บทที่ 1

หลักการเบื้องต้นของการวัดไฟฟ้า

1. หน่วยการวัด (Units)

หน่วยในระบบ SI (International System of Units: SI Units) เป็นหน่วยที่เป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก กำหนดในรูปแบบ ปริมาณ ตัวแปร หน่วย และสัญลักษณ์ดังนี้

ตารางที่ 1.1 หน่วยฐาน SI

ปริมาณ	ตัวแปร	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
1. ความยาว	l	เมตร	m
2. เวลา	t	วินาที	s
3. กระแส	I	แอมแปร์	A
4. อุณหภูมิ	T	เคลวิน	K
5. ความเข้มการส่องสว่าง	I_V	แคนเดลา	cd
6. มวล	m	กิโลกรัม	kg
7. อนุภาค	n	โมล	mol

นอกจากนี้ ยังมีหน่วยอนุพันธ์ซึ่งเกิดจากการนำหน่วยพื้นฐานมาใช้ร่วมกัน ดังแสดงในสองตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 1.2 หน่วยอนุพันธ์ทางกล

ปริมาณ	ตัวแปร	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
1. พื้นที่	A	ตารางเมตร (ตร.ม.)	m^2
2. ปริมาตร	V	ลูกบาศก์เมตร (ตร.ม.)	m^3
3. ความเร็ว	v	เมตรต่อวินาที	m/s
4. ความเร่ง	T	เมตรต่อวินาที	m/s^2

5. แรง	F	นิวตัน	N
6. พลังงาน	W	นิวตันเมตร	N·m
7. ความหนาแน่น	ρ	กิโลกรัมต่อเมตร^3	kg/m^3

ตารางที่ 1.3 หน่วยปริมาณทางไฟฟ้า

ปริมาณ	ตัวแปร	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
1. แรงดันไฟฟ้า	V	โวลต์	V
2. กระแสไฟฟ้า	I	แอมป์	A
3. ความต้านทานไฟฟ้า	R	โอห์ม	Ω
4. ความถี่ไฟฟ้า	f	เฮิร์ซ	Hz
5. ความจุไฟฟ้า	C	ฟารัด	F
6. ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า	L	เฮนรี่	H
7. กำลังไฟฟ้า (จริง)	P	วัตต์	W
8. กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ	Q	โวลต์แอมป์รีแอคทีฟ	VAR
9. กำลังไฟฟ้าปรากฏ	S	โวลต์แอมป์	VA
10. พลังงานไฟฟ้า	E	วัตต์ชั่วโมงหรือยูนิต	Wh

ในบางครั้งเราอาจวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ตัวเลขที่มีค่ามากๆ หรือน้อยมากๆ เพื่อให้ง่ายแก่การเขียน จึงกำหนดชื่อประกอบเข้ากับหน่วยในระบบ SI โดยมีพื้นฐานจากการคูณด้วยเลขยกกำลังฐาน 10 (เช่น 10^8, 10^{-5}) ตัวคูณดังกล่าวเรียกว่า คำนำหน้าหน่วย SI (SI prefixes) แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.4 คำนำหน้าหน่วย SI

คำนำหน้า	สัญลักษณ์	ตัวคูณรูปเลขยกกำลัง	ตัวคูณรูปทศนิยม

tera	T	10^{12}	1,000,000,000,000
giga	G	10^{9}	1,000,000,000
mega	M	10^{6}	1,000,000
kilo	k	10^{3}	1,000
deci	d	10^{-1}	0.1
centi	c	10^{-2}	0.01
milli	m	10^{-3}	0.001
micro	μ	10^{-6}	0.000001
nano	n	10^{-9}	0.000000001
pico	p	10^{-12}	0.00000000001

ในบางกรณี เราอาจจะต้องแปลงค่าปริมาณที่มีคำนำหน้าให้เป็นตัวรูปตัวเลขยกกำลังหรือรูปทศนิยมก่อนเพื่อความสะดวกในการคำนวณ เช่น 23 kV จะมีค่า

$$23\,kV = 23 \times 10^{3}\,V = 23 \times 1,000\,V = 23,000\,V$$

หรือ 12 mA จะมีค่า

$$12\,mA = 12 \times 10^{-3}\,A = 12 \times 0.001\,A = 0.0012\,V$$

2. เลขนัยสำคัญ

เลขนัยสำคัญคือจำนวนหลักในค่าหนึ่งๆ ซึ่งมักจะเป็นค่าที่ได้จากการวัด ซึ่งส่งผลต่อระดับความถูกต้องของค่านั้น มีกฎ 5 ข้อในการระบุจำนวนเลขนัยสำคัญ มีดังนี้

1) นับตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์ทั้งหมด
2) นับเลขศูนย์ทั้งหมดมื่อยู่ระหว่างตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์
3) นับเลขศูนย์ทั้งหมดที่อยู่หลังจุดทศนิยม
4) สำหรับจำนวนเต็ม ไม่นับเลขศูนย์หลังตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์ตัวสุดท้าย
5) ไม่นับเลขศูนย์ทั้งหมดก่อนตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์ตัวแรก

เลขทศนิยม	จำนวนเลขนัยสำคัญ		เลขทศนิยม	จำนวนเลขนัยสำคัญ
10.500	5		0.00430	3
0.0010	2		806700	4
7400	2		1900.0	5
0.180	3		32.057	5
180.0	4		0.101010	6
1080	3		0.00001100	4
14.23	4		0.012040	5

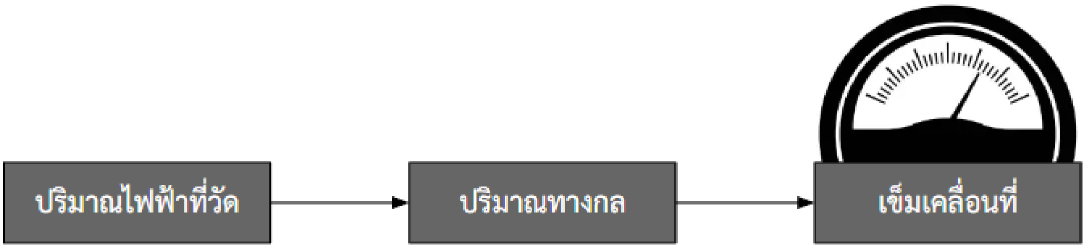
3. ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้า

เครื่องวัดไฟฟ้า หมายถึงเครื่องมือวัดที่ใช้วัดปริมาณทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น เครื่องวัดไฟฟ้าสามารถแบ่งเป็นหลายชนิดโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

3.1. ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งตามหลักการทำงาน

3.1.1. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเมกคานิก

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเมกคานิก หรือ อนาล็อก หมายถึงเครื่องวัดที่มีหลักการทำงานโดยเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นปริมาณทางกล แล้วทำให้เข็มบนสเกลเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเมกคานิก

3.1.2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัล

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเดิจิทัล หมายถึงเครื่องวัดที่มีหลักการทำงานโดยเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วแล้วแสดงผลปริมาณที่วัดออกมาบนหน้าจอ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัล

3.2. ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งตามชนิดของไฟฟ้า

ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งตามชนิดของไฟฟ้าได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

3.2.1. เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึงเครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง เช่น โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 2.3

(ก) โวลต์มิเตอร์กระแสตรง (ข) แอมมิเตอร์กระแสตรง

รูปที่ 2.3 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.2. เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึงเครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูปที่ 2.4

(ก) โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ (ข) แอมมิเตอร์กระแสสลับ

รูปที่ 2.4 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

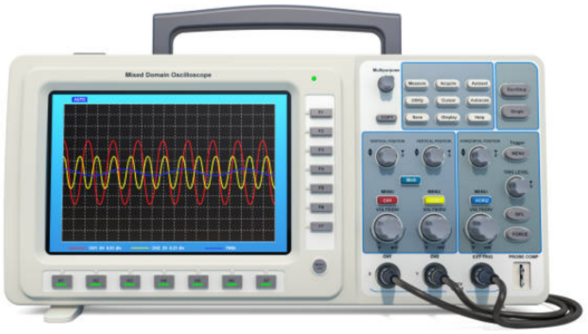
3.3. ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งตามการแสดงผล

3.3.1. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบระบุค่า

เครื่องวัดแบบระบุค่า หมายถึงเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลการวัดออกมาโดยใช้เข็มชี้ขณะที่ทำการวัด แต่เมื่อหยุดทำการวัด เข็มหรือตัวเลขจะกลับไปที่ตำแหน่งเริ่มต้น (ไม่แสดงผลการวัด) เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์ ดังรูปที่ 2.3 และ 2.4 เป็นต้น

3.3.2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบบันทึกค่า

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบบันทึกค่า หมายถึง เครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลการวัดโดยการบันทึกผลการวัดปริมาณไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดลงในกระดาษกราฟ หรือหน่วยความอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ออสซิลโลสโคปในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ออสซิลโลสโคป

3.3.3. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบสะสมค่า

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบสะสมค่า หมายถึง เครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลการวัดโดยการสะสมปริมาณไฟฟ้าที่ทำการวัดตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง ณ เวลาปัจจุบัน เช่น กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

3.4. ประเภทของเครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งตามปริมาณทางไฟฟ้าที่วัด

3.4.1. โวลต์มิเตอร์

โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า ดังรูป 2.3 (ก) และ 2.4 (ก)

3.4.2. แอมป์มิเตอร์

แอมมิเตอร์เป็นเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ดังรูป 2.3 (ข) และ 2.4 (ข)

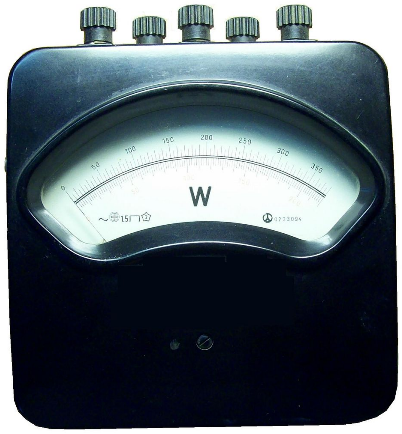
3.4.3. โอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์เป็นเครื่องวัดความต้านทานไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 โอห์มมิเตอร์

3.4.4. วัตต์มิเตอร์

วัตต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 วัตต์มิเตอร์

3.4.5. กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.6

3.4.6. พาวเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์

พาวเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 พาวเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์

3.4.7. เครื่องวัดความถี่ไฟฟ้า

เครื่องวัดความถี่ไฟฟ้าเป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดค่าความถี่ที่เกิดขึ้นในวงจร หรือ ในระบบไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 เครื่องวัดความถี่ไฟฟ้า

3.4.8. มัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้หลายปริมาณ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น ดังรูปที่ 2.11

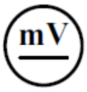
รูปที่ 2.11 มัลติมิเตอร์

4. สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดไฟฟ้า

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของเครื่องวัดไฟฟ้า มีไว้เพื่อแสด ชนิดของเครื่องวัดหรือลักษณะการนำไปใช้งาน ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความถูกต้อง และความปลอดภัยในการใช้เครื่องวัด ส่วนใหญ่จะแสดงไว้ที่บริเวณด้านหน้า เช่น บริเวณหน้าจอแสดงผล บริเวณสวิตซ์เลือกประเภทการวัดหรือสวิตซ์เลือกย่านการวัด เป็นต้น

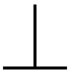
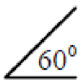
ตารางที่ 1.5 สัญลักษณ์ที่บอกชนิดชองเครื่องวัด

สัญลักษณ์	ความหมาย
μA	ไมโครแอมป์มิเตอร์

	มิลลิแอมป์มิเตอร์กระแสตรง
	แอมป์มิเตอร์กระแสตรง
	แอมป์มิเตอร์กระแสสลับ
	แอมป์มิเตอร์กระแสตรง/สลับ
	มิลลิโวลต์มิเตอร์กระแสตรง
	โวลต์มิเตอร์กระแสตรง
	โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ
	โวลต์มิเตอร์ใช้ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
	โอห์มมิเตอร์
	เมกะโอห์มมิเตอร์
	วัตต์มิเตอร์ 1 เฟส

	วัตต์มิเตอร์ 3 เฟส
	กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์
	พาวเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์
	เครื่องวัดความถี่ไฟฟ้า

ตารางที่ 1.6 สัญลักษณ์ที่บอกชนิดลักษณะการใช้งาน

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
หรือ	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น
	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น
หรือ	ใช้วัดไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
	ใช้วัดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
	ตั้งเครื่องวัดในแนวตั้งฉากกับพื้นขณะใช้งาน
	ตั้งเครื่องวัดในแนวนอนขณะใช้งาน
	ตั้งเครื่องวัดในแนวทำมุม 60° กับพื้นขณะใช้งาน