที่ได้จากตัว Load Cell และการขยายแรงดันจาก 2 Op-amp Differential Amplifier ตรงกับความเป็นจริงมากแค่ไหน

ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : Load Cell, ตาชั่ง
- ตัวแปรตาม : ผลลัพธ์น้ำหนักที่ได้จากการคำนวณ
- ตัวแปรควบคุม : วิธีการคำนวณผล, ชนิดของบอร์ด stm32, กำลังไฟฟ้าเข้าที่จ่ายเข้าไป, สิ่งของที่วัดน้ำหนัก

นิยามศัพท์เฉพาะ

V แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

g น้ำหนัก (gram)

w น้ำหนักจริงของสิ่งของ

V_{ref} แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ช่วงแรก

V_{read} แรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก load-cell ที่อ่านได้ ณ ขณะนั้น

V_{zero}	แรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก load-cell ขณะไม่มีสิ่งของใด
V_{ADC}	แรงดันไฟฟ้าที่ได้หลังจากการแปลงค่าที่ค่าได้ในบอร์ด stm32
ADC	ค่าที่อ่านได้ในบอร์ด (bit)
$\%_{avg}$	อัตราส่วนเฉลี่ยที่อ่านได้จากการวัด 1000 ครั้ง ใน 1 วินาที

นิยามเชิงปฏิบัติการ

แรงดันไฟฟ้า คือ หน่วยที่ใช้ในการวัดแรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลต์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

INA125P

https://www.mouser.com/ProductDetail/Texas-Instruments/INA125P?qs=VBduBm9rCJSDMcs2CyEvAw%3D%3D&srltid=AfmBOop81frYat80zm5GFvGNXXCqfO-_8NYa1MZbOIU7r5r40QgK48K3

YZC-131A Load Cells

<https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/YZC-131A.pdf>

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เลื่อนตำแหน่งของ potentiometer แบบหมุนไปยังจุดที่กำหนด
2. กดปุ่ม “หาค่าเฉลี่ย” ใน Simulink file เพื่อทำการหาค่าเฉลี่ยในเวลา 1 วินาที เพื่อเก็บค่าที่วัดได้ 1,000 ค่ามาหาค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น และแปลงค่านั้นลบค่า offset พร้อมแปลงเป็นน้ำหนักต่อ
3. ทำการวัดค่า 10 ครั้งเทียบกับน้ำหนักจริงของสิ่งของที่ใช้วัด และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น
4. นำค่าเฉลี่ยทั้ง 10 ค่ามาใส่ใน MATLAB โดยการกด “upload” ใน Simulink file เพื่อส่งค่าที่วัดมาได้ใส่ใน workspace
5. ทำการ plot ค่าที่ได้ออกมาและทำการเทียบกับ datasheet ของอุปกรณ์นั้นและสรุปผล

วัสดุอุปกรณ์

1. Single Point Load Cell YZC-131A จำนวน 1 อัน
2. INA125 Instrumentation Amplifier จำนวน 1 อัน

3. Trimpot 100 K 25 Turns จำนวน 1 อัน
4. Resistor 4.7K Ohm จำนวน 1 อัน
5. Nucleo STM32G474RE พร้อมสายอัปโหลด จำนวน 1 ชุด
6. LoadCellXplorer จำนวน 1 ชุด - ฐานสามารถบรรจุบอร์ดควบคุม, Breadboard, 3D-Print ใช้สำหรับการประกอบกับ Load Cell
7. สายจัมเปอร์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของอุปกรณ์และ datasheet ของ Rotary Potentiometer แต่ละชนิด
2. สร้าง Simulink สำหรับการแปลงค่าที่อ่านได้จากบอร์ดเป็นค่าปกติ และแปลงให้เป็นอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ได้เปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟ และสร้าง ตัวเก็บค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าโดยรวม
โดยในการแปลงค่าเฉลี่ยที่ได้จากบอร์ด โดยกับค่าเป็น 12 bit ต้องทำการแปลงค่าที่รับให้กลายเป็นค่าปกติก่อน โดยมีวิธีการดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times V_{ref}}{2^n - 1}$$

โดยปกติแล้วจำนวน bit ที่ตั้งค่าไว้จะเป็น 12 bit ทำให้ค่าที่เก็บได้จะมีจำนวน $2^{12} - 1$ ค่า และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายผ่านตัว Rotary Potentiometer มีจำนวน 5V จึงเป็นได้การใช้งานดังนี้

$$V_{ADC} = \frac{ADC \times 5V}{4095}$$

เนื่องจาก load cell มีกำลังไฟฟ้าน้อยมาก จึงต้องทำการขยายกำลังไฟฟ้า เพื่อให้ง่ายต่อการวัดและการคำนวณ โดยในส่วนของการหาอัตราขยายกำลังไฟฟ้า สามารถหาดังสมการ

$$G = 4 + \frac{60000}{R_g}$$

ซึ่ง R_g ที่นำมาเทียบเป็นตัวต้านทานประจำได้ ซึ่งตั้งไว้ที่ 468.7Ω ทำให้อัตราขยายมีทั้งสิ้นประมาณ

$$132.01365 \approx 4 + \frac{60000}{468.7}$$

หลังจากทำการขยายแรงดันไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ค่าที่ได้จาก MATLAB จะเป็นค่าที่เป็นแรงดันไฟฟ้า ให้วัดค่าในตอนที่ไม่มีน้ำหนักซึ่งอยู่มาลบเทียบกับตอนมีสิ่งของ ดังสมการนี้

$$\text{Scale Factor} = \frac{V_{read} - V_{zero}}{w}$$

หลังจากนั้น ให้นำ scale Factor ที่ได้มาย้อนกลับมาคำนวณเพื่อหาน้ำหนักของสิ่งของสิ่งอื่นต่อ

$$w_{read} = \frac{V_{read} - V_{zero}}{\text{Scale Factor}}$$

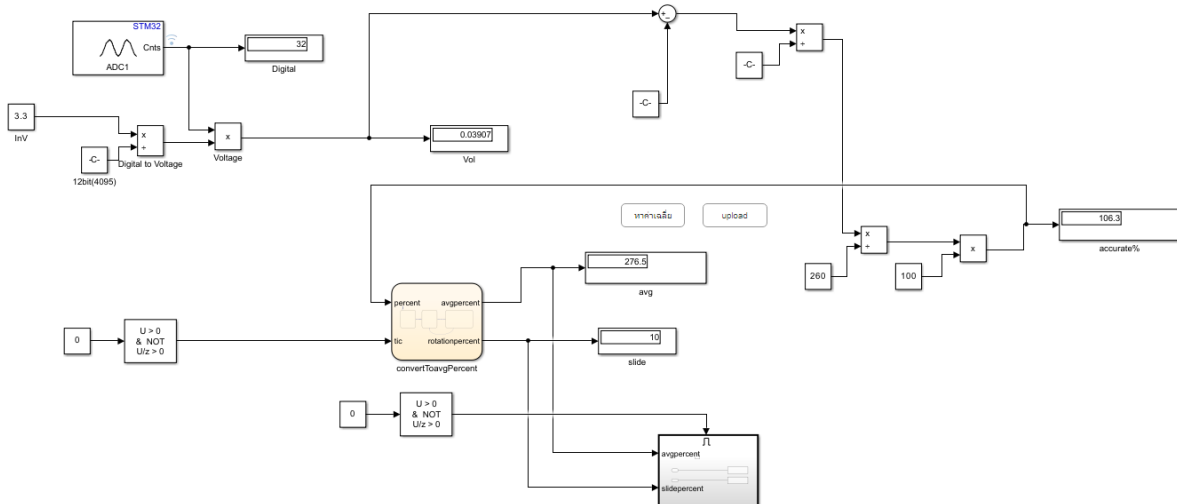
เนื่องจากการวัดค่าเช่นนี้ จะมีการคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงต้องตรวจสอบความคลาดเคลื่อนดังนี้

$$\% = \frac{w_{read}}{w} \times 100\%$$

ในการสร้างวิธีการหาค่าเฉลี่ย จะทำการรับค่าที่ได้ทุกๆ 1 ms จำนวน 1,000 จำนวน มาเฉลี่ยค่าที่ได้ โดยมีวิธีดังนี้

$$\%_{avg} = \sum \frac{\%_n}{n}$$

หลังจากทำการสร้าง Simulink ด้วยสมการดังกล่าว จะได้รูปร่างดังรูปภาพ



รูปที่ 13 แสดงถึงหน้าต่าง Simulink ที่ใช้งาน

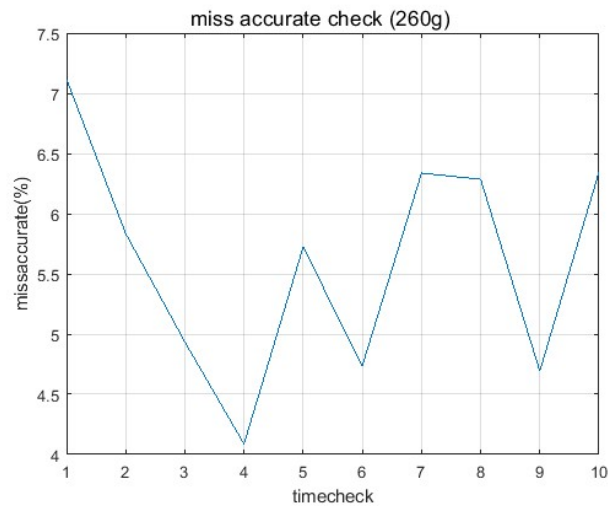
จากรูปภาพหากกดปุ่ม “หาค่าเฉลี่ย” จะทำการเก็บค่าเฉลี่ยในเวลา 1 วินาทีมาเฉลี่ยรวมทั้งสิ้น 1000 จำนวน

พร้อมคำนวณเรียบร้อย และในปุ่ม “upload” จะส่งข้อมูลค่าที่อ่านได้ไปหา MATLAB

- นำค่าที่ได้จาก Simulink มา plot ใน MATLAB และเปรียบเทียบกับ Datasheet พร้อมสรุปผลจากค่าที่ได้รับ

- ทดลองการใช้งานและการวัดค่าว่าถูกต้องตามจริงหรือไม่ และปรับปรุงแก้ไข Simulink โดยคอยปรับส่วนของ offset ที่เกิดขึ้น และ Scale Factor ที่เปลี่ยนไป
- ทำการทดลองจริงหลังจากการทดสอบและบันทึกพร้อมสรุปผล

ผลการทดลอง



รูปที่ 14 แสดงถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดค่าที่ได้จากการคำนวณ เทียบกับน้ำหนักจริงว่ามีความคลาดเคลื่อนกี่ %

สรุปผล

จากการทดลอง มีความคลาดเคลื่อนในช่วงประมาณ 4-7.2% เมื่อเทียบกับน้ำหนักจริงที่วัดได้จากตราชั่ง

อภิปรายผล

จากการทดลอง มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุดังนี้

1. การมีแรงดันไฟฟ้ารบกวนจากที่อื่น
2. รูปทรงและน้ำหนัก กับพื้นที่ที่วางตัวของ load-cell
3. ความละเอียดที่เกิดขึ้นจาก 2 Op-amp Differential Amplifier

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มความละเอียดจำนวนครั้งในการวัด สามารถเพิ่มความละเอียดให้กับข้อมูลที่ใช้ได้

สามารถปรับในส่วนของอัตราขยายด้วยแรงต้านทานที่น้อยลง เพื่อเพิ่มการขยายสัญญาณเพื่อตรวจสอบความละเอียดที่แม่นยำมากกว่านี้ได้

เอกสารอ้างอิง

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/relating-adc-value-to-voltage>

<https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/YZC-131A.pdf>

https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina125.pdf?ts=1730354214321&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FINA125%253Futm_source%253Dgoogle%2526utm_medium%253Dcpc%2526utm_campaign%253Dasc-null-null-GPN_EN-cpc-pf-google-soas%2526utm_content%253DINA125%2526ds_k%253DINA125+Datasheet%2526DCM%253Dyes%2526gad_source%253D1%2526gclid%253DCj0KCQjwsoe5BhDiARIsAOXVoUvtiuliuVVNKVv_0-DvihsEilMo1Avmr1p-psME-YU0mHzP_4AAHSEaAnWDEALw_wcB%2526gclsrc%253Daw.ds