เอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 1

เรื่อง พื้นฐานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยวัดระบบนานาชาติ สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานเครื่องมือวัด ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า หน้าที่ของเครื่องมือวัด นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด ความเที่ยงตรงและความแม่นยำ ความไวของเครื่องวัดไฟฟ้า ชนิดค่าผิดพลาดและค่าผิดพลาดจากการวัด

1.1 หน่วยการวัดระบบนานาชาติ (SI)

ปริมาณต่างๆ มีหน่วยวัดกำกับไว้ เพื่อให้ทราบค่า หรือขนาดของปริมาณเหล่านั้นว่ามีปริมาณมากหรือน้อย ซึ่งถูกกำหนดหน่วยวัดที่แตกต่างกันไป หน่วยวัดที่ถูกกำหนดขึ้นมาใช้งานมีมากมายหลายมาตรฐาน หลายระบบแตกต่างกัน เพื่อเกิดความสะดวกในการบอกหน่วยวัดหรือการแปลงหน่วยวัด จึงมีการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับมาตราชั่ง ตวง วัด โดยการตกลงกันกำหนดหน่วยมาตรฐานขึ้นมาใหม่ เรียกว่า หน่วยระบบนานาชาติ (System International Units) หรือเรียกว่า หน่วย SI (SI Units) ซึ่งกำหนดเป็นหน่วยมาตรฐานสากลใช้งานร่วมกัน โดยหน่วย SI ประกอบด้วยหน่วยวัดพื้นฐาน 9 หน่วย แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน

ปริมาณ	หน่วยวัด	สัญลักษณ์
ความยาว (Length)	เมตร (Meter)	m
มวล (Mass)	กิโลกรัม (Kilogram)	kg
เวลา (Time)	วินาที (Second)	s
กระแสไฟฟ้า (Current)	แอมแปร์ (Ampere)	A
อุณหภูมิ (Temperature)	เคลวิน (Kelvin)	K
ปริมาณของสาร (Amount of Substance)	โมล (Mole)	mol
ปริมาณส่องสว่าง (Luminous Intensity)	แคนเดลา (Candela)	cd
มุมระนาบ (Plane Angle)	เรเดียน (Radian)	rad
มุมตัน (Solid Angle)	สเตเรเดียน (Steradian)	sr

หน่วยอนุพันธ์เป็นหน่วยผสมที่เกิดจากการนำหน่วยพื้นฐานใช้ร่วมกัน เช่น ความเร็วมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ซึ่งหน่วยเมตรต่อวินาทีต่างเป็นหน่วยพื้นฐานเหมือนกันดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงอนุพันธ์ทางกล

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
พื้นที่	A	ตารางเมตร	m^2
ปริมาตร	V	ลูกบาศก์เมตร	m^3

ตารางที่ 1.2 แสดงอนุพันธ์ทางกล (ต่อ)

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
ความเร็ว	v	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร็วเชิงมุม	ω	เรเดียนต่อวินาที	rad/s
ความเร่ง	a	เมตรต่อวินาที^{2}	m/s^2
พลังงาน	W	นิวตัน-เมตร	N-m
ความหนาแน่น	D	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kg/m^3

นอกจากหน่วยวัดพื้นฐานแล้วยังมีหน่วยวัดที่ใช้บอกค่าปริมาณไฟฟ้า ซึ่งนำไปใช้งานด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าอีก 12 หน่วยวัด แสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 หน่วยวัดใช้งานด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า

ปริมาณ	หน่วยวัด	สัญลักษณ์
ประจุไฟฟ้า (Electric Charge)	คูลอมบ์ (Coulomb)	C
ศักย์ไฟฟ้า (Electric Potential)	โวลต์ (Volt)	V
ความต้านทาน (Resistance)	โอห์ม (Ohm)	Ω
ความนำไฟฟ้า (Conductance)	ซีเมนส์ (Siemens)	S
ความเหนี่ยวนำ (Inductance)	เฮนรี่ (Henry)	H
ความจุ (Capacitance)	ฟาราด (Farad)	F
ความถี่ (Frequency)	เฮิร์ต (Hertz)	Hz
แรง (Force)	นิวตัน (Newton)	N
พลังงาน (Energy, งาน (Work)	จูล(Joule)	J
กำลัง (Power)	วัตต์ (Watt)	W
เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux)	เวเบอร์ (Weber)	Wb
ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux Density)	เทสลา (Tesla)	T

และเพื่อความสะดวกในการใช้งานของหน่วยวัดต่างๆ ได้มีการกำหนดตัวเลขใช้งานในรูปเลขยกกำลัง หรือคำอุปสรรคในการบอกค่าเลขยกกำลังที่ใช้งาน แสดงดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 เลขยกกำลังที่ใช้งาน

ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง	ค่าตัวเลข
เอกซะ (exa)	E	10^{18}	100,000,000,000,000,000
เพตะ(peta)	P	10^{15}	100,000,000,000,000
เทระ (Tera)	T	10^{12}	100,000,000,000

ตารางที่ 1.4 เลขยกกำลังที่ใช้งาน (ต่อ)

ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง	ค่าตัวเลข
จิกะ (Giga)	G	10^{9}	100,000,000
เมกะ (Mega)	M	10^{6}	1,000,000
กิโล (Kilo)	k	10^{3}	1,000
เฮกโต (Hecto)	h	10^{2}	100
เดคา (Deca)	da	10^{1}	10
เดซิ (Deci)	d	10^{-1}	0.1
เซนติ (Centi)	c	10^{-2}	0.01
มิลลิ (Milli)	m	10^{-3}	0.001
ไมโคร (Micro)	μ	10^{-6}	0.000 001
นาโน (Nano)	n	10^{-9}	0.000 000 001
พิโก (Pico)	p	10^{-12}	0.000 000 000 001
เฟมโต (Femto)	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
อัตโต (Atto)	a	10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001

การคำนวณค่าของหน่วยทางไฟฟ้า ด้วยวิธีการขยายและลดทอนโดยใช้คำอุปสรรค

ตัวอย่างที่ 1.1 แรงดันไฟฟ้า 20,000 V ให้แปลงเป็น kV

วิธีทำ

$$20{,}000\ \text{A} = \frac{20000}{10^{3}}\ \text{kV}$$

$$= \frac{20000}{1000}\ \text{kV}$$

$$= 20\ \text{kV}$$

ตอบ 20 kV

ตัวอย่างที่ 1.2 กระแสไฟฟ้า 0.003 A ให้แปลงเป็น mA

วิธีทำ

$$0.003\ \text{A} = \frac{0.003}{10^{-3}}\ \text{mA}$$

$$= \frac{0.003}{0.001}\ \text{mA}$$

$$= 3\ \text{mA}$$

ตอบ 3 mA

ตัวอย่างที่ 1.3 ความต้านทานไฟฟ้า 3,000,000 โอห์ม ให้แปลงเป็นเมกะโอห์ม

วิธีทำ

$$3{,}000{,}000\ \Omega = \frac{300000}{10^6}\ M\Omega$$

$$= \frac{3000000}{1000000}\ M\Omega$$

$$= 3\ M\Omega$$

ตอบ 3 MΩ

1.2 สัญลักษณ์ในงานเครื่องมือวัด

เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้อง และสามารถนำเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ ไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม ผู้ใช้จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ทั้งงานด้านไฟฟ้าและด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยดูจากสัญลักษณ์เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1.2.1 สัญลักษณ์ที่บอกชนิดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า เช่นเป็นเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหรือใช้วัดกระแสไฟฟ้าสลับ ดังแสดงในตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 สัญลักษณ์ที่บอกชนิดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
G	กัลป์วานอมิเตอร์ (Galvano meter)
μA	ไมโครแอมมิเตอร์ (Microammeter)
mA ⎓	มิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Milliammeter)
A ⎓	แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Ammeter)
A ~	แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Ammeter)
A ⎓~	แอมมิเตอร์ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC Ammeter)
Ω	โอห์มมิเตอร์ (Ohm meter)
MΩ	เมกโอห์มมิเตอร์ (Megohmmeter)
kWh	กิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์ (Kilowatt hour meter)

ตารางที่ 1.5 สัญลักษณ์ที่บอกชนิดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า(ต่อ)

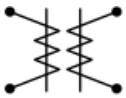
สัญลักษณ์	ความหมาย
	วัตต์มิเตอร์ 3 เฟส (Three Phase Watt meter)
	วัตต์มิเตอร์ 1 เฟส (Single Phase Watt meter)
	วาร์มิเตอร์ (Var meter)
	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (Power factor meter)
	โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltmeter)
	โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltmeter)
	โวลต์มิเตอร์ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC Voltmeter)
	มิลลิโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC millivoltmeter)
	เครื่องวัดความถี่ไฟฟ้า (Frequency meter)

1.2.2 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า เช่นแบบขดลวดเคลื่อนที่หรือแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ดังแสดงในตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนามิก (Electrodynamic Instrument)
	เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนามิกที่มีเหล็กกำบัง (Electrodynamic Instrument With Iron shutter)
	เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนามิกแบบสนามแม่เหล็กไขว้ (Electrodynamic Instrument Quotien meter)
	เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนามิกแบบสนามแม่เหล็กไขว้ที่มีแม่เหล็กกำบัง (Electrodynamic Instrument Quotien meter With Iron shutter)

ตารางที่ 1.6 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ (Induction Instrument)
	เครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำชนิดวัดอัตราส่วน (Induction Instrument Ratio meter)
	เครื่องวัดที่มีแม่เหล็กกำบัง (Instrument With Iron shutter)
	เครื่องวัดที่มีกำบังไฟฟ้าสถิตย์ (Instrument With Electrostatic shutter)
	ปรับตำแหน่งศูนย์ (Zero Adjust)
	เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil Instrument)
	เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่มีอุปกรณ์เรียงกระแส (Moving Coil Instrument With Rectifier)
	เครื่องวัดแบบขดลวดไขว้ (Cross Coil Instrument)
	เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Instrument)
	เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ชนิดวัดอัตราส่วน (Moving Iron Ratio meter)
	เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument)
	เครื่องวัดแบบก้านสั่น (Vibration Instrument)
	เครื่องวัดแบบแม่เหล็กเคลื่อนที่ (Moving Instrument)
	เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Field Instrument)
DIODE **PROTECTION**	มีไดโอดป้องกันมาตรวัด (DIODE PROTECTION)

ตารางที่ 1.6 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องวัดชนิดลวดร้อน (Hotwire Instrument)
	จัดเรียงด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ขณะทำการทดสอบ
	มีฉนวนป้องกัน (Isolator Protection)
	ข้อควรระวัง(ควรศึกษาคู่มือก่อนใช้งาน) (CAUTION)
	ผ่านการทดสอบฉนวนที่แรงดัน 500V (ทดสอบวงจรไฟฟ้ากับโครงของเครื่องวัดมีหน่วยเป็น kV) (Test Voltage)
	ผ่านการทดสอบฉนวนที่แรงดัน 3kV (ทดสอบวงจรไฟฟ้ากับโครงของเครื่องวัดมีหน่วยเป็น kV) (Test Voltage)
	อันตรายให้เพิ่มความระวังเมื่อต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าสูงๆ (DANGER)

1.2.3 สัญลักษณ์ที่บอกลักษณะการใช้งานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า เช่น วางในแนวนอน หรือแนวตั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1.7

ตารางที่ 1.7 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรงอย่างเดียวเท่านั้น
	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสสลับอย่างเดียวเท่านั้น
	ใช้วัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ
	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ตารางที่ 1.7 สัญลักษณ์ที่บอกโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ขณะใช้งานให้ตั้งเครื่องวัดในแนวตั้งฉากกับพื้น
	ขณะใช้งานให้ตั้งเครื่องวัดในแนวระดับ (นอน) กับพื้น
	ขณะใช้งานให้ตั้งเครื่องวัดในแนวทำมุม 60° กับพื้น

1.2.4 สัญลักษณ์ที่บอกค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดไฟฟ้า เช่น บอกเปอร์เซ็นต์หรือระบุคลาส (CLASS) ดังแสดงในตารางที่ 1.8

ตารางที่ 1.8 สัญลักษณ์ที่บอกค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
0.1	ความคลาดเคลื่อนจากการวัด 0.1 %
1.5	ความคลาดเคลื่อนจากการวัด 1.5 %
5	ความคลาดเคลื่อนจากการวัด 5 %

1.3 ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Type of Instrument)

ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบ่งตามวิธีการแสดงผลได้ 2 ชนิดคือ

1.3.1 เครื่องมือวัดแบบแอนะล็อก (Analog Instrument) เป็นเครื่องมือวัดที่แสดงผลโดยใช้เข็มชี้สเกลบนหน้าปัด ดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 เครื่องมือวัดแบบแอนะล็อก

รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องมือวัดแบบแอนะล็อก ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่แสดงผลโดยใช้เข็มชี้เพื่อแสดงค่าที่ได้จากการวัด

1.3.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (Digital Instrument) เป็นเครื่องมือวัดที่แสดงผลออกมาเป็นตัวเลขโดยใช้ LED 7 Segment หรือ จอ LCD ดังรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล

รูปที่ 1.2 แสดงเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่แสดงผลการวัดออกมาตัวเลขโดยจอแสดงผลสร้างมาจากจอ LCD

1.4 หน้าที่ของเครื่องมือวัด (Function of Instrument)

เครื่องมือวัดแต่ละชนิดมีหน้าที่และการใช้งานแตกต่างกัน โดยหน้าที่ของเครื่องมือวัดแบ่งตามจุดประสงค์ของการวัดได้ 3 ประเภท คือ

1.4.1 วัดเพื่อแสดงผล (Indicating) อ่านว่า อินดิเคดิ้ง คือ การวัดที่ต้องการเพียงทราบค่าหรืออ่านผลจากหน้าปัดเท่านั้น

1.4.2 วัดเพื่อบันทึก (Recording) อ่านว่า เรคคอดดิ้ง เป็นการวัดที่ต้องวัดซ้ำหลายครั้งและมีการบันทึกค่าที่วัด เพื่อนำผลที่มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่วัดเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

1.4.3 การวัดเพื่อควบคุม (Controlling) อ่านว่าคอนโทรลลิ่ง เป็นการนำเอาสัญญาณที่วัดได้ไปใช้ควบคุมกระบวนการผลิตซึ่งพบมากในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

1.5 นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด

โดยทั่วไปเครื่องมือวัดจะใช้วิธีการวัดทางฟิสิกส์เพื่อหาปริมาณหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงไป จึงมีการนำเครื่องมือวัดมาใช้งานมากขึ้น เพราะมนุษย์สามารถพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำมาสร้างเครื่องมือวัดให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง จึงอาจให้คำนิยามของเครื่องมือวัดได้ว่า คือ “อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดหาค่า ขนาด หรือจำนวนของปริมาณต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป”

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้เครื่องมือวัดไฟฟ้าทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสามารถนำไปใช้วัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและอำนวยความสะดวกในการวัดค่าและอ่านค่ามากขึ้น แต่จะมีส่วนประกอบและโครงสร้างแตกต่างจากเครื่องมือวัดพื้นฐานแบบเดิมที่ใช้วิธีการวัดทางฟิสิกส์ เพราะขณะใช้งานจะต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงานหรือแสดงผล ลักษณะเครื่องมือวัดที่ใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ร่วมทำงาน แสดงดังรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 เครื่องมือวัดที่ใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ร่วมทำงานชนิดต่างๆ
ที่มา : http://www.scmashopping.com/category/6/เครื่องมือวัดและทดสอบทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์-มัลติมิเตอร์-แคลมป์มิเตอร์-ออสซิลโลสโคป-เป็นต้น, ค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2559.

รูปที่ 1.3 แสดงเครื่องมือวัดที่ใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานร่วมกัน ได้แก่ มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แคลมป์มิเตอร์ ออสซิลโลสโคป เป็นต้น

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทำให้มนุษย์มีความต้องการเครื่องมือวัดที่สามารถวัดค่าได้ละเอียดถูกต้องและเที่ยงตรงมากขึ้น ทำให้เครื่องมือวัดชนิดใหม่ๆ ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง พกพาสะดวก และมีขนาดเล็กลง ซึ่งการนำเครื่องมือวัดเหล่านี้ไปใช้งานผู้ใช้จะต้องศึกษาคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนนำเครื่องมือวัดไปใช้งานเสมอเพื่อให้เข้าใจหลักการทำงาน วิธีการใช้งาน และสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม กับปริมาณไฟฟ้าที่วัด

นิยาม ความหมาย และคำจำกัดความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด มีดังนี้

1. การวัด คือ กระบวนการเปลี่ยนปริมาณต่างๆ เป็นค่าตัวเลขและมีหน่วยของปริมาณนั้นๆ กำกับเสมอ เช่นแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ เป็นต้น

2. การวัดทางไฟฟ้า หมายถึงการเปรียบเทียบปริมาณทางไฟฟ้าที่ต้องการวัดกับปริมาณทางไฟฟ้ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น กระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม มีแรงดัน 1 โวลต์ เท่ากับ 1 แอมแปร์

3. เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณทางไฟฟ้า โดยนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณทางไฟฟ้ามาตรฐานที่กำหนดไว้

4. ความเที่ยงตรง (Precision) คือ การวัดค่าที่เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าที่วัดออกมาได้ใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง ไม่ว่าจะมีการวัดค่ากี่ครั้งก็ตาม

5. ความแม่นยำ (Accuracy) คือ การวัดค่าซ้ำๆ กันของเครื่องมือวัด ที่แสดงค่าที่วัดได้ออกมาอยู่ในค่าที่กำหนดไว้

6. ความไว (Sensitivity) คือ อัตราความเร็วในการแสดงค่าสัญญาณออกเอาต์พุต จากผลการตอบสนองของเครื่องมือวัดที่เกิดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามาหรือผลความเร็วในการแสดงค่าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอินพุตที่ทำการวัด

7. การแยกรายละเอียด (Resolution) คือ ค่าที่เครื่องมือวัดสามารถแสดงออกมาได้ เมื่อนำไปวัดปริมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปเพียงเล็กน้อย

8. ค่าผิดพลาด (Error) คือ ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่ถูกต้องของการวัดปริมาณต่างๆ

1.6 ความเที่ยงตรงและความแม่นยำ

ความเที่ยงตรงและความแม่นยำเป็นค่าที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือวัดที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมีคุณภาพและประสิทธิภาพในการนำไปวัดค่าหรือไม่ โดยค่าความเที่ยงตรงสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{ค่าความเที่ยงตรง} = 1 - \left| \frac{Y_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \qquad (1\text{-}1)$$

โดย Y_n = ค่าที่แท้จริง (Expect Value)

$\bar{X}_n$ = ค่าเฉลี่ยของการวัด

ในการหาค่า $\bar{X}_n$ หาได้จากสมการ

$$\bar{X}_n = \frac{\text{ผลรวมของค่าที่วัดได้}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวัด}} = \frac{\sum X_n}{n} \qquad (1\text{-}2)$$

ส่วนค่าความแม่นยำประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ความเหมือนกัน (Conformity) และจำนวนตัวเลขที่แสดง (Significant Figures) ไว้ในตัวเครื่องวัดไฟฟ้าตัวนั้น ความแม่นยำหาได้จากสมการ

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \qquad (1\text{-}3)$$

โดย A = ความแม่นยำ

X_n = ค่าที่ได้จากการวัด (Measures Value)

และเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (a) หาค่าได้จากสมการ

$$a = 100\% - \text{Percent error} \qquad (1\text{-}4)$$

หรือ

$$a = A \times 100 \qquad (1\text{-}5)$$

ตัวอย่างที่ 1.4 ในการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานตัวหนึ่งทำการวัดทั้งหมด 5 ครั้ง อ่านได้ 5.3 โวลต์ 5.2 โวลต์ 4.8 โวลต์ 4.9 โวลต์ และ 5.1 โวลต์ โดยค่าแรงดันตกคร่อมมีค่า 5 โวลต์ จงหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด

<u>วิธีทำ</u> จากสมการที่ (1-1)

$$\text{ค่าความเที่ยงตรง} = 1 - \left|\frac{Y_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n}\right|$$

หาค่า $\bar{X}_n$ จากสมการที่ (1-2)

$$\bar{X}_n = \frac{\Sigma X_n}{n}$$

$$= \frac{5.3 + 5.2 + 4.8 + 4.9 + 5.1}{5}$$

$$\bar{X}_n = 5.06$$

แทนค่าลงในสมการที่ (1-1)

$$\text{ค่าความเที่ยงตรง} = 1 - \left|\frac{5 - 5.06}{5.06}\right|$$

$$\text{ค่าความเที่ยงตรง} = 0.988$$

<u>ตอบ</u> ค่าความเที่ยงตรง = 0.988

ตัวอย่างที่ 1.5 วงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งมีค่าแรงดันอยู่ 10 โวลต์ แต่วัดด้วยโวลต์มิเตอร์ อ่านค่าได้ 9.7 โวลต์ จงหา ก) ค่าความแม่นยำ ข) เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ

<u>วิธีทำ</u> ก) ค่าความแม่นยำ

จากสมการที่ (1-3)

$$A = 1 - \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right|$$

$$= 1 - \left|\frac{10 - 9.7}{10}\right|$$

$$= 1 - 0.03$$

$$A = 0.97$$

<u>ตอบ</u> ค่าความแม่นยำ = 0.97

ข) เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ

จากสมการที่ (1-5)

$$a = A \times 100$$

$= 0.97 \times 100$

$a = 97\%$

ตอบ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ = 97%

1.7 ความไวของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ความไวของเครื่องวัดไฟฟ้าคือค่าที่แสดงประสิทธิภาพของเครื่องวัดโดยเครื่องวัดที่มีความไวสูงจะมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องวัดที่มีความไวต่ำ ซึ่งหาได้จากสมการ

$$S_{dc} = \frac{1}{I_M} \quad \Omega/V \qquad (1\text{-}6)$$

หรือ

$$S_{dc} = \frac{R_M}{(\text{Range V})} \qquad (1\text{-}7)$$

โดย S_{dc} = ความไวทางไฟฟ้ากระแสตรง

I_M = กระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (Full Scale)

R_M = ความต้านทานภายใน

Range V = ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 1.6 แอมมิเตอร์ตัวหนึ่งกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (I_M) 50 μA จะมีความไวในการวัดเท่าไร

วิธีทำ

จากสมการ (1-6) $S_{dc} = \frac{1}{I_M} \quad \Omega/V$

$= \frac{1}{50 \times 10^{-6}} \quad \Omega/V$

$= 0.02 \times 10^{6} \quad \Omega/V$

$S_{dc} = 20 \text{ k}\Omega/V$

ตอบ ความไวในการวัดเท่ากับ 20 kΩ/V

ตัวอย่างที่ 1.7 โวลต์มิเตอร์ตัวหนึ่งมีความต้านทานภายใน 1 MΩ ตั้งย่านวัด 250V จะมีความไวในการวัดเท่าไร

วิธีทำ

จากสมการ (1-7) $S_{dc} = \frac{R_M}{(\text{Range V})} \quad \Omega/V$

$= \frac{1 \times 10^{6}}{250} \quad \Omega/V$

$S_{dc} = 4 \text{ k}\Omega/V$

ตอบ ความไวในการวัดเท่ากับ 4 kΩ/V

1.8 ชนิดค่าผิดพลาด

ในการวัดค่าหรือปริมาณต่างๆ ไม่มีเครื่องมือวัดที่สามารถวัดค่าได้ถูกต้องเที่ยงตรงและแม่นยำโดยไม่เกิดการผิดพลาด ซึ่งค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัดปริมาณถือว่าเป็นค่าปกติจากการวัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับค่าผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือวัดว่าเกิดขึ้นจากสาเหตุใดบ้างเพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเพื่อให้ค่าที่ได้จากการวัดมีค่าผิดพลาดลดลงและเพิ่มความเที่ยงตรง แม่นยำในการวัดมากขึ้น

ค่าผิดพลาดเกิดขึ้นจากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ค่าผิดพลาดจากความประมาท (Gross Errors) ส่วนมากเป็นค่าผิดพลาดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือผู้ใช้งานเครื่องมือวัดเอง เช่น เกิดจากการเลือกย่านวัดไม่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม การอ่านค่าจากเครื่องมือวัดผิดพลาด การปรับแต่งที่ผิดพลาด หรือจากการคำนวณค่าผิดพลาด เป็นต้น

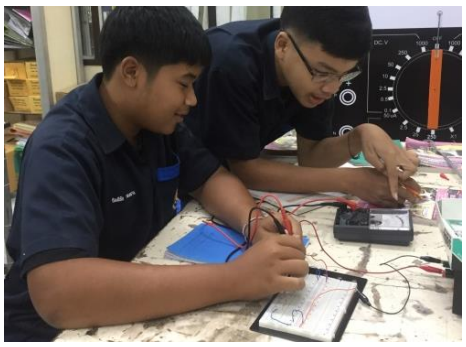
2. ค่าผิดพลาดของระบบ (Systematic Errors) เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดเอง เช่น เดือยและรองเดือยเกิดชำรุด แบตเตอรี่อ่อน ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดบกพร่องใช้การไม่ได้ การเตรียมเครื่องมือวัดที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน หรือเครื่องมือวัดไม่พร้อมในการใช้งาน เป็นต้น

3. ค่าผิดพลาดที่ไม่แน่นอน (Random Errors) เป็นค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยไม่สามารถทราบที่มาได้ และเป็นค่าผิดพลาดที่มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

ค่าความผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากสาเหตุทั้ง 3 ประการ มีผลทำให้ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดส่งผลให้ความเที่ยงตรงและแม่นยำของเครื่องมือวัดลดลง ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องกำจัดความผิดพลาดเหล่านี้ให้หมดไปหรือให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

1.8.1 ค่าผิดพลาดจากความประมาท

เป็นค่าผิดพลาดนี้เกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำเอง ซึ่งเกิดขึ้นได้หลายกรณีเช่น การอ่านสเกลไม่ถูกต้อง ต้องเลือกย่านวัดไม่ถูกต้อง บันทึกค่าที่อ่านได้ไม่ถูกต้อง เลือกเครื่องมือวัดไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ต่อวงจรไม่ถูกต้อง และการคำนวณค่าไม่ถูกต้อง ซึ่งมีผลต่อการวัดค่าโดยตรง ดังนั้นผู้ใช้ควรใช้เครื่องมือวัดด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ค่าผิดพลาดเกิดขึ้นน้อยที่สุด และต้องฝึกใช้งานเครื่องมือวัดบ่อยๆ เพื่อให้เกิดทักษะการใช้งาน อ่านค่าและการเลือกย่านวัดได้อย่างถูกต้อง การทดลองฝึกหัดใช้เครื่องมือวัดแสดงดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 การฝึกหัดใช้เครื่องมือวัด

จากรูปที่ 1.4 แสดงการฝึกหัดใช้มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็มชี้ วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เพื่อให้ผู้วัดมีทักษะในการวัดและทดสอบวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม

1.8.2 ค่าผิดพลาดของระบบ

ค่าผิดพลาดของระบบที่พบได้บ่อยในการทางานและปฏิบัติงาน แบ่งตามความแตกต่างออกได้ 2 ประเภท คือ

1.8.2.1 เครื่องมือวัดผิดพลาด (Instrumental Errors) เกิดจากข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดเอง ซึ่งเกิดจากโครงสร้างของระบบและกลไกในเครื่องมือวัด เช่น เครื่องมือวัดบางชนิดที่ใช้แม่เหล็กถาวรเมื่อใช้ไปนานๆ สนามแม่เหล็กอาจมีความเข้มลดลง เครื่องมือวัดบางชนิดขณะทำงานมีกลไกบางส่วนเคลื่อนไหวเกิดการเสียดสีขึ้นในส่วนเคลื่อนไหวอาจเป็นสาเหตุทำให้การแสดงค่าเกิดความผิดพลาดได้ โดยเฉพาะเครื่องมือวัดที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ส่วนประกอบต่างๆ เกิดความสึกหรอหรือเกิดจากความเสื่อมของอุปกรณ์ประกอบร่วมเช่น ค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่นำมาขยายย่านวัดเกิดการยืดค่าเป็นผลทำให้เกิดความผิดพลาด การลดผลกระทบที่เกิดจากเครื่องมือผิดพลาดคือการนำเครื่องมือวัดไปปรับเทียบมาตรฐาน ให้เครื่องมือวัดอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ดังรูปที่ 1.5

รูปที่ 1.5 การปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด
ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.** สำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2557. หน้า 13.

จากรูปที่ 1.5 แสดงการปรับเทียบมิเตอร์กับอุปกรณ์มาตรฐานเพื่อให้มิเตอร์อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ความผิดพลาดของเครื่องมือวัด อาจจะหลีกเลี่ยงได้โดยปฏิบัติดังนี้

- เลือกเครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยเฉพาะ
- หาเครื่องมือวัดที่เหมาะสมมาใช้งาน โดยพิจารณาจากข้อกำหนดของเครื่องมือวัดและเลือกจากค่าผิดพลาดของเครื่องมือวัดนั้นๆ

1.8.2.2 ค่าผิดพลาดเกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environmental Errors) เกิดจากผลกระทบภายนอกโดยรอบขณะใช้เครื่องมือวัด เช่น ผลจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยรอบที่ใช้เครื่องมือวัดความชื้น ความกดดันของอากาศ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้าสถิต หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเครื่องมือวัดเอง เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวจะทำให้คุณสมบัติของเครื่องมือวัดเปลี่ยนแปลง เช่น หากอุณหภูมิของเครื่องมือวัดสูงขึ้นก็มีผลทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้ค่าที่อ่านได้เปลี่ยนแปลง หรืออาจเกิดจากสนามไฟฟ้าหรือสนามไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นภายในเครื่อง

เปลี่ยนแปลง จะมีผลต่อการแสดงค่าของเครื่องมือวัด รวมถึงวิธีการใช้งานและการป้องกันที่ถูกต้องจะช่วยลดผลกระทบลงได้ เช่น มีฝาครอบโลหะป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าจากภายนอกเพราะเครื่องมือวัดบางชนิดอาศัยหลักการทำงานจากสนามแม่เหล็กหากมีสนามแม่เหล็กจากภายนอกเข้าไปรบกวนอาจมีผลทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง ค่าผิดพลาดของระบบยังสามารถแยกย่อยออกได้อีก 2 ชนิด คือ

(1) ค่าผิดพลาดที่คงที่ (Static Errors) มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ที่ใช้วัดถูกจำกัดค่าหรือจากกฎข้อบังคับทางฟิสิกส์เป็นตัวควบคุมคุณสมบัติของเครื่องมือวัดไฟฟ้า เช่น มิลลิแอมมิเตอร์ การบ่ายเบนของเข็มชี้จะขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขดลวดเคลื่อนที่ หากกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินไปเข็มชี้จะบ่ายเบนเกินสเกล

(2) ค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลง (Dynamic Errors) มีสาเหตุมาจากเครื่องมือวัดไม่สามารถตอบสนองได้เร็วพอ ตามการเปลี่ยนแปลงของการวัดค่าได้

1.8.3 ค่าผิดพลาดที่ไม่แน่นอน

ค่าผิดพลาดนี้จะไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน และเกิดขึ้นเสมอกับระบบการทำงานทั้งหมด ดังนั้นการออกแบบวงจร ออกแบบโครงสร้างและการทดสอบที่ดี จะช่วยให้ค่าผิดพลาดที่ไม่แน่นอนเกิดขึ้นน้อยลง และทำให้ความถูกต้องของการทำงานเพิ่มขึ้น แม้ค่าผิดพลาดที่ไม่แน่นอนจะเกิดขึ้นเล็กน้อยแต่กลับเป็นสาเหตุสำคัญในการใช้งานเครื่องมือวัดที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง เช่น แรงดันไฟฟ้าที่ถูกแสดงค่าไว้ด้วยโวลต์มิเตอร์ ซึ่งจะอ่านค่าทุกๆ ครึ่งชั่วโมง แม้ว่าโวลต์มิเตอร์ตัวนี้จะใช้งานในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี และมีการปรับแต่งเครื่องมือวัดให้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำก่อนการใช้งาน ก็จะพบว่าค่าที่อ่านได้อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้างเล็กน้อยในเวลาที่แตกต่างกัน ค่าของการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่สามารถหาวิธีใดมาปรับแต่งได้ ไม่สามารถหาวิธีใดมาควบคุม และไม่สามารถหาสาเหตุได้เนื่องจากไม่มีข้อมูล มีวิธีเดียวที่จะสามารถลดค่าผิดพลาดนี้ได้ คืออ่านค่าและบันทึกค่าโดยวิธีการทางสถิติหลายๆ ค่า และใช้วิธีการหาค่าโดยนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาเฉลี่ยหาค่าที่ถูกต้องที่สุด

1.9 ค่าผิดพลาดจากการวัด

ค่าผิดพลาดจากการวัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ค่า คือ ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์และค่าผิดพลาดสัมพัทธ์

1.9.1 ค่าผิดพลาดสมบูรณ์ (Absolute Error)

หมายถึง ปริมาณหรือตัวเลขที่แสดงให้เห็นถึง ค่าที่วัดได้ (Measured Error) แตกต่างไปจากค่าที่เป็นจริง (Expected Error) เท่าไร ซึ่งสามารถหาค่าผิดพลาดสมบูรณ์ได้จากสมการ

$$e = Y_n - X_n \qquad (1\text{-}8)$$

โดย e = ค่าผิดพลาดสมบูรณ์

Y_n = ค่าที่แท้จริง

X_n = ค่าที่ได้จากการวัด

ค่าผิดพลาดสมบูรณ์ที่เกิดขึ้นเราจะพบว่าสามารถมีค่าเป็นได้ทั้งลบและบวก โดยถ้าค่าผิดพลาดสมบูรณ์มีเครื่องหมายเป็นบวก แสดงว่าค่าที่เป็นจริงมีค่ามากกว่าค่าที่วัดได้ แต่ถ้าค่าผิดพลาดสมบูรณ์มีเครื่องหมายเป็นลบ แสดงว่าค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่เป็นจริง

ค่าผิดพลาดสมบูรณ์เป็นค่าที่สำคัญในเชิงปริมาณ หรือขนาดในส่วนของเครื่องหมายเป็นเพียงแสดงให้เห็นว่าค่าผิดพลาดสมบูรณ์มีทิศทางต่างไปกับค่าที่เป็นจริงเท่าไร ดังนั้นค่าผิดพลาดสมบูรณ์ที่เกิดขึ้นมักจะแสดงเป็นบวกลบ

ตัวอย่างที่ 1.8 นำโวลต์มิเตอร์ตัวหนึ่ง ไปวัดแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟขนาด 12 โวลต์ ปรากฏว่าโวลต์มิเตอร์อ่านค่าได้ 10 โวลต์ จงหาค่าผิดพลาดสมบูรณ์ของการวัดแรงดันไฟฟ้านี้

<u>วิธีทำ</u>

$$e = Y_n - X_n$$
$$= 12 - 10 \ V$$
$$e = 2 \ V$$

<u>ตอบ</u> $e = \pm 2 \ V$

1.9.2 ค่าผิดพลาดสัมพัทธ์ (Relative Error or Percent Error)

หมายถึง ค่าที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่เป็นจริง เมื่อเทียบกับค่าที่เป็นจริงแล้วคิดเป็นร้อยละ

$$\text{Percent Error} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100 \qquad (1\text{-}9)$$

หรือ

$$\text{Percent Error} = \frac{e}{Y_n} \times 100 \qquad (1\text{-}10)$$

โดย e = ค่าผิดพลาดสมบูรณ์

Y_n = ค่าที่แท้จริง

X_n = ค่าที่ได้จากการวัด

ค่าผิดพลาดสมบูรณ์เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดมีค่าผิดพลาดที่ได้แตกต่างไปจากค่าที่เป็นจริงเท่าไร แต่ถ้าต้องการเปรียบเทียบว่าเครื่องมือวัดใดมีค่าผิดพลาดมากหรือน้อยกว่ากันจะต้องนำค่าผิดพลาดสัมพัทธ์มาพิจารณาเพราะค่าผิดพลาดสัมพัทธ์ใช้ค่าร้อยละในการพิจารณา ในทำนองเดียวกันค่าผิดพลาดสัมพัทธ์เป็นได้ทั้งค่าที่เป็นบวก และค่าที่เป็นลบ ดังนั้นในการใช้งานเราจึงมักบอกค่าผิดพลาดสัมพัทธ์เป็นค่าบวกลบ เช่นเดียวกับค่าผิดพลาดสมบูรณ์

ตัวอย่างที่ 1.9 จากตัวอย่างที่ 1.8 จงหาค่าผิดพลาดสัมพัทธ์

<u>วิธีทำ</u>

จาก

$$\text{Percent Error} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100$$

$$= \frac{12 - 10}{12} \times 100$$

$$\text{Percent Error} = 16.67\%$$

<u>ตอบ</u> $\text{Percent Error} = \pm 16.67\%$

1.10 บทสรุป

หน่วยวัดมาตรฐานที่เกิดจากการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับมาตราชั่ง ตวง วัด เรียกหน่วยวัดระบบนานาชาติหรือหน่วยวัดระบบ SI

การใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ผู้ใช้จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ในงานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สามารถเลือกใช้งานเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม

เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบ่งตามวิธีการแสดงผลได้ 2 ชนิดคือ เครื่องมือวัดแบบแอนะล็อกและเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล

หน้าที่ของเครื่องมือวัด แบ่งตามจุดประสงค์ของการวัดได้ 3 ประเภทคือ วัดเพื่อแสดงผล วัดเพื่อบันทึกและวัดเพื่อควบคุม

นิยามที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัดได้แก่ การวัด การวัดทางไฟฟ้า เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ ความไว การแยกแยะรายละเอียด และ ค่าความผิดพลาด

ความผิดพลาดเกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ ผิดพลาดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ ค่าผิดพลาดจากระบบและค่าผิดพลาดที่ไม่แน่นอน