

# การทดลองที่ 1

## การตรวจน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ (Load Cell)

### 1. วัตถุประสงค์

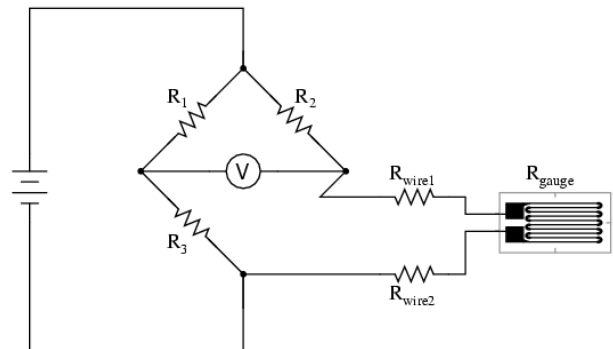
เพื่อศึกษาถึงการทำงานของโหลดเซลล์ เพื่อใช้ในการตรวจน้ำหนัก ตลอดจนสามารถอธิบายการทำงานของโหลดเซลล์ได้

### 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 2.1. แผงทดลองโหลดเซลล์
- 2.2. ลูกตุ้มน้ำหนัก (ขนาด A ถึง F)
- 2.3. มัลติมิเตอร์
- 2.4. แหล่งจ่ายกระแสตรง (DC Power Supply)

### 3. ทฤษฎีพื้นฐานเบื้องต้น

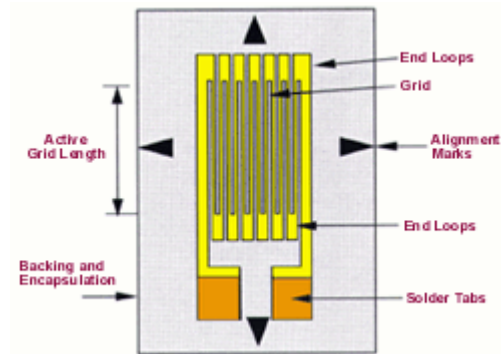
โหลดเซลล์ เป็นระบบเซนเซอร์ที่แปลงค่าน้ำหนักทางกลของสิ่งของ (กรัม, กิโลกรัม) ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้า (แรงดัน, V) ซึ่งประกอบด้วย Strian gauge เป็นส่วนตัวจับ ซึ่งจะคอยเปลี่ยนค่าความเครียดทางกลอันเนื่องมาจากน้ำหนักของวัตถุ เป็นค่าความต้านทานไฟฟ้า เมื่อนำค่าความต้านทานที่ได้จาก Strain gauge มาต่อเข้ากับวงจร Deflection Bridge ซึ่งต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง (DC Voltage) ก็จะสามารถหาค่าเอาต์พุตของน้ำหนักวัตถุที่เป็นเปลี่ยนแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าได้ ซึ่งสามารถนำสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ไปต่อกับวงจร Seven Segment เพื่อแสดงผลค่าน้ำหนักออกมาเป็นตัวเลขได้



รูปที่ 1 อุปกรณ์และระบบโหลดเซลล์

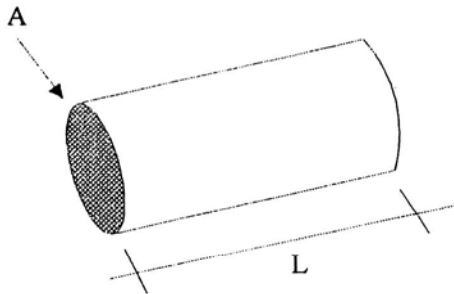
### 3.1. Strain Gauges

คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนค่าความเครียด (Strain) ที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จาก Strain Gauges คือ ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลง (Ohm) ลักษณะของ Strain Gauges แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะของ Strain Gauge

หลักการทำงานของ Strain Gauges จะอาศัยการเปลี่ยนรูปของเส้นลวดอันเนื่องมาจากแรงที่มากระทำ ซึ่งการเปลี่ยนรูปได้นี้ จะเป็นสัดส่วนกับแรงที่มากระทำ ซึ่งแรงที่มากระทำอาจทำให้ลวดยืดออกหรือหดเข้าหากัน โดยอาศัยความสัมพันธ์จากสมการความต้านทานของเส้นลวดดังนี้



$$R = \frac{PL}{A} \text{ หน่วยโอห์ม}$$

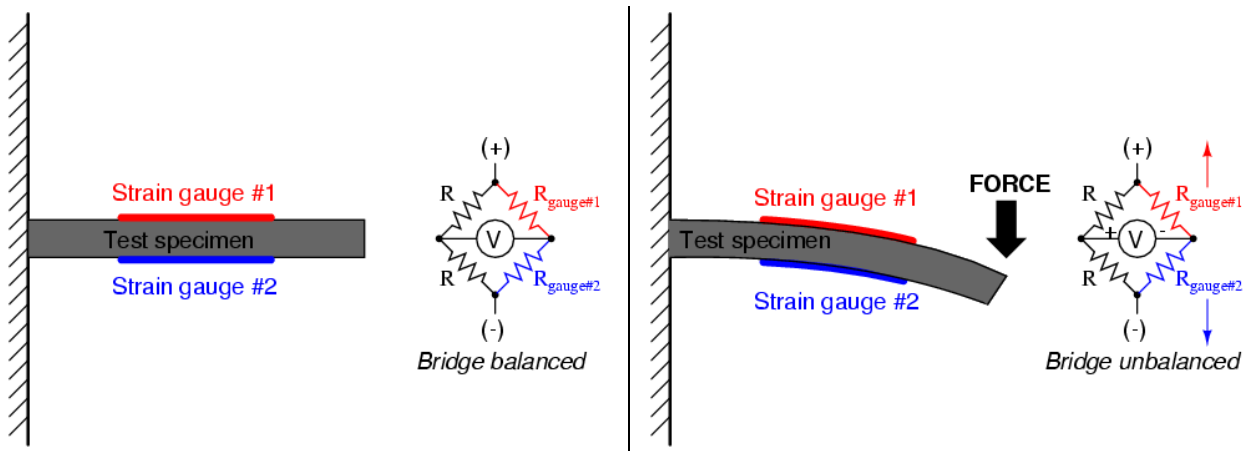
R คือ ค่าความต้านทานของเส้นลวด

P คือ สัมประสิทธิ์ความต้านทานของลวดตัวนำ

L คือ ความยาวของเส้นลวด

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวด

จากสมการพบว่าเมื่อเส้นลวดมีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นผลให้เส้นลวดหดตัวหรือยืดออก ก็จะมีผลต่อค่าความต้านทานของลวดตัวนำ ตัวอย่างการใช้งาน Strain Gauge แสดงในรูปที่ 3

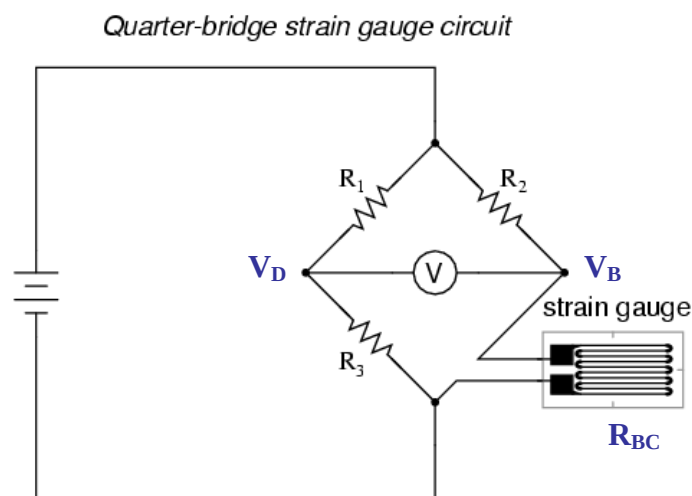


รูปที่ 3 แสดงการใช้งาน Strain Gauge

|                                        |       |                        |                                |
|----------------------------------------|-------|------------------------|--------------------------------|
| จากรูปที่ 3 พบว่า                      | เมื่อ | $W = 0$ กรัม           | $R = 120 \, \Omega$            |
|                                        |       | $W = 100$ กรัม         | $R = 125 \, \Omega$            |
|                                        | และ   | $\Delta W = 100 - 0$   | $= 100$ กรัม                   |
|                                        |       | $\Delta R = 125 - 120$ | $= 5 \, \Omega$                |
| จะได้ความไวของตัว Strain Gauge เท่ากับ |       | $5/100$                | $= 0.05 \, \Omega/\text{กรัม}$ |

### 3.2. วงจร Deflection Bridge

เป็นวงจรที่ใช้แปลงค่าจากค่าความต้านทาน (Ohm) เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า DC โดยวงจรจะต่อเข้าค่าความต้านทานที่ได้จาก Strain Gauge ในลักษณะดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การต่อ Strain Gauge เข้ากับวงจร Deflection Bridge

ตัวอย่างการใช้วงจร Defection Bridge เช่น สมมติให้  $R_1 = R_2 = R_3 = 120 \Omega$

จะได้แรงดันที่ Volt Meter

$$V = V_B - V_D$$

จากวงจร พบว่า

$$V_D = \frac{5V \times 120\Omega}{120\Omega + 120\Omega} = 2.5 V$$

เมื่อ  $W = 0$  กรัม,  $R_{BC} = 120 \Omega$  จะได้

$$V_B = \frac{5V \times 120\Omega}{120\Omega + 120\Omega} = 2.5 V$$

จะได้

$$V = 2.5 - 2.5 \\ = 0 V.$$

เมื่อ  $W = 100$  กรัม,  $R_{BC} = 125 \Omega$  จะได้

$$V_B = \frac{5V \times 125\Omega}{125\Omega + 120\Omega} = 2.55 V$$

จะได้

$$V = 2.55 - 2.5 \\ = 0.05 V. \quad = 50 mV$$

$$\begin{aligned} \text{สามารถหาค่าความไวของวงจร Defection Bridge} &= \frac{\Delta V_{\max} - \Delta V_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} \\ &= \frac{50mV - 0mV}{100g - 0g} \\ &= 0.5 mV / g \end{aligned}$$

#### 4. ขั้นตอนการปฏิบัติการตรวจสอบจับน้ำหนัก

ตอนที่ 0 ติดตั้งอุปกรณ์

1. วัดความต้านทานแต่ละตัว ในแผงโหลดเซลล์

$$R_1 = \dots \Omega \quad R_2 = \dots \Omega$$

$$R_3 = \dots \Omega \quad R_4 = \dots \Omega$$

2. ต่อแผงโหลดเซลล์ (Load Cell) เข้ากับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและ Multi meter ลึกขั้วตามรูปที่ 1

3. ปรับแรงดันของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ ระดับ 15 V และปรับ Multi Meter ให้ทำงานในโหมดวัดแรงดันไฟฟ้า

4. อ่านค่าแรงดันที่ได้จาก Multi Meter ได้แรงดันเท่ากับ.....

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการวัดค่าเดิมๆ หลายครั้ง (Repeatability)

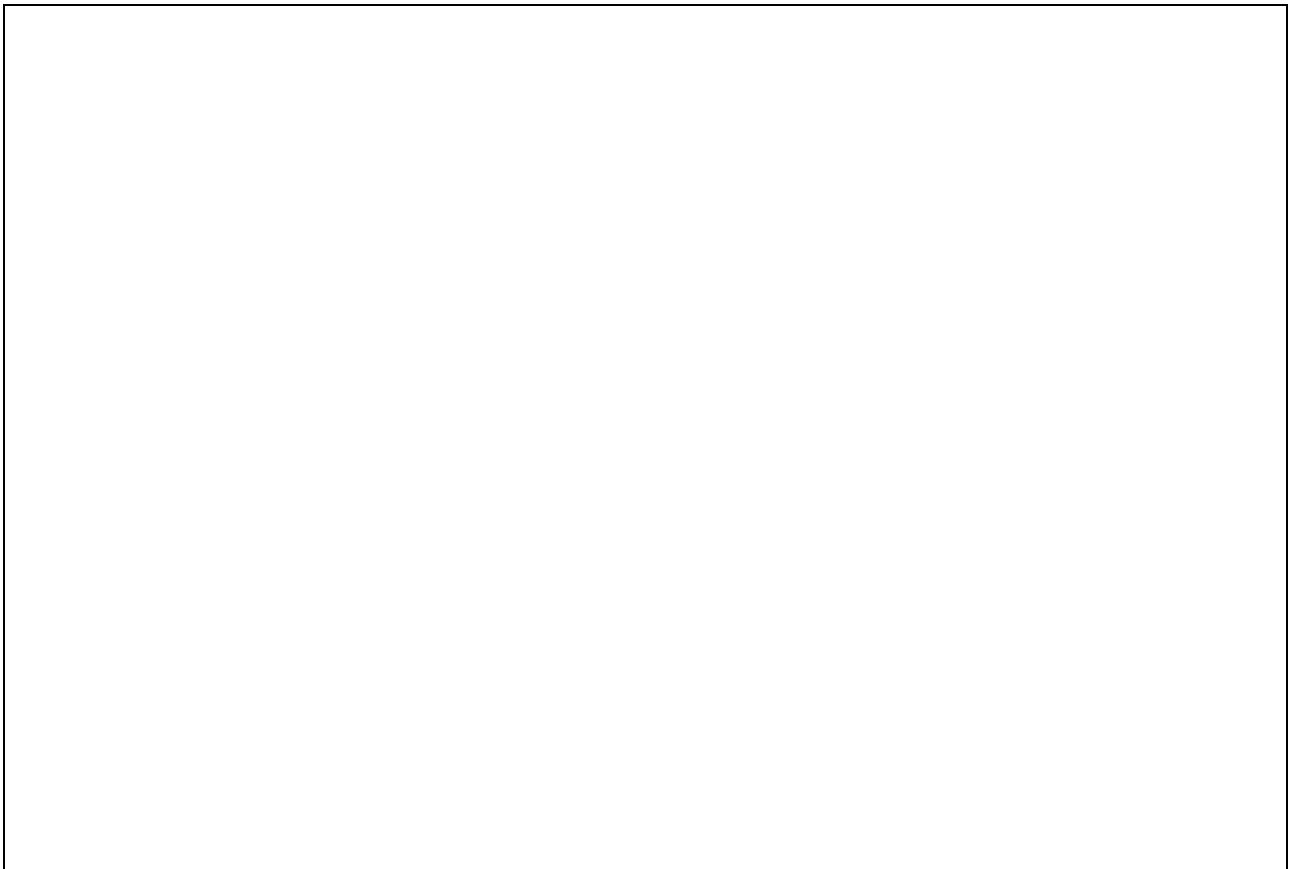
1. นำตุ้ม A ไปวางที่โหลดเซลล์ อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าได้จาก Multi Meter
2. ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วบันทึกในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าจากการทดสอบตอนที่ 1 (Repeatability)

| ครั้งที่            | Load Cell Output (mV) |
|---------------------|-----------------------|
| 1                   |                       |
| 2                   |                       |
| 3                   |                       |
| 4                   |                       |
| 5                   |                       |
| 6                   |                       |
| 7                   |                       |
| 8                   |                       |
| 9                   |                       |
| 10                  |                       |
| ค่าสูงสุด (Maximum) |                       |
| ค่าต่ำสุด (Minimum) |                       |
| ค่าเฉลี่ย (Average) |                       |

3. พล็อตกราฟที่ได้จากตารางที่ 1 โดยให้แกน X เป็นครั้งที่วัด และ แกน Y เป็นค่า Load Cell Output

### กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load Cell Output กับ ครั้งที่ทำการวัด



#### 4. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ จากการทดลองข้อ 1 ถึง 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2** ศึกษาความสามารถในการวัดค่าอินพุตจากค่าต่ำสุดไปจนถึงค่าสูงสุดและวัดค่าอินพุตสูงสุดไปจนถึงค่าต่ำสุด (Reproducibility)

1. นำตุ้มน้ำหนัก ไปวางบนโหลดเซลล์ แล้วอ่านค่าที่ได้ โดยค่อยๆ เพิ่มจำนวนตุ้มน้ำหนักทีละลูก และบันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้ในตารางที่ 2 (ช่องเพิ่มขึ้น)
2. ทำการทดลองแบบเดียวกับข้อ 1 แต่ทำกลับกัน คือ ให้ลดจำนวนตุ้มน้ำหนักทีละลูก และบันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้ในตารางที่ 2 (ช่องลดลง)

**ตารางที่ 2** ค่าจากการทดลองตอนที่ 2 (Reproducibility)

| โหลด        | น้ำหนัก (กรัม) | Load Cell Output (mV) |      |
|-------------|----------------|-----------------------|------|
|             |                | เพิ่มขึ้น             | ลดลง |
| 0           |                |                       |      |
| F           |                |                       |      |
| E+F         |                |                       |      |
| D+F         |                |                       |      |
| D+E+F       |                |                       |      |
| C+D+F       |                |                       |      |
| C+D+E+F     |                |                       |      |
| B+C+D       |                |                       |      |
| B+C+D+E     |                |                       |      |
| B+C+D+E+F   |                |                       |      |
| A+B+C+F     |                |                       |      |
| A+B+C+E+F   |                |                       |      |
| A+B+C+D+F   |                |                       |      |
| A+B+C+D+E+F |                |                       |      |

3. ผลต่างของค่า Load Cell Output ระหว่างกรณีเพิ่มตุ้มน้ำหนัก กับ กรณีลดตุ้มน้ำหนัก
  - มีผลต่างมากที่สุด เท่ากับ.....mV ที่โหลดขนาด.....กรัม
  - มีผลต่างน้อยที่สุด เท่ากับ.....mV ที่โหลดขนาด.....กรัม

4. พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนัก (กรัม) (แกน X) กับ Load Cell Output (แกน Y) ที่ได้จากการทดลองที่ 2 โดยพล็อตค่าจากการเพิ่มน้ำหนัก กับ การลดน้ำหนัก ไว้ในกราฟเดียวกัน

**กราฟแสดงความสามารถ Reproducibility ของโหลดเซลล์**



5. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 6. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 5. สรุปผลการทดลองทั้งหมด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 6. คำถามท้ายการทดลอง

1. สามารถประยุกต์โหลดเซลล์ (Load Cell) ไปทำงานอะไรได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าต้องการให้โหลดเซลล์แสดงค่าน้ำหนัก (กรัม) ออกมาเป็นตัวเลข จะต้องต่อกับวงจรอะไร ลักษณะวงจรเป็นอย่างไร พร้อมคำอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ทำไมที่น้ำหนักเท่ากับศูนย์ (ไม่มีการชั่ง) แรงดันเอาต์พุตที่ออกจากวงจรบริดจ์ จึงไม่เท่ากับศูนย์ และจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....