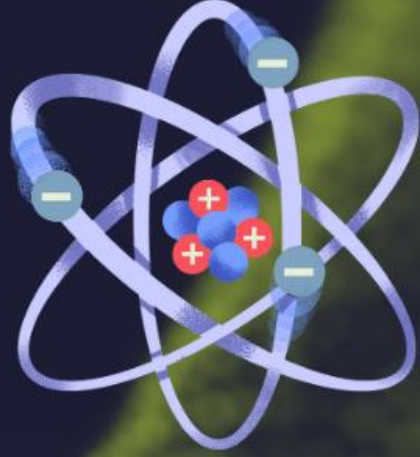
เครื่องมือวัดในงานยานยนต์ไฟฟ้า

20143 - 2004



หน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้า

หัวข้อเรื่อง (Topics)

1.1 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการวัด

1.2 หน่วยการวัดของระบบ SI

1.3 เครื่องวัดที่ใช้ในงานไฟฟ้ากำลัง

1.4 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า

1.5 ความคลาดเคลื่อน

1.6 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

1.7 คลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า

1.8 วิธีการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้า

1.1 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการวัด

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

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

การวัด (Measurement) หมายถึง กระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบปริมาณที่ไม่ทราบค่ากับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

ความถูกต้องหรือความแม่นยำ (Accuracy) หมายถึง ความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่เป็นจริง

ความละเอียด (Resolution) หรือความสามารถแยกแยะ หมายถึง ความสามารถของเครื่องวัดจะตอบสนองต่อการวัดค่าที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ความเที่ยงตรง (Precision) หมายถึง ความสามารถของเครื่องวัดที่วัดค่าแต่ละครั้งมีความแตกต่างของค่าวัดได้น้อยมาก เมื่อใช้เครื่องมือวัดนั้นไปวัดปริมาณของตัวแปรเดิม

ความคลาดเคลื่อน (Error) หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่เป็นจริง

ความไว (Sensitivity) หมายถึง ความไวในการตอบสนองของเครื่องวัดไฟฟ้าที่มีต่อกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล มีหน่วยเป็นโอห์มต่อโวลต์

1.2 หน่วยการวัดของระบบ SI

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
ปริมาณของสสาร (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 ทีตา (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 (hector)	h	10^{2}	100
เดคา (deca)	dk	10^{1}	10
หน่วยหลัก	–	10^{0}	1
เดซิ (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 ทั้งนี้เพื่อที่จะให้มีความสะดวกในการอ่านค่าและลดจำนวนหลักของตัวเลขให้น้อยลง ตัวอย่างเช่น

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

1.3 เครื่องวัดที่ใช้ในงานไฟฟ้ากำลัง

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 วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้น

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	แคลมป์ออนมิเตอร์	– ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ
	วัตต์มิเตอร์	– ใช้วัดกำลังไฟฟ้า
	กิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์	– ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์	– ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบไฟฟ้า
	เครื่องวัดความถี่	– ใช้วัดความถี่ในระบบไฟฟ้า

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

รูปเครื่องวัดไฟฟ้า	ชื่อเครื่องวัดไฟฟ้า	ลักษณะการใช้งาน
	เครื่องวัดความเร็วลม	– ใช้วัดความเร็วลมของพัดลมในเครื่องปรับอากาศ ใช้วัดความเร็วลมของพัดลม ฯลฯ
	ออสซิลโลสโคป	– ใช้วัดสัญญาณไฟฟ้า แสดงผลเป็นภาพหรือรูปร่าง

1.4 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า

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
V	โวลต์มิเตอร์กระแสตรง (DC Voltmeter)	A	แอมมิเตอร์กระแสตรง (DC Ammeter)
V~	โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ (AC Voltmeter)	A~	แอมมิเตอร์กระแสสลับ (AC Ammeter)
V≂	โวลต์มิเตอร์กระแสตรง/กระแสสลับ (DC/AC Voltmeter)	A≂	แอมมิเตอร์กระแสตรง/กระแสสลับ (DC/AC Ammeter)
Ω	โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)	φ	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter)

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

1.4.2 สัญลักษณ์บอกโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.7

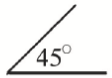
ตารางที่ 1.7 ตัวอย่างสัญลักษณ์บอกโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์บอกโครงสร้าง	ความหมาย	สัญลักษณ์บอกโครงสร้าง	ความหมาย
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบขดลวดเคลื่อนที่ชนิดใช้แม่เหล็กถาวร		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแกนเหล็กเคลื่อนที่

	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กโทรไดนามิก ชนิดไม่มีแกนเหล็ก		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กโทรไดนามิก ชนิดมีแกนเหล็ก
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบขดลวดไขว้ ชนิดไม่มีแกนเหล็ก		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบขดลวดไขว้ ชนิดมีแกนเหล็ก
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบก้านสั่น
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบมีวงจรเรียงกระแส
	เครื่องวัดไฟฟ้าแบบขดลวดเคลื่อนที่ ที่มีวงจรเรียงกระแส		เครื่องวัดไฟฟ้าแบบโลหะคู่
	ทดสอบฉนวนที่แรงดันไฟฟ้า 2 kV (ตัวเลขบอกแรงดันไฟฟ้าที่ทดสอบ)		

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 จะระบุค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดนั้นเป็นชั้นหรือคลาส (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 และเป็นคลาส 2.5

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

1.5 ความคลาดเคลื่อน

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

1.5.1 ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Errors) มีสาเหตุ ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด (Instrumental Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากโครงสร้างของระบบกลไก ความฝืดของแกนขดลวด การตึงตัวและการยืดตัวของสปริงก้นหอย การปรับแต่งเข็มชี้ไม่ตรงกับตำแหน่งศูนย์ ความร้อนในตัวเครื่องวัด การวางของเครื่องวัดขณะใช้งาน เป็นต้น

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

1.5.2 ความคลาดเคลื่อนโดยผู้วัด

ความคลาดเคลื่อนโดยผู้วัด (Human Errors) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ใช้ เช่น วัดผิด อ่านค่าผิดพลาด การบันทึกผลหรือการคำนวณผลในการวัดผิดหรือเกิดจากการแปลงหน่วยที่วัดค่าได้ผิด เป็นต้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้ทำได้เพียงแต่พยายามทำให้ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ขณะนำเครื่องมือไปใช้งานโดยเฉพาะเครื่องมือวัดแบบแอนะล็อกหรือเครื่องมือที่แสดงผลแบบชี้ค่าความคลาดเคลื่อนเกิดจากผู้ใช้อ่านค่าสเกลของเครื่องวัดนั้นไม่ถูกต้องคือมองเข็มชี้ไม่ตั้งฉากกับสเกล 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

1.6 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

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

1.6.1 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

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

$$e = Y_n - X_n \qquad \text{----------(1.1)}$$

เมื่อ e คือ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์
Yn คือ ค่าที่เป็นจริง
Xn คือ ค่าที่วัดได้

1.6.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของย่านวัด

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

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

หรือ

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

1.6.3 ค่าความแม่นยำ

ค่าความแม่นยำหรือค่าความถูกต้อง (Accuracy: A) หมายถึง ความใกล้เคียงระหว่างค่าที่เป็นจริงกับค่าที่วัดได้ของตัวแปรที่ถูกวัด โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

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

หรือ

$$a = A \times 100 \qquad \text{----------(1.6)}$$

เมื่อ A คือ ความแม่นยำ

a คือ เปอร์เซ็นต์ของความแม่นยำ

ตัวอย่างที่ 1.1 เมื่อนำโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์ ปรากฏว่าวัดได้ 225 โวลต์

จงหา ก. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (e)

ข. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%Error)

ค. ค่าความแม่นยำ (A)

ง. เปอร์เซ็นต์ค่าความแม่นยำ (%a)

วิธีทำ

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

แทนค่าในสมการที่ (1.1) จะได้

$e = 220\ V - 225\ V$

$e = -5\ V$ **ตอบ**

หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นลบ แสดงว่าค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่เป็นจริง 5 V

1.6.4 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Precision: P) หมายถึง ความใกล้เคียงของค่าที่ได้จากการวัดตัวแปรเดียวกันในการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งกับค่าเฉลี่ยของการวัดทุกครั้ง โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

$$\bar{X}_n = \frac{\text{ผลรวมของค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวัด}}$$

$$= \frac{\sum X_n}{n} \quad \text{----------(1.8)}$$

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

$$\bar{X}_n = \frac{\sum X}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_{10}}{10}$$

$$= \frac{98+104+106+100+101+99+102+103+98+105}{10}$$

$$= \frac{1016}{10}$$

$$\bar{X}_n = 101.6$$

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

$$= 1 - \left| \frac{99 - 101.6}{101.6} \right|$$

$$= 1 - 0.0256$$

$$P = 0.974$$

$\therefore$ ค่าความเที่ยงตรง = 97.4% **ตอบ**

1.7 คลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า

คลาสของเครื่องวัดไฟฟ้า (Class of Instruments) หมายถึง ตัวเลขที่บอกเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการวัดแต่ละย่านวัด (Range) เขียนเป็นตัวเลขบนสเกลหน้าปัดโดยผู้ผลิต เช่น คลาส 1.5, คลาส 2, คลาส 2.5 เป็นต้น เครื่องมือวัดที่มีคลาสต่ำจะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเครื่องมือวัดที่มีคลาสสูง 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 $$e_{ย่านวัด} = \frac{\pm}{100} \times ย่านวัด$$

ตัวอย่างที่ 1.3 โวลต์มิเตอร์ คลาส 2.0 มีย่านวัด 50 V จงหาค่าความคลาดเคลื่อนของย่านวัด

วิธีทำ

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

$$= \frac{\pm 2.0}{100} \times 50\text{V}$$

$$= \pm 1.0\ \text{V}$$

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของย่านวัด ($e_{\text{ย่านวัด}}$) เท่ากับ ±1.0 V **ตอบ**

1.8 วิธีการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้า

เครื่องวัดไฟฟ้าส่วนใหญ่จะไม่ทนต่อการกระแทกหรือการใช้งานอย่างหนักและขาดการดูแลรักษา ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องดูแลรักษาทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการใช้งานเพื่อประสิทธิภาพการใช้งานและยืดอายุการใช้งาน วิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้าโดยทั่วไปมีดังนี้

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