

"Base" quantities	Unit
length (l)	meter
mass (m)	kilogram
time (t)	second
electric current (I)	ampere
temperature ("thermodynamic") (T)	kelvin
amount of substance (n)	mole
luminous intensity (I_v)	candela

บทที่ 1

หน่วยวัดและ

ค่าผิดพลาดจากการวัด

วัตถุประสงค์

1. รู้จักหน่วยในระบบ เอส.ไอ. และใช้งานได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนคำชื่อประกอบและเลขยกกำลังของหน่วยวัดได้
3. บอกความหมายของค่าผิดพลาดจากการวัดแบบต่างๆได้

1-1 หน่วยในระบบ เอส.ไอ.

ระบบ เอส.ไอ.(SI-Unit ; The International System of Unit) กำเนิดขึ้นในปี ค.ศ. 1960 เป็นระบบที่เกิดจากการตกลงกันจากทุกประเทศทั่วโลก เพื่อให้หน่วยของการวัดค่าต่างๆ เช่น ขนาด น้ำหนัก ปริมาตร ปริมาณ ค่าทางไฟฟ้าและฟิสิกส์ ฯลฯ มีมาตรฐาน



เดียวกันทั่วโลก ตัวอย่างของหน่วย เอส.ไอ. เช่น หน่วยวัดความยาวเป็นเมตร(m) หน่วยวัดน้ำหนักเป็นกิโลกรัม(kg) หน่วยวัดเวลาเป็นวินาที(s) หน่วยวัดเส้นแรงแม่เหล็กเป็นเวเบอร์ (Wb) เป็นต้น หน่วยวัดในระบบ เอส.ไอ. แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ หน่วยวัดทางกล (Mechanical Unit) หน่วยวัดทางไฟฟ้า(Electrical Unit) และหน่วยวัดอุณหภูมิ (Temperature Unit) รายละเอียดของหน่วยในระบบ เอส.ไอ. ทั้ง 3 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงหน่วย และขนาดในระบบ เอส.ไอ.

Quantity	Symbol	Unit	Unit Symbol	Dimensions
Length	l	Meter (เมตร)	m	[L]
Mass	m	Kilogram (กิโลกรัม)	kg	[M]
Time	t	Second (วินาที)	s	[T]
Area	A	Square Meter (ตารางเมตร)	m^2	[L ²]
Volume	V	Cubic Meter (ลูกบาศก์เมตร)	m^3	[L ³]
Velocity	v	Meter per Second (เมตร/วินาที)	m/s	[LT ⁻¹]
Acceleration	a	Meter per Second per Second (เมตร/วินาที/วินาที)	m/s^2	[LT ⁻²]
Force	F	Newton (นิวตัน)	N	[MLT ⁻²]
Pressure	p	Newton per Square Meter (นิวตัน / ตารางเมตร)	N/m^2	[ML ⁻¹ T ⁻²]
Work	W	Joule (จูล)	J	[ML ² T ⁻²]
Power	P	Watt (วัตต์)	W	[ML ² T ⁻³]
Electric Current	I	Ampere (แอมป์)	A	[I]
Electric Charge	Q	Coulomb (คูลอมบ์)	C	[IT]
Emf	V	Volt (โวลต์)	V	[ML ² T ⁻³ I ⁻¹]
Electric Field Strength	ζ	Volt per Meter (โวลต์ / เมตร)	V/m	[MLT ⁻³ I ⁻¹]
Resistance	R	Ohm (โอห์ม)	Ω	[ML ² T ⁻³ I ⁻²]
Capacitance	C	Farad (ฟารัด)	F	[M ⁻¹ L ⁻² T ⁻⁴ I ⁻²]
Inductance	L	Henry (เฮนรี่)	H	[ML ² T ⁻² I ⁻²]
Magnetic Field Strength	H	Ampere per Meter (แอมป์/เมตร)	A/m	[IL ⁻¹]
Magnetic Flux	ϕ	Weber (เวเบอร์)	Wb	[ML ² T ⁻² I ⁻¹]
Density	B	Tesla (เทสลา)	T	[MT ⁻² I ⁻¹]

อย่างไรก็ตามปริมาณทางไฟฟ้าต่างๆที่วัดได้นั้น อาจมีค่าสูงมากๆ เช่น $1,000,000 \Omega$ และอาจมีค่าต่ำมากๆ เช่น $0.000\ 000\ 004\ 6\ A$ เป็นต้น การเขียนตัวเลขฐานสิบ ที่มีเลขศูนย์จำนวนมากๆ จะทำให้เกิดความสับสน และอาจผิดพลาดได้ง่าย วิธีการแก้ไขคือการใช้การยกกำลังของเลขฐานสิบ(Power of 10) เพื่อให้เขียนค่าที่วัดได้ด้วยจำนวนตัวเลขศูนย์ที่ลดลง

$$\text{เช่น } 1\ 000 = 1 \times 10 \times 10 \times 10$$

$$1\ 000 = 1 \times 10^3 \text{ เป็นต้น}$$

หมายความว่าเลข **1 000** เขียนด้วยเลขยกกำลังได้ว่า 1×10^3 หรือ 10^3 นั่นเอง



ตัวอย่างที่ 1-1 จงเขียนเลขยกกำลัง ของ 1,000,000

วิธีทำ $1,000,000 = 1 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$

$$= 1 \times 10^6$$

ตอบ $1,000,000 = 10^6$

ตัวอย่างที่ 1-2 กระแสไฟฟ้าจำนวนเท่ากับ $0.000\ 004\ A$ เขียนเลขยกกำลังได้เท่าไร

$$\frac{4}{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}$$

ตอบ $0.000\ 004 = 4 \times 10^{-5}\ A$

วิธีสังเกต เพื่อเขียนเลขยกกำลังสิบง่ายๆ คือ การนับจำนวนศูนย์ เช่น $10,000\Omega$ มีศูนย์ 4 ตัว ก็เขียนว่า 1×10^4 (จำนวนศูนย์ที่นับได้คือเลขยกกำลังนั่นเอง) หรือ 0.0005 มีศูนย์หลังจุด(หน้าจุดไม่นับ) เท่ากับ 3 ตัว ดังนั้นเท่ากับ 5×10^{-3} นั่นเอง

ตารางที่ 1.2 เลขยกกำลังสิบ และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนชื่อประกอบตั้งแต่ 10^{12} ถึง 10^{-12}

Value	Scientific Notation	Prefix	Symbol
1 000 000 000 000	10^{12}	Tera	T
1 000 000 000	10^9	Giga	G
1 000 000	10^6	Mega	M
1 000	10^3	Kilo	k
100	10^2	Hecto	h
10	10^1	Deka	da
0.1	10^{-1}	Deci	d
0.01	10^{-2}	Centi	c
0.001	10^{-3}	Milli	m
0.000 001	10^{-6}	Micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	Nano	n
0.000 000 000 001	10^{-12}	Pico	p

ตัวอย่างที่ 1-3 จงเขียนค่าของ $2\text{ k}\Omega$, 1 mA , $1\text{ }\mu\text{A}$ และ

4.7 mV ในรูปแบบเลขยกกำลัง

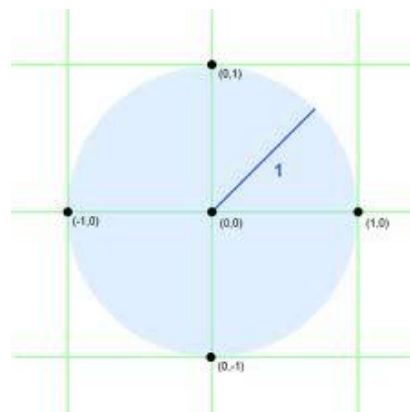
ก. $2\text{ k}\Omega = 2\,000\,\Omega = 2 \times 10^3\,\Omega$

ข. $1\text{ mA} = 0.001\text{ A} = 1 \times 10^{-3}\text{ A}$

ค. $1\text{ }\mu\text{A} = 0.000\,001\text{ A} = 1 \times 10^{-6}\text{ A}$

ง. $4.7\text{ mV} = 0.004\,7\text{ V} = 4.7 \times 10^{-3}\text{ V}$

หน่วยทางไฟฟ้าตามระบบ เอส.ไอ. ซึ่งผู้เรียนจะพบและต้องนำไปใช้งานบ่อยๆ จะมีชื่อประกอบ(Prefix) กำหนดให้เรียกใช้เพื่อให้จดจำง่ายและไม่สับสน เช่น Kilo (กิโล) เท่ากับ 1000 , Mega(เมกา)เท่ากับ 1 ล้าน เป็นต้น ตารางแสดงค่าซึ่งประกอบของหน่วยแสดงดังตารางที่ 1-3



ตารางที่ 1-3 แสดงหน่วยพื้นฐานทางไฟฟ้าและค่าจริงในระบบ เอส.ไอ.

หน่วยทางไฟฟ้า	ค่าเชื่อมประกอบ	ค่ายกกำลังสิบ	ค่าจริง
โอห์ม (Ω)	1 M Ω	$10^6 \Omega$	1,000,000 Ω
	1 k Ω	$10^3 \Omega$	1,000 Ω
	1 $\mu\Omega$	$10^{-6} \Omega$	0.000 001 Ω
แอมแปร์ (A)	1 mA	$10^{-3} A$	0.001 A
	$10^6 \mu A$	$10^3 mA$	1 A
	1 μA	$10^{-6} A$	0.000 001 A
โวลต์ (V)	1 MV	$10^6 V$	1,000,000 V
	1 kV	$10^3 V$	1,000 V
	1 mV	$10^{-3} V$	0.001 V
	1 μV	$10^{-6} V$	0.000 001 V
วัตต์ (W)	1 MW	$10^6 W$	1,000,000 W
	1 kW	$10^3 W$	1,000 W
	1 mW	$10^{-3} W$	0.001 W
	1 μW	$10^{-6} W$	0.000 001 W
เฮนรี (H)	1 mH	$10^{-3} H$	0.001 H
	$10^6 \mu H$	$10^3 H$	1 H
	1 μH	$10^{-6} H$	0.000 001 H
ฟารัด (F)	1 pF	$10^{-12} F$	0.000 000 000 001 F
	1 nF	$10^{-9} F$	0.000 000 001 F
	1 μF	$10^{-6} F$	0. 000 001 F
	1 F	$10^6 \mu F$	1,000,000 μF
		$10^9 nF$	1,000,000,000 nF
		$10^{12} pF$	1,000,000,000,000 pF

ตัวอย่างที่ 1-4 ตัวต้านทานค่า $15\text{k}\Omega$ มีค่าเท่าไร

วิธีทำ $15\text{k}\Omega = 15 \times 1\,000\ \Omega$

ตอบ $= 15\,000\ \Omega$



ตัวอย่างที่ 1-5 กระแสไฟฟ้าค่า $150\ \text{A}$ มีค่าเท่าไร

วิธีทำ $150\mu\text{A} = 150 \times 10^{-6}\ \text{A}$

$$\frac{150}{1\,000\,000}\ \text{A}$$

ตอบ $150\mu\text{A} = 0.000\,001\,5\ \text{A}$



1-2 ค่าผิดพลาดจากการวัด

ค่าผิดพลาด(Error) คือตัวเลขที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริงของสิ่งที่วัด

1-2-1 ค่าผิดพลาดรวม (Gross Error)

หมายถึงค่าผิดพลาดจากคนที่ใช้เครื่องมือวัดนั้นๆ เช่น การอ่านค่าสเกลผิดพลาด การตั้งค่าย่านวัดผิดพลาด การบันทึกผลที่วัดผิดพลาดหรือการแปลงหน่วยจากค่าที่วัด

ผิดพลาด เป็นต้น

1-2-2 ค่าผิดพลาดระบบ (Systematic Error)

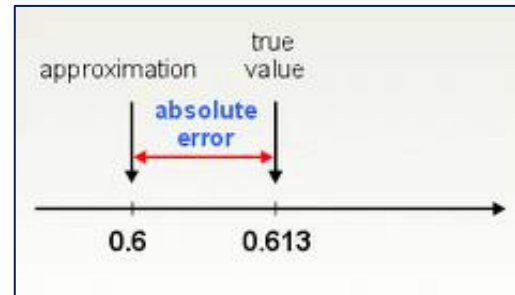
หมายถึง ค่าผิดพลาดที่เกิดจากวิธีการทำเครื่องมือวัดมาใช้งานค่าผิดพลาดระบบนี้อาจเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น ความผิดพลาดภายในตัวเครื่องมือวัดเอง เช่น แบตเตอรี่อ่อน

เข็มซึ่งอ สปริงแข็งตัวเกินไป แบร์ริงที่รองขดลวดฝืดหมุนได้ช้ากว่าปกติ จึงทำให้เกิดค่าผิดพลาดจากการวัดได้ ความผิดพลาดระบบนี้ แก้ไขได้โดยการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอย่างถูกต้องและการสอบเทียบ(Calibrate) เครื่องมือวัดเหล่านั้นตามระยะเวลาที่เหมาะสม

1-2-3 ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Error)

คือ ค่าผิดพลาดที่บอกในรูปของค่าที่วัด(ค่าบวก-ลบ) เช่น ตัวต้านทานตัวหนึ่งมีค่าเท่ากับ

$100\Omega \pm 1\Omega$ ($\pm 1\Omega$ คือค่าผิดพลาดสัมบูรณ์)



หมายความว่าตัวต้านทานตัวนี้มีค่าระหว่าง **99Ω** ($100-1\Omega$) ถึง **101Ω** ($100+1\Omega$) เป็นต้น

1-2-4 ค่าผิดพลาดสัมพัทธ์ (Relative Error)

คือค่าผิดพลาดที่บอกในรูปของร้อยละ เช่น ตัวต้านทานค่า $100\Omega \pm 10\%$ (10% คือค่าผิดพลาดสัมพัทธ์) หมายความว่า ตัวต้านทานตัวนี้มีค่าสูงสุด 110Ω ($100+10\%$ ของ 100Ω) และมีค่าต่ำสุด 90Ω ($100-10\%$ ของ 100Ω)



รูปที่ 1-1 ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์และค่าผิดพลาดสัมพัทธ์ของตัวต้านทาน

สรุป ระบบ เอส.ไอ.(SI Unit) เป็นระบบที่กำหนดขึ้น เพื่อให้หน่วยวัดเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก จึงต้องรู้จักและใช้หน่วยวัดในระบบ เอส.ไอ. ได้อย่างถูกต้อง ค่าผิดพลาดจากการวัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความหมายที่แตกต่างกัน ค่าผิดพลาดจากการวัดให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องมากขึ้น

แบบฝึกหัด เรื่อง หน่วยวัดและ ค่าผิดพลาดจากการวัด



1. จงบอกชื่อหน่วยทางไฟฟ้าต่อไปนี้ในระบบ เอส.ไอ.

- | | |
|-------------------------|------------------|
| ก. กระแสไฟฟ้า..... | ข. ความเร็ว..... |
| ค. แรงดันไฟฟ้า..... | ฅ. พลังงาน..... |
| ค. ประจุไฟฟ้า..... | ฅ. แรง..... |
| ง. เส้นแรงแม่เหล็ก..... | ฉ. เวลา..... |
| จ. ความต้านทาน..... | ฉ. มวล..... |
| ฉ. กำลังไฟฟ้า..... | ฐ. อุณหภูมิ..... |
| ช. ความนำไฟฟ้า..... | ฑ. ความยาว..... |

2. จงเขียนค่าต่อไปนี้ในรูปเลขยกกำลัง

- | | | | | |
|---|---|-----------------|---|----------------|
| I | = | 0.005A | = |A |
| V | = | 250mV | = |V |
| R | = | 50 000 Ω | = | Ω |
| R | = | 20k Ω | = | Ω |
| I | = | 5 μ A | = |A |
| V | = | 22 kV | = |V |

3. จงบอกความหมายของค่าผิดพลาดจากการวัดต่อไปนี้

- ก. ค่าผิดพลาดรวม.....
-
- ข. ค่าผิดพลาดสัมพัทธ์.....
-
- ค. ค่าผิดพลาดระบบ.....
-