
Lecture 2 Error on measurement

Thawatchai Thongleam

Faculty of Science and Technology

Nakhon Pathom Rajabhat University

Introduction

- Type of Errors
 - Measurement Errors Calculation
 - Class of Instrument
 - Measurement Error Combinations
-

1. Type of Error

- ความผิดพลาดโดยผู้วัด (Human Error or Gross Errors)
 - เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์
- ความผิดพลาดของระบบ (Systematic Errors)
 - เป็นความผิดพลาดที่มีอยู่ในเครื่องมือวัดที่เกิดจากโครงสร้างของระบบกลไก
 - ความผิดของแกนขดลวดกับที่รองรับ
 - ความผิดพลาดจากสปริงก้นหอย
 - การปรับแต่งผิดพลาดที่ทำให้เข็มชี้ไม่ตรงตำแหน่งศูนย์ (Zero Position)

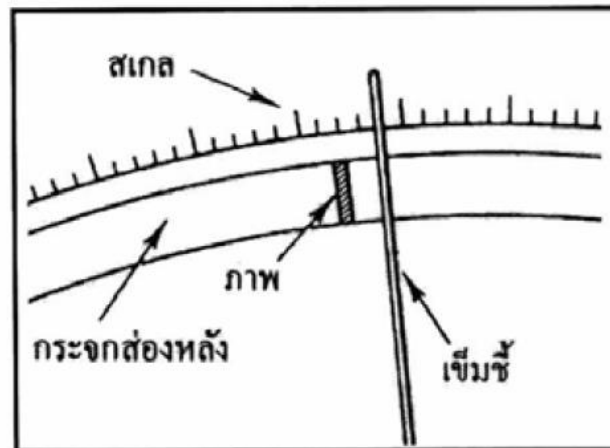
Type of Error

❑ ความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อม (Environmental Errors)

- ความผิดพลาดที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพภายนอกของเครื่องมือวัด เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความสั่นสะเทือน ความกดดันของอากาศ

❑ ความผิดพลาดจากการอ่าน (Observational Errors)

- เป็นความผิดพลาดจากผู้ใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าสเกลไม่ถูกต้อง

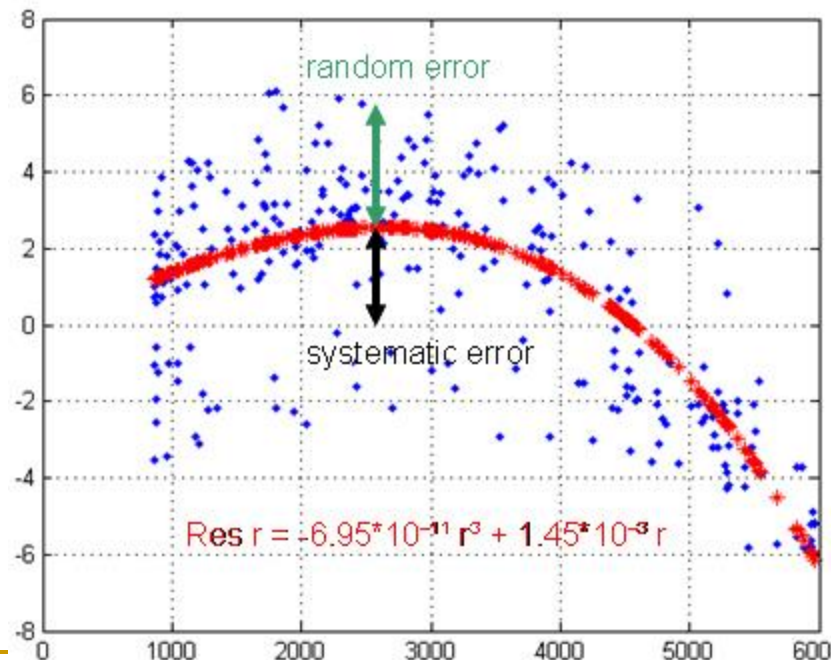


รูปที่ 1-1 แสดงความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่านค่า

Type of Error

■ ความผิดพลาดแบบสุ่ม (Random Errors)

- เป็นความผิดพลาดที่ไม่แน่นอนว่ามีสาเหตุเกิดมาจากอะไร
- ผลที่ได้จากการวัดหลาย ๆ ครั้งแล้วไม่ถูกต้อง

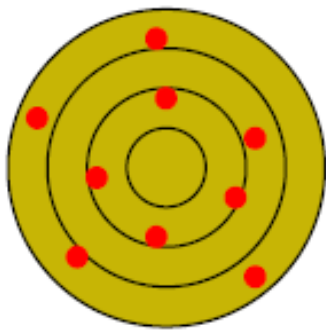


สาเหตุความผิดพลาดของเครื่องมือวัด

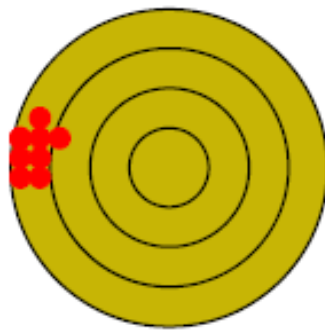
- สนามแม่เหล็ก
- อุณหภูมิบริเวณรอบๆเครื่องมือวัดสูงเกินไป
- ความร้อนในตัวเครื่องมือวัด
- เจ็มที่ชี้เคลื่อนที่ไปจากศูนย์
- การเสียดสีหรือความฝืด
- การเสื่อมอายุของอุปกรณ์ของเครื่องมือวัด
- การเปลี่ยนแปลงความถี่และแรงดันไฟฟ้าขณะทำการวัด

นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด

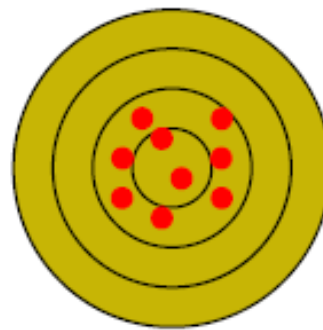
- ความแม่นยำหรือความถูกต้อง (Accuracy) คือ ความใกล้เคียงกันระหว่างค่าวัดได้กับค่าจริงของตัวแปรที่ถูกวัด
 - ความแม่นยำจะแสดงในรูปเปอร์เซ็นต์ของค่าเต็มสเกล (Full Scale Deflection : FSD)
- ความเที่ยงตรง (Precision) คือ ความสามารถของเครื่องมือวัดที่วัดค่าแต่ละครั้งมีความแตกต่างของค่าวัดได้น้อยมาก



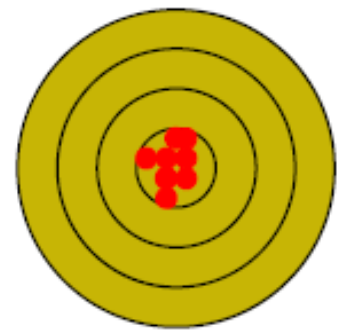
A



B



C

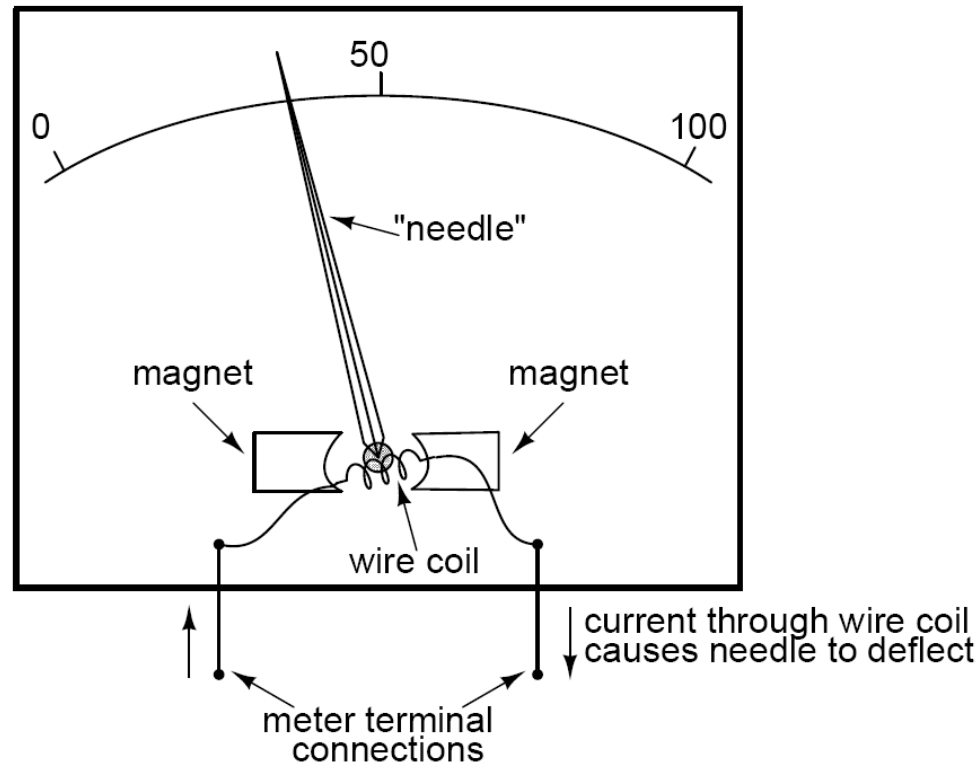


D

นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด

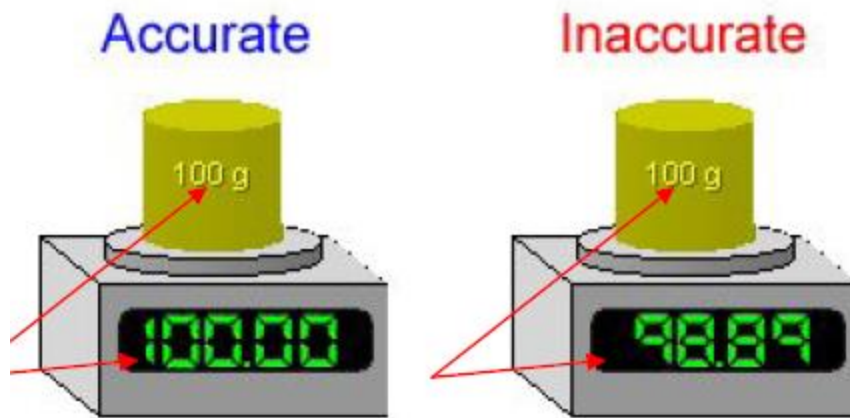
- ความไว (Sensitivity) คือ ความไวในการตอบสนองของเครื่องมือวัดที่มีต่อกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (Full Scale Current : I_{fs})

Permanent magnet, moving coil (PMMC) meter movement



นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด

- ความผิดพลาด (Error) คือค่าความแตกต่างระหว่างค่าวัด (Measured value) กับค่าจริง (True value) ของตัวแปรและจะเรียกว่าค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Error)



$$\text{Error} = 1.11$$

- ความละเอียด (Resolution) หรือ ความสามารถแยกแยะ คือความสามารถของเครื่องมือวัดจะตอบสนองหรือวัดค่าที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

2. Measurement Errors Calculation

- ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Error : e) คือค่าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าวัดได้

$$e = X_t - X_m$$

- เมื่อ e คือ ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Error)

X_t คือ ค่าจริง (True value)

X_m คือ ค่าวัด (Measured value)

Measurement Errors Calculation

- ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (Relative Error) หรือ Percent Error (%Error) คือค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ได้จากค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เปรียบเทียบกับค่าจริง

$$\%Error = \left| \frac{X_t - X_m}{X_t} \right| \times 100\%$$

- ความถูกต้องหรือความแม่นยำ (Accuracy : A) คือค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัด ได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากน้อยเพียงใด

$$A = \frac{X_m}{X_t}$$

- เปอร์เซ็นต์ค่าความถูกต้อง (%Acc)

$$\%Acc = A \times 100\%$$

- ค่าความเที่ยงตรง (Precision) คือค่าวัดได้ใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด โดยเป็นค่าที่ได้จากการวัดตัวแปรเดียวกันซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

$$\text{Precision} = 1 - \left| \frac{X_n - \overline{X_n}}{\overline{X_n}} \right|$$

$$\overline{X_n} = \frac{\sum X_n}{n}$$

- เมื่อ $\overline{X_n}$ คือค่าเฉลี่ยของการวัด
 X_n คือค่าของการวัดแต่ละครั้ง
 $\sum X$ คือผลรวมค่าของการวัดทั้งหมด
 n คือจำนวนครั้งของการวัด

3. Class of Instrument



ภาพที่ 2.1 แสดงหน้าปัดเครื่องวัด
แบบขดลวดเคลื่อนที่

- เครื่องมือวัดที่ถูกสร้างขึ้นมาและมีการ
ปรับแต่งเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะมีค่าความ
ผิดพลาดของย่านวัดที่จำกัดค่าหนึ่งเสมอ
- ค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดแต่ละเครื่อง
จะระบุเป็นชั้นหรือคลาส (Class)

- คลาสหรือชั้นของเครื่องมือวัด (Class of Instrument) หมายถึงตัวเลขบอกค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของค่าเต็มสเกลของย่านวัด และทุกค่าสเกลการวัดจะมีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์เท่ากับค่าเต็มสเกลด้วย
- ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ของย่านวัด (Absolute Error of Rang) คือค่าความผิดพลาดของย่านวัดที่ได้จากคลาสคูณด้วยย่านวัดซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดของค่าเต็มสเกล

$$e_{(range)} = \frac{\text{Class}}{100} \times \text{range}$$

ตารางที่ 1.1 ชนิดชั้นหรือคลาสเครื่องมือวัด

Accuracy Class	Symbol
0.2	0.2 หรือ Class 0.2
0.5	0.5 หรือ Class 0.5
1.0	1.0 หรือ Class 1.0
1.5	1.5 หรือ Class 1.5
2.5	2.5 หรือ Class 2.5

- ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (Relative Error) คือค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ของย่านวัดเปรียบเทียบกับค่าจริง หรือค่าวัด ได้คิดเป็นร้อยละ

$$\%Error = \frac{e_{(range)}}{X_t} \times 100\%$$

- เมื่อ $e_{(range)}$ คือค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ของย่านวัด

$\%Error$ คือเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด

X_t คือค่าจริง

- ค่าความผิดพลาดจำกัด (Limiting Error), ค่าความผิดพลาดประกัน (Guaranteed Error) ค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดแบบเข็มชี้ (Indicating Instrument) อาจจะระบุเป็นอีกอย่างหนึ่งคือค่าความผิดพลาดจำกัด หรือค่าความผิดพลาดประกันของย่านวัด
- ค่าความผิดพลาดจำกัดจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของค่าเต็มสเกล (Full scale) ซึ่งคำนวณได้เป็น

$$e_{(range)} = (\%Limiting_Error) \times rang$$

$$e_{(range)} = (\%Guaranteed_Error) \times rang$$

เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. Joseph J. Carr “Elements of Electronic Instrumentation and Measurement”
 2. David A. Bell “Electronic instrumentation and measurement”
 3. Robert B. Northrop “Introduction to instrumentation and measurement”
 4. ศักรินทร์ โสन्नันทะ “เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า”
-

Thank you
