

โครงการ  
เรื่อง

เบา เบา  
(Soft Soft)

จัดทำโดย

นางสาวปณญิตา จิตรเจริญ รหัสนักศึกษา 55010781

นายภูริทัต ชามาตย์ รหัสนักศึกษา 55010967

นายอัษฎากรณ์ ชูชั้นทอง รหัสนักศึกษา 55011463

## คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา Measurement and Instruments และวิชา Basic Electronics for Automation Engineering คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2556 โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษา Sensors วัดน้ำหนัก โดยใช้ LOAD cell ที่กำลังอยู่ในความสนใจของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคต่างๆ เนื้อหาของรายงานฉบับนี้กล่าวถึง Sensors วัดน้ำหนัก โดยใช้ LOAD cell และการนำเอา Sensor มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดน้ำหนัก ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวันทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านที่มีความสนใจและต้องการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนเป็นการเพิ่มพูนความรู้ในเรื่องดังกล่าวได้ไม่มากก็น้อย

คณะผู้จัดทำ

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการเล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความสามารถของ รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสวีวงศ์,ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี ,รศ.ประสิทธิ์ จุลเสวีวงศ์, รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์, ผศ.ดร. พิทยา ปานนิลที่ปรึกษาโครงการเล่มนี้ที่ได้ให้ ความรู้ และคำแนะนำ ในการแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดการทำโครงการ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบ ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆพี่ๆ Automation Engineering ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำตลอดเวลาในการทำโครงการตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการเล่มนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ซึ่งให้ความรักความเมตตาความห่วงใยและเป็นกำลังใจให้กับผู้จัดทำ โครงการจนสำเร็จ ผู้จัดทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอย่างสูงความดีของ โครงการครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดามารดาและอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทความรู้แก่ผู้จัดทำโครงการจนสามารถทำโครงการเล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มา และความสำคัญ

ระบบอัตโนมัติมักจะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่เรียกว่า Sensors เสมอ Sensors คือ อุปกรณ์ที่ตรวจวัดตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง แรงทางกล(force) ความดันบรรยากาศ(pressure) ระยะกระจัด (displacement) ความเร็ว (speed) อัตราเร่ง (acceleration) ระดับของเหลว(liquid level) และอัตราการไหล(flow rate) จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็น สัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีก รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันและการทำงานด้านอุตสาหกรรมได้ เพื่อเป็นการหาความรู้เพิ่มเติมและได้ลงมือ ทำอุปกรณ์ที่เป็นแบบระบบอัตโนมัติ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อไป คณะผู้จัดทำ จึงมีความประสงค์ที่จะจัดสร้างโครงการ "วัดน้ำหนัก" เพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการ ทำงานของ LOAD cell เนื่องจาก load cell มีการตอบสนองต่อน้ำหนักได้ดี จึงทำให้มีความ ละเอียดในการวัดและมีหลายชนิดให้เลือกตามความเหมาะสมของการใช้งานนับเป็นค่าการวัด พื้นฐานหรือพารามิเตอร์ตัวหนึ่งที่ต้องทำการวัดค่าเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในระบบการควบคุมให้ เป็นไปตามความต้องการ

## วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานของ Load Cell ในรูปแบบต่างๆ
2. เพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการควบคุมเครื่องมือต่างๆด้วยระบบอัตโนมัติ
3. เพื่อฝึกกระบวนการคิด การวางแผนการทำงานเป็นกลุ่มอย่างเป็นระบบ
4. เพื่อฝึกการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการด้วยตนเอง
5. เพื่อฝึกความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
6. เพื่อฝึกความสามัคคีในการทำงานกันเป็นกลุ่ม
7. เพื่อฝึกให้รู้จักการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ค้นคว้าสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการ

## ขอบเขตของการจัดทำโครงการ

โครงการ “เบา เบา ” หรือการวัดน้ำหนัก โดยใช้ LOAD cell คือการนำตัวเซนเซอร์ ที่สามารถวัดน้ำหนักได้ มาประยุกต์ใช้งานโดยการแสดงผลของมันเป็น LED 10 ดวง โดยในระดับน้ำหนัก 100 g ต่อ LED 1 ดวง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจในเรื่องของ Sensor ชนิดต่างๆที่จะนำไปประยุกต์ใช้ใน Application และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้
2. สามารถเข้าใจการทำงานเป็นทีมให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
3. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำโครงการไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงในอนาคต
4. เรียนรู้แก้ไขปัญหาต่างๆ หรือ แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดระหว่างการทำโครงการได้

## บทที่ 2

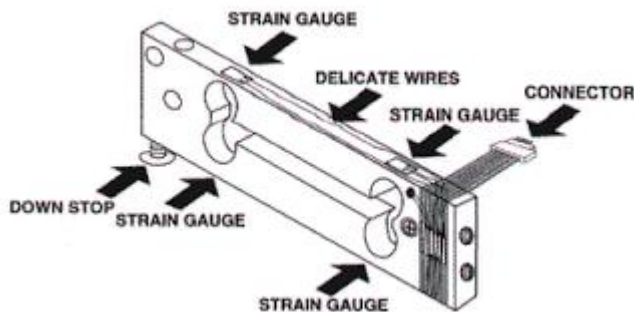
# อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และหลักการที่เกี่ยวข้องของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

### 1. Sensor ที่ใช้งาน

## โหลดเซลล์ (Load cell )

**โหลดเซลล์** คือ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน (Mechanical Properties of Parts) โหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน(Press fit) ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุโลหะ ทดสอบโลหะ ชิ้นส่วนรถยนต์ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ

**โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ (Strain Gauge Load cell)** หลักการของโหลดเซลล์



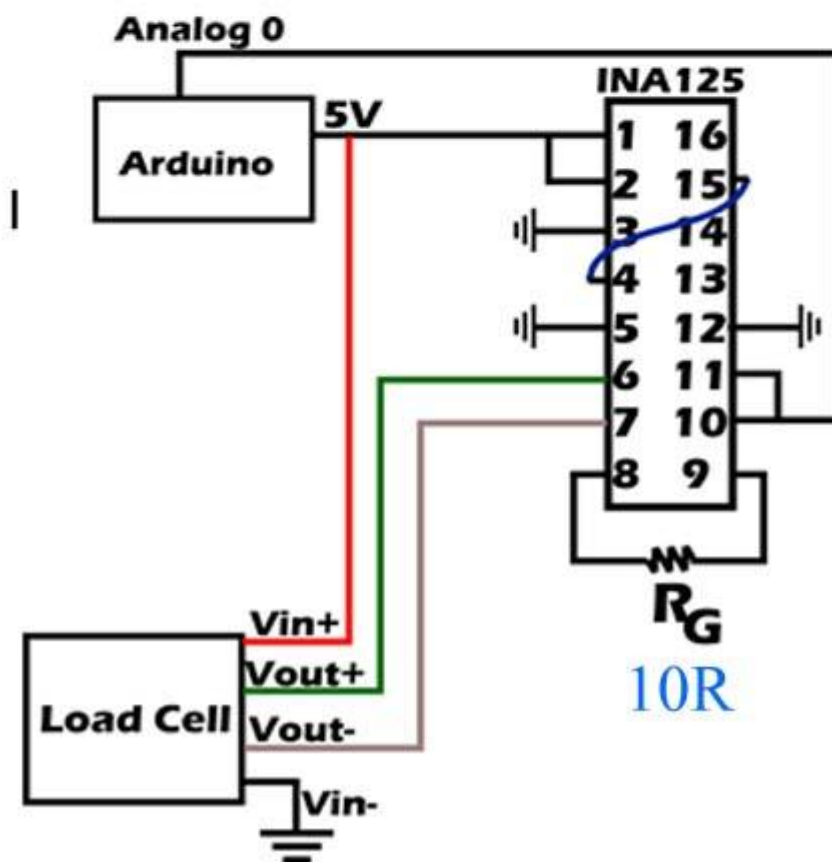
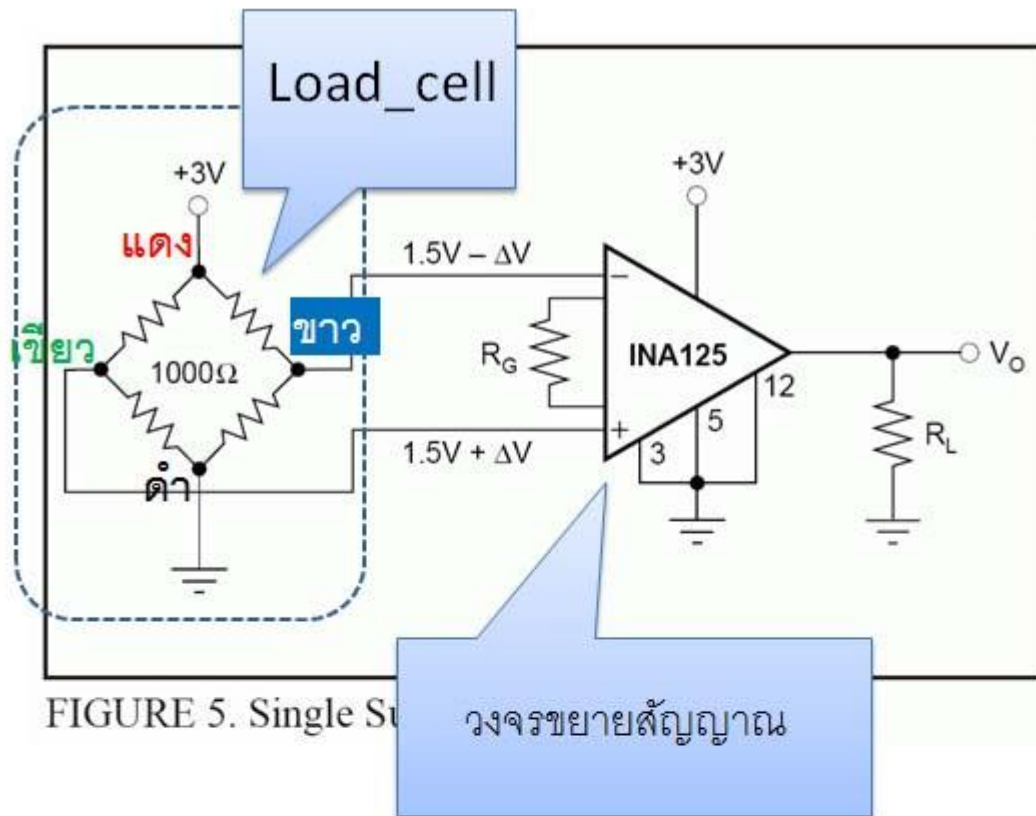
ประเภทนี้ก็คือ เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำ ความเครียด(Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว(วงจร Wheatstone Bridge

Circuit) ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็น แรงกดหรือแรงดึงส่งสัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า

**Load Cell Transducer 1Kg** จ่ายไฟเลี้ยง load cell ไม่เกิน 5 V

<b>Product Name</b>	<b>Load Cell</b>
<b>Rated Load</b>	1Kg
<b>Rated Output</b>	1.5mV/V±0.1mV/V
<b>Zero Output</b>	±0.1mV/V
<b>Creep</b>	0.05%F.S./30min
<b>Input End</b>	Red+, Black-
<b>Output End</b>	Green+, White-
<b>Input Impedance</b>	1000±20?
<b>Output Impedance</b>	1000±10?
<b>Total Size</b>	
<b>Thead Hole Diameter</b>	
<b>Cable Length</b>	100mm/3.9"
<b>Material</b>	Aluminium Alloy
<b>Color</b>	Silver Tone
<b>Weight</b>	7g
<b>Package Content</b>	1 x Load Cell







# 1. การเสียหายของ Load cell

คือการที่ Load cell ไม่สามารถวัดค่าได้ หรือวัดค่าไม่ได้ไม่ตรงโดยสัญญาณเอาต์พุตที่ส่งออกมาสูงเกินไป Overload หรือสัญญาณเอาต์พุตที่จ่ายออกมาไม่นิ่ง

## 2. อาการผิดปกติของ Load cell

### 2.1 Overload

การที่สัญญาณเอาต์พุตที่จ่ายออกจาก Load cell มีค่ามากกว่า Rang output ของ Load cell ที่มีเอาต์พุต 2mV/V ใช้ Excitation 10VDC จะต้องมีย่านเอาต์พุตไม่เกิน 20 mV ซึ่งอาการนี้จะทำให้ Controller ที่รับสัญญาณ จาก Load cell ไม่สามารถอ่านค่าได้ หรือ หน้าจอแสดง OL

### 2.2 Drifting output

สัญญาณเอาต์พุตที่ส่งออกมาจาก Load cell ไม่นิ่งในขณะที่มีน้ำหนัก หรือไม่มีน้ำหนักดอยูก่ก็ตาม(ไม่มีแรงสั่นสะเทือน) ซึ่งอาการนี้จะทำให้ Controller อ่านค่าไม่ตรงตัวเลขวิ่งไปวิ่งมา

### 2.3 Non-repeatability problem

คือ หลังจากที่เอาน้ำหนักออกแล้วน้ำหนักที่หน้าจอ Controller ไม่กลับไปศูนย์สัญญาณไม่กลับไปเต็ม ซึ่งอาการนี้จะทำให้ค่าน้ำหนักที่ชั่งหรือแรงที่กดในแต่ละครั้งไม่มีความแม่นยำ

### 2.4 Negative voltage output

คือ การที่สัญญาณเอาต์พุตที่จ่ายออกมาจาก Load cell มีค่าเป็นลบ ซึ่งอาการนี้จะทำให้ Controller อ่านค่าน้ำหนักเป็นลบ หรือ Controller บางยี่ห้อที่รับสัญญาณอินพุตเป็นบวกเท่านั้นจะไม่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้หรือหน้าจออาจจะแสดง Error

### 2.5 No output

คือ การที่ไม่มีสัญญาณเอาต์พุตออกมาจากตัว Load cell ซึ่งอาการนี้จะทำให้ Controller ไม่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้

## 3. สาเหตุที่ทำให้ Load Cell เสีย

### 3.1 Over Weighing (Overload)

- การใช้น้ำหนัก หรือแรงกด เกินพิกัดของ Load cell
- การที่มีแรงกระแทกลงบน Load cell เกินพิกัดของ Load cell

### 3.2 Humidity, Noise (Drifting output)

การที่มีความชื้นในสาย Load cell หรือ Summing box การที่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในสาย Load cell เกิดจากการเดินสาย Load cell ใกล้สาย Power

### 3.3 Mechanical error (Non-repeatability problem)

การติดตั้ง Load cell ไม่สมดุล การที่มีโครงสร้างค้ำยัน หรือท่อที่มาต่อกับถัง แข็งเกินไปไม่สามารถให้ตัวได้

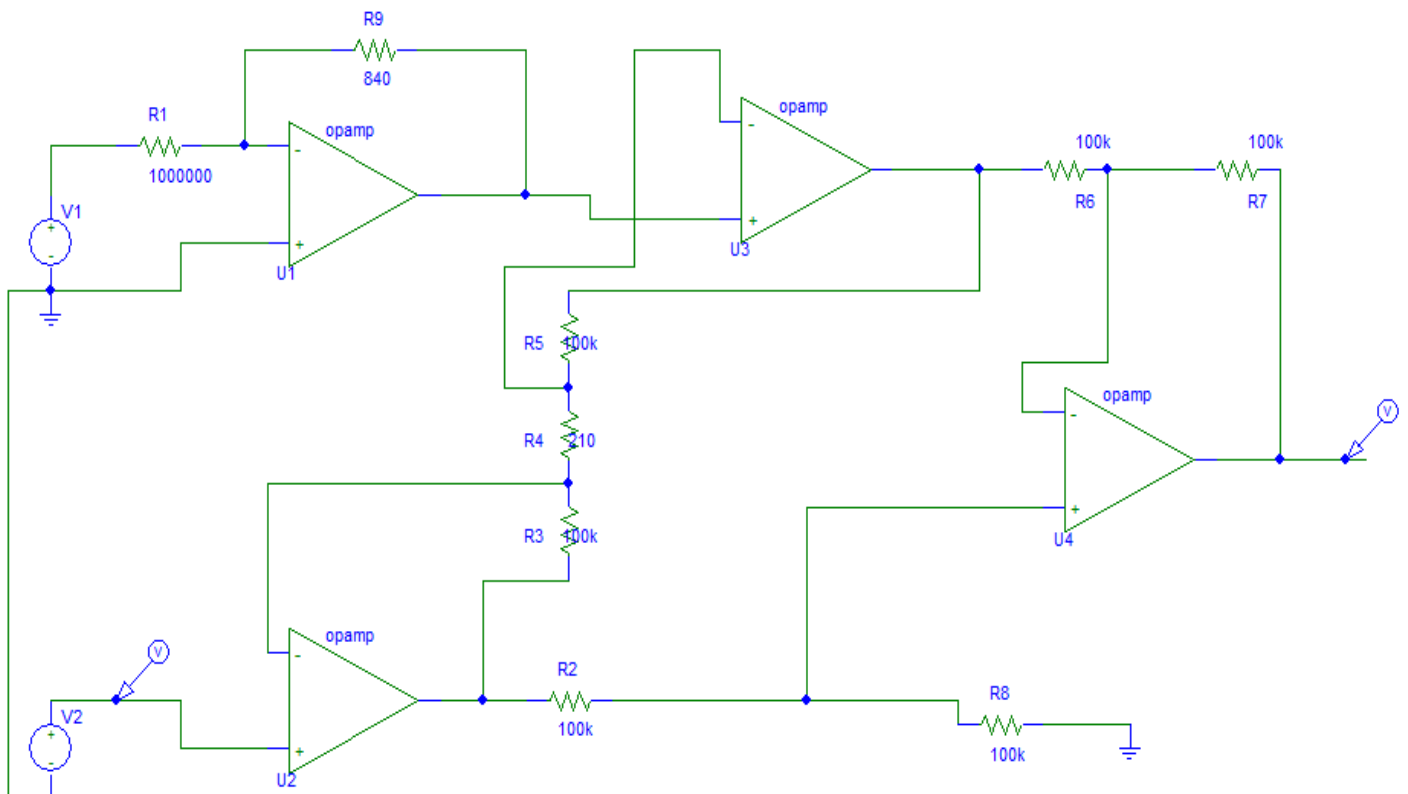
### 3.4 Mistake installation or mistake wiring (Negative voltage output)

- การติดตั้ง Load cell ในทิศทางกลับกัน
- การต่อสายสัญญาณสลับกัน

## วงจรมหาขยายสัญญาณ **Amplifier** แปลงจาก **mV to V**

โดยสัญญาณที่ออกจาก load cell จะมีค่า **0.2 - 4.4 mV** เตาเข้าวงจรมหาขยายสัญญาณ

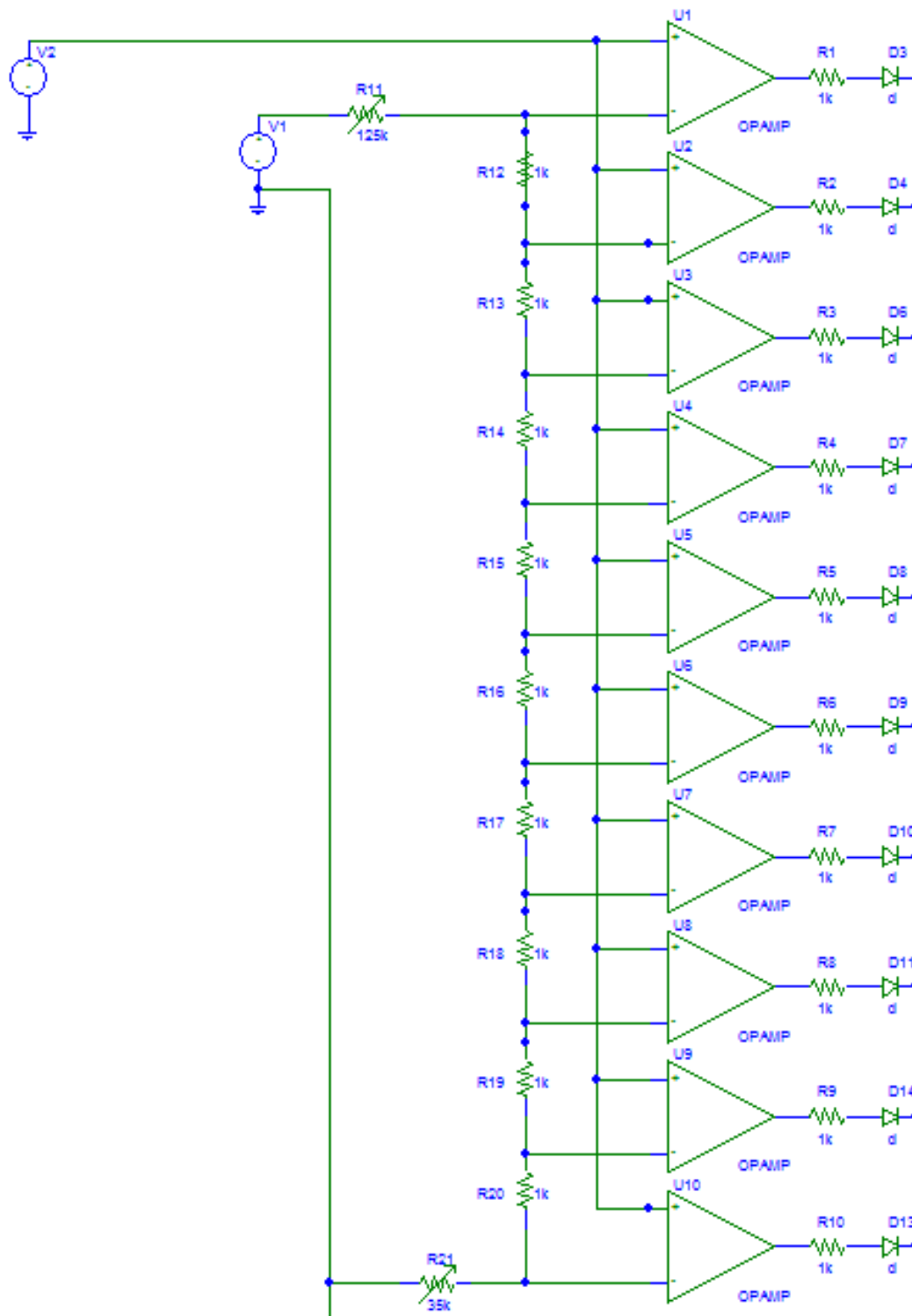
จะได้ออกมาเป็น **1-5 V**



เมื่อเราได้ค่าออกมาเป็น **1 - 5 V** แล้วเราก็นำไปต่อเข้ากับวงจรมหาขยาย **comparator**

## วงจร comparator มี LED แสดง ค่า 10 ดวง

โดยแต่ละดวงคิดเป็นดวงละ 100 g



## บทที่ 3

### ขั้นตอนการออกแบบ

ผู้จัดทำได้ทำการประดิษฐ์เครื่องชั่งน้ำหนัก โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. การเลือกใช้เซนเซอร์ ในการสร้างเงื่อนไขในการชั่งน้ำหนัก โดยเซนเซอร์ที่เลือกใช้

คือ Load cell แบบ Strain Gauge โดยเงื่อนไข Input 1-5V , Output 4-20mA

2. เงื่อนไขในการชั่งน้ำหนัก คือ เมื่อมีน้ำหนักมากกดทับตัว Load cell แบบ Strain Gauge

วงจรแจ้งเตือนจะทำงาน ผู้จัดทำได้เลือกใช้ LED 10 ดวง ในการแสดงผลว่ามีน้ำหนักเท่าไรโดย

1 ดวง คิดเป็น 100 g.

3. ศึกษาวงจรที่เกี่ยวข้อง เช่น วงจรที่ทำให้วงจร comparator ทำงานเมื่อต่อเข้ากับ วงจร signal

conditioner และศึกษาวงจรอื่นๆประกอบด้วยเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแสดงผลตามเป้าหมายที่กำหนด

4. นำข้อมูลที่ศึกษามาประยุกต์รวมกัน เพื่อสร้างเครื่องมือชั่งน้ำหนักให้ตรงตามที่ต้องการ

input = g.

Load cell แบบ  
Strain Gauge

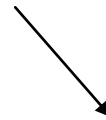
output = 0.2-4.2 mV



input = mV

วงจรขยายสัญญาณ  
mV to V

output = 1-5 V



วงจร comparator  
แสดงผล LED 10ดวง

วงจร ขยายสัญญาณ

V to I

Output = 4-20 mA

## บทที่ 4

### ระบบการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก

สามารถป้อน Input ได้ตั้งแต่น้ำหนัก 0-1000 g. เข้าไปที่ Signal Conditioner จะได้ค่า

Output 1-5V โดยเงื่อนไขในการชั่งน้ำหนัก คือ เมื่อมีน้ำหนักมากกระทบตัว Load Cell

วงจรแจ้งเตือนจะทำงาน ด้วย LED 10 ดวง เป็นตัวแสดงผล 1 ดวง = 100 g.

ตารางแสดงค่า ที่สัมพันธ์กับค่าเอาต์พุต

Sensor : Load Cell ชนิด Strain gauge

X1( 0 to 1000 g)	Y1( 0 to 15 mV)	Y2( 1 to 5 V)	Y3( 4 - 20 mA)
0	0.2	1.0	4
100	0.62	1.4	5.6
200	1.04	1.8	7.2
300	1.46	2.2	8.8
400	1.88	2.6	10.4
500	2.30	3.0	12.0
600	2.72	3.4	13.6
700	3.14	3.8	15.2
800	3.56	4.2	16.8
900	3.98	4.6	18.4
1000	4.40	5.0	20

ที่น้ำหนัก 100 g LED ติด 1 ดวง

ที่น้ำหนัก 200 g LED ติด 2 ดวง

ที่น้ำหนัก 300 g LED ติด 3 ดวง

ที่น้ำหนัก 400 g LED ติด 4 ดวง

ที่น้ำหนัก 500 g LED ติด 5 ดวง

ที่น้ำหนัก 600 g LED ติด 6 ดวง

ที่น้ำหนัก 700 g LED ติด 7 ดวง

ที่น้ำหนัก 800 g LED ติด 8 ดวง

ที่น้ำหนัก 900 g LED ติด 9 ดวง

ที่น้ำหนัก 1000 g LED ติด 10 ดวง

**\*\*** ที่น้ำหนัก 0 g หมายถึงไม่มีน้ำหนักมากดทับเซนเซอร์ จึงไม่มีค่าแสดงผลออกมา

## บทที่ 5

### ปัญหาในการทำงานและการแก้ไข

ปัญหาในการทำงานมีดังต่อไปนี้

1. วงจร **Signal Conditioner** มีปัญหาเนื่องจาก **Transistor** ที่ซื้อมามีค่า เบต้าไม่ตรงกับที่ต้องการจึงทำให้วงจรได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง จึงต้องไปหาซื้อตัวที่ถูกต้องมาแทน
2. ทρανซิสเตอร์ (2N3053) ที่ใช้ในวงจรขยายสัญญาณ เป็นทรานซิสเตอร์ที่ค่อนข้างจะหาซื้อยาก จึงให้เมื่อทรานซิสเตอร์เสียก็ต้องใช้เวลาในการหาซื้อทรานซิสเตอร์ตัวใหม่ถึงจะทำต่อได้
3. **Load Cell** ที่นำมาใช้ มีการใช้งานยาก ในที่แรกจึงไม่รู้ว่าควรจะให้น้ำหนักกดทับตรงส่วนไหนค่าถึงจะออกมาถูกต้องที่สุด จึงต้องเวลาในการศึกษาและทดลองจนได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด
4. เนื่องจากตัว **Load cell** แบบ **strain gauge** ที่ใช้มีค่าน้อยกว่า **100 mV** จึงต้องทำการขยายสัญญาณ **output** ให้อยู่ในช่วง **1-5 v** ซึ่งมีช่วงขยายที่มากกว่า **1000** เท่า ซึ่งอาจเกิดความยากในการขยายสัญญาณ
5. ตัวเซนเซอร์ที่ใช้เกิดเสียหายระหว่างการทำ และไม่สามารถซ่อมได้ จึงต้องแก้ไขโดยการเดินทางไปซื้อตัวเซนเซอร์ตัวใหม่มาเพื่อใช้ในการประดิษฐ์เครื่องชั่งน้ำหนัก

\*\*\*\*\*

กลุ่มที่ **11** ชื่อกลุ่ม “เบา เบา.” ขอบอกที่ไม่สามารถทำโครงการที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้รับมอบหมาย แต่กลุ่มข้าพเจ้าได้พยายามและตั้งใจทำงานจนสุดความสามารถแล้ว แต่มันเกิดจากความผิดพลาดส่วนหนึ่ง ซึ่งผลออกมาไม่ได้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ทำให้ไม่สามารถที่จะอัดเป็นคลิปวิดีโอแสดงผลงานได้ โครงการฉบับนี้จึงเป็นผลงานที่แทนการอัดคลิปวิดีโอ หวังว่าจะได้รับการพิจารณาจากอาจารย์ได้บ้าง

ด้วยความเคารพอย่างสูง