



เครื่องวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 20104-2004



โดย

อ.มนตรี เชิญทอง

สารบัญ

- หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้า
- หน่วยที่ 2 มัลติมิเตอร์และดิจิตอลมิเตอร์
- หน่วยที่ 3 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ
- หน่วยที่ 4 เครื่องวัดความต้านทาน
- หน่วยที่ 5 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง
- หน่วยที่ 6 เครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์
- หน่วยที่ 7 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า
- หน่วยที่ 8 เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป และ
- หน่วยที่ 9 เครื่องวัดไฟฟ้าเฉพาะทาง

หน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้า



หัวข้อเรื่อง (Topics)

1.1

ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการวัด

1.2

หน่วยการวัดของระบบ SI

1.3

เครื่องมือที่ใช้ในงานไฟฟ้ากำลัง

1.4

สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า

1.5

ความคลาดเคลื่อน

1.6

การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

1.7

คลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า

1.8

วิธีการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้า

ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการวัด มีดังนี้ (Kalsi, H. S. 2007: 2)

เครื่องมือวัด (Instrument) หมายถึง เครื่องมือวัดหรือมาตรวัดที่ใช้วัดปริมาณต่าง ๆ ทั้งปริมาณทางไฟฟ้า ปริมาณทางวิทยาศาสตร์ ปริมาณทางกล หรือปริมาณอื่น ๆ

การวัด (Measurement) หมายถึง กระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบปริมาณที่ไม่ทราบค่ากับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

ความถูกต้องหรือความแม่นยำ (Accuracy) หมายถึง ความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่เป็นจริง

ความละเอียด (Resolution) หรือความสามารถแยกแยะ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัดจะตอบสนองต่อการวัดค่าที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ความเที่ยงตรง (Precision) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัดที่วัดค่าแต่ละครั้งมีความแตกต่างของค่าวัดได้น้อยมาก เมื่อใช้เครื่องมือวัดนั้นไปวัดปริมาณของตัวแปรเดิม

ความคลาดเคลื่อน (Error) หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่เป็นจริง

ความไว (Sensitivity) หมายถึง ความไวในการตอบสนองของเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีต่อกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล มีหน่วยเป็นโอห์มต่อโวลต์

1.2.1 หน่วยพื้นฐาน หน่วยเสริม และหน่วยอนุพันธ์ของระบบ SI

ระบบหน่วย SI (System International of Units: SI) เป็นระบบมาตรฐานนานาชาติที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน โดยมีหน่วยพื้นฐาน 7 หน่วย หน่วยเสริม และหน่วยอนุพันธ์ ดังตารางที่ 1.1–1.3

ตารางที่ 1.1 หน่วยพื้นฐาน (Based Units) ในระบบ SI

ปริมาณ	สัญลักษณ์ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
ความยาว (Length)	l	เมตร(meter)	m
มวล (Mass)	M	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (Time)	T	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (Electric current)	I	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic Temperature)	T	เคลวิน (kelvin)	K
ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity)	IV	แคนเดลา (candela)	cd
ปริมาณของสาร (Amount of Substance)	n	โมล (mole)	mol

ตารางที่ 1.2 หน่วยเสริม (Supplement Units) ในระบบ SI

ปริมาณ	สัญลักษณ์ปริมาณ ¹	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
มุมระนาบ (Plane Angles)	$\phi, \theta, \alpha, \beta, \gamma$	เรเดียน (radian)	rad
มุมตัน (Solid Angles)	ω, Ω	สเตอเรเดียน (steradian)	sr

¹ ϕ อ่านว่า ฟายหรือฟี (Phi), α อ่านว่า แอลฟา (Alpha), ω อ่านว่า โอเมกา (Omega), β อ่านว่า บีตา (Beta), θ อ่านว่า थीตา (Theta), γ อ่านว่า แกมมา (Gamma)

ตารางที่ 1.3 หน่วยอนุพันธ์ (Derived units) ในระบบ SI

ปริมาณ	สัญลักษณ์ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
ความถี่ (Frequency)	f	เฮิรตซ์ (Hertz)	Hz
แรง (Force)	F	นิวตัน (Newton)	N
ความดัน (Pressure)	p	ปาสคาล (Pascal)	Pa
พลังงาน, งาน (Energy, Work)	w	จูล (Joule)	J
กำลังงาน (Power)	P	วัตต์ (Watt)	W
ประจุไฟฟ้า (Electric Charge)	Q	คูลอมบ์ (Coulomb)	C

ปริมาณ	สัญลักษณ์ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
ความต่างศักย์ไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า (Electric Potential, Electromotive Force)	V	โวลต์ (Volt)	V
ความจุไฟฟ้า (Capacitance)	C	ฟาราด (Farad)	F
ความต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistance)	R	โอห์ม (Ohm)	Ω
ความนำไฟฟ้า (Electrical Conductance)	G	ซีเมนส์ (Siemens)	S
เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux)	ϕ	เวเบอร์ (Weber)	Wb
ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux Density)	B	เทสลา (Tesla)	T
ความเหนี่ยวนำ (Inductance)	L	เฮนรี (Henry)	H
ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux)	–	ลูเมน (Lumen)	lm
การส่องสว่าง (Illuminance)	–	ลักซ์ (Lux)	lx

1.2.2 การลดทอนและการขยายหน่วย

การลดทอนและการขยายหน่วย ช่วยให้การอ่านและเขียนตัวเลขนั้นได้เข้าใจง่ายขึ้นแม้ว่าจะมีค่ามากหรือน้อยก็ตาม โดยใช้เลขสิบยกกำลัง (Power of Ten) ประกอบด้วยเลข 10 เป็นเลขฐานและเลขชี้กำลังที่มีทั้งบวกและลบ ด้วยตัวเลขต่าง ๆ แล้วกำหนดเป็นชื่อประกอบเข้ากับหน่วยในระบบ SI ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ชื่อประกอบ สัญลักษณ์และเลขสิบยกกำลัง

ชื่อประกอบ	สัญลักษณ์	เลขสิบยกกำลัง	จำนวนตัวเลข
เอกซะ (exa)	E	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000
เพตะ (peta)	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000
เทระ (tera)	T	10^{12}	1,000,000,000,000
จิกะ (giga)	G	10^9	1,000,000,000
เมกะ (mega)	M	10^6	1,000,000
กิโล (kilo)	k	10^3	1,000
เฮกโต (hecto)	h	10^2	100
เดคา (deca)	dk	10^1	10
หน่วยหลัก	–	10^0	1
เดซี (deci)	d	10^{-1}	0.1

ชื่อประกอบ	สัญลักษณ์	เลขสิบยกกำลัง	จำนวนตัวเลข
เซนติ (centi)	c	10^{-2}	0.01
มิลลิ (milli)	m	10^{-3}	0.001
ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}	0.000001
นาโน (nano)	n	10^{-9}	0.000000001
พิโก (pico)	p	10^{-12}	0.000000000001
เฟมโต (femto)	f	10^{-15}	0.000000000000001
อัตโต (atto)	a	10^{-18}	0.000000000000000001

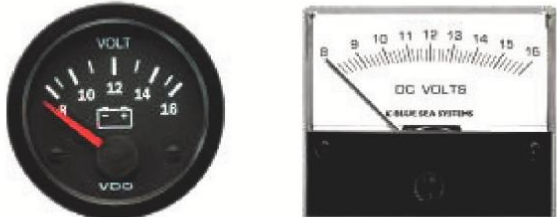
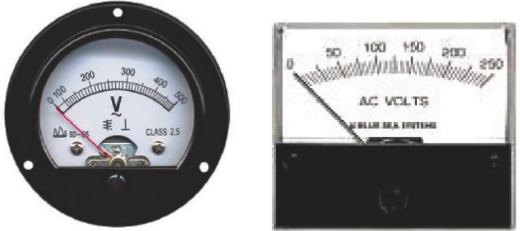
จากตารางที่ 1.4 เลขสิบยกกำลังได้นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดและหน่วยของการวัด ทั้งนี้เพื่อให้มีความสะดวกในการอ่านค่าและลดจำนวนหลักของตัวเลขให้น้อยลง ตัวอย่างเช่น

1. วัดค่าความต้านทานไฟฟ้า 4,700,000 Ω เขียนเป็น $4.7 \times 10^6 \Omega$ หรือ 4.7 M Ω
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0.0025 A เขียนเป็น $2.5 \times 10^{-3} A$ หรือ 2.5 mA

เครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้ในงานไฟฟ้ากำลัง ปัจจุบันมีจำนวนมากมายหลายชนิด มีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันออกไป ตามรุ่นที่บริษัทได้ผลิตออกมา มีทั้งชนิดชี้ค่าหรือชนิดแอนะล็อก (Analog Meter) และเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลเป็นตัวเลขหรือชนิดดิจิทัล (Digital Meter) ดังตัวอย่างตารางที่ 1.5

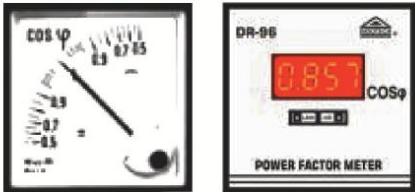
ตารางที่ 1.5 ตัวอย่างเครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้ในงานไฟฟ้ากำลัง

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	กัลวานอมิเตอร์	- ใช้วัดกระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ - ใช้วัดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
	ดีซีแอมมิเตอร์	- ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	เอซี-ดีซีแอมมิเตอร์	- เอซี-ดีซีแอมมิเตอร์ - ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสไฟฟ้ากระแสสลับในเครื่องเดียวกัน
	ดีซีโวลต์มิเตอร์	- ใช้วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
	เอซีโวลต์มิเตอร์	- ใช้วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	โอห์มมิเตอร์	– ใช้วัดความต้านทานไฟฟ้า
	เมกโอห์มมิเตอร์/ เมกเกอร์	– ใช้วัดความต้านทานไฟฟ้าค่าสูง – ใช้วัดฉนวนไฟฟ้า
	มัลติมิเตอร์/ เครื่องวัดอเนกประสงค์	– ใช้วัดค่าทางไฟฟ้าได้หลายอย่าง เช่น วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ วัดความต้านทาน วัดกระแสไฟฟ้า กระแสตรง เป็นต้น

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	แคลมป์ออนมิเตอร์	- ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ
	วัตต์มิเตอร์	- ใช้วัดกำลังไฟฟ้า
	กิโลวัตต์อวาร์มิเตอร์	- ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	เพาเวอร์แฟกเตอร์ มิเตอร์	- ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของ ระบบไฟฟ้า
	เครื่องวัดความถี่	- ใช้วัดความถี่ในระบบ ไฟฟ้า

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	ลักซ์มิเตอร์	– ใช้วัดความเข้มของแสง
	เครื่องวัดลำดับเฟส	– ใช้วัดลำดับเฟสระบบไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อต้องการรู้ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส
	เครื่องวัดความเร็วรอบ	– ใช้วัดความเร็วรอบของมอเตอร์
	เครื่องวัดอุณหภูมิ	– ใช้วัดอุณหภูมิของห้อง วัดอุณหภูมิหน้าสัมผัสของสวิตช์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ใช้วัดอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	เครื่องวัดความเร็วลม	– ใช้วัดความเร็วลมของพัดลม ในเครื่องปรับอากาศ ใช้วัดความเร็วลมของพัดลม ฯลฯ
	ออสซิลโลสโคป	– ใช้วัดสัญญาณไฟฟ้า แสดงผล เป็นภาพหรือรูปร่าง

สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า มีไว้เพื่อแสดงคุณลักษณะของเครื่องวัดนั้น ๆ เพื่อให้การนำไปใช้ได้ถูกต้อง ปลอดภัย ส่วนใหญ่แสดงไว้ด้านหน้าของเครื่องวัดไฟฟ้า เช่น บริเวณสเกล บริเวณสวิตช์เลือกย่านวัด เป็นต้น การกำหนดสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.4.1 สัญลักษณ์บอกชนิดของเครื่องวัดไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 ตัวอย่างสัญลักษณ์บอกชนิดของเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์บอกชนิด	ความหมาย	สัญลักษณ์บอกชนิด	ความหมาย
	โวลต์มิเตอร์กระแสตรง (DC Voltmeter)		แอมมิเตอร์กระแสตรง (DC Ammeter)
	โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ (AC Voltmeter)		แอมมิเตอร์กระแสสลับ (AC Ammeter)
	โวลต์มิเตอร์กระแสตรง/ กระแสสลับ (DC/AC Voltmeter)		แอมมิเตอร์ กระแสตรง/กระแสสลับ (DC/AC Ammeter)
	โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)		เฟาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter)

สัญลักษณ์บอกชนิด	ความหมาย	สัญลักษณ์บอกชนิด	ความหมาย
	วัตต์มิเตอร์ 1 เฟส (Single Phase Wattmeter)		เครื่องวัดความถี่ (Frequency Meter)
	วัตต์มิเตอร์ 3 เฟส (Three Phase Wattmeter)		กัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer)
	กิโลวัตต์อวาร์มิเตอร์ (Kilowatt Hour Meter)		วาร์มิเตอร์ (Var Meter)

1.4.2 สัญลักษณ์บอกโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.7

ตารางที่ 1.7 ตัวอย่างสัญลักษณ์บอกโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์บอกโครงสร้าง	ความหมาย	สัญลักษณ์บอกโครงสร้าง	ความหมาย
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ ขดลวดเคลื่อนที่ ชนิดใช้แม่เหล็กถาวร		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ แกนเหล็กเคลื่อนที่

	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ อิเล็กทรอนิกส์ ชนิดไม่มีแกนเหล็ก		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ อิเล็กทรอนิกส์ ชนิดมีแกนเหล็ก
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ ขดลวดไขว้ ชนิดไม่มีแกนเหล็ก		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ ขดลวดไขว้ ชนิดมีแกนเหล็ก
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ เหนี่ยวนำ		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ ก้านสั้น
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ เทอร์มอคัปเปิล		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ มีวงจรเรียงกระแส
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ ขดลวดเคลื่อนที่ ที่มี วงจรเรียงกระแส		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบ โลหะคู่
	ทดสอบฉนวนที่แรงดัน ไฟฟ้า 2 kV (ตัวเลข บอกแรงดันไฟฟ้าที่ ทดสอบ)		

1.4.3 สัญลักษณ์บอกตำแหน่งการวางของเครื่องวัดไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.8

ตารางที่ 1.8 ตัวอย่างสัญลักษณ์บอกตำแหน่งการวางของเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์บอกการวาง	ความหมาย	สัญลักษณ์บอกการวาง	ความหมาย
	วางตั้งฉากขณะใช้งาน		วางตั้งฉากเป็นมุม 45° (หรือมุมอื่นตามกำหนด)
	วางแนวนอนขณะใช้งาน		

1.4.4 สัญลักษณ์บอกค่าความคลาดเคลื่อน

สัญลักษณ์บอกค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของเครื่องวัดไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.9 จะระบุค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดนั้นเป็นขั้นหรือคลาส (Class) หมายถึง ตัวเลขบอกค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเต็มสเกลหรือย่านวัดเมื่อคูณย่านวัดกับคลาสจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของย่านวัดนั้น ถ้าเครื่องวัดนั้นมีคลาสต่ำจะได้ค่าความถูกต้องมากกว่าเครื่องวัดที่มีคลาสสูงเมื่อวัดด้วยย่านวัดเดียวกัน

ตารางที่ 1.9 สัญลักษณ์บอกชั้นหรือคลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์บอกชั้นหรือคลาส	ความหมาย
0.1 หรือ Class 0.1	ค่าความคลาดเคลื่อน 0.1%
0.2 หรือ Class 0.2	ค่าความคลาดเคลื่อน 0.2%
0.5 หรือ Class 0.5	ค่าความคลาดเคลื่อน 0.5%
1.0 หรือ Class 1.0	ค่าความคลาดเคลื่อน 1.0%
1.5 หรือ Class 1.5	ค่าความคลาดเคลื่อน 1.5%
2.5 หรือ Class 2.5	ค่าความคลาดเคลื่อน 2.5%

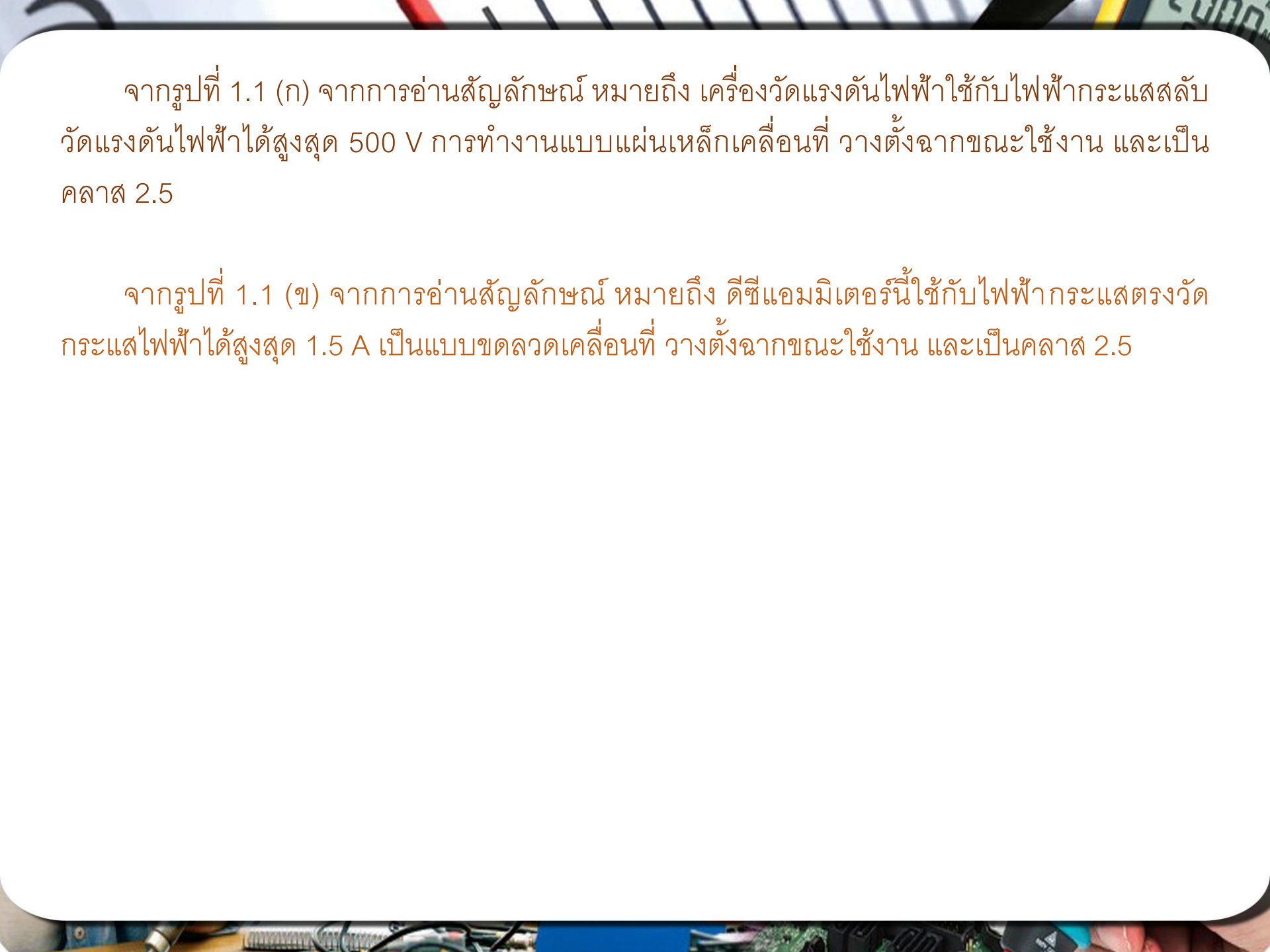


(ก) เอซีโวลต์มิเตอร์



(ข) ดีซีแอมมิเตอร์

รูปที่ 1.1 การอ่านความหมายจากสัญลักษณ์ของเครื่องวัดไฟฟ้า



จากรูปที่ 1.1 (ก) จากการอ่านสัญลักษณ์ หมายถึง เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ วัดแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 500 V การทำงานแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ วางตั้งฉากขณะใช้งาน และเป็น คลาส 2.5

จากรูปที่ 1.1 (ข) จากการอ่านสัญลักษณ์ หมายถึง ดีซีแอมมิเตอร์นี้ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงวัด กระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 1.5 A เป็นแบบขดลวดเคลื่อนที่ วางตั้งฉากขณะใช้งาน และเป็นคลาส 2.5

การวัดค่าทางไฟฟ้ามีความคลาดเคลื่อน (Error) จากการวัด อาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Errors) คลาดเคลื่อนโดยผู้วัด (Human Errors) และ คลาดเคลื่อนแบบสุ่ม(Random Errors) เป็นต้น (Kalsi, H. S. 2007: 5–6)

1.5.1 ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Errors) มีสาเหตุ ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด (Instrumental Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากโครงสร้างของระบบกลไก ความผิดของแกนขดลวด การตึงตัวและการยืดตัวของสปริงกันหอย การปรับแต่งเข็มชี้ไม่ตรงกับตำแหน่งศูนย์ ความร้อนในตัวเครื่องวัด การวางของเครื่องวัดขณะใช้งาน เป็นต้น

2. ความคลาดเคลื่อนจากสภาพแวดล้อม (Environmental Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกของเครื่องวัด รวมถึงสภาพเงื่อนไขที่ใช้เครื่องวัดนั้น ๆ เช่น อุณหภูมิความชื้น ความดันอากาศ สunamiแม่เหล็กหรือไฟฟ้าสถิต เป็นต้น การเปลี่ยนไปของอุณหภูมิใช้งาน มีผลให้คุณสมบัติการยืดหยุ่นของสปริงในกลไกของขดลวดเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงซึ่งทำให้ค่าที่อ่านผิดพลาดได้

1.5.2 ความคลาดเคลื่อนโดยผู้วัด

ความคลาดเคลื่อนโดยผู้วัด (Human Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้วัด เช่น วัดผิด อ่านค่าผิดพลาด การบันทึกผลหรือการคำนวณผลในการวัดผิดหรือเกิดจากการแปลงหน่วยที่วัดค่าได้ผิด เป็นต้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้ทำได้เพียงแต่พยายามทำให้ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ชวนำเครื่องมือไปใช้งานโดยเฉพาะเครื่องมือวัดแบบแอนะล็อกหรือเครื่องมือที่แสดงผลแบบชี้ค่าความคลาดเคลื่อนเกิดจากผู้ใช้อ่านค่าสเกลของเครื่องวัดนั้นไม่ถูกต้องคือมองเข็มชี้ไม่ตั้งฉากกับสเกล ทำให้ค่าที่ได้ผิดไป

1.5.3 ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ แต่จะสังเกตผลที่ได้จากการวัดหลาย ๆ ครั้งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น การวัดกระแสไฟฟ้าซ้ำ ๆ กันทุก 1 ชั่วโมง ค่าที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยที่เวลาต่างกัน เป็นต้น ดังนั้นการจะกำจัดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงทำได้ยาก แต่สามารถทำให้ลดลงได้โดยการทำการวัดหลาย ๆ ครั้งแล้วคำนวณด้วยวิธีทางสถิติเช่นค่าเฉลี่ย เพื่อหาค่าที่วัดได้ต่อไป

ค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดทางไฟฟ้า ประกอบด้วย ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ ค่าความแม่นยำ และค่าความเที่ยงตรง ดังนี้ (Kalsi, H. S. 2007: 3)

1.6.1 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: e) คือ ปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าที่เป็นจริงกับค่าที่วัดได้ เขียนเป็นสมการตามสมการที่ (1.1)

$$e = Y_n - X_n$$

----- (1.1)

เมื่อ e คือ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

Y_n คือ ค่าที่เป็นจริง

X_n คือ ค่าที่วัดได้

1.6.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของย่านวัด

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของย่านวัด (Relative Error: %Error) หมายถึง ค่าที่ผิดพลาดไปจากค่าที่วัดได้เทียบกับค่าที่เป็นจริงโดยคิดเป็นร้อยละ หาได้จากสมการที่ (1.2)

$$\%Error = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \quad \text{.....(1.2)}$$

หรือ

$$\%Error = \left| \frac{e}{Y_n} \right| \times 100\% \quad \text{.....(1.3)}$$

1.6.3 ค่าความแม่นยำ

ค่าความแม่นยำหรือค่าความถูกต้อง (Accuracy: A) หมายถึง ความใกล้เคียงระหว่างค่าที่เป็นจริงกับค่าที่วัดได้ของตัวแปรที่ถูกวัด โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \quad \text{.....(1.4)}$$

$$a = 100\% - \%Error \quad \text{.....(1.5)}$$

หรือ

$$a = A \times 100 \quad \text{.....(1.6)}$$

เมื่อ A คือ ความแม่นยำ

a คือ เปอร์เซนต์ของความแม่นยำ

ตัวอย่างที่ 1.1 เมื่อนำโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์ ปรากฏว่าวัดได้ 225 โวลต์

- จงหา
- ก. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (e)
 - ข. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%Error)
 - ค. ค่าความแม่นยำ (A)
 - ง. เปอร์เซนต์ค่าความแม่นยำ (%a)

วิธีทำ

ก. จากสมการ (1.1) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (e) = $Y_n - X_n$

แทนค่าในสมการที่ (1.1) จะได้

$$e = 220 \text{ V} - 225 \text{ V}$$

$$e = -5 \text{ V}$$

ตอบ

หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นลบ แสดงว่าค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่เป็นจริง 5 V

1.6.4 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Precision: P) หมายถึง ความใกล้เคียงของค่าที่ได้จากการวัดตัวแปรเดียวกัน ในการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งกับค่าเฉลี่ยของการวัดทุกครั้ง โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ความเที่ยงตรง} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{X_n} \right| \text{-----} (1.7)$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_n &= \frac{\text{ผลรวมของค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวัด}} \\ &= \frac{\sum X_n}{n} \text{-----} (1.8) \end{aligned}$$

เมื่อ X คือ ค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง
 $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของการวัด
 n คือ จำนวนครั้งของการวัด

ตัวอย่างที่ 1.2 จากการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า จำนวน 10 ครั้ง ดังตาราง จงคำนวณหาค่าความ-
เที่ยงตรงของการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า (Kalsi, H. S. 2007: 5)

วัดครั้งที่	กระแสไฟฟ้า (mA)	วัดครั้งที่	กระแสไฟฟ้า (mA)
1	98	6	99
2	104	7	102
3	106	8	103
4	100	9	98
5	101	10	105

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\bar{X}_n &= \frac{\sum X}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{10}}{10} \\ &= \frac{98+104+106+100+101+99+102+103+98+105}{10} \\ &= \frac{1016}{10} \\ \bar{X}_n &= 101.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \\
 &= 1 - \left| \frac{99 - 101.6}{101.6} \right| \\
 &= 1 - 0.0256
 \end{aligned}$$

$$P = 0.974$$

∴ ค่าความเที่ยงตรง = 97.4%

ตอบ

คลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า (Class of Instruments) หมายถึง ตัวเลขที่บอกเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการวัดแต่ละย่านวัด (Range) เขียนเป็นตัวเลขบนสเกลหน้าปัดโดยผู้ผลิต เช่น คลาส 1.5, คลาส 2, คลาส 2.5 เป็นต้น เครื่องมือวัดที่มีคลาสดำจะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเครื่องมือวัดที่มีคลาสสูง ตัวอย่างสเกลหน้าปัดที่มีตัวเลขบอกคลาส ดังรูปที่ 1.2



(ก) แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คลาส 2.0



(ข) โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ คลาส 2.5

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างคลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า

ค่าความคลาดเคลื่อนของย่านวัด (e_{ย่านวัด}) = %คลาส × ย่านวัด (1.9)

หรือ

$$e_{\text{ย่านวัด}} = \frac{\pm}{100} \times \text{ย่านวัด}$$

ตัวอย่างที่ 1.3 โวลต์มิเตอร์ คลาส 2.0 มีย่านวัด 50 V จงหาค่าความคลาดเคลื่อนของย่านวัด
วิธีทำ

$$\begin{aligned}e_{\text{ย่านวัด}} &= \frac{\pm \text{คลาส}}{100} \times \text{ย่านวัด} \\&= \frac{\pm 2.0}{100} \times 50\text{V} \\&= \pm 1.0 \text{ V}\end{aligned}$$

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของย่านวัด ($e_{\text{ย่านวัด}}$) เท่ากับ $\pm 1.0 \text{ V}$

ตอบ

เครื่องวัดไฟฟ้าส่วนใหญ่จะไม่ทนต่อการกระแทกหรือการใช้งานอย่างหนักและขาดการดูแลรักษา ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องดูแลรักษาทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการใช้งานเพื่อประสิทธิภาพการใช้งานและยืดอายุการใช้งาน วิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้าโดยทั่วไปมีดังนี้

1. รักษาสภาพให้ใช้งานได้ตลอดเวลา เช่น สายวัด ฝาครอบ สกรูต่าง ๆ เป็นต้น
2. จัดเก็บในตู้ที่มีการดูแล มีการป้องกันฝุ่นละออง ให้ห่างจากความร้อน แสงแดด และความชื้น
3. จัดเก็บคู่มือการใช้งาน ให้สะดวกต่อการค้นหาและตรวจสอบตามคู่มือ
4. ควรมีการปรับแต่งเครื่องวัดที่ผ่านการใช้งานเป็นระยะเวลานาน
5. ควรระมัดระวังอย่าให้เครื่องวัดได้รับการกระแทกเป็นอันตราย
6. เครื่องวัดที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ควรถอดแบตเตอรี่ออก
7. ก่อนใช้งานควรปรับตั้งย่านวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องทุกครั้งและเลือกย่านวัดที่เหมาะสมกับค่าที่ประมาณไว้
8. ผู้วัดต้องตรวจตำแหน่งศูนย์ของเข็มชี้ก่อนทำการวัดและอาจต้องปรับถ้าจำเป็น มิฉะนั้นค่าผิดพลาดของการวัดจะเพิ่มขึ้น
9. กรณีฟิวส์ขาด ห้ามนำลวดทองแดงแทนฟิวส์