



แผนการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาไฟฟ้า

กลุ่มอาชีพพลังงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา 30104-2001 วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

จัดทำโดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนวิชา “เครื่องมือวัดไฟฟ้า” รหัสวิชา 30104-2001 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน วิชา เครื่องวัดไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง เนื้อหาภายในแบ่งออกเป็น 7 หน่วย ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ การวัดด้วยบริดจ์ การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน การวัดความเป็นฉนวน การวัดเครื่องบันทึกข้อมูล หม้อแปลงเครื่องมือวัด เป็นต้น

สำหรับแผนการสอนรายวิชานี้ ผู้จัดทำได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจและเวลาในการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจแบบพอเพียง

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่สร้างแหล่งความรู้ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แผนการสอนวิชา การบัญชีเบื้องต้น 1 เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นที่เรียบร้อย และหากผู้ใช้พบข้อบกพร่องหรือมีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งผู้จัดทำทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร)

สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

สารบัญ

คำนำ	หน้า
สารบัญ	
ลักษณะรายวิชา	5
หน่วยการเรียนรู้	14
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	
หน่วยที่ 1 งานหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง	
แผนการจัดการเรียนรู้	15
ใบความรู้	18
ใบงาน	26
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	28
หน่วยที่ 2 งานเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	
แผนการจัดการเรียนรู้	32
ใบความรู้	35
ใบงาน	43
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	45
หน่วยที่ 3 งานการวัดด้วยบริดจ์	
แผนการจัดการเรียนรู้	49
ใบความรู้	52
ใบงาน	61
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	64
หน่วยที่ 4 งานการวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	
แผนการจัดการเรียนรู้	66
ใบความรู้	69
ใบงาน	79
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	81
หน่วยที่ 5 งานการวัดค่าความเป็นฉนวน	
แผนการจัดการเรียนรู้	84
ใบความรู้	88
ใบงาน	99
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	102
หน่วยที่ 6 งานการวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	
แผนการจัดการเรียนรู้	105

ใบความรู้	108
ใบงาน	114

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	116
หน่วยที่ 7 งานหม้อแปลงเครื่องมือวัด	
แผนการจัดการเรียนรู้	120
ใบความรู้	123
ใบงาน	134
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	136



ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพพลังงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาสาขาวิชาไฟฟ้า

รหัส 30104-2001 ชื่อวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

ทฤษฎี.....2.....ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....3.....ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....3.....หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
2. มีทักษะการวัด การอ่านค่าและการนำเครื่องมือวัดไปใช้วัดค่าในวงจร
3. มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย
4. มีความสามารถประยุกต์การวัดอ่านค่าและการนำเครื่องมือวัดไปใช้วัดค่าในวงจร

สมรรถนะรายวิชา

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการเกี่ยวกับหน่วยวัดและเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐาน การป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดผลต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ และการนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูง การวัดแม่เหล็กทรานสดิวเซอร์ การวัดโดยใช้เทคนิคทางดิจิทัล การวัดโดยใช้เซนเซอร์เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ และการใช้งาน สัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิค วิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้า

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
งานหลัก 1 หลักการทำงานของ ของเครื่องวัด ไฟฟ้า กระแสตรง	1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดทางไฟฟ้า 2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า 3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	•	1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม รอบคอบ	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก 2 เครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับ	1. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ 2. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล 3. โครงสร้างและหลักการทำงานของ	•	1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความ

	เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต 4. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า 5. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่		4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานห้วยความรับผิดชอบ ชื่อสัตย์ละเอียด รอบคอบ •	ละเอียด รอบคอบ
งานหลัก 3 งานการวัดด้วยบริดจ์	1. อธิบายหลักการวงจรบริดจ์สมดุลย์และไม่สมดุลย์ได้ 2. คำนวณวงจรบริดจ์ได้	•	1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานห้วยความรับผิดชอบ ชื่อสัตย์ละเอียด รอบคอบ •	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก 4 การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้ 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้		1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

	3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้ 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการ		3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ	มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก 5 งานการวัดค่าความเป็นฉนวน	1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้ 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้ 3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้ 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการต่อลงดินได้		1. เข้าใจแนวคิดและหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ	- มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ - มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก 6 การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	1.บอกหลักการการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบกัลวานอมิเตอร์ได้ 2.จำแนกประเภทของเครื่องบันทึกแบบ X – Y (X – Y recorder)ได้		1. เข้าใจแนวคิดและหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอกหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการ	- มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ - มีเจตคติและกิริยาที่ดีใน

	3.บอกข้อดีของเครื่อง บันทึกข้อมูลบน เครือข่ายได้		ทำงานของเครื่องมือวัด ไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีใ การปฏิบัติงานห่วยควา รับผิดชอบ ซื่อสัต ละเอียด รอบคอบ •	การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ
งานหลัก 7 งานหม้อแปลง เครื่องมือวัด	1.บอกหน้าที่และการ ทำงานของหม้อแปลง กระแสได้ 2.บอกหน้าที่และการ ทำงานของหม้อแปลง แรงดันได้ 3.บอกการประยุกต์ การใช้ CT และ PT ได้ 4.ต่อหม้อแปลง กระแสหม้อแปลง แรงดันร่วมกับ เครื่องมือวัดได้	•	1. เข้าใจแนวคิดและ หลักการทำงาน เครื่องมือวัดไฟฟ้า 2. มีทักษะในการบอก หลักการทำงาน เครื่องมือวัดไฟฟ้า 3. มีความสามารถ ประยุกต์ใช้หลักการ ทำงานของเครื่องมือวัด ไฟฟ้า 4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีใ การปฏิบัติงานห่วยควา รับผิดชอบ ซื่อสัต ละเอียด รอบคอบ •	• มีทักษะในการ ควบคุมนิวแม ติกส์และไฮ ดรอลิกส์ • มีเจตคติและ กิริยาที่ดีใ การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1.หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง	1	3	2	3	-	-	3	3	3	18	4/7
2. เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	1	2	2	2	-	-	3	3	3	16	4/6
3.การวัดด้วยบริดจ์	1	3	1	3	-	-	2	1	2	13	2/3
4. การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	1	2	-	2	-	-	3	2	3	13	4/6
5.การวัดค่าความเป็นฉนวน	1	2	3	2	-	-	2	2	2	14	4/6
6.การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	2	2	1	2	-	-	1	2	3	13	4/6
7. หม้อแปลงเครื่องมือวัด	2	2	1	2	-	-	2	2	2	13	4/6
รวม	8	16	13	15	-	-	16	16	16	100	60
ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (-)											
รวมทั้งรายวิชา										100	60

หน่วยการเรียนรู้

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	1.หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง	4	4	11
2	2. เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	4	6	10
3	3.การวัดด้วยบริดจ์	2	3	5
4	4. การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	4	6	10
5	5.การวัดค่าความเป็นฉนวน	4	6	10
6	6.การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	4	6	10
7	7. หม้อแปลงเครื่องมือวัด	4	6	10
	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	26	34	60
รวม		26	34	60

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสดตรง	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสดตรง		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน.-...
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์

2.โครงสร้างของกลลวานอมิเตอร์

3.การทำงานของกลลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1.ครูถามผู้เรียนว่าพุดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพุดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน

ขั้นสอน

3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง

4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน

5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ

6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท

7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด

8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น

10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของครู

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนการจัดการเรียนรู้

2.เนื้องานในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

5.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 1	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม.
ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

..

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

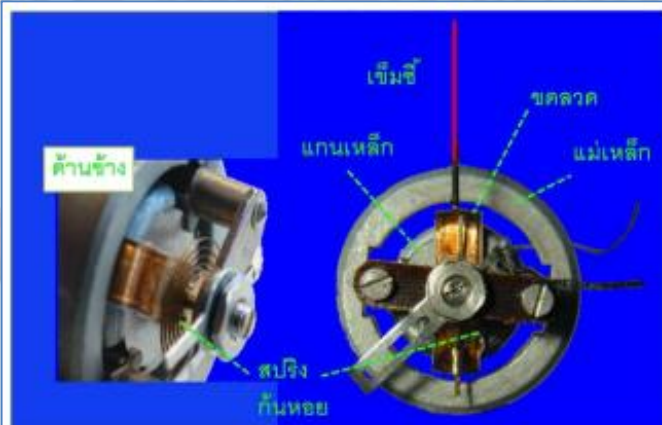
ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์

กัลวานอมิเตอร์ คือ เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าชนิดหนึ่ง นับเป็นเครื่องวัดเครื่องแรกที่ พัฒนาขึ้นในโลก นับตั้งแต่ ฮันส์ คริสเตียน เออร์สเตดท์ (Hans Christian Oersted) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์กค้นพบ แม่เหล็ก

และเข็มทิศในปี ค.ศ.1820และมีการพัฒนาการ วัดกระแสไฟฟ้าขึ้นโดย Johann Schweigger นักเคมีชาวเยอรมัน และ Andre-Marie Ampere ในปี ค.ศ. 1820 จนกระทั่งสร้างเครื่องวัดตัวแรกได้สำเร็จ ซึ่งเรียกว่า มัลติพลายเออร์ (multipliers) จากนั้น เมื่อปี ค.ศ.1836 ใช้ชื่อว่า กัลวานอมิเตอร์ เพื่อยกย่องต่อนักวิทยาศาสตร์ ชาวอิตาลี ชื่อ ลุยจิ กัลป์วานี (Luigi Galvani) ผู้ค้นพบว่ากระแสไฟฟ้าสามารถทำให้กล้ามเนื้อ ของกบเคลื่อนไหวได้ ในปี ค.ศ. 1791 กัลวานอมิเตอร์ จะมีเข็มชี้ว่างบน ตำแหน่งกึ่งกลางหน้าปัด ใช้สำหรับ วัด กระแส ไฟ ตร ง ที่มี ค ่า น ้อย ๆสามารถบอกทั้งปริมาณ และทิศทาง ของกระแสไฟฟ้าได้ โดยการบายเบน ของเข็มชี้จะไปได้ทางซ้าย และขวาของ สเกล ขึ้น อยู่ กับ ทิศ ท าง ของ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ากัลป์วานอมิเตอร์

โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์ ประกอบไปด้วย

- (1) ขดลวดเคลื่อนที่
- (2) เข็มชี้
- (3) แม่เหล็กถาวร
- (4) แกนเหล็ก
- (5) สปริงกันหอย ดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 กัลวานอมิเตอร์
แบบดาร์สันวาล์ (D'Arsonval)

ที่มา :

en.wikipedia.org/wiki/Galvanometer

รูปที่ 2-2 ลักษณะภายนอก
ของกัลวานอมิเตอร์



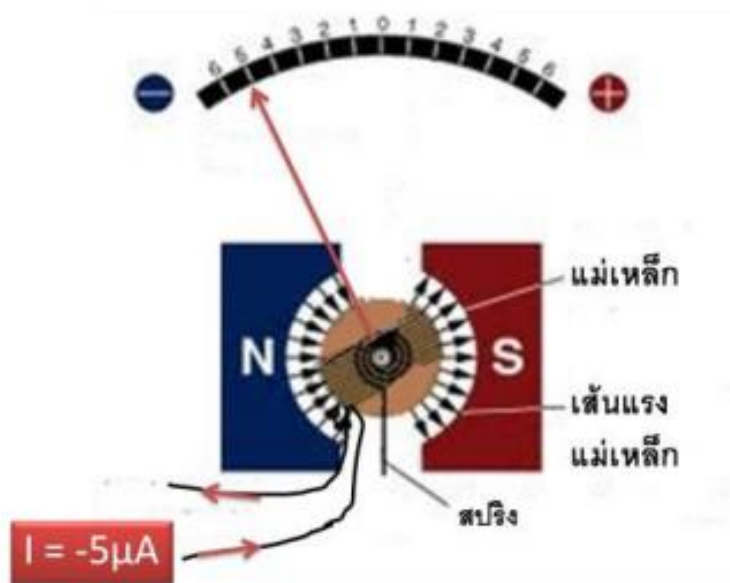
โครงสร้างในรูปที่ 2-1 เรียวกัลป์วานอมิเตอร์แบบดาร์สันวาล์ เพราะว่ามีนักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Jacqus D'Arsonval (ค.ศ. 1851-1940) ได้พัฒนากัลป์วานอมิเตอร์ให้ทำงานได้ดีขึ้น กล่าวคือ เข็มชี้บอกค่าจะแสดงค่าแบบเชิงเส้น (สเกลทุกค่าจะแบ่งส่วนเท่า ๆ กัน) นับเป็นต้นแบบของเครื่องวัดแบบเข็มชี้ในปัจจุบัน

2.1.3 การทำงานของกัลวานอมิเตอร์ ใช้หลักการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก โดยขดลวดเคลื่อนที่ ที่วาง อยู่กึ่งกลางของแท่งแม่เหล็ก ขดลวดเคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ได้เมื่อมี กระแสไฟฟ้าไหลเข้า (กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด) ทำให้เกิด สนามแม่เหล็กที่ขดลวด ผลักกันกับสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดแรงบิดเบน ทำให้เข็มชี้ที่ติดอยู่กับขดลวดบิดเบนไปตาม แรงบิดเบนนั้น เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าในทิศทางตรงกันข้าม แรง บิดเบนก็จะวัดในทิศทางตรงกันข้ามเช่นกัน เข็มของกัลวานอมิเตอร์ จึงบิดเบนได้ทั้ง 2 ทิศทาง ดังรูปที่ 2-4 ลักษณะของแรงบิดบิดเบนที่เกิดขึ้นทำให้เข็มชี้ของกัลวานอมิเตอร์เคลื่อนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2-3 ซึ่งเข็มชี้จะถูกแรง

ควบคุมที่เกิดจากสปริง

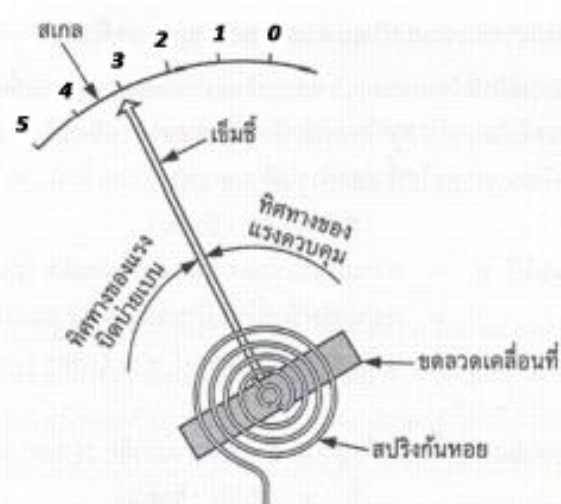
กันหอย คอยต้านเพื่อให้เข็มชี้หยุดนิ่งไม่แกว่งไปมากัลวานอมิเตอร์ ใช้วัดได้เฉพาะกระแสไฟฟ้า จำนวนน้อย ๆ เท่านั้น จึงนิยมใช้ส สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าขนาดไมโครแอมป์ (μA Meter) เป็นต้น





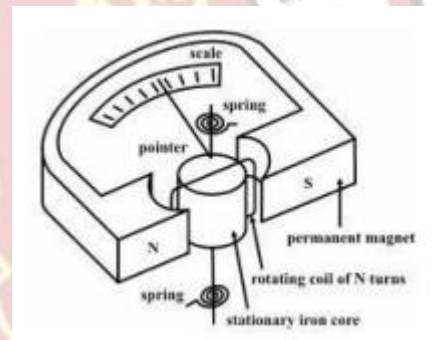
กระแสไฟฟ้าเป็นลูป
เข็มชี้ย้ายเบนไปทาง
ซ้ายมือ

รูปที่ 2-4 การบายเบนของเข็ม
ชี้กัลวานอมิเตอร์



2.2 เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร เครื่องวัดที่มีโครงสร้างแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil ; PMMC) จะประกอบไปด้วย ขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil) ทำหน้าที่รับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่วัดมาจากภายนอก ขดลวดนี้จะวางอยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็กถาวรขนาดเล็ก เข็มชี้ของเครื่องวัดจะติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่ ทางด้านบน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขดลวดนี้ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น และเกิดแรงท ทำให้เข็มชี้บ่ายเบนไป แรงที่เดขึ้นภายใน เครื่องมือวัดชนิดนี้มี 3 แรง คือ

- (1) แรงบ่ายเบน (Deflecting face)
- (2) แรงควบคุม (Controlling force)
- (3) แรงหน่วง (Damping face) แรงเหล่านี้จะช่วยควบคุมการบ่ายเบนของเข็มชี้ เมื่อ ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า เครื่องวัดแบบขดลวด เคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวรนี้ เป็นเครื่องวัดที่อ่านค่าด้วย เข็มชี้และมีสเกลบอกค่านิยมใช้สร้างเป็นเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า (Volt Meter) กระแสไฟฟ้า (Amp Meter) เป็นต้น



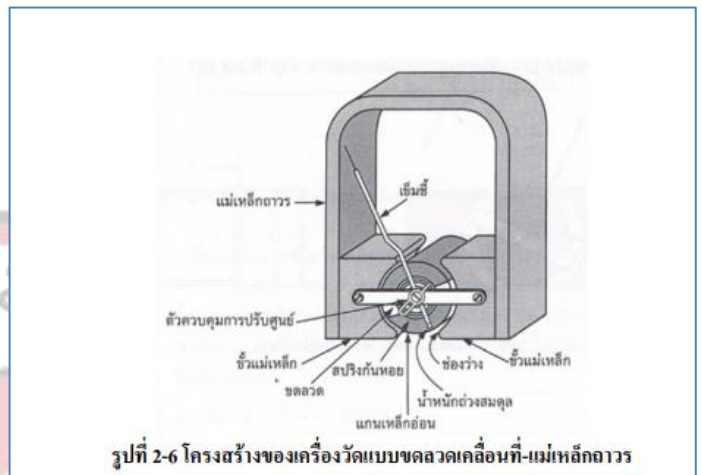
รูปที่ 2.5 เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวรชนิดต่าง ๆ

2.2.1 โครงสร้างของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เครื่องวัดแบบ ดาสันวาล์ (D'Arsonval Instrument) เพราะคิดค้นและพัฒนาโดยนัก

ประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Jacques D'Arsonval เครื่องวัดแบบนี้พัฒนามาจากกัลวานอมิเตอร์ โครงสร้างประกอบด้วย

- (1)แม่เหล็กถาวรและขั้วแม่เหล็กรูปเกือกม้า
- (2)สปริงกันหอย
- (3)น้ำหนักรถ่วง
- (4)แกนเหล็ก อ่อนรูปทรงกระบอก
- (5)ขดลวดเคลื่อนที่และ
- (6)เข็มชี้

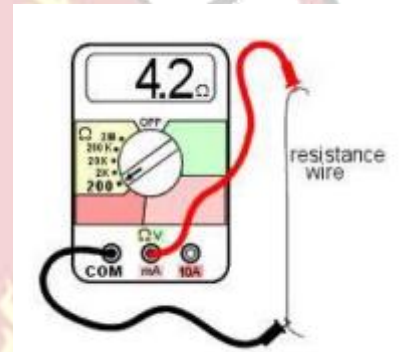
โครงสร้างของเครื่องวัดชนิดนี้แสดง ในรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 โครงสร้างของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

2.2.2 หลักการทำงาน

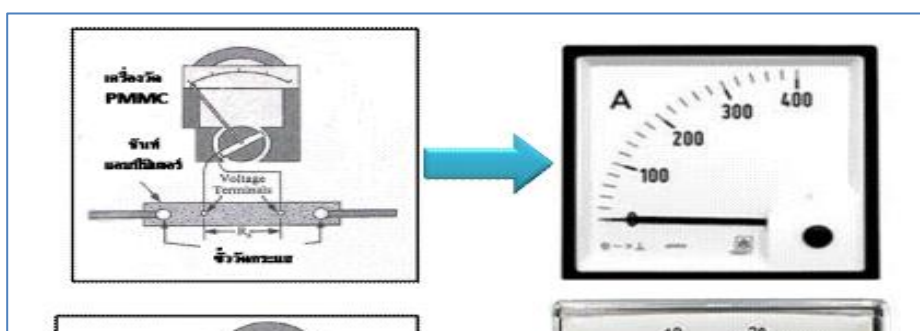
หลักการทำงานคล้ายกับกัลวานอมิเตอร์ แต่สเกลค่า 0 จะอยู่ด้านซ้ายมือสุด และด้านขวามือสุดของสเกล คือ ค่าที่วัดได้สูงสุดและสเกลของเครื่องวัดแบบนี้จะเป็นสเกล แบบเชิงเส้น ดังรูปที่ 2-7 นั้นเป็นเพราะว่าแรงบิดบิดเบือนแปรผันตรงกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวด เคลื่อนที่นั่นเอง



รูปที่ 2-7 สเกลแบบเชิงเส้นของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

2.2.3 การนำไปใช้งาน

เครื่องมือวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดที่นิยมใช้ กันอย่างแพร่หลาย เพื่อนำไปพัฒนาเป็น เครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้า ชนิดต่างๆ เช่น แอมป์มิเตอร์ (Amp Meter) โวลต์มิเตอร์ (Volt Meter) และมัลติมิเตอร์ (Multi Meter) และ เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบที่มีเข็มชี้บอกค่าทุกชนิด ทั้งที่วัดปริมาณไฟฟ้า กระแสตรง และไฟฟ้า กระแสสลับ เป็นต้น



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า

1. แรงที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือ

2. ส่วนประกอบของกลีป่วนอิมเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

3. เครื่องมือวัดแบบ ดาสนวาล์ คืออะไร

4.สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลวานอมิเตอร์อย่างไร

5.เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่มีสเกลเป็นเชิงเส้น

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า

1. แรงที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือ

- (1) แรงบ่ายเบน (Deflecting face)
- (2) แรงควบคุม (Controlling force)
- (3) แรงหน่วง (Damping face)

2.ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

- (1) ขดลวดเคลื่อนที่
- (2) เข็มชี้
- (3) แม่เหล็กถาวร
- (4) แกนเหล็ก
- (5) สปริงกันหอย

3.เครื่องมือวัดแบบ ดาสนัวร์ คืออะไร

เครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกได้สองแบบคือ แบบขดลวดเคลื่อนที่ และแบบอาร์เมเจอร์ ห้อยแขวนแถบโลหะแท่งแบนด์ แสดงผลการทำงานอยู่ในรูปของเข็มชี้ที่ป้ายเบน โดยอาศัยหลักการทำงานของหลักการผลักกันระหว่างสนามแม่เหล็กถาวรและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

4.สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลวานอมิเตอร์อย่างไร

เครื่องวัดที่มีโครงสร้างแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil: PMMC) จะประกอบไปด้วย ขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil) ที่ทำหน้าที่ รับ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่วัดมาจากภายนอก ขดลวดนี้จะวางอยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็กถาวรขนาดเล็ก เข็มชี้ของเครื่องวัดจะติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่ทางด้านบน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขดลวดนี้ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น และเกิดแรงท ทำให้เข็มชี้ป้ายเบนไป

5.เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่มีสเกลเป็นเชิงเส้น

เครื่องวัดแบบ ขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร สเกลค่า 0 จะอยู่ด้านซ้ายมือสุด และด้านขวามือสุดของสเกล คือ ค่าที่วัดได้สูงสุดและสเกลของเครื่องวัดแบบนี้จะเป็นสเกล แบบเชิงเส้น

	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง	ทฤษฎี ชม. ปฏิบัติ ชม.
ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ
2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

:-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 1
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. กัลวานอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่มีจำนวนน้อยๆ โดยมีสเกลศูนย์อยู่ที่จุดกึ่งกลางของสเกล การป้ายเบนของเข็มชี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่จ่ายเข้ามายังขดลวดที่วางอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กถาวร
2. กัลวานอมิเตอร์แบบซัสเพนชั่น มีหลักการทำงานคือจะแขวนขดลวดเคลื่อนที่ไว้ด้วยแผ่นโลหะแบนบาง (ribbon) โดยอยู่ระหว่างช่องว่างของสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าป้อนเข้ามายังขดลวดจะเกิดการผลักกับสนามแม่เหล็กถาวร และจะทำให้แผ่น ribbon ซึ่งติดอยู่กับขดลวดเกิดการเบี่ยงเบนตามไปด้วย โดยมีกระจกเงาติดไว้ที่แผ่น ribbon และมีสเกลกำกับไว้
3. เครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วัสดุที่ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กสูง โครงสร้างภายในประกอบด้วยแกนแม่เหล็ก อยู่ตรงกลาง ล้อมรอบไว้ด้วยขดลวดเคลื่อนที่และโยค

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2001 เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาอนุญาตของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																				รวม คะแนน
		การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น				ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา..... สาขางาน..... ระดับชั้น..... กลุ่ม.....

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	มีสุขภาพดี	มีคุณธรรม	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 2
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย...-.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน.-...
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โวลต์นาโนมิเตอร์
2. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล
3. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต
4. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า
5. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1.ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
- 2.โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
- 3.การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 1.ครูถามผู้เรียนว่าพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
ขั้นสอน
- 3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง
- 4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน

5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ

6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท

7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด

8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น

10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอนของครู
- 2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

- 1.แผนการจัดการเรียนรู้
- 2.เนื้องานในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

- 1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

- 1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน
- 4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 5.ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 6-7		
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี	4	ชม.
		ปฏิบัติ	6	ชม.
ชื่อเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ				

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

..

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

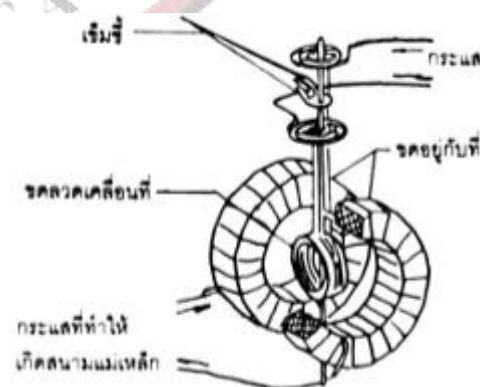
5. เนื้อหาสาระ

1. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์

เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กันทั่วไปแบ่งได้เป็น 5 ประเภทคือ

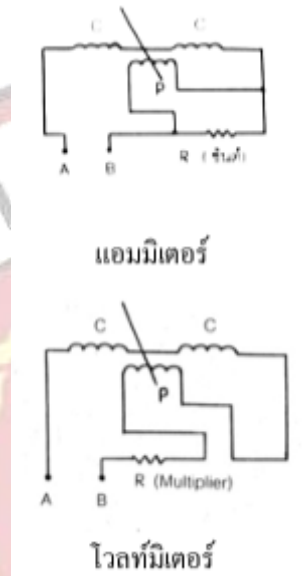
1. เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer)
2. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Instrument)
3. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Instrument)
4. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส (Rectifier Instrument)
5. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument

) เครื่องวัดแบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer) โครงสร้างจะเหมือนกับเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) แต่จะเปลี่ยนจาก แม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ขดลวดชุดที่อยู่กับที่ เรียกว่า ขดลวด กระแส และขดลวดเคลื่อนที่ เรียกว่า ขดลวดแรงดัน

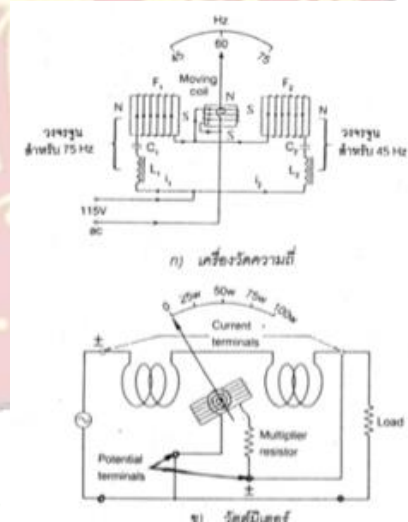


เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ สามารถวัดได้ทั้งไฟกระแสตรงและกระแสสลับ โดยสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดต่าง ๆ ได้คือ

1. แอมมิเตอร์ โดยการต่อความต้านทานชั้นที่ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
2. โวลท์มิเตอร์ โดยการต่อความต้านทานมัลติพลายเออร์อนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่

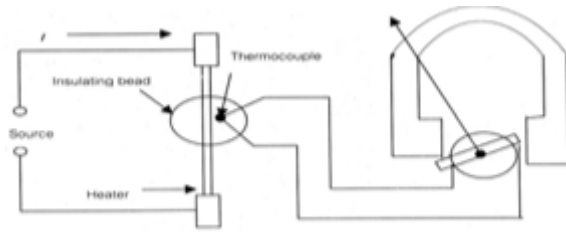


3. เครื่องวัดความถี่และวัดวัตต์มิเตอร์

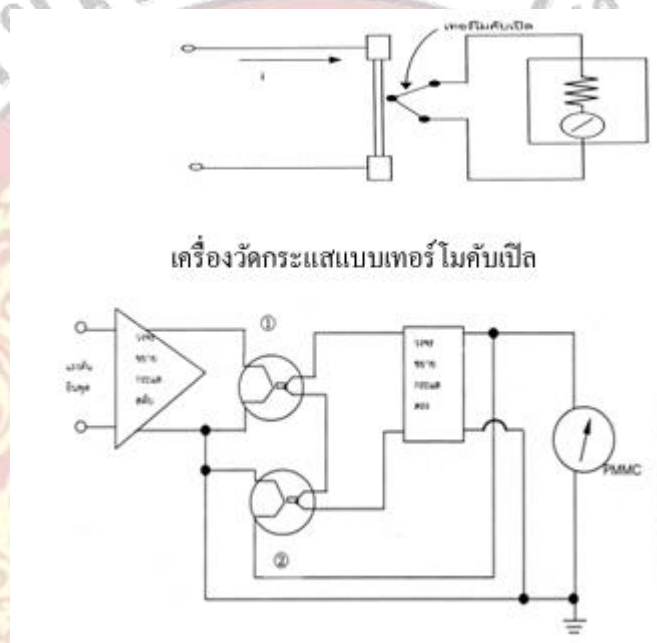


2. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล
- เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple Instrument)
- โครงสร้างของเครื่องวัดแบบนี้ ประกอบด้วย

1. ขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์
2. ขดลวดความร้อน ทำหน้าที่สร้างความร้อน
3. เทอร์โมคัปเปิล

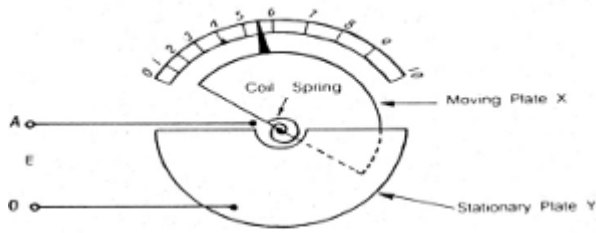


หลักการทำงานจะอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายผ่านขดลวดความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูก ตรวจวัดโดย เทอร์โมคัปเปิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบน ไปได้ เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล สามารถนำไปประยุกต์ใช้วัดกระแสและแรงดันได้



3. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Instrument) เครื่องวัดชนิดนี้ใช้สำหรับการวัดแรงดันค่าส่ง ๆ เป็นกิโลโวลท์



เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

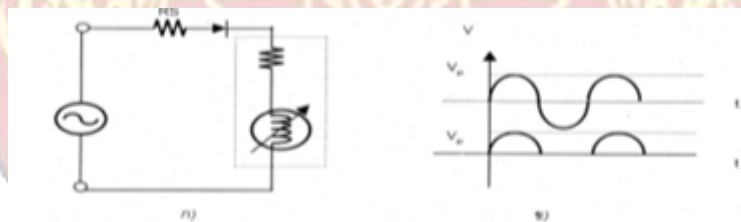
4. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า

เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier Instrument)

เมื่อนำเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) ไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้เข็มชี้ เกิดการสั่น เนื่องจากการวัดค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์ ซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้อุปกรณ์เรียงกระแส (rectifier) ซึ่งก็คือการใช้ไดโอดนั่นเอง

การเรียงกระแสในวงจรเครื่องวัด มี 2 แบบ คือ

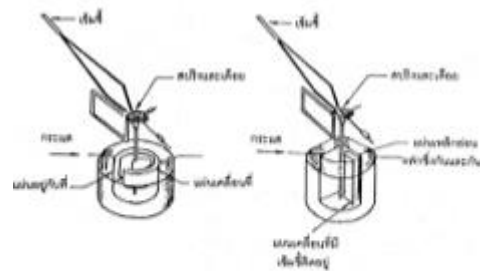
- การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half – wave rectifier)
- การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full – wave rectifier)



5. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่

เครื่องวัดแบบแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument)

โครงสร้างภายในประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่น คอแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่กับแผ่นเหล็กอยู่กับที่ โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับชุดแผ่นแม่เหล็กเคลื่อนที่

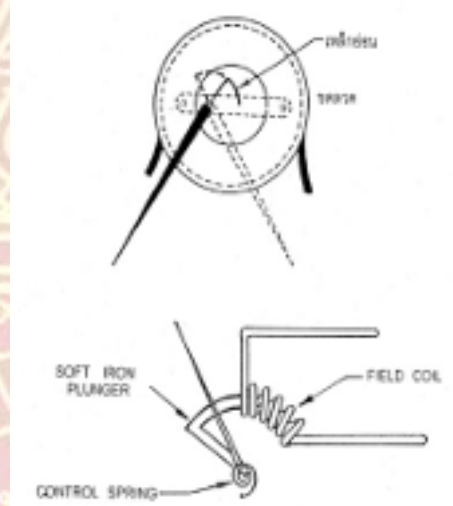


โครงสร้างของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

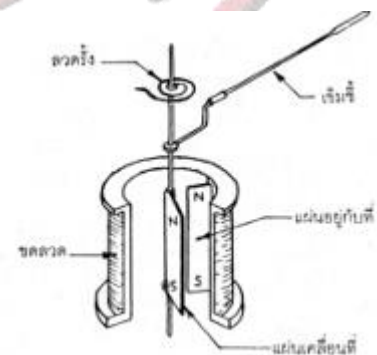
เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 แบบ คือ

- . แบบแรงดูด
- . แบบแรงผลัก
- . แบบแรงดูดและแรงผลรวมกัน

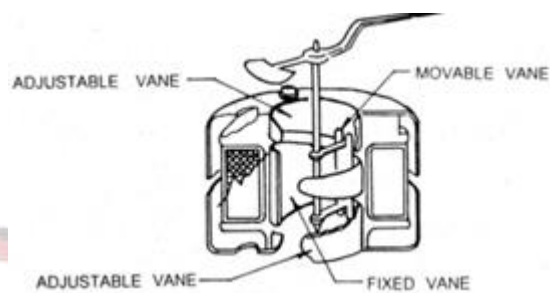
เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ชนิดแรงดูด



เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ชนิดแรงผลัก



เครื่องวัดแบบแรงดูดและผลักร่วมกัน



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ แบ่งกี่ประเภท อะไรบ้าง

2. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโม มิเตอร์(Electrodynamometer) คือ

3. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ สามารถวัดได้ทั้งไฟกระแสดตรงและกระแสสลับ โดยสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรบ้าง อธิบายพอสังเขป

4. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple Instrument) โครงสร้างของเครื่องวัดแบบนี้ประกอบด้วย

5.เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า(Rectifier Instrument) หมายถึง

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

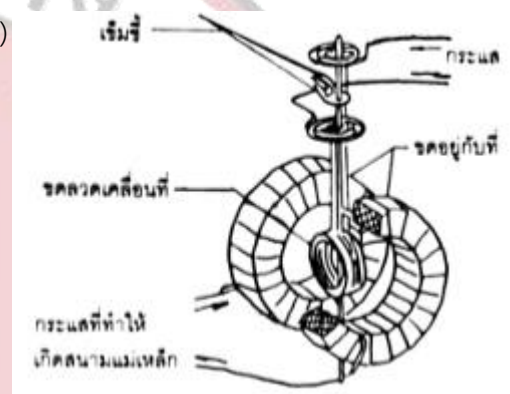
หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1. โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

1. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer)
2. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Instrument)
3. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Instrument)
4. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส (Rectifier Instrument)
5. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument)



2. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer) คือ

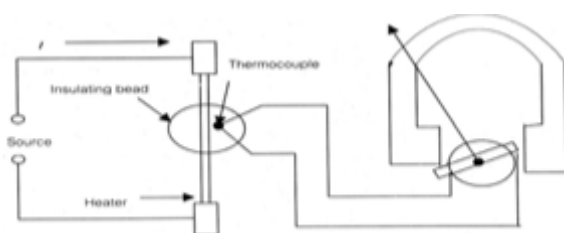
เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument) เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer) โครงสร้างจะเหมือนกับเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) แต่จะเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ขดลวดชุดที่อยู่กับที่ เรียกว่า ขดลวดกระแส และขดลวดเคลื่อนที่ เรียกว่า ขดลวดแรงดัน

3. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนาโมมิเตอร์ สามารถวัดได้ทั้งไฟกระแสดตรงและกระแสสลับ โดยสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรบ้าง อธิบายพอสังเขป

1. แอมมิเตอร์ โดยการต่อความต้านทานชั้นที่ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
2. โวลท์มิเตอร์ โดยการต่อความต้านทานมัลติพลายเออร์อนกรมกับขดลวดเคลื่อนที่

4. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Instrument) โครงสร้างของเครื่องวัดแบบนี้ประกอบด้วย

1. ขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์
2. ขดลวดความร้อน ทำหน้าที่สร้างความร้อน
3. เทอร์โมคัปเปิล



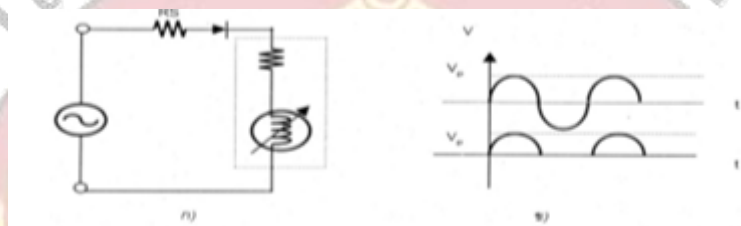
หลักการทำงานจะอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายผ่านขดลวดความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูก ตรวจวัดโดย เทอร์โมคัปเปิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบน ไปได้ เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล สามารถนำไปประยุกต์ใช้วัดกระแสและแรงดันได้

5.เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้า ๑(Rectifier Instrument) หมายถึง

เมื่อนำเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) ไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้เข็มชี้ เกิด การสั่น เนื่องจากการวัดค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์ ซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้อุปกรณ์เรียงกระแส(rectifier) ซึ่งก็คือการใช้ไดโอดนั่นเอง

การเรียงกระแสในวงจรเครื่องวัด มี 2 แบบ คือ

- การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half – wave rectifier)
- การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full – wave rectifier)



	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ ... 2
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ
2. กิจกรรมการเรียนการสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 2
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. กัลวานอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่มีจำนวนน้อยๆ โดยมีสเกลศูนย์อยู่ที่จุดกึ่งกลางของสเกล การบ่งเบนของเข็มชี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่จ่ายเข้ามายังขดลวดที่วางอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กถาวร
2. กัลวานอมิเตอร์แบบซัสเพนชั่น มีหลักการทำงานคือจะแขวนขดลวดเคลื่อนที่ไว้ด้วยแผ่นโลหะแบนบาง (ribbon) โดยอยู่ระหว่างช่องว่างของสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าป้อนเข้ามายังขดลวดจะเกิดการผลักกับสนามแม่เหล็กถาวร และจะทำให้แผ่น ribbon ซึ่งติดอยู่กับขดลวดเกิดการเบี่ยงเบนตามไปด้วย โดยมีกระแสจากเงาติดไว้ที่แผ่น ribbon และมีสเกลกำกับไว้
3. เครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วัสดุที่ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กสูง โครงสร้างภายในประกอบด้วยแกนแม่เหล็ก อยู่ตรงกลาง ล้อมรอบไว้ด้วยขดลวดเคลื่อนที่และโยค

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2
รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า
รหัสวิชา 30104-1001 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
/...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																				รวม คะแนน
		การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น				ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบฉบับสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังกัด
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 3
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 8-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยบริดจ์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการวงจรบริดจ์สมดุลย์และไม่สมดุลย์ได้
2. คำนวณวงจรบริดจ์ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1.ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
- 2.โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
- 3.การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 1.ครูถามผู้เรียนว่าพุดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพุดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
ขั้นสอน
- 3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง
- 4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน
- 5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ
- 6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท
- 7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด
- 8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น
- 10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม
ขั้นสรุปและประยุกต์
- 12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอนของครู

2.ใบใช้ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนการจัดการเรียนรู้

2.เนื้อหาในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

5.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 3	หน่วยที่ ... 3
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 8-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยบริดจ์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดด้วยบริดจ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

:-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

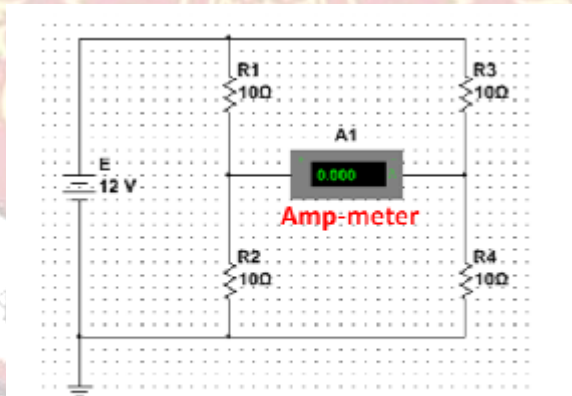
5. เนื้อหาสาระ

วงจรบริดจ์กระแสตรง(DC Bridge) เป็นวงจร

โครงข่ายชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเฉพาะตัว ใช้สำหรับการวัดค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าความต้านทาน (R) ที่ทราบค่าแล้ว กับค่า R ที่ต้องการทราบค่า และใช้สภาวะสมดุลของวงจรบริดจ์เป็นตัวบอกค่าที่ต้องการทราบ นอกจากนี้ยังมีวงจรบริดจ์กระแสสลับ(AC Bridge) ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในบทเรียนนี้ วงจรบริดจ์กระแสตรงประเภทที่ใช้ในปัจจุบัน เรียกว่า วิทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge)ผู้ค้นพบความสัมพันธ์นี้คือ Sir Charles Wheatstone (1843) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ

วงจรบริดจ์กระแสตรง ประกอบด้วย

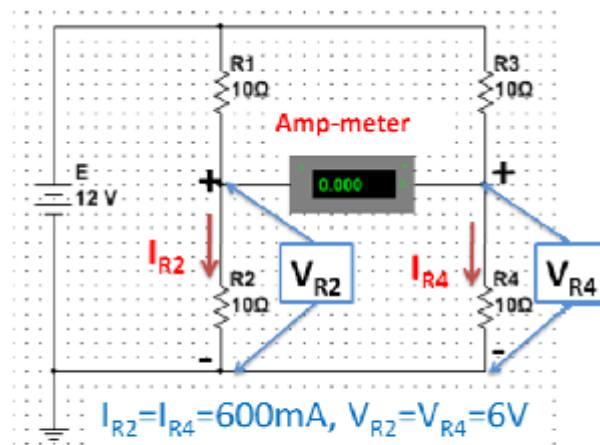
- 1) ตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน 2 สาขา แต่ละสาขามีตัวต้านทานต่ออนุกรมกันจำนวน 2
- 2) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
- 3) แอมป์มิเตอร์หรือเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอื่นๆ ต่อที่กึ่งกลางของบริดจ์ เมื่อบริดจ์สมดุลกระแสไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ แต่ถ้าบริดจ์ไม่สมดุลกระแสไฟฟ้าจะไม่เป็นศูนย์



รูปที่ 5-1 แสดงวงจรบริดจ์กระแสตรง

วงจรบริดจ์สมดุล (Balanced Bridge)

เมื่อวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมป์มิเตอร์กระแสไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ ในสภาวะสมดุลจะเห็นว่า แรงดันตกคร่อม R2 และ R.เท่ากัน และสัดส่วนของค่าความต้านทานแต่ละสาขาจะเท่ากัน จึงได้สมการดังนี้



รูปที่ 5-2 วงจรบริดจ์สมดุล

$$V_{R2} = V_{R4}$$

$$I_{R2} \times R_2 = I_{R4} \times R_4$$

$$\frac{E}{R_1 + R_2} R_2 = \frac{E}{R_3 + R_4} R_4$$

$$R_2 (R_3 + R_4) = R_4 (R_1 + R_2)$$

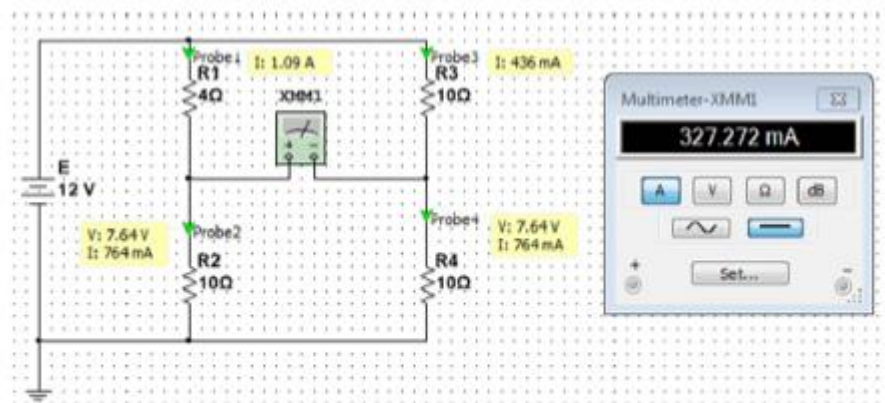
$$R_2 R_3 = R_4 R_1$$

ดังนั้นเมื่อบริดจ์สมดุลจะได้สมการคือ

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

วงจรบริดจ์ไม่สมดุล (Unbalanced Bridge)

กรณีที่บริดจ์ไม่สมดุล เกิดจากสัดส่วนของค่าความต้านทานแต่ละสาขานั้นไม่เท่ากัน จึงทำให้มีกระแสไหลผ่านแอมป์มิเตอร์ หรือกระแสที่ผ่านแอมป์มิเตอร์มากกว่าศูนย์ดังรูปที่ 5-3 เมื่อค่า R₁ เปลี่ยนเป็น 40 ทำให้กระแสผ่านแอมป์มิเตอร์เท่ากับ 327.272mA



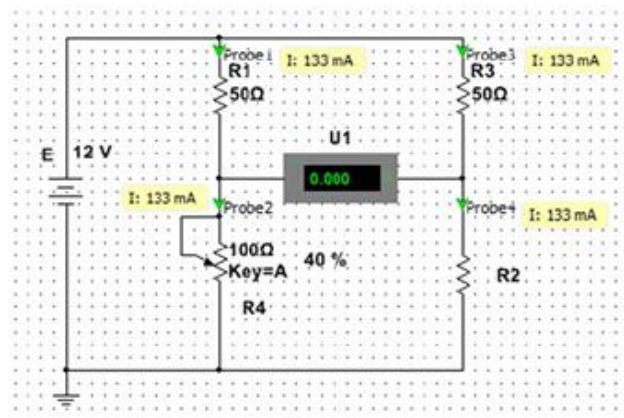
รูปที่ 5-3 วงจรบริดจ์ไม่สมดุล

ดังนั้นเมื่อบริดจ์ไม่สมดุลจะได้สมการคือ

$$\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4}$$

ตัวอย่างที่ 5-1 จากวงจรรูปที่ 5-4

1. วงจรบริดจ์นี้สมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. จงหาค่าความต้านทาน R_2 เมื่อปรับค่า R_4 ไปที่ 40% ของค่า R_4



รูปที่ 5-4

ตอบ 1. วงจรบริดจ์นี้สมดุล เพราะว่า กระแสที่แอมป์มิเตอร์(U1) ที่อยู่กึ่งกลางบริดจ์เท่ากับศูนย์

2. เมื่อบริดจ์สมดุล ดังนั้น

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_2 = \frac{R_4 R_1}{R_3}$$

$$R_2 = \frac{40\Omega (50\Omega)}{50\Omega} = 40\Omega$$

สามารถเข้าไปใช้โปรแกรมจำลองการคำนวณค่า วงจรบริดจ์ได้ที่

<http://www.indiabix.com/electronics-circuits/wheatstone-bridgel>

<http://www.electronics2000.co.uk/calc/wheatstone-bridge-calculator.php>

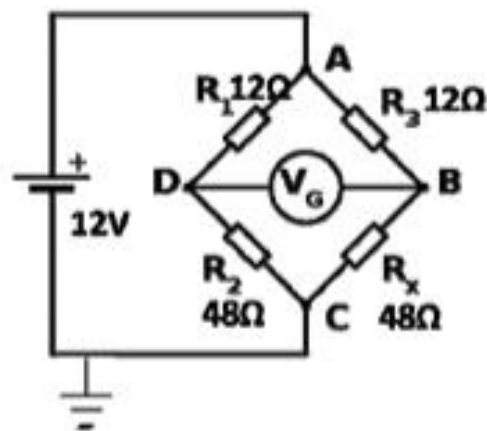
<https://www.circuitlab.com/circuit/8f7u58/wheatstone-bridge-simulator/>



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 เรื่อง การวัดด้วยบริดจ์

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5-8



5. ค่าแรงดัน $V_D = \dots\dots\dots$ V

- ก. 7.2 ข. 9.6 ค. 7.5 ง. 8.4

6. ค่าแรงดัน $V_B = \dots\dots\dots$ V

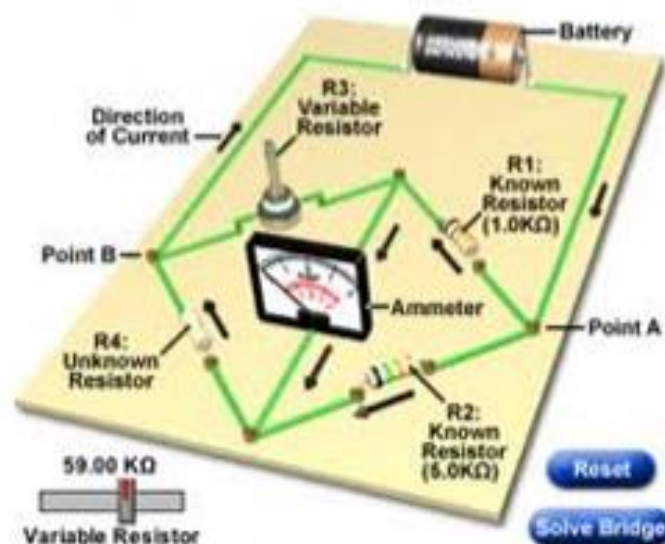
- ก. 2.4 ข. 7.5 ค. 9.6 ง. 0.0

7. ค่าแรงดัน $V_{AD} = \dots\dots\dots$ V

- ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0

8. ค่าแรงดัน $V_G = \dots\dots\dots$ V

- ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0



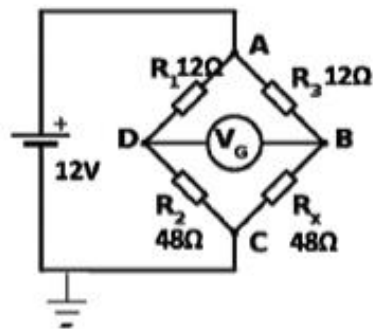
7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 เรื่อง การวัดด้วยบริดจ์

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5-8



5. ค่าแรงดัน $V_D = \dots\dots\dots V$

- ก. 7.2 ข. 9.6 ค. 7.5 ง. 8.4

6. ค่าแรงดัน $V_B = \dots\dots\dots V$

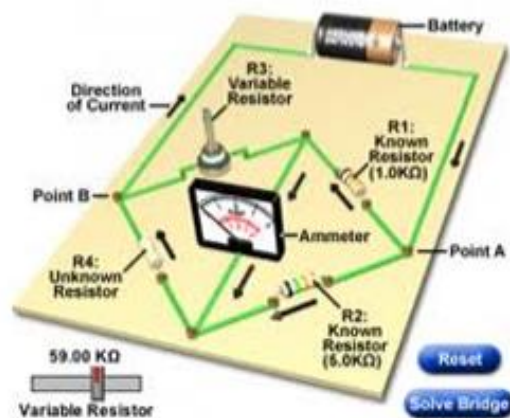
- ก. 2.4 ข. 7.5 ค. 9.6 ง. 0.0

7. ค่าแรงดัน $V_{AD} = \dots\dots\dots V$

- ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0

8. ค่าแรงดัน $V_G = \dots\dots\dots V$

- ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0



	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ ... 3
	รหัสวิชา 30104-1001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 8-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยบริดจ์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดด้วยบริดจ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดและวิธีการวัดทางไฟฟ้า
2. บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เลือกวิธีการวัดและประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิริยาและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ
- 2.กิจกรรมการเรียนการสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 3
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. กัลวานอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่มีจำนวนน้อยๆ โดยมีสเกลศูนย์อยู่ที่จุดกึ่งกลางของสเกล การบ่ายเบนของเข็มชี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่จ่ายเข้ามายังขดลวดที่วางอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กถาวร
2. กัลวานอมิเตอร์แบบซัสเพนชั่น มีหลักการทำงานคือจะแขวนขดลวดเคลื่อนที่ไว้ด้วยแผ่นโลหะแบนบาง (ribbon) โดยอยู่ระหว่างช่องว่างของสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าป้อนเข้ามายังขดลวดจะเกิดการผลักกับสนามแม่เหล็กถาวร และจะทำให้แผ่น ribbon ซึ่งติดอยู่กับขดลวดเกิดการเบี่ยงเบนตามไปด้วย โดยมีกระจกเงาติดไว้ที่แผ่น ribbon และมีสเกลกำกับไว้
3. เครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วัสดุที่ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กสูง โครงสร้างภายในประกอบด้วยแกนแม่เหล็ก อยู่ตรงกลาง ล้อมรอบไว้ด้วยขดลวดเคลื่อนที่และโยค

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-1001 เรื่อง การวัดด้วยบริดจ์

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสุขภาพดีของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน

ผ่าน

ไม่ผ่าน

คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 3 เรื่อง การวัดด้วยบริดจ์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวม คะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น					ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อ ครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 4
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	ทฤษฎี ชม. ปฏิบัติ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน.-...
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้
- 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้
- 3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้
- 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการต่อลงดินได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1.ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
- 2.โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
- 3.การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 1.ครูถามผู้เรียนว่าพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
- ขั้นสอน
- 3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง
- 4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน
- 5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ
- 6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท
- 7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด
- 8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น
- 10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

- 12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

- 8.1 หลักฐานความรู้
 - 1.บันทึกการสอนของครู
 - 2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

- 1.แผนการจัดการเรียนรู้
- 2.เนื้องานในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

- 1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

- 1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน
- 4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 5.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 4	หน่วยที่ ... 4
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

=

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้
- 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้
- 3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้
- 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการต่อลงดินได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตตคติและกึ๋นสั้ยที่ดีในการปฏิบัติงานห้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

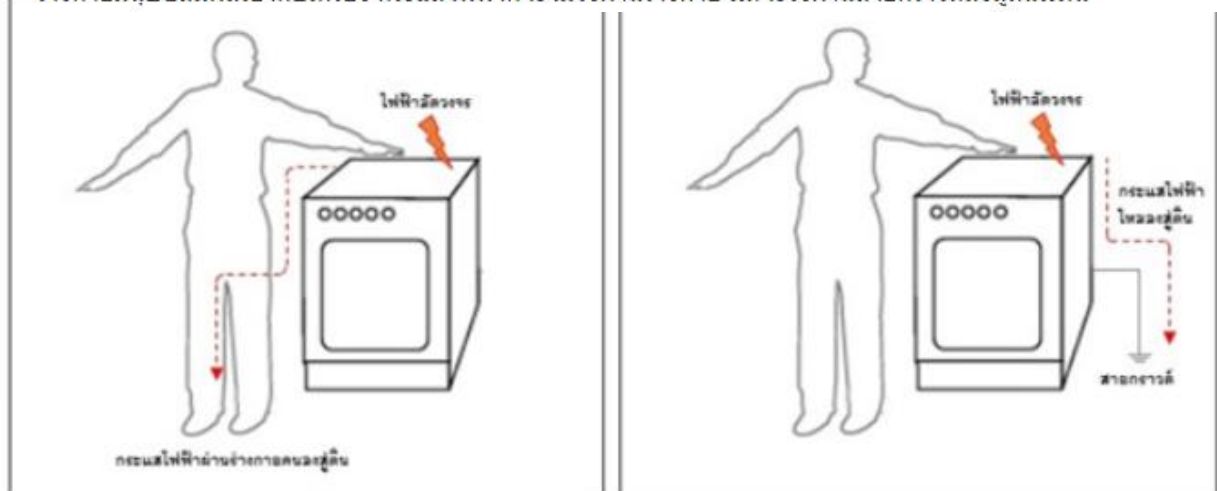
5. เนื้อหาสาระ

ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน

- ป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลลงสู่ร่างกายมนุษย์ เช่น ไฟดูด ไฟช็อต
- ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร
- ป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า



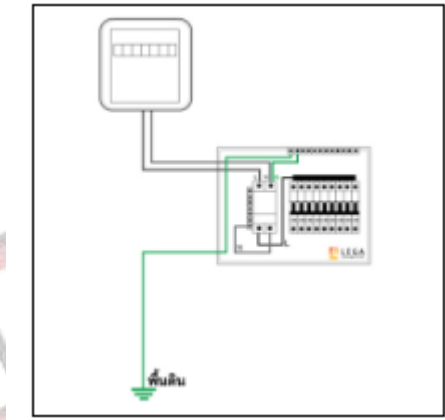
ตัวอย่างเช่น หากไม่มีการต่อสายกราวด์ หรือสายกราวด์เสียหาย ในขณะที่ไฟฟ้าลัดวงจร และร่างกายมนุษย์สัมผัสเข้ากับเครื่อง กระแสไฟฟ้าจะวิ่งผ่านร่างกายก่อนที่จะไหลลงพื้นดิน หากมีการต่อสายกราวด์ ในขณะที่ไฟฟ้าลัดวงจร และร่างกายมนุษย์สัมผัสเข้ากับเครื่อง กระแสไฟฟ้าก็จะไม่วิ่งผ่านร่างกาย แต่จะวิ่งผ่านสายกราวด์ลงสู่ดินแทน



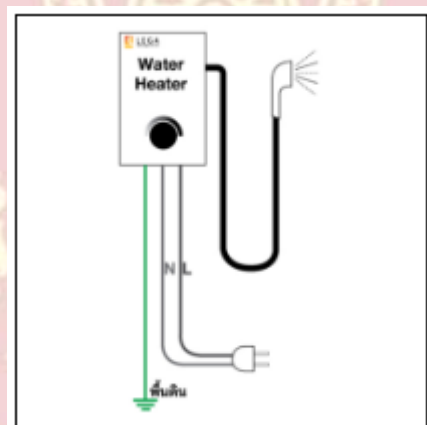
การติดตั้งสายความต้านทานดิน (สายกราวด์)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ที่พบบ่อยพบเห็นได้ทั่วไป คือ

1. การต่อความต้านทานลงดินของระบบไฟฟ้า คือ การต่อจุดนิวทรัล (Neutral Point) จุดใดจุดหนึ่งของระบบไฟฟ้าลงสู่ดิน เช่น การต่อจากตู้เบรกเกอร์ หรือเสา



2. การต่อความต้านทานลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ การต่อส่วนที่เป็นโลหะ หรือตัวถังของอุปกรณ์ ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงสู่ดิน เช่น ต่อจากตัวถังของเครื่องจักร, เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น



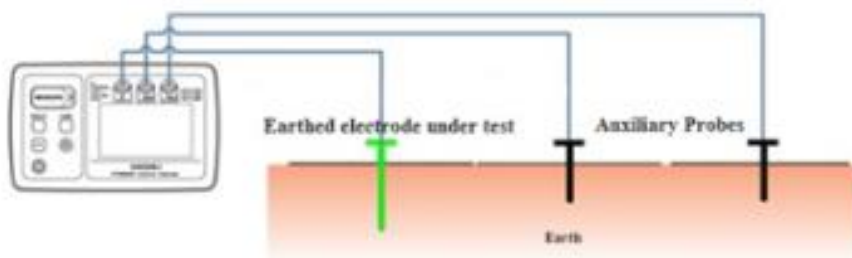
การวัดค่าความต้านทานดิน มี 2 วิธีดังนี้

1. การปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

การวัดค่าความต้านทานดินแบบปักแม่เหล็กลงบนพื้นดิน เป็นการวัดที่ได้ค่าความต้านทานที่แม่นยำ แต่ขั้นตอนการวัดค่อนข้างยุ่งยาก



วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน



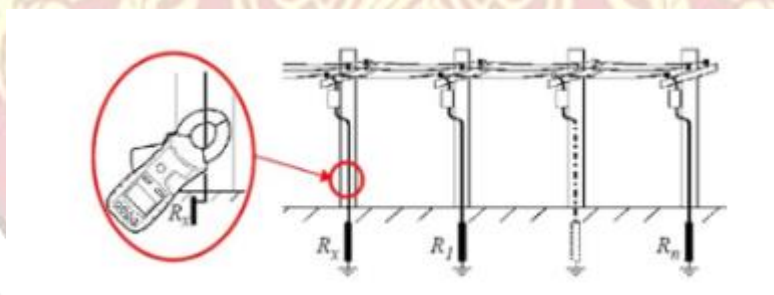
1. หนีบสายสีดำไปยังกราวด์ของอุปกรณ์
2. ปักแท่งเหล็ก 2 ชิ้นลงบนพื้นดิน โดยแท่งที่ 1 ห่างจากแท่งกราวด์ของอุปกรณ์ 5-10 เมตร และปักแท่งเหล็กชิ้นที่ 2 ให้ห่างกับเหล็กแท่งแรก 5- 10 เมตร
3. หนีบปากคิปลำเส้นสีเหลืองเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 1
4. หนีบปากคิปลำเส้นสีแดงเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 2
5. อ่านค่าตามหน้าจอแสดงผล

2. การคล้องสายกราวด์

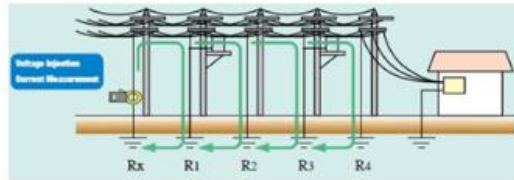
การวัดความต้านทานดินแบบ การคล้องสายกราวด์ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลาในการวัด รวมไปถึงง่ายต่อการพกพา



วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย



สามารถคล้องบนสายกราวด์เส้นไหนของระบบก็ได้ ซึ่งแนะนำให้คล้องสายใกล้กับแท่งกราวด์ที่ปักลงพื้นดิน



จากรูปเป็นการจำลองความต้านทานดินเป็นสัญลักษณ์ของ Register  การต่อกันของสายความต้านทานดินหลายๆเส้น เป็นการต่อแบบขนาน (Parallel) หากสายความต้านทานที่ต่อลงดินมีจำนวนมาก ค่าความต้านทานที่ออกมาจะมีค่าน้อย ซึ่งค่าความต้านทานน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดี

เครื่องวัดความต้านทานดิน



คุณสมบัติพิเศษ ของเครื่องวัดค่าความต้านทานดิน Clamp on Earth FT6381

วัดความต้านทานดิน Earth resistance

วัดไฟฟ้ารั่ว Leak Current

วัดกระแสไฟฟ้า Measurement Load Current

เก็บข้อมูลผ่านมือถือ Data transfer to Android

ดูข้อมูลตามเวลาจริงผ่านมือถือ Real Time data transfer

การวัดค่าความต้านทานดินแบบปักแม่เหล็กลงบนพื้นดิน เป็นการวัดที่ได้ค่าความต้านทานที่แม่นยำ แต่ขั้นตอนการวัดค่อนข้างยุ่งยาก ส่วนใหญ่จะใช้กับงาน Maintenance หรือ ใช้ตรวจสอบก่อนการติดตั้งสายความต้านทาน เช่น ใช้วัดความต้านทานของเสาไฟฟ้า ส่วนการวัดความต้านทานดินแบบ การคล้องสายกราวด์ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลาในการวัด รวมไปถึงง่ายต่อการพกพา ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจเช็คสภาพความต้านทานเบื้องต้น และใช้ในการติดตั้งสายความต้านทานในระบบ เช่น ติดตั้งสายความต้านทานของระบบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการวัดค่าความต้านทานดินทั้ง 2 วิธีสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเหมือนกัน ทั้งนี้การเลือกใช้งานขึ้นอยู่กับลักษณะงานและความถนัดของผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 เรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน

1. ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน แบ่งออกเป็นหลักๆกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. การวัดค่าความต้านทานดิน มีกี่วิธี

.....

.....

.....

3. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

.....

.....

.....

4. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย

.....

.....

.....

5.อธิบายคุณสมบัติพิเศษ ของเครื่องวัดค่าความต้านทานดิน Clamp on Earth FT6381

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง (ชั้นหน้าใหม่)

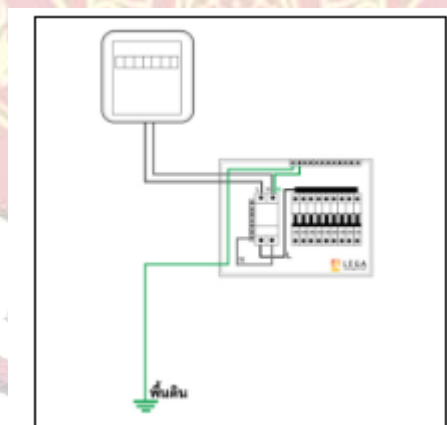
หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

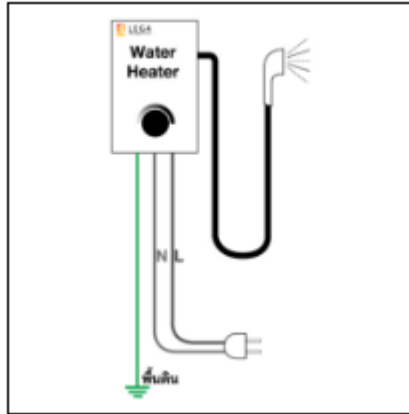
เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 เรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน

1. ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน แบ่งออกเป็นหลักๆก็ประเภท อะไรบ้าง
แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ที่พบเห็นพบเห็นได้ทั่วไป คือ

1. การต่อความต้านทานลงดินของระบบไฟฟ้า คือ การต่อจุดนิวทรัล (Neutral Point) จุดใดจุดหนึ่งของระบบไฟฟ้าลงสู่ดิน เช่น การต่อจากตู้เบรกเกอร์ หรือเสา



2. การต่อความต้านทานดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ การต่อส่วนที่เป็นโลหะ หรือตัวถังของอุปกรณ์ ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงสู่ดิน เช่น ต่อจากตัวถังของเครื่องจักร, เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

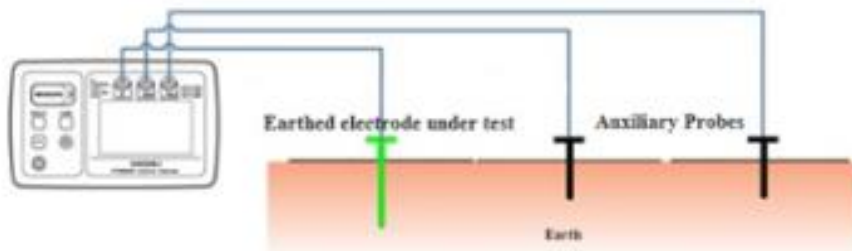


2. การวัดค่าความต้านทานดิน มีวิธี
มี 2 วิธีดังนี้

1. การปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน
2. การคล้องสายกราวด์

3. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

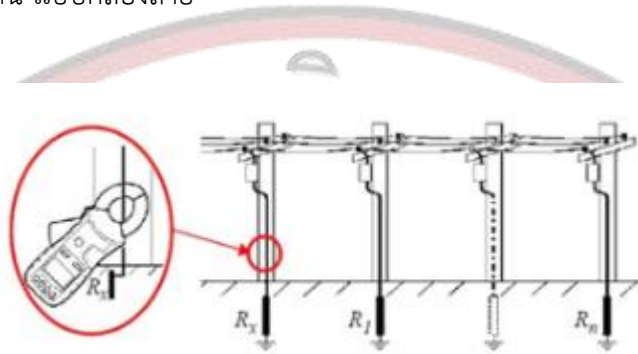


1. หนีบสายสีดำไปยังกราวด์ของอุปกรณ์
2. ปักแท่งเหล็ก 2 ชั้ลงบนพื้นดิน โดยแท่งที่ 1 ห่างจากแท่งกราวด์ของอุปกรณ์ 5-10 เมตร และปักแท่งเหล็กชั้นที่ 2 ให้ห่างกับเหล็กแท่งแรก 5- 10 เมตร

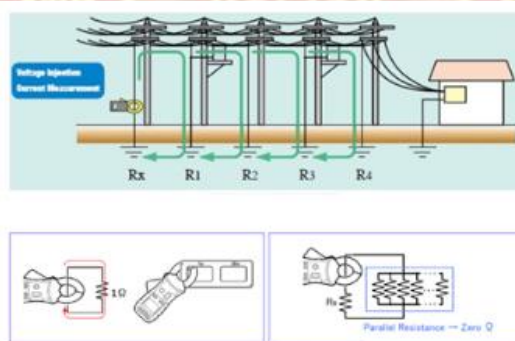
3. หนีบปากคิปลำโพงสีเหลืองเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 1
4. หนีบปากคิปลำโพงสีแดงเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 2
5. อ่านค่าตามหน้าจอแสดงผล

4. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย

วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย



สามารถคล้องบนสายกราวด์เส้นไหนของระบบก็ได้ ซึ่งแนะนำให้คล้องสายใกล้กับแท่งกราวด์ที่ปักลงพื้นดิน



จากรูปเป็นการจำลองความต้านทานดินเป็นสัญลักษณ์ของ Register การต่อกันของสายความต้านทานดินหลายๆเส้น เป็นการต่อแบบขนาน (Parallel) หากสายความต้านทานที่ต่อลงดินมีจำนวนมาก ค่าความต้านทานที่ออกมาจะมีค่าน้อย ซึ่งค่าความต้านทานน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดี

5.อธิบายคุณสมบัติพิเศษ ของเครื่องวัดค่าความต้านทานดิน Clamp on Earth FT6381

การวัดค่าความต้านทานดินแบบปักแม่เหล็กลงบนพื้นดิน เป็นการวัดที่ได้ค่าความต้านทานที่แม่นยำ แต่ขั้นตอนการวัดค่อนข้างยุ่งยาก ส่วนใหญ่จะใช้กับงาน Maintenance หรือ ใช้ตรวจสอบก่อนการติดตั้งสายความต้านทาน เช่น ใช้วัดความต้านทานของเสาไฟฟ้า ส่วนการวัดความต้านทานดินแบบ การคล้องสายกราวด์ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลาในการวัด รวมไปถึงง่ายต่อการพกพา ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจเช็คสภาพความต้านทานเบื้องต้น และใช้ในการติดตั้งสายความต้านทานในระบบ เช่น ติดตั้งสายความต้านทานของระบบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการวัดค่าความต้านทานดินทั้ง 2 วิธีสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเหมือนกัน ทั้งนี้ การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะงานและความถนัดของผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ ... 4
	รหัสวิชา 30104-21001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน	ทฤษฎี 4 ชม... ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้
- 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้
- 3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้
- 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการต่อลงดินได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ
- 2.กิจกรรมการเรียนการสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

:-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 3
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1.ประโยชน์ของการต่อลงดิน คือ

- 1.1 เพื่อความปลอดภัยและป้องกันอันตราย เนื่องจากกระแสไฟฟ้าดูด
- 1.2 ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆชำรุด เมื่อเกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้า
- 1.3 จำกัดค่าแรงดันไฟฟ้าสูงเกินเนื่องจากฟ้าผ่า
- 1.4 ระบบป้องกันสามารถตรวจพบได้
- 1.5 ระบบไฟฟ้ามีความมั่นคง

2. องค์ประกอบของการต่อลงดิน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ สายดิน แท่งหลักดิน และการเชื่อมต่อสายดินเข้ากับหลักดิน

3. ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน มีหน่วยเป็น Ω / m คือค่าความต้านทานของดินซึ่งวัดค่าความต้านทานระหว่างผิวของด้านตรงข้ามของดิน 1 ลูกบาศก์เมตร โดยที่ดินมีด้านกว้างระหว่างผิวด้านละ 1 เมตร เป็น 1 โอห์ม

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2001 เรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสุขภาพอนามัยของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 4 เรื่อง การวัดค่าความต้านทานของหลักดิน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวม คะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น					ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแผนสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	ปลอดภัย	สุขภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 5
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 13

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความเป็นฉนวน	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	การวัดค่าความเป็นฉนวน	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้
- 2.บอกองค์ประกอบของการต่อลงดินได้
- 3.อธิบายค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้
- 4.บอกองค์ประกอบของความต้านทานของการต่อลงดินได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1.ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
- 2.โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
- 3.การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 1.ครูถามผู้เรียนว่าพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
ชั้นสอน

3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง
4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน
5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ
6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท

7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด

8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น

10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอนของครู
- 2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

- 1.แผนการจัดการเรียนรู้
- 2.เนื้อหาในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

- 1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 2.ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

5.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 5	หน่วยที่ ... 5
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความเป็นฉนวน	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดค่าความเป็นฉนวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

=

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกหลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ได้
- 2.บอกวิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบได้
- 3.บอกส่วนประกอบของเครื่องทดสอบฉนวนโวลท์ สูงได้
- 4.บอกข้อควรระวังในการวัดค่าความเป็นฉนวนได้
- 5.วัดค่าความเป็นฉนวนได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

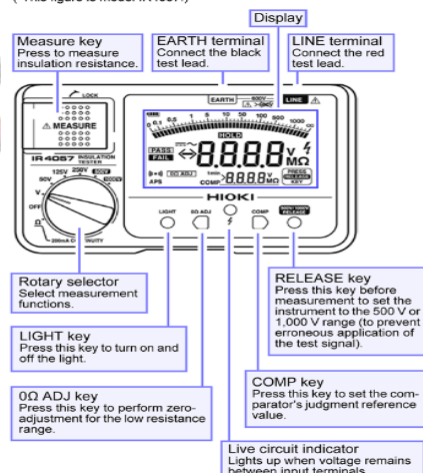
1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

วิธีการใช้งาน Insulation tester (เมกโอห์มมิเตอร์)

ก่อนการเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดินสายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

(*This figure is model IR4057.)

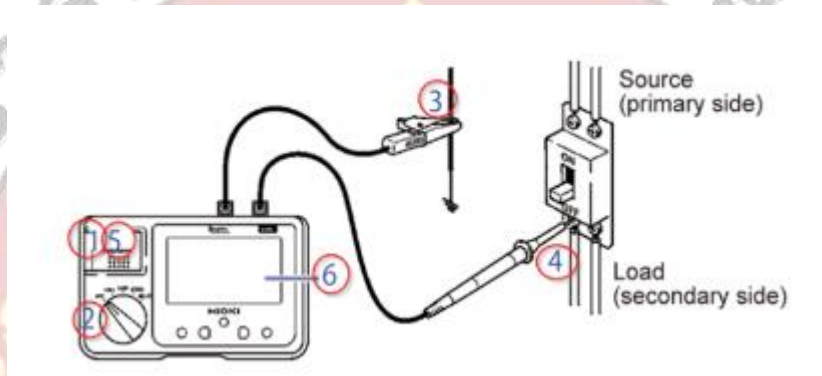


ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของ Insulation Tester รุ่น IR4057 ของ HIOKI

ในการใช้งาน Insulation Tester/Mega Ohm Meter เบื้องต้นนั้นจะคล้ายๆ กัน อุปกรณ์นี้จะมีสายวัดสองสาย ซึ่งสายหนึ่งจะไปจับหรือเชื่อมต่อบริเวณกราวด์ อีกสายหนึ่งจะไปจับบริเวณ Power ที่จะวัด ตั้งค่าแรงดันทดสอบที่เหมาะสม กดปุ่ม Test แล้วรอนจนกว่าค่าที่วัดนิ่งหรือคงที่แล้วค่อยอ่านค่า

Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)



1. ตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก

Rated measurement voltage	Example use
25 V/50 V	Measurement of the insulation in devices used with telephone wires and telephone line circuits
100 V/125 V	Maintenance and management of low-voltage electrical circuits and devices (100 V class)
	Measurement of the insulation in control devices
250 V	Maintenance and management of low-voltage electrical circuits and devices (200 V class)
500 V	Maintenance and management of low-voltage distribution circuits and devices operating at voltages of 600 V or less
	Post-installation testing of low-voltage distribution circuits operating at voltages of 600 V or less
1 000 V	Measurement of the insulation in electrical circuits and devices operating at voltages in excess of 600 V
	Post-installation testing of low-voltage distribution circuits operating at voltages of 600 V or less
	Measurement of the insulation in electrical circuits and devices operating at voltages in excess of 600 V Measurement of the insulation in high-voltage equipment with a high continuous operating voltage (for example, high-voltage cables, high-voltage devices, and communications devices and electrical circuits that use high voltages)

ค่าในตารางเป็นค่าที่ใช้จากการทดสอบในประเทศไทย

3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

is charging function (ฟังก์ชันการคายประจุไฟฟ้า)

การทำการคายประจุที่ถูกต้องนั้นต้องทำหลังจากการทดสอบหรือวัดทุกครั้ง



เครื่องหมายการ
คายประจุไฟฟ้า

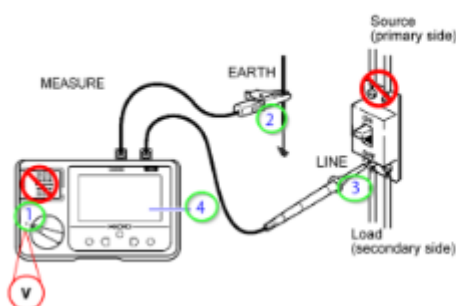
1. ไม่ต้องถอดสายวัดออกจากอุปกรณ์ที่กำลังทำการวัด หลังจากนั้นก็กดปุ่ม MEASURE
2. ภายในอุปกรณ์จะมีวงจรคายประจุ (discharge circuit) ซึ่งจะทำให้การคายประจุอัตโนมัติ

3. เมื่อการคายประจุไฟฟ้าเสร็จสิ้น "เครื่องหมายการคายประจุ" ที่ด้านบนขวาของหน้าจอจะหายไป



Voltage measurement (การวัดแรงดัน)

หมายเหตุ: ในการวัดแรงดันให้นำสายวัดไปเชื่อมต่อด้าน secondary side ของเบรกเกอร์ และไม่ต้องกดปุ่มวัดในขณะที่วัดแรงดัน



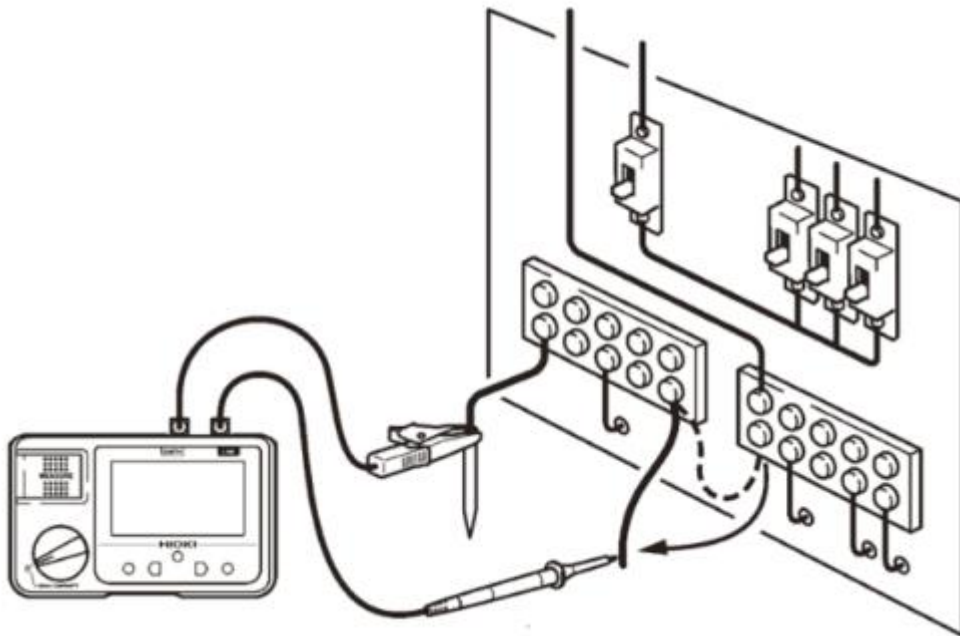
1. HPU rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

ภาพแสดงตัวอย่างของการตรวจสอบความต่อเนื่องของสายกราวด์

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
5. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"
6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
8. กดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ



PV Ω measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)

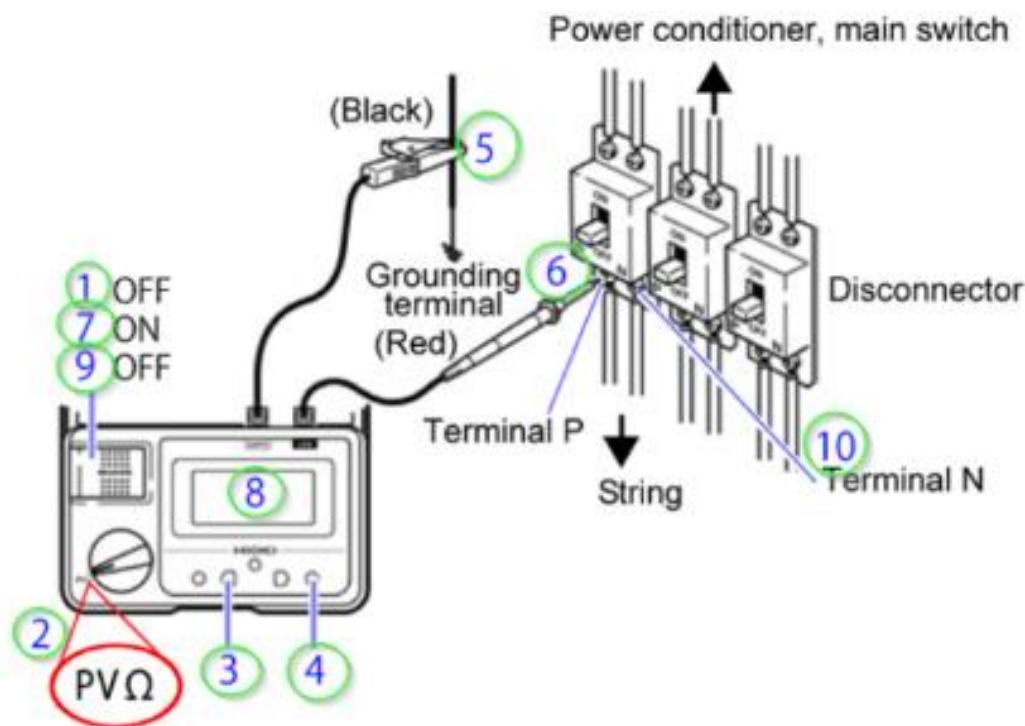
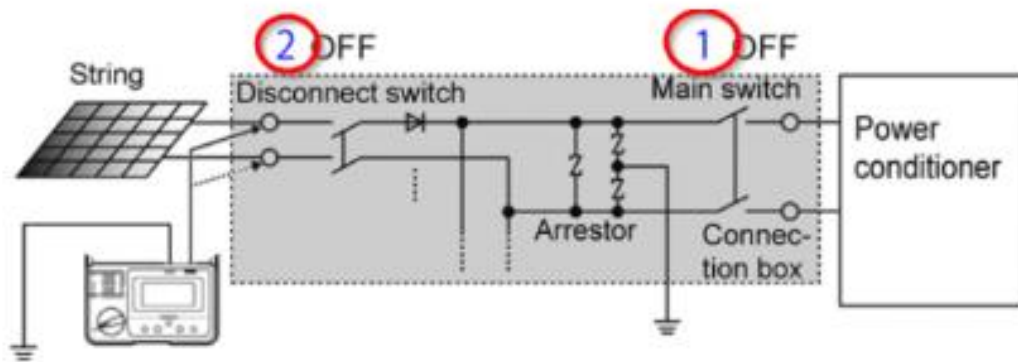
PV Ω measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ V Ω measurement นั้นจะช่วยทำให้สามารถวัดความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String

1. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
2. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
3. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
4. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค
5. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
6. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String
7. กดปุ่ม MEASURE
8. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา
9. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด

*ถ้าพบว่า terminal P เกิดชำรุดสามารถที่จะนำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อทางด้าน terminal N (10) ได้ แล้วทำการวัดตามขั้นตอนที่ (7)-(9)





ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัยคือเท่าไร

ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าใน

อาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์

ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364

การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า

- หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้งพร้อมใช้งาน
- หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าน้อยกว่า 1 เมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพเสื่อม มีความชื้น เปื้อนสารเคมี ไม่เหมาะกับการใช้งาน ควรทำการเปลี่ยนฉนวนทันที

ตามมาตรฐาน ANSI/IEEE หมายเลข 43 ของอเมริกา ได้กำหนดเกณฑ์ต่ำสุดของค่าที่ยอมรับได้ว่า “ต้องอ่านค่าเมกะโอห์มได้ไม่ต่ำกว่า 1 เมกะโอห์มบวกกับอีก 1 เมกะโอห์มต่อ 1000 โวลต์ ของพิกัดแรงดันมอเตอร์” นั้นแสดงว่าถ้าค่าความต้านทานฉนวนอ่านค่าได้ต่ำกว่า 1 เมกะโอห์ม ฉนวนจะมีสภาพเสื่อม เช่น ถ้ามอเตอร์มีพิกัดแรงดัน 360 โวลต์ จะต้องมีความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม

ตารางแสดงค่าต่ำสุดของ PI สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

ระบบแรงดันปกติที่ใช้ใช้งาน	แรงดันทดสอบ	ค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวน
SELV ถึง PELV	250VDC	0.25MΩ
LV ถึง 500V	500VDC	0.5MΩ
มากกว่า 500V	1000VDC	1.0MΩ

- SELV (ระบบแรงดันต่ำพิเศษปลอดภัย)
- PELV (ระบบแรงดันต่ำพิเศษป้องกัน)
- LV (ระบบแรงดันต่ำ)

Class	ค่า PI (ต่ำสุด)
A	1.5
B	2.0
C	2.0

ตารางมาตรฐานแรงดันทดสอบด้วยไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

แรงดันทดสอบทั่วไป		มาตรฐาน IEEE 43-2000 แรงดันทดสอบจำเพาะของ	
พิจารณาแรงดันอุปกรณ์ไฟฟ้า AC	พิจารณาแรงดันทดสอบ DC	พิจารณาแรงดันอุปกรณ์ไฟฟ้า AC	พิจารณาแรงดันทดสอบ DC
อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 V _{ac}	500 V _{dc}	แรงดันไม่เกิน 1,000 V _{ac}	500 V _{dc}
อุปกรณ์ไฟฟ้า 1,000 V _{ac} - 3,300 V _{ac}	500 V _{dc} - 1,000 V _{dc}	แรงดันไฟฟ้า 1,000 V _{ac} - 2,500 V _{ac}	500 V _{dc} - 1,000 V _{dc}
อุปกรณ์ไฟฟ้า 3,300 V _{ac} - 6,600 V _{ac}	2,500 V _{dc} - 5,000 V _{dc}	แรงดันไฟฟ้า 2,501 V _{ac} - 5,000 V _{ac}	1,000 V _{dc} - 2,500 V _{dc}
อุปกรณ์ไฟฟ้ามากกว่า 6,600 V _{ac}	5,000 V _{dc}	แรงดันไฟฟ้า 5,001 V _{ac} - 12,000 V _{ac}	2,500 V _{dc} - 5,000 V _{dc}
		อุปกรณ์ไฟฟ้ามากกว่า 12,000 V _{ac}	5,000 V _{dc} - 10,000 V _{dc}

ที่มา: http://thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=13377



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 เรื่อง การวัดค่าความเป็นฉนวน

1. ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน แบ่งออกเป็นหลักๆกี่ประเภท อะไรบ้าง

2. การวัดค่าความต้านทานดิน มีกี่วิธี

3. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

4. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย

5.อธิบายคุณสมบัติพิเศษ ของเครื่องวัดค่าความต้านทานดิน Clamp on Earth FT6381

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

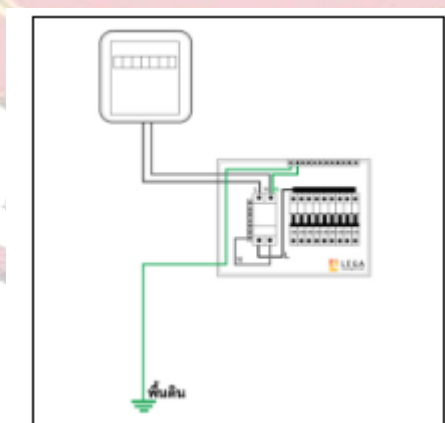
หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

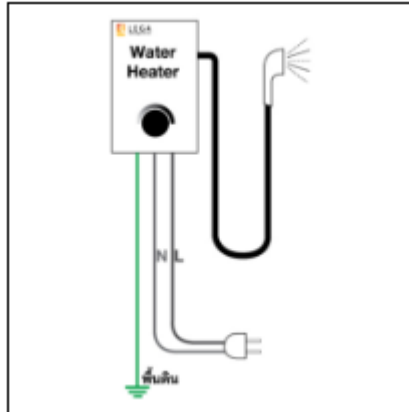
เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 เรื่อง การวัดค่าความเป็นฉนวน

1. ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน แบ่งออกเป็นหลักๆกี่ประเภท อะไรบ้าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ที่พบเห็นพบเห็นได้ทั่วไป คือ

1. การต่อความต้านทานลงดินของระบบไฟฟ้า คือ การต่อจุดนิวทรัล (Neutral Point) จุดใดจุดหนึ่งของระบบไฟฟ้าลงสู่ดิน เช่น การต่อจากตู้เบรกเกอร์ หรือเสา



2. การต่อความต้านทานดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ การต่อส่วนที่เป็นโลหะ หรือตัวถังของอุปกรณ์ ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงสู่ดิน เช่น ต่อจากตัวถังของเครื่องจักร, เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น



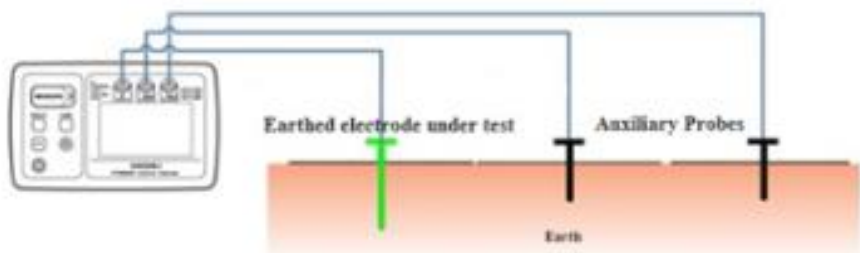
2. การวัดค่าความต้านทานดิน มีวิธี

มี 2 วิธีดังนี้

1. การปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน
2. การคล้องสายกราวด์

3. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบปักแท่งเหล็กลงบนพื้นดิน

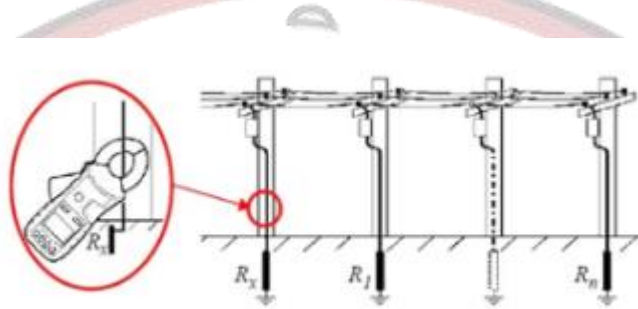


1. หนีบสายสีดำไปยังกราวด์ของอุปกรณ์
2. ปักแท่งเหล็ก 2 ชิ้นลงบนพื้นดิน โดยแท่งที่ 1 ห่างจากแท่งกราวด์ของอุปกรณ์ 5-10 เมตร และปักแท่งเหล็กชิ้นที่ 2 ให้ห่างกับเหล็กแท่งแรก 5- 10 เมตร

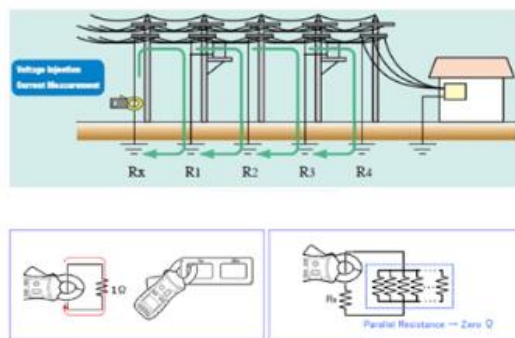
3. หนีบปากคิปลำโพงสีเหลืองเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 1
4. หนีบปากคิปลำโพงสีแดงเข้ากับแท่งเหล็กอันที่ 2
5. อ่านค่าตามหน้าจอแสดงผล

4. วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย

วิธีการวัดค่าความต้านทานดิน แบบคล้องสาย



สามารถคล้องบนสายกราวด์เส้นไหนของระบบก็ได้ ซึ่งแนะนำให้คล้องสายใกล้กับแท่งกราวด์ที่ปักลงพื้นดิน



จากรูปเป็นการจำลองความต้านทานดินเป็นสัญลักษณ์ของ Register การต่อกันของสายความต้านทานดินหลายๆเส้น เป็นการต่อแบบขนาน (Parallel) หากสายความต้านทานที่ต่อลงดินมีจำนวนมาก ค่าความต้านทานที่ออกมาจะมีค่าน้อย ซึ่งค่าความต้านทานน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดี

5.อธิบายคุณสมบัติพิเศษ ของเครื่องวัดค่าความต้านทานดิน Clamp on Earth FT6381

การวัดค่าความต้านทานดินแบบปักแม่เหล็กลงบนพื้นดิน เป็นการวัดที่ได้ค่าความต้านทานที่แม่นยำ แต่ขั้นตอนการวัดค่อนข้างยุ่งยาก ส่วนใหญ่จะใช้กับงาน Maintenance หรือ ใช้ตรวจสอบก่อนการติดตั้งสายความต้านทาน เช่น ใช้วัดความต้านทานของเสาไฟฟ้า ส่วนการวัดความต้านทานดินแบบ การคล้องสายกราวด์ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลาในการวัด รวมไปถึงง่ายต่อการพกพา ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจเช็คสภาพความต้านทานเบื้องต้น และใช้ในการติดตั้งสายความต้านทานในระบบ เช่น ติดตั้งสายความต้านทานของระบบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการวัดค่าความต้านทานดินทั้ง 2 วิธีสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเหมือนกัน ทั้งนี้ การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะงานและความถนัดของผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน

	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ ... 5
	รหัสวิชา 30104-21001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดค่าความเป็นฉนวน	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดค่าความเป็นฉนวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 1.บอกหลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ได้

- 2.บอกวิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบได้
- 3.บอกส่วนประกอบของเครื่องทดสอบฉนวนโวลท์ สูงได้
- 4.บอกข้อควรระวังในการวัดค่าความเป็นฉนวนได้
- 5.วัดค่าความเป็นฉนวนได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิริยาและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ
- 2.กิจกรรมการเรียนการสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

:-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 5
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2001 เรื่อง การวัดค่าความเป็นฉนวน

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
	ด้านคุณธรรม จริยธรรม						

1	เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 5 เรื่อง การวัดค่าความเป็นกรด

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่		การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน	
-----	--	--	--

	ชื่อ- นามสกุล	การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น				ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย				รวม คะแนน
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

		รายการประเมิน		
--	--	---------------	--	--

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกหลักการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบกัลวานอมิเตอร์ได้
- 2.จำแนกประเภทของเครื่องบันทึกแบบ X – Y (X – Y recorder)ได้
- 3.บอกข้อดีของเครื่องบันทึกข้อมูลบนเครือข่ายได้
- 5.บอกลักษณะการเลือกใช้เครื่องบันทึกสัญญาณได้
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
 2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
 3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
 4. มีจิตคิดและกัณนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

- 1.ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
- 2.โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
- 3.การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 1.ครูถามผู้เรียนว่าพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
- 2.ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
ชั้นสอน
- 3.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง

4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน
5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ
6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท

7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด

8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น

10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีพ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของครู

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนการจัดการเรียนรู้

2.เนื้อหาในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

- 1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน
- 4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 5.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 6	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง	การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

:-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. บอกหลักการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบกัลวานอมิเตอร์ได้
2. จำแนกประเภทของเครื่องบันทึกแบบ X – Y (X – Y recorder) ได้
3. บอกข้อดีของเครื่องบันทึกข้อมูลบนเครือข่ายได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคิดและกัณนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

ประเภทของเครื่องบันทึกข้อมูล



บันทึกข้อมูล
ความชื้น

สำหรับ อุณหภูมิ และ

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิใช้สำหรับตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นและเหนือสิ่งอื่นใดที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นมีบทบาทสำคัญ ในแง่ความแตกต่างระหว่างเครื่องมือแบบใช้ครั้งเดียวกับเครื่องมือตรวจสอบระยะยาว เครื่องมือแบบใช้ครั้งเดียวส่วนใหญ่จะใช้เพื่อบันทึกค่าภายในระยะเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตาม

สิ่งสำคัญคือต้องสามารถประเมินความชื้นและอุณหภูมิในระยะเวลาอันยาวนานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิต เหมาะ สำหรับโกดังสินค้า การขนส่งสินค้า และอุตสาหกรรมอาหารเป็นต้น

บันทึกข้อมูลสำหรับการวัดแสงสว่าง

เครื่องวัดแสงบันทึกข้อมูลมีอินเตอร์เฟซ USB ที่มีช่วงการวัดกว้างถึง 400,000 Lux มันมีความสามารถในการบันทึก 16,000 อ่านและเป็นเครื่องวัดแสงที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อมตรวจสอบสุขภาพและความปลอดภัยและการใช้งานอุตสาหกรรม วัด Lux หรือ Footcandles (FC) มากกว่า 4 ช่วง เซ็นเซอร์ภาพซิลิคอนไดโอดและตัวกรองการตอบสนองทางสเปกตรัม เลนส์ที่ได้รับการแก้ไขอย่างสมบูรณ์แบบ เซ็นเซอร์เชื่อมต่อกับเครื่องมือโดยสายเคเบิล 1 เมตร จอแสดงผล LCD 58 มม. พร้อมกราฟแท่ง 41 ส่วนและตัวบ่งชี้ฟังก์ชัน อัตราการสุ่มตัวอย่าง 1.5 เท่าต่อวินาที

บันทึกข้อมูลสำหรับการวัดเสียง

วัดระดับเสียงแบบพกพา ระดับมืออาชีพ 2 หรือเดซิเบล (เดซิเบล) พร้อมฟังก์ชันบันทึกข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลในตัว ดังนั้นจึงเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดเสียงรบกวนแบบเรียลไทม์ที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งและเป็นอุปกรณ์วัดเสียงรบกวนสำหรับการตรวจสอบการสัมผัสเสียงรบกวนในระยะยาวเมื่อเวลาผ่านไป ขาดขนาดเล็กรวมอยู่ในเนื้อหาการส่งมอบเช่นเดียวกับตัวบ่งชี้เสียงลม การอ่านเดซิเบลที่บันทึกไว้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบว่าจำเป็นต้องใช้มาตรการป้องกันใดเพื่อให้แน่ใจว่าสุขภาพโดยรวมความปลอดภัยและผลผลิตในอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์อาชีพการศึกษาและที่อยู่อาศัย เครื่องวัดระดับเสียงยังสามารถใช้ในการประเมินเสียงสำหรับการติดตั้งเสียง เครื่องวัดระดับเสียงสามารถเชื่อมต่อกับพีซีผ่านพอร์ต USB สิ่งนี้ช่วยให้การถ่ายโอนเดซิเบลที่บันทึกไว้ถูกถ่ายโอนไปยังพีซีสำหรับการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยใช้ Microsoft Excel หรือซอฟต์แวร์ที่เป็นกรรมสิทธิ์ที่สามารถดาวน์โหลดได้ เครื่องวัดระดับเสียงยังมีเอาต์พุตแบบอะนาล็อกมิลลิโวลต์สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์ความถี่หรือเครื่องบันทึกเพลลา X-Y

ประโยชน์ของการใช้เครื่องบันทึกข้อมูล Datalogger

Data logger (หรือ Data logger) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่งหรือที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ Data Logger ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์เก็บข้อมูลจำนวนมากเช่นบอร์ดปลั๊กอินหรือระบบสื่อสารแบบอนุกรมซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นระบบบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทุกวันนี้เครื่องส่งสัญญาณไร้สายยังสามารถเปลี่ยนสมาร์ตโฟนปกติ (หรือแท็บเล็ต) ให้เป็นมือถือ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลมักจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟอยู่ตัวบันทึกข้อมูลยอมรับอินพุตเซ็นเซอร์ตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปสุ่มตัวอย่างและบันทึกข้อมูลด้วยความถี่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจเร็วถึงหลายร้อยต่อวินาทีหรือช้ากว่าหลายร้อยต่อวัน (และมีตัวบันทึกข้อมูลที่เร็วกว่าและช้ากว่า)

เครื่องบันทึกข้อมูลทำงาน

ก่อนอื่นปริมาณทางกายภาพเช่นอุณหภูมิความดันเป็นต้นคือ ตรวจจับโดยเซ็นเซอร์จากนั้นจะถูกปรับสภาพและแปลงเป็น รูปแบบดิจิทัลโดยใช้ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล กระบวนการไมโครโปรเซสเซอร์ ข้อมูลนี้และจัดเก็บไปยังอุปกรณ์เก็บข้อมูลเช่นการ์ดหน่วยความจำที่มี ประทับเวลา ตอนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้โดยใช้สาย USB หรือการสื่อสารผ่านเครือข่าย GSM, Wi-Fi หรืออินเทอร์เน็ต

ประโยชน์ของการใช้เครื่องบันทึกข้อมูล Datalogger

เครื่องบันทึกข้อมูล Data logger จะใช้ทุกที่มีข้อได้เปรียบในเงื่อนไขการบันทึกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง การใช้งานมีตั้งแต่การบันทึกความเร็วลมไปจนถึงการติดตามอุณหภูมิในตู้เย็นที่เก็บในตู้เย็นจนถึงการตรวจสอบอัตราการใช้ไฟที่สถานีสูบน้ำระยะไกล เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการได้มาอุปกรณ์จะถูกดึงและข้อมูลที่ดาวน์โหลดลงในพีซีเพื่อทำการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังมีตัวบันทึกข้อมูลที่จะส่งผลการวัดแบบไร้สายไปยังพีซีที่ติดตั้งซอฟต์แวร์บันทึกข้อมูล



ข้อดีของตัวบันทึกข้อมูล Data logger

1. เครื่องบันทึกข้อมูลช่วยในการตรวจสอบสภาพอย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้อง มีคนเฝ้าในเว็บไซด์
2. เครื่องบันทึกข้อมูลมีต้นทุนต่ำ
3. เนื่องจากตัวบันทึกข้อมูลมีต้นทุนต่ำจึงสามารถปรับใช้ตัวบันทึกหลายตัวได้ เพื่อลดความยาวของโครงการ และเพิ่มปริมาณข้อมูลที่มีให้ การวิเคราะห์
4. เครื่องบันทึกข้อมูลสามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลานานเนื่องจากมีความยาว อายุแบตเตอรี่
5. เครื่องบันทึกข้อมูลที่วางไว้จากระยะไกลช่วยในการประหยัดเวลาและเงินเพราะ จำเป็นต้องเดินทาง น้อยลงเพื่อดาวน์โหลดข้อมูลจากตัวบันทึกข้อมูลเหล่านี้
6. บันทึกข้อมูลสามารถวางในสถานที่ดังกล่าวซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถ หยุดเป็นเวลานาน
7. เครื่องบันทึกข้อมูลใช้งานง่าย คุณเพียงแค่ต้องกำหนดค่าการสุ่มตัวอย่าง ความถี่และเวลาเริ่ม / หยุดโดย ใช้ซอฟต์แวร์ตัวบันทึกข้อมูล
8. เครื่องบันทึกข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง พวกเขาเป็นอุปกรณ์ที่ทนทานออกแบบ ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ หลากหลายเช่นน้ำเค็ม ความชื้น, เครื่องทำความเย็น, ลมแรง, ความดัน, อุณหภูมิและ แสงแดดคงที่
9. เครื่องบันทึกข้อมูลเก็บข้อมูลในบางช่วงเวลา ดังนั้นคุณค่าโดยเฉพาะ ถูกจัดเก็บในเวลาใดเวลาหนึ่งโดย ทันที

เครื่องบันทึกข้อมูลเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ตรวจสอบและบันทึกพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อมโดยอัตโนมัติเมื่อเวลาผ่านไปซึ่งช่วยให้สามารถตรวจวัดเงื่อนไขบันทึกวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องได้ Data logger มีเซ็นเซอร์เพื่อรับข้อมูลและชิปคอมพิวเตอร์เพื่อจัดเก็บ จากนั้นข้อมูลที่เก็บไว้ในเครื่องบันทึกข้อมูลจะถูกถ่ายโอนไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ Loggers ในพารามิเตอร์การตรวจสอบช่วง รวมถึงอุณหภูมิความชื้นการใช้พลังงานเฟสเดียวและสามเฟส CO₂, mV, mA, แรงดันไฟฟ้า, พัลส์หรือการนับ



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 เรื่อง การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล

1. อธิบายเครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger

2. อธิบายบันทึกข้อมูลสำหรับอุณหภูมิและความชื้น

3. อธิบายบันทึกข้อมูลสำหรับการวัดแสงสว่าง

4. บันทึกข้อมูลสำหรับการวัดเสียง

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 เรื่อง การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล

1. อธิบายเครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger

เครื่องบันทึกข้อมูลเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลต่อเวลาโดยทั่วไปจะประกอบด้วยโปรเซสเซอร์ขนาดเล็กใช้พลังงานจากแบตเตอรี่พกพาและติดตั้งหน่วยความจำภายในสำหรับจัดเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ อินเทอร์เฟซตัวบันทึกข้อมูลบางตัวมีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและใช้ซอฟต์แวร์เพื่อเปิดใช้งานตัวบันทึกข้อมูลและดูและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมในขณะที่คนอื่นมีอุปกรณ์อินเทอร์เฟซภายในเครื่อง (ปุ่มกด, LCD) และสามารถใช้เป็นอุปกรณ์แบบสแตนด์อโลน

2. อธิบายบันทึกข้อมูลสำหรับอุณหภูมิและความชื้น

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิใช้สำหรับตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นและเหนือสิ่งอื่นใดที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมซึ่งอุณหภูมิและความชื้นมีบทบาทสำคัญ ในแง่นี้ความแตกต่างระหว่างเครื่องมือแบบใช้ครั้งเดียวกับเครื่องมือตรวจสอบระยะยาว เครื่องมือแบบใช้ครั้งเดียวส่วนใหญ่จะใช้เพื่อบันทึกค่าภายในระยะเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญคือต้องสามารถประเมินความชื้นและอุณหภูมิในระยะเวลานานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิต เหมาะสำหรับโกดังสินค้า การขนส่งสินค้า และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

3. อธิบายบันทึกข้อมูลสำหรับการวัดแสงสว่าง

เครื่องวัดแสงบันทึกข้อมูลมีอินเทอร์เฟซ USB ที่มีช่วงการวัดกว้างถึง 400,000 Lux มันมีความสามารถในการบันทึก 16,000 อ่านและเป็นเครื่องวัดแสงที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อมตรวจสอบสุขภาพและความปลอดภัยและการใช้งานอุตสาหกรรม วัด Lux หรือ Footcandles (FC) มากกว่า 4 ช่วง เซ็นเซอร์ภาพซิลิคอนไดโอดและตัวกรองการตอบสนองทางสเปกตรัม เลนส์ที่ได้รับการแก้ไขอย่างสมบูรณ์แบบ เซ็นเซอร์

เชื่อมต่อกับเครื่องมือโดยสายเคเบิล 1 เมตร จอแสดงผล LCD 58 มม. พร้อมกราฟแท่ง 41 ส่วนและตัวบ่งชี้ฟังก์ชัน อัตราการสุ่มตัวอย่าง 1.5 เท่าต่อวินาที

4. บันทึกข้อมูลสำหรับการวัดเสียง

วัดระดับเสียงแบบพกพาระดับมืออาชีพ 2 หรือเดซิเบล (เดซิเบล) พร้อมฟังก์ชันบันทึกข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลในตัว ดังนั้นจึงเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดเสียงรบกวนแบบเรียลไทม์ที่เหมาะสมอย่างยิ่งและเป็นอุปกรณ์วัดเสียงรบกวนสำหรับการตรวจสอบการสัมผัสเสียงรบกวนในระยะยาวเมื่อเวลาผ่านไป ขนาดขนาดเล็กรวมอยู่ในเนื้อหาการส่งมอบเช่นเดียวกับตัวบ่งชี้เสียงลม การอ่านเดซิเบลที่บันทึกไว้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบว่าเป็นต้องใช้มาตรการป้องกันใดเพื่อให้แน่ใจว่าสุขภาพโดยรวมความปลอดภัยและผลผลิตในอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์อาชีพการศึกษาและที่อยู่อาศัย เครื่องวัดระดับเสียงยังสามารถใช้ในการประเมินเสียงสำหรับการติดตั้งเสียง เครื่องวัดระดับเสียงสามารถเชื่อมต่อกับพีซีผ่านพอร์ต USB สิ่งนี้ช่วยให้การถ่ายโอนเดซิเบลที่บันทึกไว้ถูกถ่ายโอนไปยังพีซีสำหรับการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยใช้ Microsoft Excel หรือซอฟต์แวร์ที่เป็นกรรมสิทธิ์ที่สามารถดาวน์โหลดได้ เครื่องวัดระดับเสียงยังมีเอาต์พุตแบบอนาล็อกมิลลิโวลต์สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์ความถี่หรือเครื่องบันทึกเพลก X-Y

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30104-21001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 1.บอกหลักการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบกัลวานอมิเตอร์ได้
- 2.จำแนกประเภทของเครื่องบันทึกแบบ X – Y (X – Y recorder)ได้
- 3.บอกข้อดีของเครื่องบันทึกข้อมูลบนเครือข่ายได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ

4.3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ
2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 6
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์หนึ่งสิ่งหนึ่งที่จำเป็นคือการบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลหรือเรียกว่า เรคคอร์ดเดอร์ จะทำหน้าที่บันทึกสัญญาณเอาท์พุทด้วยการตีจุดลงบนกระดาษหรือโดยการเลื่อนแผ่นภาพไปตามลักษณะของการควบคุม และสามารถเลือกความเร็วของการเลื่อนกระดาษได้ ตัวอย่างเช่น เครื่องบันทึกอุณหภูมิความชื้น เครื่องบันทึกแอกทีฟเพาเวอร์ (กิโลวัตต์) เป็นต้น
2. โครงสร้างภายในของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบกัลวานอมิเตอร์ ประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร ขดลวดเคลื่อนที่ เข็มวัดและปลายปากกา จึงมีการทำงานเหมือนกับเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ กล่าวคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด ซึ่งเคลื่อนที่ภายใต้สนามแม่เหล็กถาวรนั้น จะเกิดแรงบิดขึ้นในขดลวด เข็มวัดและปลายปากกาที่ติดอยู่กับเข็มวัดจะเคลื่อนที่ไปด้วย จึงทำให้เกิดการบันทึกจากปลายปากกาลงบนกระดาษตามความต้องการ
3. เครื่องบันทึกข้อมูลแบบโพเทนซิโอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือสร้างสมดุลศูนย์ อาศัยการเปรียบเทียบแรงดันระหว่างแรงดันอ้างอิงที่ถูกต้องกับแรงดันที่ไม่ทราบค่า ตามโครงสร้างของโพเทนซิโอมิเตอร์นั้น ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการปรับเลื่อน เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องบันทึกข้อมูล ตัวปรับเลื่อนจะใช้กำหนดศักดาให้กับวงจรขยาย ดังนั้นการทำงานปรับเลื่อนไปมาของปากกา

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2001 เรื่อง การวัดด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หม้อแปลงเครื่องมือวัด	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	หม้อแปลงเครื่องมือวัด	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ.....-.....สมรรถนะย่อย.....

- 1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....
- 2) วิธีประเมิน.....-.....
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)
- 4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ.....-.....

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงกระแสได้
2. บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงแรงดันได้
3. บอกการประยุกต์การใช้ CT และ PT ได้
4. ต่อหม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน ร่วมกับเครื่องมือวัดได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคิดและกัณนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. ความเป็นมาของกัลวานอมิเตอร์
2. โครงสร้างของกัลวานอมิเตอร์
3. การทำงานของกัลวานอมิเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูถามผู้เรียนว่าพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงโรงงานอะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน
2. ครูถามผู้เรียนว่า เมื่อพูดถึงโรงงาน ผู้เรียนนึกถึงอะไร จากนั้นครูชี้ถามผู้เรียนและให้ตอบโดยไม่ซ้ำกัน
ชั้นสอน
3. ครูสุ่มเลือกผู้เรียนอ่านนิยามของคำว่า “โรงงาน” ที่ปรากฏในกฎหมายให้เพื่อนฟัง

4.ครูสุ่มให้ผู้เรียนมาขีดเส้นใต้คำสำคัญแต่ละคำในนิยาม เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบของโรงงาน
5.ครูถอดคำสำคัญในนิยามเพื่อให้ผู้เรียนเห็นองค์ประกอบของโรงงานตามกฎหมายแต่ละองค์ประกอบ
6.ครูบอกผู้เรียนว่าโรงงานตามกฎหมายมีลักษณะของกิจการเพื่อผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียงเก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กัน นึกตัวอย่างโรงงานที่มีกิจการเพื่อการผลิตข้างต้นมาอย่างละ 1 ประเภท

7.ครูสุ่มเลือกแต่ละกลุ่มเสนอตัวอย่างที่ช่วยกันคิด

8.ครูให้ผู้เรียนดูนิยามจำพวกของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากนั้นครูถามผู้เรียนว่า องค์ประกอบที่สร้างความแตกต่างของโรงงานแต่ละจำพวกคืออะไรบ้าง ครูเขียนไว้บนกระดาน

9.ครูสุ่มเลือกผู้เรียนให้ช่วยกันเสนอความเห็น

10.ครูให้ผู้เรียนดูรายละเอียดอีกครั้ง แล้วให้ผู้เรียนสังเกตว่า โรงงานแต่ละจำพวก มีความแตกต่างกันในประเด็นที่เกี่ยวกับการขออนุญาตและการดำเนินกิจการอย่างไร ครูสุ่มถามและอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสรุปและประยุกต์

12.ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานทั้ง 3 จำพวก ตลอดจนแนวทางการควบคุมและกำกับโรงงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของครู

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนการจัดการเรียนรู้

2.เนื้อหาในหนังสือเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.ประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง

2.ประเมินความเรียบร้อยของ กิจกรรมและแบบฝึกหัด

3.แบบทดสอบเก็บคะแนน

9.2 วิธีการประเมิน

1.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

3.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

9.3 เครื่องมือประเมิน

- 1.แบบประเมินผลความก้าวหน้าของตนเอง
- 2.กิจกรรมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
- 3.แบบทดสอบเก็บคะแนน
- 4.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 5.ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 6.การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา



	ใบความรู้ ที่ 7	หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30104-2001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หม้อแปลงเครื่องมือวัด	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 10 ชม.
ชื่อเรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

=

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1.บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงกระแสได้
- 2.บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงแรงดันได้
- 3.บอกการประยุกต์การใช้ CT และ PT ได้
- 4.ต่อหม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน ร่วมกับเครื่องมือวัดได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
2. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

หม้อแปลงเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)

หม้อแปลงเครื่องมือวัด เป็นเครื่องสำเร็จ (Apparatus) ที่ใช้สำหรับแปลงแรงดันหรือกระแส เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องมือวัดไฟฟ้าภายในพิสัยความถี่กำลัง โดยเครื่องวัดปกติ การขยายพิสัยวัดกระแสทำได้โดยใช้ชั๊นท์ การขยายพิสัยวัดแรงดันทำโดยใช้ตัวต้านทานอนุกรม (ตัวคูณ) ซึ่งสามารถทำได้โดยสะดวก และพบเห็นทั่วไปในการวัดกระแสตรง อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีขีดจำกัดที่ค่ากระแสและแรงดันไม่สูงมาก เมื่อกระแสมีค่าสูงมากเกินไปก็รื้อยแอมแปร์ กำลังที่สูญเสียในชั๊นท์จะมีค่ามากพอ นอกจากนั้นจะต้องคิดถึงการฉนวนเครื่องมือวัดให้พอเพียง ซึ่งเป็นเรื่องยากถ้ากระแสที่จะวัดอยู่ที่หลายร้อยหรือหลายพันโวลต์เหนือนดิน ในกรณีที่ต้องวัดค่าที่มีพิสัยกว้างให้มีความถูกต้อง เป็นเรื่องที่ไมเหมาะสมที่จะต้องมีเครื่องมือวัดที่สามารถวัดค่าพิสัยกว้างให้ถูกต้องทั้งหมด แต่โดยการลดกระแสหรือแรงดันค่าสูงลงมาด้วยอัตราส่วนที่รู้ค่า และถูกต้องหลายค่าโดยใช้หม้อแปลง และใช้เครื่องมือวัดที่สามารถวัด

ขนาดกระแสหรือแรงดันค่าไม่สูง แต่มีความถูกต้องมากวัดค่า จะสามารถได้พิสัยกว้าง โดยมีความถูกต้องตามต้องการแต่ประหยัดและปลอดภัย

เราสามารถแบ่งหม้อแปลงเครื่องมือวัดตามการใช้งานได้เป็นหม้อแปลงกระแส (Current Transformer (CT)) และหม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer (PT)) หม้อแปลงเครื่องมือวัดมีลักษณะเหมือนหม้อแปลงกำลังทั่วไป (สามารถใช้วงจรสมมูลของหม้อแปลงธรรมดาได้) แต่มีข้อพิเศษที่แตกต่างคือ

1. จำเป็นต้องรู้อัตราส่วนจำนวนรอบอย่างแน่นอน เนื่องจากค่าความผิดพลาดหนึ่งรอบใน 200 ถ้าพิจารณาในลักษณะหม้อแปลงกำลัง จะทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันน้อยมาก แต่ก็ผิดพลาดมาก ถ้าพิจารณาในการนำไปใช้ด้านการวัด

2. แรงดันตกคร่อมในขดลวดจะต้องมีค่าต่ำที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการเลื้อนเฟสหรือการเปลี่ยนอัตราส่วนการแปลง โดยการออกแบบหม้อแปลงให้มีค่ารีแอคแตนซ์รั่วซึมต่ำ และโดยใช้สายตัวนำ (ทองแดง) ให้มีขนาดโตกว่าที่ต้องการ ดังนั้นในการเลือกหม้อแปลงกำลัง การโหลดจะถูกจำกัดโดยผลเนื่องจากความร้อน แต่การโหลดของหม้อแปลงเครื่องมือวัดจะถูกจำกัดโดยค่าความถูกต้อง

เราอาจแบ่งหม้อแปลงเครื่องมือวัดตามความถูกต้องออกได้เป็น 5 ชั้น คือ 0.1 0.2 0.5 1.0 และ 3.0 สามชั้นแรกใช้สำหรับการทดสอบหรืองานวัดละเอียด สองชั้นหลังจะใช้สำหรับการวัดทั่วไป

หม้อแปลงกระแส (Current Transformer (CT))

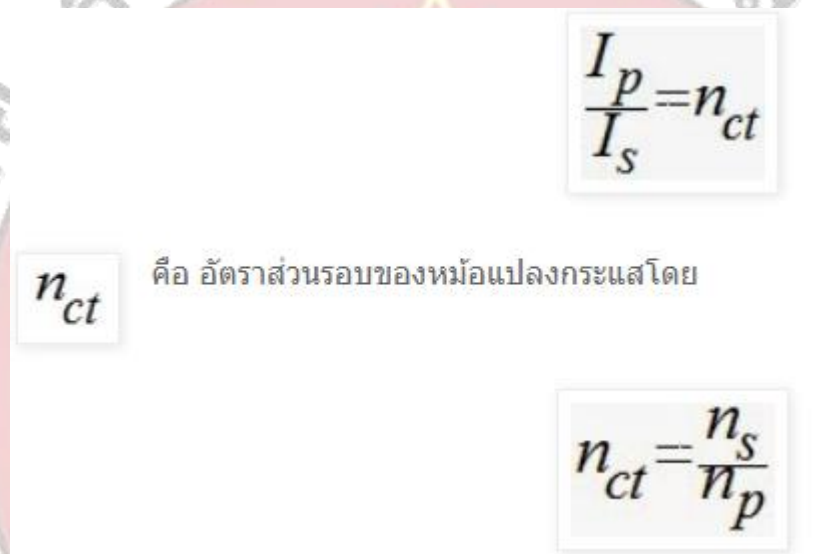


ในแอมมิเตอร์กระแสตรงแบบ Permanent Magnet Moving Coil (PMMC) เมื่อต้องการขยายพิสัยวัดจะทำได้โดยใช้ขั้วเพื่อแบ่งกระแสที่ต้องการวัดระหว่างเครื่องวัดกับขั้ว วิธีนี้จะเหมาะสำหรับวงจรกระแสตรง แม้ว่าเมื่อกระแสเพิ่มมากขึ้น กำลังสูญเสียในขั้วจะมีค่ามาก ในวงจรกระแสสลับ การแบ่งกระแสจะไม่เพียงขึ้นกับความต้านทานของเครื่องวัดกับขั้วเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับค่ารีแอคแตนซ์ของมันด้วย เพราะว่าการวัดกระแสสลับอาจกระทำในพิสัยความถี่กว้าง ดังนั้นจะเป็นการยากที่จะได้ความถูกต้องสูง หม้อแปลงกระแสจะทำให้เกิดการขยาย

ฟิสิกส์ที่ต้องการผ่านอัตราส่วนการแปลง และทำให้เกิดค่าที่อ่านเกือบจะเหมือนกัน โดยไม่คำนึงถึงค่าคงที่ (ความต้านทาน หรือรีแอคแตนซ์) หรือจำนวนของเครื่องวัด (ภายในขอบเขต) ที่ต่ออยู่ในวงจร

หลักการเบื้องต้นของ CT

กระแสไหลที่ต้องการวัด จะไหลผ่านขดปฐมภูมิ ซึ่งอาจจะเป็นลวดตัวนำเส้นเดียว ถือว่าเป็นหนึ่งรอบทางปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่า และจะต่อกับมาตรวัดกระแส ขดลวดของรีเลย์หรือขดลวดของวัดต์มิเตอร์ การทำงานของหม้อแปลงกระแสจะขึ้นอยู่กับสมมูลของค่าแอมแปร์-รอบที่สร้างขึ้น โดยขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ถ้าหม้อแปลงเป็นอุดมคติ คือ ไม่มีกระแสทำแม่เหล็ก (Magnetizing Current) หรือความสูญเสียในแกน จะได้



The diagram illustrates the basic principle of a current transformer (CT). It shows a primary winding with I_p current and n_p turns, and a secondary winding with I_s current and n_s turns. The turns ratio n_{ct} is defined as the ratio of the number of secondary turns to the number of primary turns. The diagram includes the following equations and text:

$$\frac{I_p}{I_s} = n_{ct}$$

n_{ct} คือ อัตราส่วนรอบของหม้อแปลงกระแสโดย

$$n_{ct} = \frac{n_s}{n_p}$$

ปกติจะออกแบบให้ขดลวดทุติยภูมิจ่ายกระแสทุติยภูมิขนาด 5 A. แผ่นป้ายชื่อบนตัวจะกำหนดอัตราส่วนของหม้อแปลง เช่น 500:5 A. ค่านี้ไม่ใช่อัตราส่วนรอบ เพียงแต่แสดงว่า กระแสปฐมภูมิ 500 A. จะให้กระแสทุติยภูมิ 5 A. เพื่อที่ขดทุติยภูมิเข้ากับแอมมิเตอร์ฟิสิกส์ 5 A. เพราะว่าโหลดในระบบจะกำหนดกระแสปฐมภูมิ กระแสทุติยภูมิจะสัมพันธ์กับกระแสปฐมภูมิ โดยอัตราส่วนรอบผกผัน (โดยประมาณ) ในการสร้าง จะต้องทำให้กระแสทำแม่เหล็ก ความสูญเสียในแกน และเส้นแรงรั้วซึมน้อยที่สุด เพื่อจะแน่ใจว่า อัตราส่วนกระแสปฐมภูมิต่อทุติยภูมิจริงๆ จะเข้าใกล้อัตราส่วนรอบผกผัน

จะมีความผิดพลาดที่สำคัญในหม้อแปลงกระแสคือ ความผิดพลาดของกระแส (หรืออัตราส่วน) กับความผิดพลาดมุมเฟส มีการนิยามความผิดพลาดกระแสหรืออัตราส่วน (Current or Ratio Error) ว่าเท่ากับ

$$\frac{(I_p/I_s)_1 - (I_p/I_s)_2 * 100\%}{(I_p/I_s)_2}$$

$$(I_p/I_s)_1$$

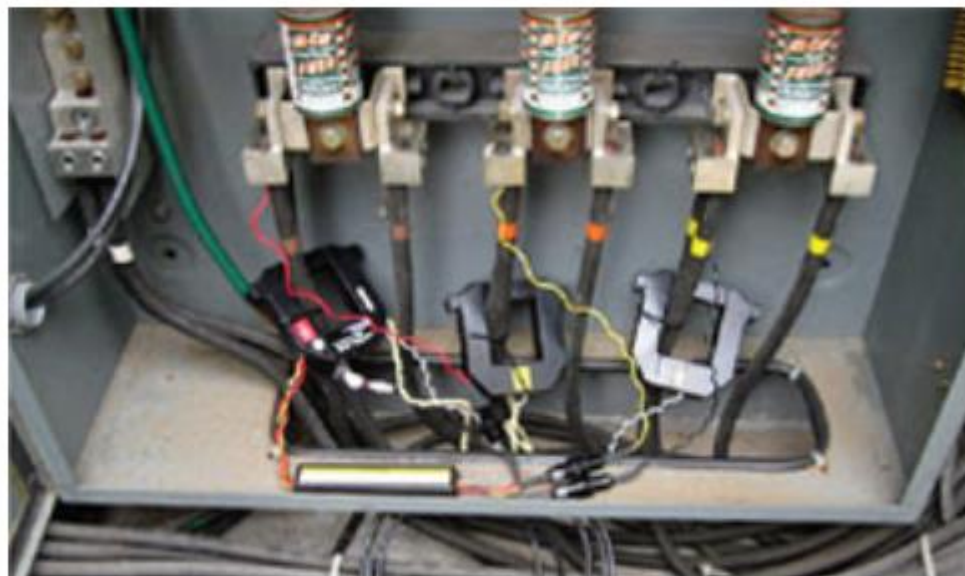
คือ อัตราส่วนตามพิกัด

$$(I_p/I_s)_2$$

คือ อัตราส่วนจริง

ความผิดพลาดมุมเฟสคือ มุมเฟสระหว่างเวกเตอร์ของกระแสปฐมภูมิกับเวกเตอร์ของกระแสทุติยภูมิที่กลับทิศ สำหรับหม้อแปลงที่สมบูรณ์ ค่ามุมเฟสนี้จะเป็น 0
ค่าความผิดพลาดเหล่านี้ จะกำหนดโดยเทียบกับโหลดที่ต่ออยู่กับขดทุติยภูมิโดยเฉพาะค่าหนึ่ง เรียกโหลดนี้ว่า เบอร์ดน (Burden) ของหม้อแปลง และกำหนดเบอร์ดนนี้โดยกำลังปรากฏ (VA) ที่ใช้ไปในโหลดภายใต้ความถี่และกระแสทุติยภูมิที่กำหนด และโดยตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ของมัน

ข้อควรระวังในการใช้หม้อแปลงกระแส



จะต้องไม่เปิดวงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแสขณะที่มีกระแสไหลทางด้านปฐมภูมิ จำนวนแอมแปร์-รอบจะถูกทำให้คงที่โดยกระแสปฐมภูมิ และจะไม่ลดลงเมื่อทางทุติยภูมิเปิดวงจร การเปิดวงจรทางด้านทุติยภูมิจะลดแอมแปร์-รอบทางด้านทุติยภูมิเป็นศูนย์ ซึ่งจะไม่มีแรงเคลื่อนแม่เหล็กกลับไปต่อต้านแรงเคลื่อนแม่เหล็กจากแอมแปร์-รอบปฐมภูมิ และความหนาแน่นของเส้นแรงจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งแกนอิ่มตัว ผลที่ตามมาของการที่เส้นแรงอิ่มตัว จะกระทำต่อจำนวนรอบทางทุติยภูมิที่มีค่ามาก ทำให้แรงดันที่ถูกเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิจะมีค่าสูง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้เปิดวงจรหรือทำความเสียหายต่อฉนวนของหม้อแปลง นอกจากนี้ จะเกิดความร้อนเนื่องจากความสูญเสียในแกนขณะที่มันอิ่มตัว อาจมากพอที่จะทำให้ลายหม้อแปลงได้ หม้อแปลงกระแสที่ใช้งานจะมีหลายลักษณะ เช่น

- เครื่องวัดแบบ Clip-on เป็น CT แบบหนึ่ง โดยแกนเหล็กสามารถแยกออกจากกัน เพื่อให้สอดเข้าไปวัดสายตัวนำ (ทำให้สามารถวัดค่ากระแสโดยไม่จำเป็นต้องตัดวงจร)

- โพรบกระแส (Current Probe) ของออสซิลโลสโคป สำหรับใช้วัดกระแสสลับ จะทำงานในลักษณะเดียวกัน โดยมีแกนแยกจากกันที่ปลายของโพรบ

CT ที่ใช้ในท้องปฏิบัติการส่วนมาก จะมีลักษณะดังรูป คือจะมีรูตรงกลางให้สายตัวนำพันรอบ โดยทางปฐมภูมิจะมีหลายจุดแยก ทางด้านทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบคงที่



หม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer(PT))



ในการส่งกำลังไฟฟ้าเพื่ออยู่อาศัยหรือเพื่ออุตสาหกรรม กำลังไฟฟ้าจะถูกส่งในรูปแบบแรงดันสูงผ่านสายส่งซึ่งสูงเป็นร้อยกิโลโวลต์ เป็นการยากที่จะวัดค่าแรงดันสูงโดยตรงอย่างปลอดภัย เมื่อใช้หม้อแปลงแรงดันลดแรงดันลงให้มีขนาดที่สามารถใช้โวลต์มิเตอร์แรงดันต่ำที่มีความถูกต้องสูงวัด และสามารถคำนวณกลับเป็นแรงดันจริงได้ จะเห็นได้ว่า การใช้หม้อแปลงแรงดันจะช่วยขยายพิสัยของโวลต์มิเตอร์แรงดันต่ำที่มีอยู่ และทำหน้าที่แยกระบบการวัดออกจากสายส่งแรงดันสูง

ในการวัดจะใช้หม้อแปลงแรงดัน เพื่อลดแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงที่อาจสูงเป็นร้อยกิโลโวลต์ลง เหลือแรงดันทุติยภูมิมาตรฐาน 110, 120 V.

$$\frac{V_p}{V_s} = n_{vt}$$

n_{vt}

เป็นอัตราส่วนรอบของหม้อแปลงแรงดันที่กำหนด โดย

$$n_{vt} = \frac{n_p}{n_s}$$

สำหรับหม้อแปลงในอุดมคติ อัตราส่วนของเวกเตอร์ V_p และ V_s จะเท่ากับอัตราส่วนรอบ และเวกเตอร์ V_p กับ V_s ที่กลับทิศจะต้องหักกันแต่ในทางปฏิบัติ ความผิดพลาดของหม้อแปลงแรงดันคือ

1. ความผิดพลาดแรงดันหรืออัตราส่วนร่วม (Voltage or Ratio Error) ซึ่งนิยามคือ

$$\frac{(V_p/V_s)_1 - (V_p/V_s)_2 * 100\%}{(V_p/V_s)_2}$$

$$(V_p/V_s)_1$$

คือ อัตราส่วนแรงดันตามพิกัด

$$(V_p/V_s)_2$$

คือ อัตราส่วนแรงดันจริง

2. การเปลี่ยนตำแหน่งของเฟส (Phase Displacement) คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของเฟสระหว่างแรงดันปฐมภูมิและทุติยภูมิ ค่านี้จะเป็นบวก ถ้าแรงดันทุติยภูมินำแรงดันปฐมภูมิที่ถูกกลับทิศ (180 องศา)

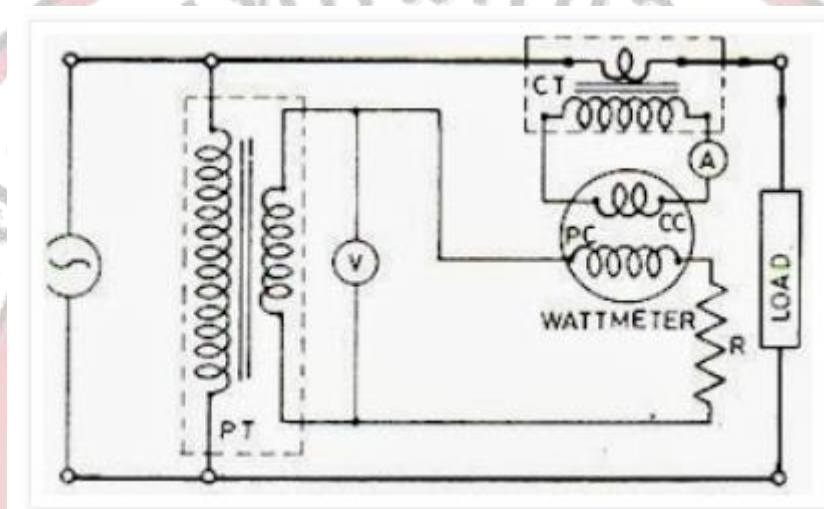
หม้อแปลงเครื่องมือวัดแบบที่สามารถใช้งานอย่างกว้างขวาง จะต้องมีหลายจุดแยก (Tap) ซึ่งสามารถปรับมาใช้พิสัยวัดที่เราต้องการ และเกือบทุกแบบจะจำเพาะให้ใช้ความถี่ 50 หรือ 60 Hz. เราสามารถใช้หม้อแปลงแรงดันร่วมกับแหล่งกำเนิด และโหลดที่มีอิมพีแดนซ์สูง และในกรณีที่ไม่สามารถหาหม้อแปลงที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมได้ เราสามารถใช้มากกว่าหนึ่งตัวต่ออนุกรมกัน

ในทางปฏิบัติ จะไม่ต่อต้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดันร่วมกับอิมพีแดนซ์ที่มีค่านันต์ แต่จะต่อกับเครื่องวัด (ซึ่งจะดึงกระแสจำนวนหนึ่ง) โหลดนี้คือเบอร์เดน (Burden) ของหม้อแปลง ซึ่งอยู่ในรูปโวลต์-แอมป์ของชุดทุติยภูมิ การกำหนดจำเพาะสำหรับเบอร์เดนสูงสุดของหม้อแปลง จะแตกต่างกันตามลักษณะของโหลด โดยจะมีช่วงจากตั้งแต่ 12.5 ถึง 400 VA ถ้าหากเกินค่าเหล่านี้ ความถูกต้องของหม้อแปลงจะไม่อยู่ในค่ากำหนดจำเพาะที่ผู้ผลิตกำหนด

Accuracy class	Percentage voltage (ratio) error	Phase displacement	
		Minutes	Centiradians
0.1	±0.1	±5	±0.15
0.2	±0.2	±10	±0.3
0.5	±0.5	±20	±0.6
1	±1.0	±40	±1.2
3	±3.0	not specified	not specified

ตารางข้างต้นแสดงให้เห็นข้อกำหนดจำเพาะของ PT ความผิดพลาดของแรงดัน และการเลื่อนเฟสของ PT ที่พิกัดความถี่จะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง ที่ค่าแรงดันใดๆระหว่าง 80-120% ของพิกัดแรงดัน และโดยมีเบอร์เดนระหว่าง 25-100% ของพิกัดเบอร์เดน ที่ตัวประกอบกำลัง 0.8 (ตาม)

ในการต่อหม้อแปลงเครื่องมือวัด บริษัทผู้ผลิตจะทำเครื่องหมาย "+" หรือ . ไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของทั้งขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิของหม้อแปลง (หรืออาจกำกับด้วยคู่อักษร) เครื่องหมายที่ปลายนี้จะแสดงว่า เมื่อมีกระแสไหลเข้าสู่ขดลวดปฐมภูมิทางด้านที่มีเครื่องหมายกำกับ กระแสจะออกจากขดลวดทุติยภูมิทางด้านที่มีเครื่องหมายกำกับ



รูปข้างต้นแสดงการต่อหม้อแปลงกระแส (ขดลวดทุติยภูมิต่อกับขดกระแสของวัตต์มิเตอร์) และหม้อแปลงแรงดัน (ขดลวดทุติยภูมิต่อกับขดแรงดันของวัตต์มิเตอร์) ร่วมกับวัตต์มิเตอร์เพื่อวัดกำลัง

ข้อควรระวัง

1. ควรต่อลงดิน วงจรด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดันและกระแส เพื่อเป็นการปกป้องผู้ปฏิบัติงานในกรณีมีการเสียดสภาพฉนวน (Breakdown) ระหว่างขดลวดทั้งสอง การต่อลงดินด้านทุติยภูมิยังช่วยป้องกันความผิดพลาดเนื่องจากการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตบนหม้อแปลง
2. เมื่อเราต้องการถอดเครื่องวัดออกจากขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส จะต้องตัดแหล่งกำเนิดออกก่อน หรือจะต้องต่อปลายทั้งสองของขดลวดทุติยภูมิเข้าด้วยกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเหนี่ยวนำแรงดันค่ามากที่ขดลวดทุติยภูมิเนื่องจากการเปิดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้
3. ความผิดพลาดอัตราส่วน จะมีนัยสำคัญในหม้อแปลงแรงดันและหม้อแปลงกระแส เมื่อเราใช้ในการวัดแรงดันหรือกระแส แต่เมื่อเราใช้หม้อแปลงแรงดันและกระแสในการขยายพิสัยของวัตต์มิเตอร์ ทั้งความผิดพลาดอัตราส่วน และความผิดพลาดมุมเฟสจะมีความสำคัญ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 เรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด

1. อธิบายหม้อแปลงเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. อธิบายหม้อแปลงกระแส (Current Transformer (CT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. อธิบายหลักการเบื้องต้นของ CT

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ข้อควรระวังในการใช้หม้อแปลงกระแส

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 เรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด

1. อธิบายหม้อแปลงเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)

หม้อแปลงเครื่องมือวัด เป็นเครื่องสำเร็จ (Apparatus) ที่ใช้สำหรับแปลงแรงดันหรือกระแส เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องวัดไฟฟ้าภายในพิสัยความถี่กำลัง โดยเครื่องวัดปกติ การขยายพิสัยวัดกระแสทำได้โดยใช้ขั้ว การขยายพิสัยวัดแรงดันทำโดยใช้ตัวต้านทานอนุกรม (ตัวคูณ) ซึ่งสามารถทำได้โดยสะดวก และพบเห็นทั่วไปในการวัดกระแสตรง อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีขีดจำกัดที่ค่ากระแสและแรงดันไม่สูงมาก เมื่อกระแสมีค่าสูงมากเกินไปก็รื้อยแอมป์เปร์ กำลังที่สูญเสียในขั้วจะมีค่ามากพอ นอกจากนั้นจะต้องคิดถึงการฉนวนเครื่องวัดให้พอเพียง ซึ่งเป็นเรื่องยากถ้ากระแสที่จะวัดอยู่ที่หลายร้อยหรือหลายพันโวลต์เหนือนดิน ในกรณีที่ต่อวัดค่าที่มีพิสัยกว้างให้มีความถูกต้อง เป็นเรื่องที่ไม่เหมาะสมที่จะต้องมีการวัดค่าที่สามารถวัดค่าพิสัยกว้างให้ถูกต้องทั้งหมด แต่โดยการลดกระแสหรือแรงดันค่าสูงลงมาด้วยอัตราส่วนที่รู้ค่า และถูกต้องหลายๆค่าโดยใช้หม้อแปลง และใช้เครื่องมือวัดที่สามารถวัดขนาดกระแสหรือแรงดันค่าไม่สูง แต่มีความถูกต้องมากวัดค่า จะสามารถได้พิสัยกว้าง โดยมีความถูกต้องตามต้องการแต่ประหยัดและปลอดภัย

2. อธิบายหม้อแปลงกระแส (Current Transformer (CT))

หม้อแปลงกระแส (Current Transformer (CT))



ในแอมมิเตอร์กระแสตรงแบบ Permanent Magnet Moving Coil (PMMC) เมื่อต้องการขยายพิสัยวัดจะทำได้โดยใช้ขั้วเพื่อแบ่งกระแสที่ต้องการวัดระหว่างเครื่องวัดกับขั้ว วิธีนี้จะเหมาะสำหรับวงจรกระแสตรง แม้ว่าเมื่อกระแสเพิ่มมากขึ้น กำลังสูญเสียในขั้วจะมีค่ามาก ในวงจรกระแสสลับ การแบ่งกระแสจะไม่เพียงขึ้นกับความต้านทานของเครื่องวัดกับขั้วเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับค่ารีแอคแตนซ์ของมันด้วย เพราะว่าการวัดกระแสสลับอาจกระทำในพิสัยความถี่กว้าง ดังนั้นจะเป็นการยากที่จะได้ความถูกต้องสูง หม้อแปลงกระแสจะทำให้เกิดการขยายพิสัยที่ต้องการผ่านอัตราส่วนการแปลง และทำให้เกิดค่าที่อ่านเกือบจะเหมือนกัน โดยไม่คำนึงถึงค่าคงที่ (ความต้านทาน หรือรีแอคแตนซ์) หรือจำนวนของเครื่องวัด (ภายในขอบเขต) ที่ต่ออยู่ในวงจร

3. อธิบายหลักการเบื้องต้นของ CT

หลักการเบื้องต้นของ CT

กระแสไหลที่ต้องการวัด จะไหลผ่านขดปฐมภูมิ ซึ่งอาจจะเป็นลวดตัวนำเส้นเดียว ถือว่าเป็นหนึ่งรอบทางปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่า และจะต่อกับมาตรวัดกระแส ขดลวดของรีเลย์หรือขดลวดของวัดต์มิเตอร์ การทำงานของหม้อแปลงกระแสจะขึ้นอยู่กับสมดุลของค่าแอมแปร์-รอบที่สร้างขึ้น โดยขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ถ้าหม้อแปลงเป็นอุดมคติ คือ ไม่มีกระแสทำแม่เหล็ก (Magnetizing Current) หรือความสูญเสียในแกนจะได้

$$\frac{I_p}{I_s} = n_{ct}$$

n_{ct} คือ อัตราส่วนรอบของหม้อแปลงกระแสโดย

$$n_{ct} = \frac{n_s}{n_p}$$

ปกติจะออกแบบให้ขดลวดทุติยภูมิจ่ายกระแสทุติยภูมิขนาด 5 A. แผ่นป้ายชื่อบนตัวจะกำหนดอัตราส่วนของหม้อแปลง เช่น 500:5 A. ค่านี้ไม่ใช่อัตราส่วนรอบ เพียงแต่แสดงว่า กระแสปฐมภูมิ 500 A. จะให้กระแสทุติยภูมิ 5 A. เพื่อต่อขดทุติยภูมิเข้ากับแอมมิเตอร์พิสัย 5 A. เพราะว่าโวลต์ในระบบจะกำหนดกระแสปฐมภูมิ กระแสทุติยภูมิจะสัมพันธ์กับกระแสปฐมภูมิ โดยอัตราส่วนรอบผกผัน (โดยประมาณ) ในการสร้าง จะต้องทำให้กระแสทำแม่เหล็ก ความสูญเสียในแกน และเส้นแรงรั้วซึมน้อยที่สุด เพื่อจะแน่ใจว่า อัตราส่วนกระแสปฐมภูมิต่อทุติยภูมิจริงๆ จะเข้าใกล้อัตราส่วนรอบผกผัน

4. ข้อควรระวังในการใช้หม้อแปลงกระแส

1. ควรต่อลงดิน วงจรด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดันและกระแส เพื่อเป็นการปกป้องผู้ปฏิบัติงานในกรณีมีการเสียดสภาพฉนวน (Breakdown) ระหว่างขดลวดทั้งสอง การต่อลงดินด้านทุติยภูมิยังช่วยป้องกันความผิดพลาดเนื่องจากการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตบนหม้อแปลง

2. เมื่อเราต้องการถอดเครื่องวัดออกจากขดทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส จะต้องตัดแหล่งกำเนิดออกก่อน หรือจะต้องต่อปลายทั้งสองของขดทุติยภูมิเข้าด้วยกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเหนี่ยวนำแรงดันค่ามากที่ขดทุติยภูมิเนื่องจากการเปิดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้

3. ความผิดพลาดอัตราส่วน จะมีนัยสำคัญในหม้อแปลงแรงดันและหม้อแปลงกระแส เมื่อเราใช้ในการวัดแรงดันหรือกระแส แต่เมื่อเราใช้หม้อแปลงแรงดันและกระแสในการขยายพิสัยของวัดมิลิโวลต์ ทั้งความผิดพลาดอัตราส่วน และความผิดพลาดมุมเฟสจะมีความสำคัญ



	ใบงาน ที่ 7	หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30104-21001 ชื่อวิชา_เครื่องมือวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หม้อแปลงเครื่องมือวัด	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อและอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 1.บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงกระแสได้
- 2.บอกหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงแรงดันได้
- 3.บอกการประยุกต์การใช้ CT และ PT ได้
- 4.ต่อหม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน ร่วมกับเครื่องมือวัดได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เข้าใจข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพด้านการผลิตและการบริการ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินทางปัญญา
- 4.2 สามารถนำข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติในงานอาชีพ
- 4.3. มีกิจนิสัยและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานอาชีพด้วยความรับผิดชอบ มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 1.หนังสือเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ของสำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ
- 2.กิจกรรมการเรียนการสอน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูให้ผู้เรียนทำคำถามท้ายหน่วยที่ 6
2. ครูเฉลยพร้อมผู้เรียนทั้งชั้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. หม้อแปลงเครื่องมือวัด ทำหน้าที่ลดกระแสหรือลดแรงดันให้มีค่าต่ำลง ก่อนที่จะต่อเข้าเครื่องวัดต่อไป ซึ่งมี 2 ประเภท คือ หม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดัน
2. หม้อแปลงกระแส ทำหน้าที่ลดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจริง ซึ่งมีค่าสูงให้มีค่าต่ำลงเหมาะสมกับเครื่องวัดกระแส
3. โครงสร้างของหม้อแปลงกระแส ขดลวดด้าน Primary จะมีจำนวนน้อยรอบ แต่ด้าน Secondary จะพันจำนวนมากรอบ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงห้ามเปิดวงจร ด้าน Secondary เมื่อไม่มีแอมมิเตอร์ต่อร่วมด้วย
4. หม้อแปลงแรงดัน ทำหน้าที่ลดแรงดันให้ต่ำลง เพื่อนำไปใช้กับโวลต์มิเตอร์ หรือวัตต์มิเตอร์
5. การประยุกต์ใช้ CT และ PT ได้แก่
 - 5.1 ต่อร่วมกับวัตต์มิเตอร์
 - 5.2 ต่อร่วมกับเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2001 เรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน

ผ่าน

ไม่ผ่าน

คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 7 เรื่อง หม้อแปลงเครื่องมือวัด

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																				รวม คะแนน
		การสนใจเรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับฟัง คนอื่น				ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

[illegible]

10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือศูนย์ส่งเสริมอาชีพ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า

