



รายวิชา 6502202 เครื่องมือและการวัดทางไฟฟ้า

Electrical Instruments and Measurements

ผู้สอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วทัตญญู มีศรีสุข

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement) มาตรฐานของการวัดเป็นการแสดงหน่วยการวัดทางฟิสิกส์ หน่วยนี้จะเป็นการอ้างอิง โดยการกำหนดมาตรฐานของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติควบคู่กับค่าคงที่ของอะตอม ตัวอย่างเช่น หน่วยพื้นฐาน ของมวลในระบบสากล (SI) คือ กิโลกรัม (Kilogram) ซึ่งหมายถึง มวล 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร (Cubic decimeter) การแบ่งชนิดของหน่วยมาตรฐานสามารถแบ่งตามหน้าที่และการประยุกต์ได้เป็น 4 มาตรฐานหลักได้แก่
- ก.มาตรฐานสากล (International Standard)
- ข.มาตรฐานปฐมภูมิ หรือมาตรฐานขั้นต้น (Primary or Basic Standards)
- ค.มาตรฐานทุติยภูมิ หรือมาตรฐานขั้นที่ 2 (Secondary standards)
- ง.มาตรฐานใช้งาน (Working standards)

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

ก. มาตรฐานสากล (International Standard

เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นจากการตกลงระหว่างนานาชาติ โดยการแทนหน่วยของการวัดค่าวัดให้ใกล้เคียง และเที่ยงตรงที่สุดเท่าที่เทคโนโลยีในการผลิตและการวัดจะเอื้ออำนวยให้ มาตรฐานสากลนี้จะถูกตรวจสอบค่าอย่างสม่ำเสมอ โดยการวัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute measurements)

ตารางแสดงตัวอย่างหน่วยพื้นฐานของระบบ SI

ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว (length)	เมตร (meter)	m
มวล (mass)	กิโลกรัม (kilogram)	Kg
เวลา (time)	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (electric current)	แอมป์แปร์ (ampere)	A

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

ข. มาตรฐานปฐมภูมิ หรือมาตรฐานขั้นต้น (Primary or Basic Standards)

เป็นมาตรฐานที่ถูกเก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการมาตรฐานแห่งชาติในส่วนต่างๆ ของโลก โลก เช่น ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์แห่งชาติ (National Physical Laboratory หรือ NPL) ในสหราชอาณาจักรซึ่งเก่าแก่ที่สุดในโลก

มาตรฐานขั้นต้นนี้จะถูกใช้ในการแทนหน่วยพื้นฐานและหน่วยต่อเนื่อง ในหน่วยทางเครื่องกลและหน่วยทางไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับ การปรับแต่ง โดยการวัดแบบสัมบูรณ์ที่ห้องปฏิบัติการแห่งชาติแต่ละแห่ง ผลของการวัดค่าจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าอื่น ๆ อีก

ค. มาตรฐานทุติยภูมิ หรือมาตรฐานขั้นที่ 2 (Secondary standards)

ใช้การอ้างอิงจากมาตรฐานปฐมภูมิ โดยนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการการวัดในทางอุตสาหกรรม มาตรฐานทุติยภูมินี้ จะถูกเก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง และจะถูกตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยมาตรฐานปฐมภูมิในบริเวณนั้น ผลการตรวจสอบและปรับแต่งของมาตรฐานทุติยภูมิ ทั้งหมดจะอาศัยห้องปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรมของตัวเอง

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

ง. มาตรฐานใช้งาน (Working standards)

เป็นมาตรฐานที่ใช้ในเครื่องมือทั่วไปของการวัดค่าในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการตรวจสอบและปรับแต่งเครื่องมือในห้องปฏิบัติการทั่วไป สำหรับแสดงหรือเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของการวัดในการใช้งานทางอุตสาหกรรม ถือว่าเป็นมาตรฐานใช้งานในการควบคุมคุณภาพของ การผลิตและตรวจสอบอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมา

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

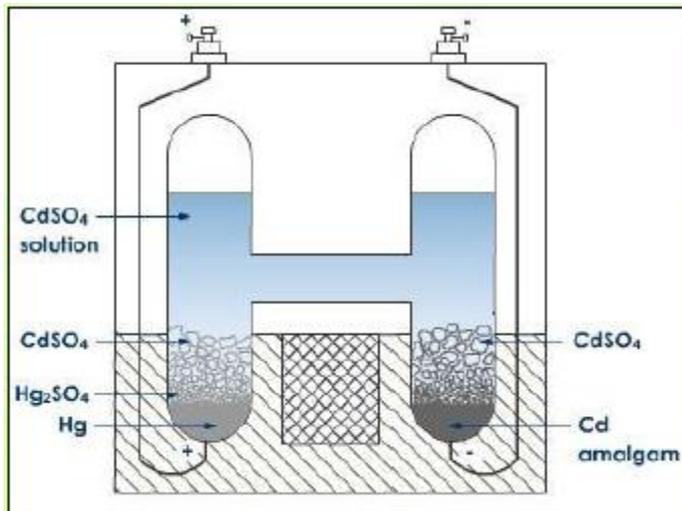
- มาตรฐานทางไฟฟ้า (Electrical Standards) จะกล่าวถึง มาตรฐานที่ใช้งานทางด้านไฟฟ้า ทั้งค่าปริมาณและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 5 มาตรฐาน
 1. แอมป์แปร์สัมบูรณ์ (Absolute Ampere)
 2. มาตรฐานแรงดันไฟฟ้า (Voltage Standard)
 3. มาตรฐานความต้านทาน (Resistance Standard)
 4. มาตรฐานความจุ (Capacitance Standard)
 5. มาตรฐานความเหนี่ยวนำ (Inductance Standard)

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- 1. แอมป์แปร์สัมบูรณ์ (**Absolute ampere**) หน่วยของระบบสากลให้นิยามคำว่า แอมป์แปร์ (เป็นหน่วยพื้นฐานของกระแสไฟฟ้า) คือ ค่ากระแสคงที่ที่ถูกส่งผ่านเข้าไปในตัวนำ 2 เส้นที่ต่อขนานกันและวางห่างกัน 1 เมตร มีความยาวของลวดตัวนำเป็นอนันต์ ถูกวางในสุญญากาศจะทำให้เกิดแรงระหว่างตัวนำทั้งสองเท่ากับ 2×10^{-7} (N/m) ถือว่าเป็นการวัดแบบสัมบูรณ์เบื้องต้น เป็นการวัดที่ค่อนข้างหายาก ไม่เหมาะจะใช้เป็นมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- 2. มาตรฐานแรงดันไฟฟ้า (**Voltage Standard**) เวสต์ตันเซลล์ (**Weston cell**) เป็นเซลล์ที่เป็นตัวกำหนดแรงดันมาตรฐานปฐมภูมิ โครงสร้างของเวสต์ตันเซลล์ประกอบด้วยปรอทเป็นขั้วบวกและปรอทผสมแคดเมียม (แคดเมียม 10 %) เป็นขั้วลบ มีสารละลายของแคดเมียมซัลเฟตเป็นอิเล็กโทรไลต์ ทั้งหมดถูกบรรจุอยู่ในขวดแก้วรูปตัว H ดังรูป

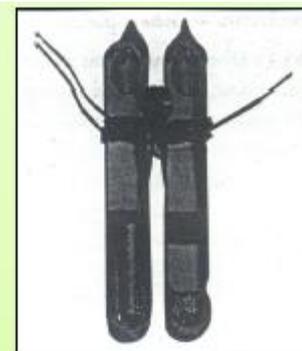


มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- เวสตันเซลล์มี 2 ชนิด คือ
- ก. เวสตันเซลล์ชนิดอิ่มตัว (Saturated Weston cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะอิ่มตัวในทุก ๆ อุณหภูมิ
- ข. เวสตันเซลล์ชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated Weston cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



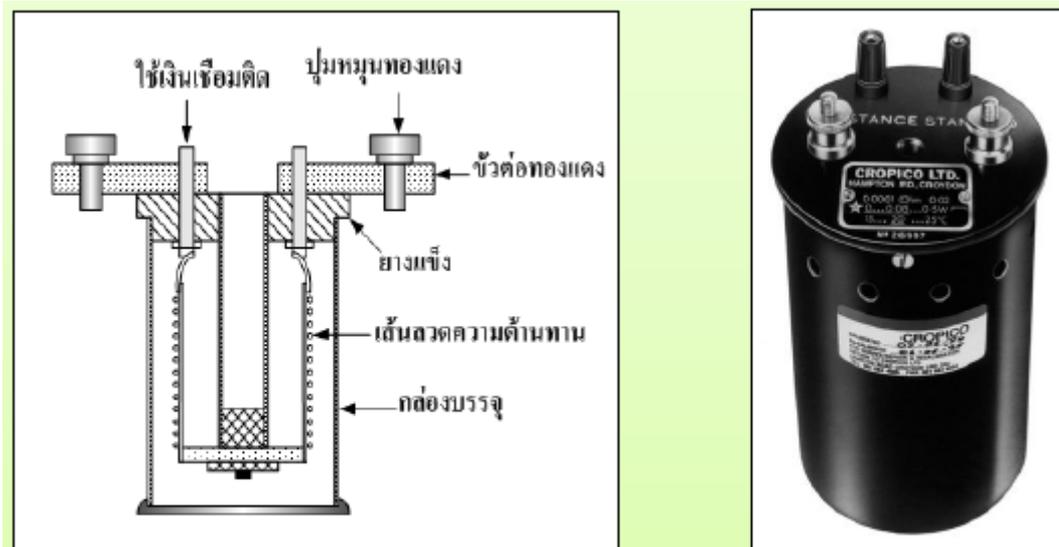
เวสตันเซลล์ชนิดอิ่มตัว



เวสตันเซลล์ชนิดไม่อิ่มตัว

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- 3. มาตรฐานความต้านทาน (Resistance Standard)
ตัวต้านทานมาตรฐานถูกสร้างขึ้นเป็นขดลวด โดยใช้ลวดพวกแมงกานิน (manganin) ซึ่งจะมีความต้านทานจำเพาะทางไฟฟ้าสูง (high electrical resistivity) และมีสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิต่ำ



โครงสร้างภายในและรูปร่างจริงของตัวต้านทานมาตรฐาน

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- 4. มาตรฐานความจุ (Capacitance Standard)ผลิตจากการวางแผ่นโลหะ 2 แผ่นไว้ใกล้กัน มีอากาศเป็นฉนวนพื้นที่และระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้ง 2 ซึ่งจะต้องทราบค่าที่ถูกต้องแน่นอนค่าความจุของมาตรฐานใช้งาน ถ้าใช้ฉนวนเป็นอากาศจะมีค่าความจุต่ำ และถ้าใช้ฉนวนเป็นวัสดุแข็งจะมีค่าความจุสูง ตัวเก็บประจุเงินแบบไมก้าจะเป็นตัวเก็บประจุที่ดีมากในมาตรฐานใช้งาน ซึ่งมีความคงที่และมีค่าการสูญเสียของฉนวนต่ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าตามอุณหภูมิต่ำ อายุการใช้งานจะมีผลเล็กน้อยหรือไม่มีผลต่อความผิดพลาด

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)



(ก) ชนิดค่าคงที่

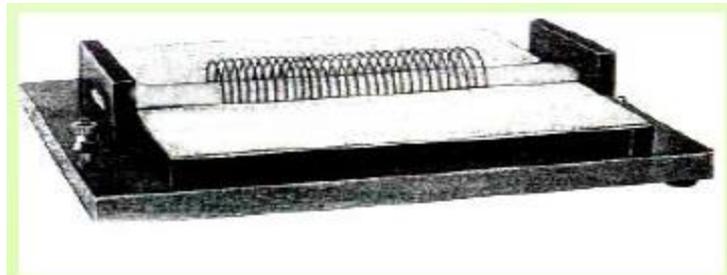


(ข) ชนิดปรับค่าแบบดีเคด

ตัวเก็บประจุมาตรฐานที่ผลิตขึ้นมาใช้งานและวางจำหน่ายใน

มาตรฐานของการวัด (Standard of Measurement)

- 5. มาตรฐานความเหนี่ยวนำ (Inductance Standard) มาตรฐานความเหนี่ยวนำปฐมภูมิได้จากความสัมพันธ์ระหว่างโอห์มและฟารัด โดยที่ไม่ได้ใช้รูปทรงทางกายภาพที่นำมาผลิตตัวเหนี่ยวนำมาตรฐานใช้งานของค่าความเหนี่ยวนำที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมีมากมายหลายค่า ทั้งแบบคงที่และแบบปรับเปลี่ยนค่าได้ ชนิดคงที่จะมีค่าความเหนี่ยวนำมาตรฐานประมาณ 100 ไมโครเฮนรี ถึง 10 เฮนรี ปรับเปลี่ยนค่าได้มีค่าความเหนี่ยวนำประมาณ 0 ถึง 200 มิลลิเฮนรี



ขดลวดที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานในห้องปฏิบัติการ



การวิเคราะห์การวัด

ชนิดของความผิดพลาด (Type of Errors)

ความผิดพลาดจากการวัดนั้นมี 3 ชนิด

1. ความผิดพลาดโดยผู้วัด (Human Errors)

2. ความผิดพลาดของระบบ (Systematic Errors)

2.1 ความผิดพลาดของเครื่องมือวัด (Instrumental Errors) คือความผิดพลาดที่มีอยู่ในเครื่องมือวัดที่เกิดจากโครงสร้างกลไก ขาดการบำรุงรักษา อายุการใช้งาน เป็นต้น

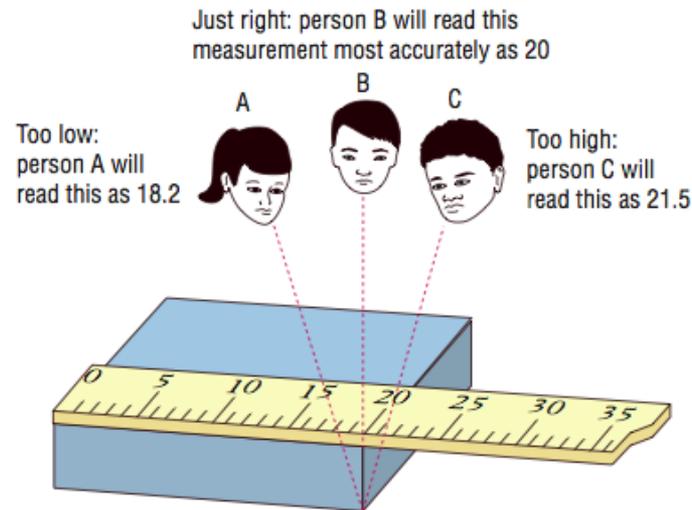
2.2 ความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อม (Environmental Errors) คือความผิดพลาดที่มีสิ่งแวดล้อมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพล เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความสั่นสะเทือน สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้าสถิต เป็นต้น



การวิเคราะห์การวัด

ชนิดของความผิดพลาด (Type of Errors)

2.3 ความผิดพลาดจากการอ่าน (Observational Error) หรือ Parallax Error



3. ความผิดพลาดแบบเรנדอม (Random Errors) เป็นความผิดพลาดที่ไม่แน่นอนว่าเกิดมาจากสาเหตุใด

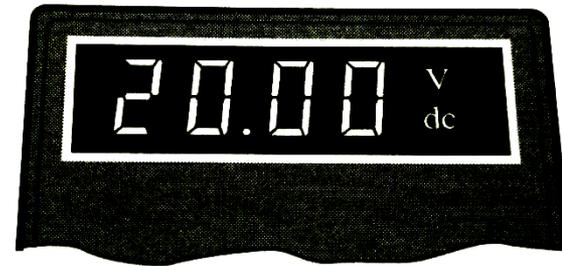


การวิเคราะห์การวัด

การคำนวณค่าความผิดพลาดจากการวัด
(Measurement Errors Calculation)

ค่าผิดพลาดสัมพัทธ์ (Relative Error : %Error)
หรือ Percent Error

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



Voltmeter accuracy = $\pm 0.1\%$ Relative error
Measured voltage = 20.00V $\pm 0.1\%$
= 20.00V $\pm 0.02\text{V}$ Absolute error



การวิเคราะห์การวัด

การคำนวณค่าความผิดพลาดจากการวัด
(Measurement Errors Calculation)

ค่าความถูกต้องหรือความแม่นยำ (Accuracy : A)

$$A = 1 - \% \text{ Error}$$



การวิเคราะห์การวัด

การคำนวณค่าความผิดพลาดจากการวัด
(Measurement Errors Calculation)

เปอร์เซ็นต์ค่าความถูกต้อง (%Acc)

$$\% \text{ Acc} = A \times 100\%$$

$$\% \text{ Acc} = 100\% - \% \text{ Error}$$



การวิเคราะห์การวัด

การคำนวณค่าความผิดพลาดจากการวัด
(Measurement Errors Calculation)

ค่าความเที่ยงตรง (Precision)

X_n ค่าของการวัดแต่ละครั้ง

$\sum X$ ผลรวมค่าของการวัดทั้งหมด

n จำนวนครั้งของการวัด

$$\text{Precision} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right|$$

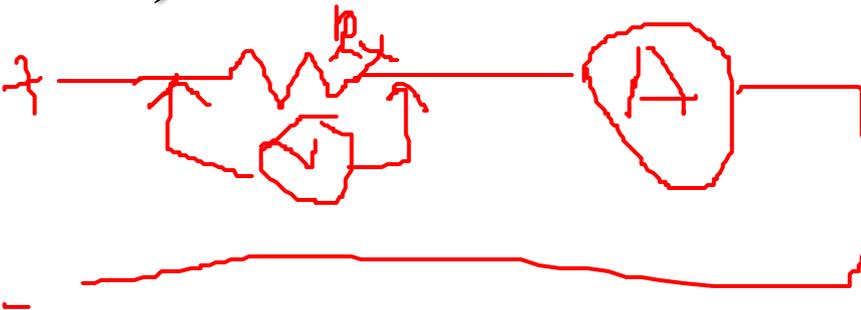
เมื่อ $\bar{X}_n = \frac{\sum X}{n}$ ค่าเฉลี่ยของการวัด



การวิเคราะห์การวัด

ตัวอย่างที่ 1.1 โวลต์มิเตอร์มีความไว $1 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า ตกคร่อมตัวต้านทาน R_x ที่ต่ออนุกรมกับมิลลิแอมป์มิเตอร์และอ่านค่าได้ 100 V ตั้งย่านวัด 150 V ถ้ามิลลิแอมป์มิเตอร์อ่านค่าได้ 5 mA จงหา

- ก) ค่าความต้านทานรวมของวงจร
- ข) ค่าความต้านทานจริงของตัวต้านทาน
- ค) ค่า % ความผิดพลาดของค่าความต้านทานจากการวัด





การวิเคราะห์การวัด

ก) ค่าความต้านทานรวมของวงจร

$$R_t = \frac{V_t}{I_t} = \frac{100V}{5mA} = 20k\Omega \quad \#$$

ข) ค่าความต้านทานจริงของตัวต้านทาน
หาค่าความต้านทานของเครื่องมือวัดก่อน

$$R_v = S \times \text{Range} = \frac{1k\Omega}{V} \times 150V = 150k\Omega$$



การวิเคราะห์การวัด

จากสมการค่าความต้านทานรวมแบบขนาน

$$R_t = R_x // R_v = \frac{R_x R_v}{R_x + R_v}$$

$$R_t = \frac{R_x}{R_x} \times \frac{R_v}{1 + R_v}$$

$$R_x = \frac{R_t R_v}{R_v - R_t} = \frac{20\text{k} \times 150\text{k}}{150\text{k} - 20\text{k}} = 23.08\text{k}\Omega \quad \#$$

ค) ค่า % ความผิดพลาดของค่าความต้านทานจากการวัด

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{X_t - X_m}{X_t} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{23.08\text{k}\Omega - 20\text{k}\Omega}{23.08\text{k}\Omega} \right| \times 100\% \quad \# \\ &= 13.34\% \end{aligned}$$



การวิเคราะห์การวัด

ตัวอย่างที่ 1.2 ตัวต้านทานมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม 50 V ใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าได้ 49 V จงคำนวณหา

- ก) Absolute Error : e
- ข) %Error
- ค) ค่าความถูกต้อง (A)
- ง) เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%Acc)



การวิเคราะห์การวัด

ก) Absolute Error : e

จากสมการ

$$e = X_t - X_m = 50V - 49V = 1V \quad \#$$

ข) %Error

จากสมการ

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{X_t - X_m}{X_t} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{50V - 49V}{50V} \right| \times 100\% \\ &= 2\% \quad \# \end{aligned}$$



การวิเคราะห์การวัด

ค) หาค่าความถูกต้อง

จากสมการ

$$A = 1 - \% \text{ Error} = 1 - 2\% = 0.98 \quad \#$$

ง) เปอร์เซนต์ความถูกต้อง (%Acc)

จากสมการ

$$\begin{aligned} \% \text{ Acc} &= A \times 100\% \\ &= 0.98 \times 100\% \\ &= 98\% \quad \# \end{aligned}$$



การวิเคราะห์การวัด

ตัวอย่างที่ 1.3 จากการทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าจำนวน 10 ค่า จง
คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของการทดลองวัดแรงดันไฟฟ้าครั้งที่ 4
ตามตารางการทดลอง

ครั้งที่วัด	(V)	ครั้งที่วัด	(V)
1	98	6	103
2	102	7	98
3	101	8	106
4	97	9	107
5	100	10	99



การวิเคราะห์การวัด

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\bar{X}_n &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{98 + 102 + 101 + 97 + 100 + 103 + 98 + 106 + 107 + 99}{10} \\ &= 101.1\end{aligned}$$

พิจารณาการวัดครั้งที่ 4

$$\text{Precision} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| = 1 - \left| \frac{97 - 101.1}{101.1} \right| = 95.9\%$$



การวิเคราะห์การวัด

คลาสหรือชั้นของเครื่องมือวัด หมายถึง ตัวเลขที่บ่งบอกค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของค่าเต็มสเกล **เครื่องมือวัดที่มีคลาस्ताจะวัดได้ค่าความถูกต้องมากกว่าคลาสูง**





การวิเคราะห์การวัด

คลาสหรือชั้นของเครื่องมือวัด

(Class of instruments)

ชั้นของความถูกต้อง (Accuracy class)	สัญลักษณ์ (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



การวิเคราะห์การวัด

คลาสหรือชั้นของเครื่องมือวัด (Class of instruments)

ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ของย่านวัด (Absolute Error of Range)

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

การหา % Error

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

$$\% \text{ Error} = \frac{e_{\text{range}}}{X_m} \times 100\%$$



การวิเคราะห์การวัด

คลาสหรือชั้นของเครื่องมือวัด (Class of instruments)

ค่าความผิดพลาดจำกัด (Limiting Errors) หรือค่าความผิดพลาด
ประกัน (Guaranteed Errors) คือเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของ
ค่าเต็มสเกล (FSD)

$$e_{\text{range}} = (\% \text{ Limiting Error}) \times \text{range}$$

$$e_{\text{range}} = (\% \text{ Guaranteed Error}) \times \text{range}$$



การวิเคราะห์การวัด

ตัวอย่างที่ 1.4 โวลต์มิเตอร์คลาส 1.0 มีย่านวัด 100V, 250V และ 1000V เมื่อนำไปวัดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายขนาด 90V จงคำนวณหาช่วงแรงดันไฟฟ้าที่เข็มชี้มิเตอร์จะแสดงค่าที่อ่านได้และค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์จากการวัดทั้ง 3 ย่าน

วิธีทำ จากสมการ
$$e_{\text{range}} = \frac{\text{Class}}{100} \times \text{range}$$

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



การวิเคราะห์การวัด

ก) ตั้งย่านวัด 100V

$$e_{100V} = \frac{1}{100} \times 100V = \pm 1V$$

เข็มชี้แสดงค่าจริง = 100V \pm 1V, 99V \rightarrow 101V

$$\% \text{ Error} = \frac{\pm 1V}{90V} \times 100\% = 1.11\%$$



การวิเคราะห์การวัด

ข) ตั้งย่านวัด 250V

$$e_{250V} = \frac{1}{100} \times 250V = \pm 2.5V$$

เข็มชี้แสดงค่าจริง = $250V \pm 2.5V$, $247.5V \rightarrow 252.5V$

$$\% \text{ Error} = \frac{\pm 2.5V}{90V} \times 100\% = 2.77\%$$



การวิเคราะห์การวัด

ก) ตั้งย่านวัด 1000V

$$e_{1000V} = \frac{1}{100} \times 1000V = \pm 10V$$

เข็มชี้แสดงค่าจริง = 1000V \pm 10V, 990V \rightarrow 1010V

$$\% \text{ Error} = \frac{\pm 10V}{90V} \times 100\% = 11.11\%$$

การเลือกย่านวัดไม่เหมาะสมมีผลต่อค่าความผิดพลาดจากการวัดมาก



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

1. ค่าความผิดพลาดในผลรวม

กำหนดให้ $E_1 = V_1 \pm \Delta V_1$

$$E_2 = V_2 \pm \Delta V_2$$

ดังนั้น $E_{\text{total}} = E_1 + E_2$

$$E_{\text{total}} = (V_1 + V_2) \pm (\Delta V_1 + \Delta V_2)$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

2. ค่าความผิดพลาดในผลต่าง

กำหนดให้ $E_1 = V_1 \pm \Delta V_1$

$$E_2 = V_2 \pm \Delta V_2$$

ดังนั้น $E_{\text{total}} = E_1 - E_2$

$$E_{\text{total}} = (V_1 - V_2) \pm (\Delta V_1 + \Delta V_2)$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

ตัวอย่างที่ 1.5 กำหนดให้ $E_1 = 100V \pm 1\%$

$$E_2 = 80 \pm 5\%$$

จงคำนวณผลรวมและผลต่างของ E_1 และ E_2



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

3. ค่าความผิดพลาดในผลคูณ

กำหนดให้ $V = V \pm \Delta V$

$$I = I \pm \Delta I$$

จาก $P = EI$

$$\% \text{Error in } P = \pm \left[\left(\% \text{Error in } E \right) + \left(\% \text{Error in } I \right) \right]$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

4. ค่าความผิดพลาดในผลหาร

กำหนดให้

$$V = V \pm \Delta V$$

$$I = I \pm \Delta I$$

จาก

$$R = \frac{V}{I}$$

$$\% \text{ Error in } R = \pm \left[\left(\% \text{ Error in } E \right) + \left(\% \text{ Error in } I \right) \right]$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

ตัวอย่างที่ 1.6 ตัวต้านทาน $1000\Omega \pm 10\%$ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 10mA วัดด้วยแอมป์มิเตอร์ตั้งย่านวัด 25mA มีค่าความผิดพลาดจำกัด 2% ของ FSD จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของกำลังไฟฟ้า



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

วิธีทำ จาก $P = I^2R = (10\text{mA})^2 \times 1,000 = 100\text{mW}$

$$\text{Error}_{(R)} = \pm 10\%$$

$$e_{\text{range}} = (\% \text{ Limiting Error}) \times \text{range}$$

$$= \frac{\pm 2}{100} \times 25\text{mA} = \pm 0.5\text{mA}$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

วิธีทำ หาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของค่ากระแสที่วัดได้ 10mA

$$\begin{aligned}\% \text{ Error} &= \frac{e_{(\text{range})}}{X_m} \times 100\% \\ &= \frac{\pm 0.5\text{mA}}{10\text{mA}} \times 100\% = 5\%\end{aligned}$$



การวิเคราะห์การวัด

การรวมค่าความผิดพลาดการวัด (Measurement Error Combination)

วิธีทำ หาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของค่ากระแสที่วัดได้ 10mA

$$\begin{aligned}\% \text{Error in } P &= \left[\left(\% \text{Error in } I \right) + \left(\% \text{Error in } I \right) + \left(\% \text{Error in } R \right) \right] \\ &= 2(\pm 5\%) + (\pm 10\%) = \pm 20\%\end{aligned}$$



Homework2

1. จงคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงสูงสุดของการวัดแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของเครื่องขยายเสียงด้วยออสซิลโลสโคปโดยนักศึกษา 6 คน มีผลการวัดดังนี้ ก) 20.20 V ข) 19.90 V ค) 20.05 V ง) 20.10 V จ) 19.85 V ฉ) 20.00 V
2. โวลต์มิเตอร์มีความถูกต้อง 2% ของค่าเต็มสเกล จงคำนวณดังต่อไปนี้
ก) เมื่อตั้งย่านวัด 300 V วัดแรงดันไฟฟ้าอ่านค่าได้ 175 V
ข) ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์มีค่าเท่าไร
ค) เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดจากการวัดมีค่าเท่าไร
3. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า A และ B มีคลาส 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ เมื่อนำไปวัดแรงดันไฟฟ้า 120 V
ก) เครื่องวัด A ตั้งย่านวัด 300 V
ข) เครื่องวัด B ตั้งย่านวัด 300 V

จงคำนวณค่าความผิดพลาดจากการวัดด้วยเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าทั้งสองและจงอธิบายผลเปรียบเทียบเมื่อตั้งย่านวัดเท่ากันแต่เครื่องวัดมีคลาสต่างกัน ผลการวัดเครื่องไหนให้ความถูกต้องกว่ากัน



Thank you