



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104 - 2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 1

เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 กัลวานอมิเตอร์ เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตนเองด้านหลักการหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสดตรง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้การสอน สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 กัลวานอมิเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วยหลักการทำงานของเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จำนวนน้อย ๆ โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ มีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสดตรง

ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ หากมรส่วนใดส่วนหนึ่งบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำเพื่อไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

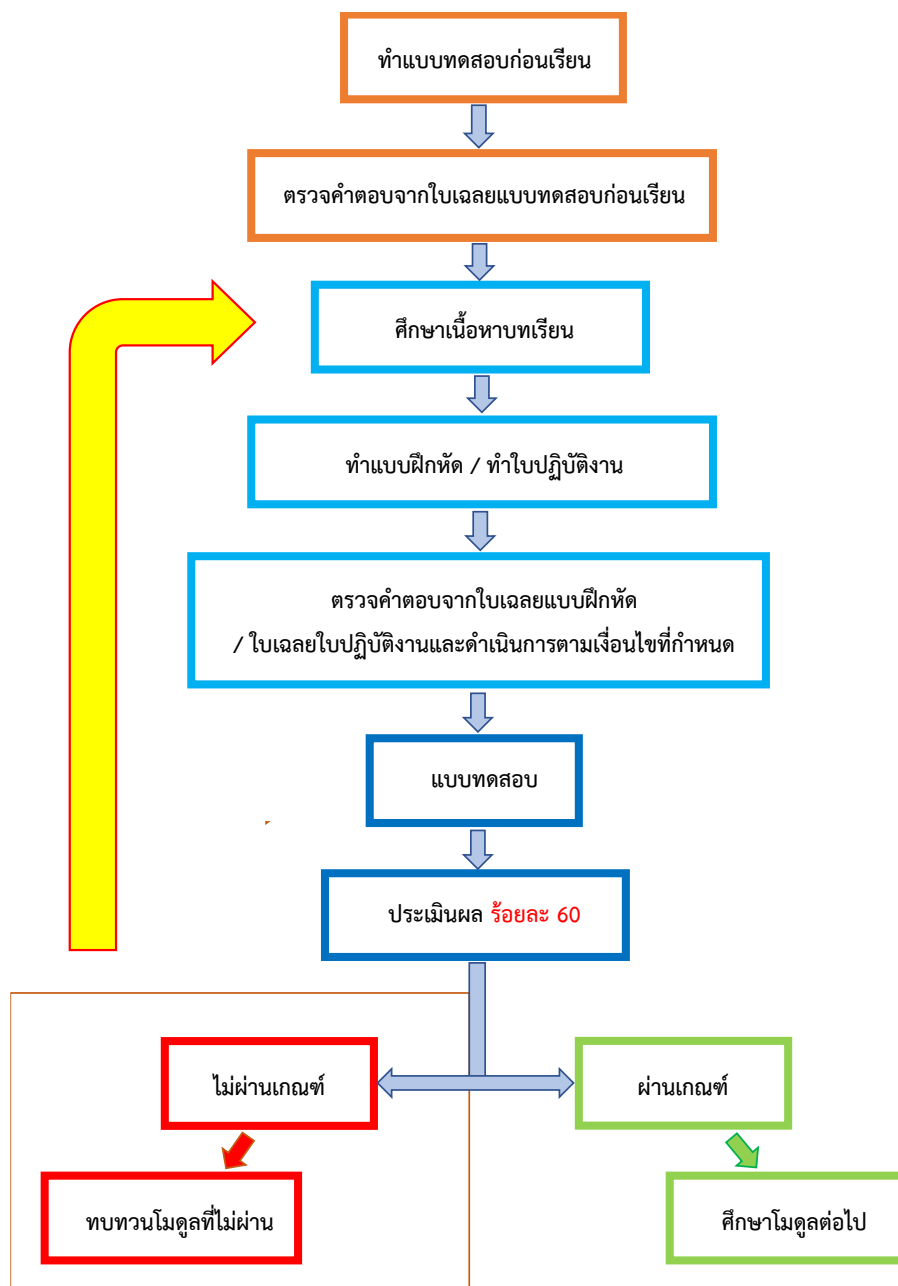
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบจุดประสงค์	
ใบเนื้อหา	
ใบแบบฝึกหัด	
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิทัล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.1 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

1. หลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้ผู้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

6. เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องวัดแบบชี้ค่า (Indicating Instrument) ที่ใช้วัดปริมาณทางไฟฟ้ากระแสดตรง คือจุดเริ่มต้นของการนำเครื่องวัดมาใช้งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องดังกล่าว คือ กัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer) นั้นเองหลักการทำงานจะอาศัยปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ (moving coil หรือ มูฟเมนต์ มิเตอร์ ; Meter movement) เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาผลักหรือดูดกับสนามแม่เหล็กถาวรจนทำให้เข็มชี้บ่ายเบนไปได้ ที่กล่าวมาคือโครงสร้างของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (Permanent Magnet Moving Coil ; PMMC) ซึ่งนิยมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มิเตอร์แบบดาร์สันวาล โดยสามารถรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์ ๆ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 กัลวานอมิเตอร์ เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์ โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผล ปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์เบื้องต้น

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์เบื้องต้น

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยชนิดเติมคำตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 2 ข้อ
2. ให้เติมคำตอบที่ถูกต้อง
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายหลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์

1. กัลป์วานอมิเตอร์ (Galvanometer) คือ

.....

.....

.....

2. ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

.....

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบกระดาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าทึ่ 7
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชือ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคึ่กษา.....

3. กัลป์วานอมิเตอร์ (Galvanometer) คึ่อ

.....

.....

.....

4. ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์มาอย่างน้อย 5 ส่วน

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชือ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

1. กัลป์วานอมิเตอร์ (Galvanometer) คือ

- เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีเป็นเครื่องวัดเครื่องกระแสไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นในโลก ที่ใช้วัดกับกระแสไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าน้อย ๆ สามารถบอกทั้งปริมาณและทิศทางของกระแสไฟฟ้าได้ โดยการป้ายเบนของเข็มชี้จะไปได้ทางซ้ายและขวาของสเกลขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ากัลวานอมิเตอร์

2. ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

- 2.1 ขดลวดเคลื่อนที่
- 2.2 เข็มชี้
- 2.3 แม่เหล็กถาวร
- 2.4 แกนเหล็ก
- 2.5 สปริงกันหอย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผนที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

1.1.1 กัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer)

ความเป็นมาของกัลป์วานอมิเตอร์



รูปที่ ๑.๑ กัลวานอมิเตอร์

กัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer) คือ เครื่องมือวัดพื้นฐานทางไฟฟ้าที่ประกอบด้วยขดลวดขนาดเล็กวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กถาวรเนื่องจากกัลป์วานอมิเตอร์สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ในปริมาณน้อยเท่านั้น ได้มีการพัฒนาขึ้นในโลกนับตั้งแต่ ฮันส์ คริสเตียน เออร์สตัดท์ (Hans Christian Oersted) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์กค้นพบ แม่เหล็กและเข็มทิศในปี ค.ศ.๑๘๒๐ และมีการพัฒนาการ วัดกระแสไฟฟ้าขึ้นโดย Johann Schweigger นักเคมีชาวเยอรมัน และ Andre-Marie Ampere ในปี ค.ศ. ๑๘๒๐ จนกระทั่งสร้างเครื่องวัดตัวแรกได้สำเร็จ ซึ่งเรียกว่า มัลติพลายเออร์ (multipliers) จากนั้น เมื่อปี ค.ศ.๑๘๓๖ ใช้ชื่อว่า กัลวานอมิเตอร์ เพื่อยกย่องต่อนักวิทยาศาสตร์ ชาวอิตาลี ชื่อ ลุยจิ กัลป์วานี (Luigi Galvani) ผู้ค้นพบว่ากระแสไฟฟ้าสามารถทำให้กล้ามเนื้อ ของกบเคลื่อนไหวได้ ในปี ค.ศ. ๑๗๙๑



รูปที่๑.๒ Johann Schweigger



รูปที่๑.๓ Andre-Marie Ampere

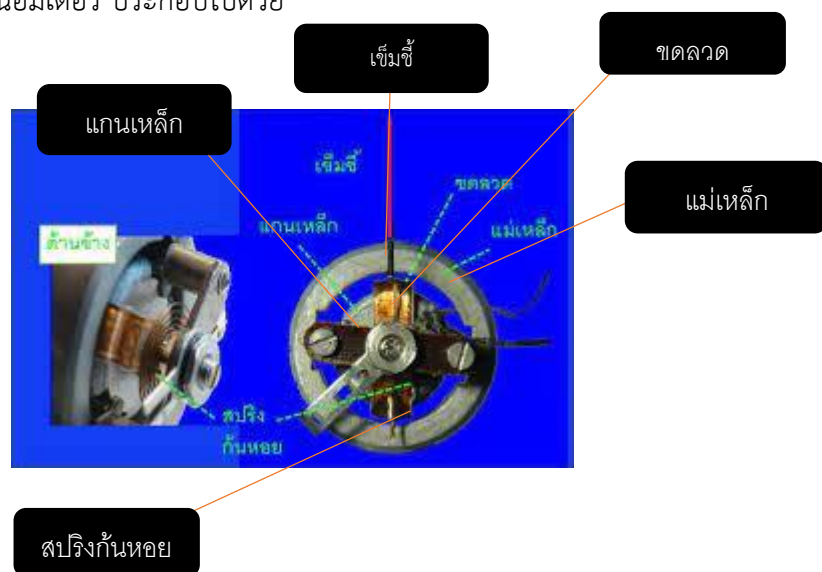
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

(เนื้อหาต่อ)

ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในกัลวานอมิเตอร์มากกว่าค่าสูงสุดที่มันจะรับได้จะทำให้กัลวานอมิเตอร์เสียหายได้ดังนั้นในการใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงเพื่อให้กัลวานอมิเตอร์สามารถวัดค่ากระแสและความต่างศักย์ที่มีค่าเกินกว่าที่เครื่องจะรับได้โดยที่ค่ากระแสที่มากที่สุดที่กัลวานอมิเตอร์จะวัดได้ เรียกว่า IG และค่าความต้านทานภายใน กัลวานอมิเตอร์เรียกว่า G

1.1.2 โครงสร้างของกัลป์วานอมิเตอร์

โครงสร้างของกัลป์วานอมิเตอร์ ประกอบไปด้วย



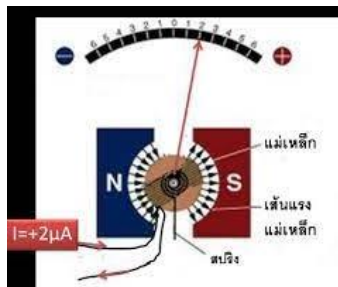
รูปที่ ๑.๔ กัลป์วานอมิเตอร์ แบบดาสันวาล์ (D'Arsonval)

โครงสร้างในรูปที่ ๑.๔ เรียวกัลป์วานอมิเตอร์แบบดาสันวาล์เพราะว่านักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Jacques D'Arsonval (ค.ศ.๑๘๕๑-๑๙๔๐) ได้พัฒนากัลป์วานอมิเตอร์ให้ทำงานได้ดีขึ้นกล่าวคือ เข็มชี้บอกค่าจะแสดงค่าแบบเชิงเส้น (สเกลทุกค่าจะแบ่งส่วนเท่า ๆ กัน) นับเป็นต้นแบบของเครื่องวัดแบบเข็มชี้ในปัจจุบัน

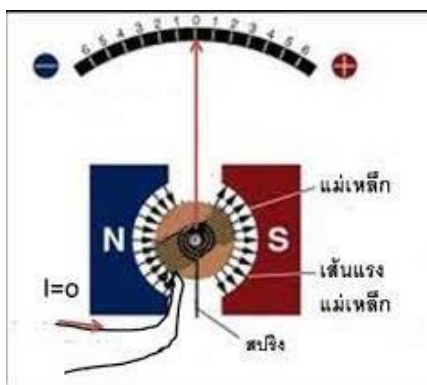
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

1.1.3 หลักการทำงานของกัลวานอมิเตอร์

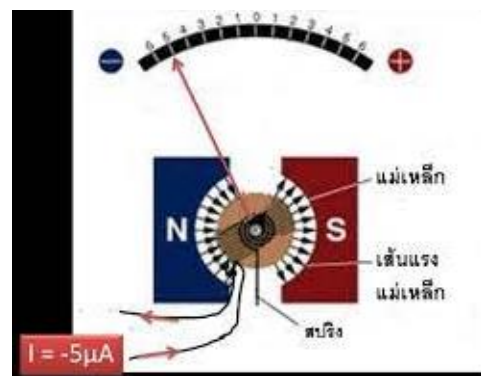
หลักการทำงานของแม่เหล็ก โดยขดลวดเคลื่อนที่ ที่วาง อยู่กึ่งกลางของแท่งแม่เหล็กขดลวดเคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ได้เมื่อมี กระแสไฟฟ้าไหลเข้า (กรณีกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ขดลวด ผลักกันกับสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดแรงบิดเบน ทำให้เข็มชี้ที่ติดอยู่กับขดลวดบิดเบนไปตาม แรงบิดเบนนั้น เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าในทิศทางตรงกันข้ามแรงบิดเบนก็จะวัดในทิศทางตรงกันข้ามเช่นกัน เข็มของกัลวานอมิเตอร์ จึงบิดเบนได้ทั้ง ๒ ทิศทาง ดังรูปที่ ๑.๕ ลักษณะของแรงบิดบิดเบนที่เกิดขึ้นทำให้เข็มชี้ของกัลวานอมิเตอร์เคลื่อนที่ได้ดังแสดงในรูปที่ ๑.๖ ซึ่งเข็มชี้จะถูกแรงควบคุมที่เกิดจากสปริง กั้นหอย คอยต้านเพื่อให้เข็มชี้หยุดนิ่งไม่แกว่งไปมากัลวานอมิเตอร์ ใช้วัดได้เฉพาะ กระแสไฟฟ้าจำนวนน้อย ๆ เท่านั้น จึงนิยมใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าขนาด ไมโครแอมป์ (μA Meter) เป็นต้น



รูปที่ ๑.๕ กระแสไฟฟ้าเป็นบวก เข็มชี้บิดเบนไปทาง ขวามือ



รูปที่ ๑.๖ กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ เข็มชี้หยุดนิ่งที่ ๐



รูปที่ ๑.๗ กระแสไฟฟ้าเป็นลบ เข็มชี้บิดเบนไปทาง ซ้ายมือ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

1. เครื่องมือวัดแบบ ดาสนัวร์คืออะไร

.....

.....

.....

2. สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลป์วานอมิเตอร์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้ป้ายเบนได้สองทิศทาง

.....

.....

4. ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดร่ง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

1. เครื่องมือวัดแบบ ดาสนวาล์คืออะไร

.....

.....

.....

2. สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลป์วานอมิเตอร์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้บ่ายเบนได้สองทิศทาง

.....

.....

4. ส่วนประกอบของกัลป์วานอมิเตอร์อย่างน้อย 5 ส่วน

.....

.....

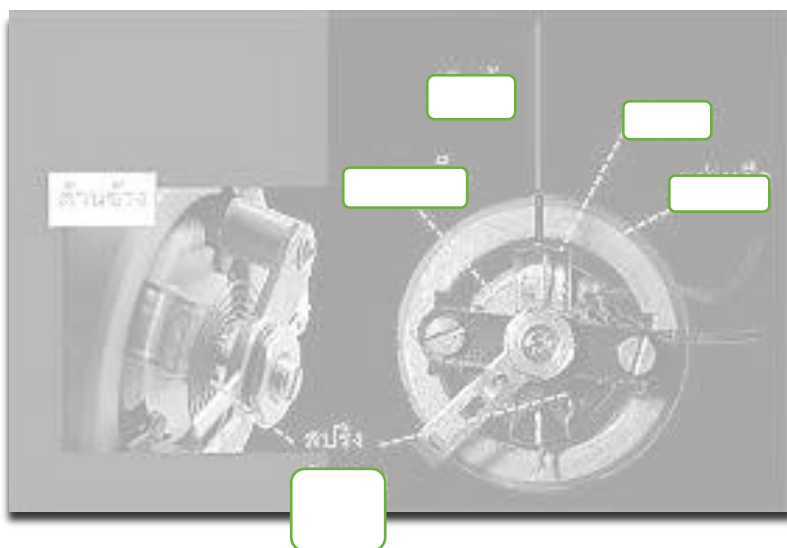
.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบสั่งงาน	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 1	

ใบสั่งงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำสั่ง : จงอธิบายส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบกัลป์วานอมิเตอร์จากภาพต่อไปนี้



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 4ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เข้าใจหลักการทำงานของเกี่ยวกับกัลวานอมิเตอร์

1. เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือข้อใด

- ก. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์ ข. เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์
 ค. เทอร์โมมิเตอร์ ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง

2. เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณน้อยๆเท่านั้น

- ก. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์ ข. แอมป์มิเตอร์
 ค. กัลวานอมิเตอร์ ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง

3. เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดแรงดันไฟฟ้าได้

- ก. ดี.ซี.โวลต์มิเตอร์ ข. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์
 ค. กัลวานอมิเตอร์ ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง

4. แรงบิดที่เกิดขึ้นในกัลวานอมิเตอร์ ที่มีทิศทางการทวนกันข้ามกัน คือ ข้อใด

- ก. แรงบ้ายเบน กับแรงหน่วง
 ข. แรงบ้ายเบน กับแรงต้าน
 ค. แรงบ้ายเบน กับแรงควบคุม
 ง. แรงหน่วง กับแรงควบคุม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดร่ง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบกระดษค้ำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 17
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชือ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคึ่กษา.....

ชือ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

หรือสร้า้แบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพือ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดี๋ยวกัน

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชือ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.1 : กัลวานอมิเตอร์	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก.
2.	ก.
3.	ค.
4.	ค.

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิทัล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.2 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

1.2 บอกหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

9. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
10. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
11. ใบจุดประสงค์
12. ใบเนื้อหา
13. ใบแบบฝึกหัด
14. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
15. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
16. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

5. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
6. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
7. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
8. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

11. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
12. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
13. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
14. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้ผู้มีความรู้ความเข้าใจ
15. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

16. เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
17. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
18. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
19. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
20. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิทัล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.2 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

บทเรียนโมดูลย่อย 1.2 เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัดแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ

2. ให้เติมคำตอบที่ถูกต้อง

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 บอกหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแกนแม่เหล็ก

- แรงบิดที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ที่มีทิศทางการขั้วตรงกันข้ามกัน คือข้อใด
 - แรงบ้ายเบน กับแรงหน่วง
 - แรงบ้ายเบน กับแรงควบคุม
 - แรงหน่วง กับแรงควบคุม
 - แรงบ้ายเบน กับแรงต้าน
- เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือข้อใด
 - ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
- เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณน้อย ๆ
 - ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
- เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดแรงดันไฟฟ้าได้
 - ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
- เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้บ้ายเบนได้สองทิศทาง
 - กัลป์วานอมิเตอร์
 - แอมป์มิเตอร์
 - โวลต์มิเตอร์
 - โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบกระดษค้ำตอบ ก่อนเรียน	หน้าทึ่ 24
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.2

ชื่-สกุล..... ระดบั..... รหัสนักเรียน/นั้กคึษา.....

ชื่	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

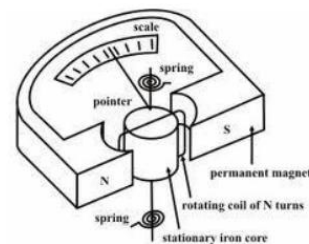
ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ก
3.	ค
4.	ง
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 1	

1.2.1 เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

เครื่องวัดที่มีโครงสร้างแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil: PMMC) จะประกอบไปด้วย ขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil) ทำหน้าที่ รับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่วัดมาจากภายนอก ของขดลวดนี้จะวางอยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็กถาวรขนาดเล็ก เข็มชี้ของเครื่องวัดจะติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่ทางด้านบน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดนี้ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น และเกิดแรงทำให้เข็มชี้บ่ายเบนไป แรงที่เพิ่มขึ้นภายในเครื่องมือวัดชนิดนี้ มี ๓ แรง คือ

- (๑) แรงบ่ายเบน (Deflecting face)
- (๒) แรงควบคุม (Controlling force)
- (๓) แรงหน่วง (Damping face)



แรงเหล่านี้จะช่วยควบคุมการบ่ายเบนของเข็มชี้ เมื่อ

ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ –แม่เหล็กถาวรนี้ เป็นเครื่องวัดที่อ่านค่าด้วย

เข็มชี้และมีสเกลบอกค่า นิยมใช้สร้างเป็นเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า (Volt Meter) กระแสไฟฟ้า (Amp Meter) เป็นต้น



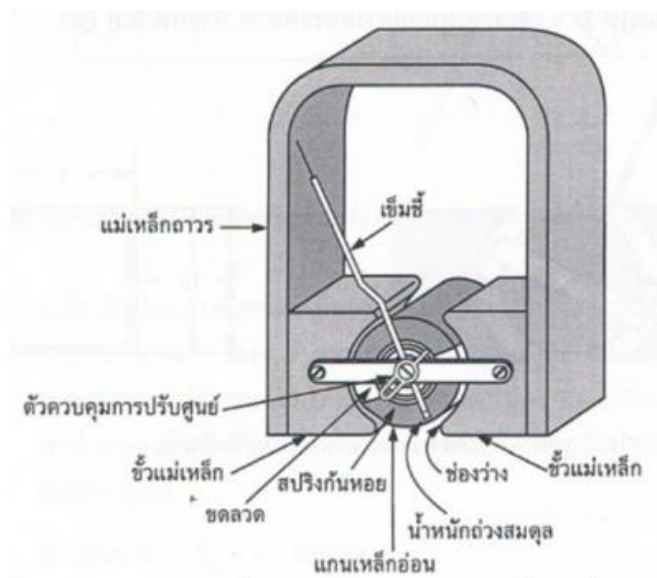
รูปที่ ๒.๑ เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวรชนิดต่าง ๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 2	

(เนื้อหาต่อ)

1.2.2 โครงสร้างของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร มีชื่อเรียกอีกชื่อ หนึ่งว่า เครื่องวัดแบบ ดาสันวาล์ (D'Asonval Instrument) เพราะ คิดค้นและพัฒนาโดยนักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Jacques D'Asonval เครื่องวัดแบบนี้พัฒนามาจากกัลวานอมิเตอร์ โครงสร้างประกอบด้วย (๑) แม่เหล็กถาวรและขั้วแม่เหล็กรูปเกือกม้า (๒) สปริงกันหอย (๓) น้ำหนักถ่วง (๔) แกนเหล็กอ่อนรูปทรงกระบอก (๕) ขดลวดเคลื่อนที่ และ(๖) เข็มชี้

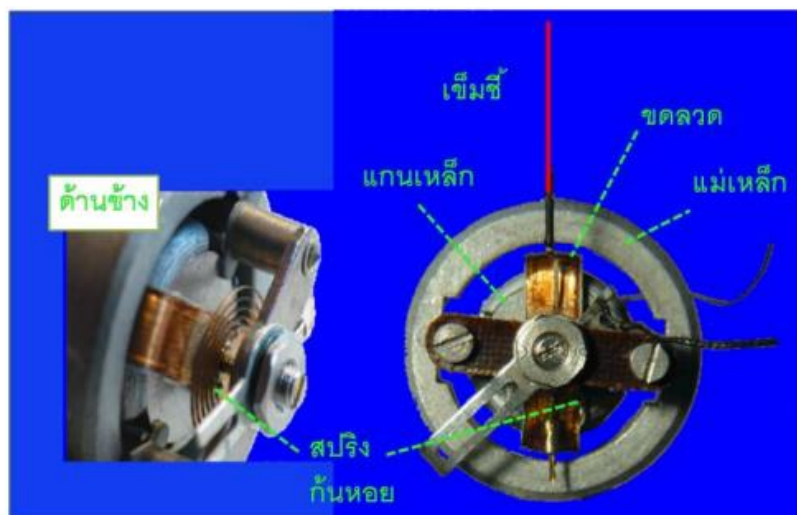


รูปที่ 2.2 โครงสร้างของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 3	

1.2.3 หลักการทำงาน

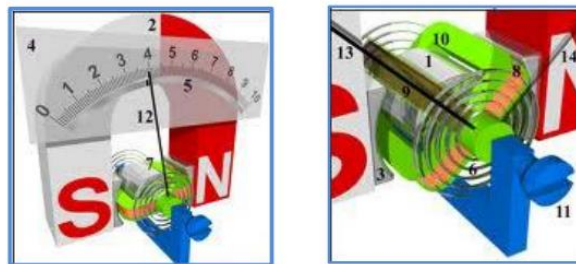
หลักการทำงานคล้ายกับกัลวานอมิเตอร์ คือใช้หลักการ เคลื่อนที่ จากแรงที่เกิดขึ้นจากการผลของ แม่เหล็ก โดยขดลวดเคลื่อนที่ ที่วางอยู่กึ่งกลางของแท่งแม่เหล็ก ขดลวดเคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ได้เมื่อมี กระแสไฟฟ้าไหลเข้า (กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด) โดยการผลักทำให้เกิดแรง บ่ายเบน ทำให้เข็มชี้ที่ติดอยู่กับ ขดลวดบ่ายเบนไปตามแรง บ่ายเบนนั้น เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าในทิศทางตรงกันข้าม แรงบ่ายเบนก็จะวัดใน ทิศทาง ตรงกันข้ามเช่นกัน เข็มของกัลวานอมิเตอร์จึงบ่ายเบนได้ทั้ง ๒ ทิศทาง ดังรูปที่ ๒.๓ ลักษณะ ของ แรงบิดบ่ายเบนที่เกิดขึ้นทำให้เข็มชี้ของกัลวานอมิเตอร์เคลื่อนที่ได้ ซึ่งเข็มชี้จะถูกแรง ควบคุมที่เกิดจาก สปริงกัน หอยคอต้าน เพื่อให้เข็มชี้หยุดนิ่งไม่แกว่งไปมากัลวานอมิเตอร์ ใช้วัดได้เฉพาะกระแสไฟฟ้าจำนวน น้อย ๆ เท่านั้น จึงนิยมใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าเป็น ไมโครแอมป์ (μA) เป็นต้น



รูปที่ ๒.๓ ลักษณะของแรงที่เกิดขึ้นทำให้เข็มชี้ของกัลป์วานอมิเตอร์บ่ายเบนไปได้

สำหรับเครื่องวัดแบบ ขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร สเกลค่า ๐ จะอยู่ด้านซ้ายมือสุด และด้านขวามือสุดของ สเกล คือค่าที่วัดได้สูงสุดและสเกลของเครื่องวัดแบบนี้จะเป็นสเกล แบบเชิงเส้น ดังรูปที่ ๒.๔ นั้นเป็นเพราะว่า แรงบิดบ่ายเบนแปรผันตรงกับปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่ไหลเข้าขดลวดเคลื่อนที่นั่นเอง

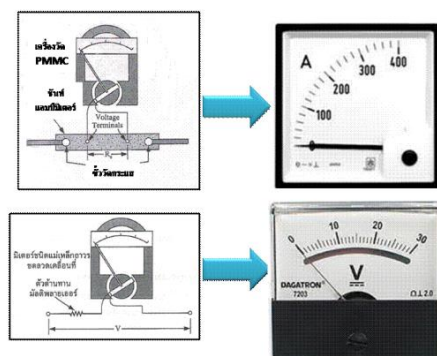
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ ๒๙
		แผ่นที่ : 4	



รูปที่ ๒.๔ สเกลแบบเชิงเส้นของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร

๑.๒.๔ การนำไปใช้

เครื่องมือวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อนำไปพัฒนาเป็น เครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้า ชนิดต่าง ๆ เช่น แอมป์มิเตอร์ (Amp Meter) โวลต์มิเตอร์ (Volt Meter) โอห์มมิเตอร์ และมัลติมิเตอร์ (Multi Meter) และเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบที่มีเข็มชี้บอกค่าทุกชนิด ทั้งที่วัดปริมาณไฟฟ้ากระแสดตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น



รูปที่ ๒.๕ การนำเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ไปใช้งาน เป็น โวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์กระแสดตรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 30
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

5. แรงที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือ

.....

6. ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร มาอย่างน้อย 4

ส่วน.....

7. เครื่องมือวัดแบบ ดาสน์วาล์คืออะไร

.....

8. สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลวานอมิเตอร์

อย่างไร.....

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่มีสเกลเป็นเชิงเส้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 31
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า

1. แรงที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือ

.....

.....

.....

2. ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร มาอย่างน้อย 4

ส่วน.....

.....

.....

.....

3. เครื่องมือวัดแบบ ดาสนวาล์คืออะไร

.....

.....

4. สเกลของเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ต่างจากกัลวานอมิเตอร์

อย่างไร.....

.....

.....

5. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่มีสเกลเป็นเชิงเส้น

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 32
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.2

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 4ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 บอกหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแกนแม่เหล็ก

1. แรงบิดที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร ที่มีทิศทางการวางตัว ข้ามกัน คือ ข้อใด

ค. แรงบิดเบี่ยง กับแรงหน่วง	ค. แรงบิดเบี่ยง กับแรงต้าน
ง. แรงบิดเบี่ยง กับแรงควบคุม	ง. แรงหน่วง กับแรงควบคุม
2. เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่-แม่เหล็กถาวร คือข้อใด

ค. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์	ค. เทอร์โมมิเตอร์
ง. เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์	ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
3. เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณน้อย ๆ

ค. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์	ค. เทอร์โมมิเตอร์
ง. เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์	ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
4. เครื่องวัดในข้อใด ที่วัดแรงดันไฟฟ้าได้

ค. ดี.ซี.แอมป์มิเตอร์	ค. เทอร์โมมิเตอร์
ง. เอ.ซี.แอมป์มิเตอร์	ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
5. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้เบี่ยงเบนได้สองทิศทาง

ค. กัลป์วานอมิเตอร์	ค. โวลต์มิเตอร์
ง. แอมป์มิเตอร์	ง. โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดร่ง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบกระดษค้ำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 33
		แผ่นที่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

หรือสร้างแบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพื่อ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดียวกัน

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.2 : เครื่องวัดแบบแกนเหล็ก	ใบเฉลย แบบทดสอบหลังเรียน	หน้าที่ 34
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.2

ข้อ	คำตอบ
1.	ข.
2.	ข.
3.	ก.
4.	ง.
5.	ค.

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 35
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.3

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิทัล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.3 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

1. อธิบายหลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 36
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

9. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
10. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
11. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
12. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 37
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 38
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิตอล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิตอลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.3 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

บทเรียนโมดูลย่อย 1.3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัดแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 39
		แผ่นที่ : 1	

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เติมคำตอบที่ถูกต้อง
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายหลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

- แอมมิเตอร์ ดัดแปลงมาจากอะไร
 - ชุดขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์ สันวัล
 - ชุดลวดแม่เหล็ก
 - ชุดลวดไฟฟ้า
 - ชุดลวดทองแดง
- แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง มีลักษณะการวัดแบบไหน
 - อนุกรม
 - ขนาน
 - ผสม
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
- Direct Current Ammeter มีความหมายตรงกับตัวเลือกใด
 - โวลต์มิเตอร์กระแสดสลับ
 - แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง
 - โวลต์มิเตอร์กระแสดตรง
 - แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดสลับ
- แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง ใช้วัดกระแสแบบไหน
 - กระแสดตรง
 - กระแสดสลับ
 - กระแสไฟฟ้าแรงสูง
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
- เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้ป้ายเบนได้สองทิศทาง
 - กัลป์วานอมิเตอร์
 - โวลต์มิเตอร์
 - แอมป์มิเตอร์
 - โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบกระดษค้ำตอบ ก่อนเรียน	หน้าทึ่ 40
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.3

ชื่-สกุล..... ระดบั..... รหัสนักเรียน/นั้กคื้ษา.....

ชื่	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 41
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.3

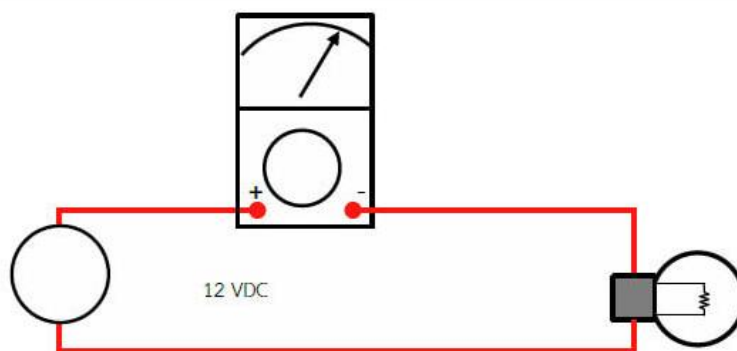
ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ก
3.	ค
4.	ง
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 42
		แผ่นที่ : 1	

1.3.1 แอมมิเตอร์ ไฟฟ้ากระแสดตรง (Direct Current Ammeter)

แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่ดัดแปลงจากชุดขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์ สันวัล โดยอาศัยสนามแม่เหล็กถาวรและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดเคลื่อนที่ ดังนั้นเมื่อมี กระแสไฟฟ้า ไหลผ่านจึงทำให้เกิดแรงบิดบ่งเบนจากขดลวดเคลื่อนที่พาให้เข็มมิเตอร์แสดงค่าปริมาณ กระแสไฟฟ้าได้ โดย ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เข็มมิเตอร์บ่งเบนไปจนเต็มสเกลนี้เรียกว่า กระแสไฟฟ้า เต็มสเกล แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรงนี้เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบอะนาล็อก (Analog Instrument) หรือ อาจจะเรียก อีกชื่อว่าเครื่องมือวัดแบบเข็มชี้ (Indicating Instrument) ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าแบบ กระแสดตรง (Direct Current : DC) โดยลักษณะของการวัดจะต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ วัด (ภาพที่ ๑) และ แสดงผลการวัดด้วยเข็มมิเตอร์ซึ่งติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวัล ซึ่งจะหมุน ไปพร้อมกันเพื่อแสดงค่า กระแสไฟฟ้าบนสเกลของหน้าปัทม์ตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด เคลื่อนที่ โดยสัญลักษณ์ของ แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรงแสดงดังภาพที่ ๒



ภาพที่ 1 ลักษณะการต่อแอมมิเตอร์เพื่อวัดกระแสไฟฟ้า

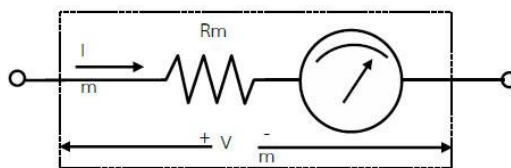


ภาพที่ 2 สัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 43
		แผ่นที่ : 2	

1.3.2 วงจรของแอมป์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

แอมป์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรงซึ่งดัดแปลงจากขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวัล จะพันขดลวดด้วย ลวดตัวนำขนาดเล็กจึงทำให้เกิดค่าความต้านทานน้อย ๆ ค่าหนึ่งขึ้นในขดลวดตัวนำ เรียกว่า ความต้านทานขดลวด (Moving Coil Resistance) ใช้สัญลักษณ์ว่า R_m ดังนั้นเมื่อนำไปใช้วัดกระแสไฟฟ้าจึงมีขีดจำกัดในการวัดกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณหนึ่งเท่านั้น ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าที่จำกัดนี้ เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (Full Scale Current) หรือกระแสไฟฟ้าขดลวด (Moving Coil Current) ใช้สัญลักษณ์ว่า I_m ซึ่งเป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำให้เข็มของมิเตอร์บ่ายเบนไปจนเต็มสเกล ดังนั้นจึงเขียนเป็นวงจรสมมูลของขดลวด เคลื่อนที่ได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วงจรสมมูลของขดลวดเคลื่อนที่

จากวงจรสมมูลของ

ขดลวดเคลื่อนที่ทำ

ให้สามารถใช้กฎของโอห์มเขียนสมการเพื่อแสดง ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าขดลวด ความต้านทานขดลวด และแรงดันไฟฟ้าได้ว่า

$$I_m = \frac{V_m}{R_m}$$

เมื่อ

I_m คือกระแสไฟฟ้าเต็มสเกลของขดลวด มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

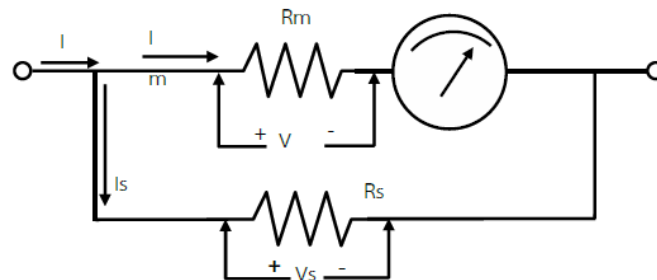
V_m คือแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมบนขดลวด มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R_m คือความต้านทานของขดลวด มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

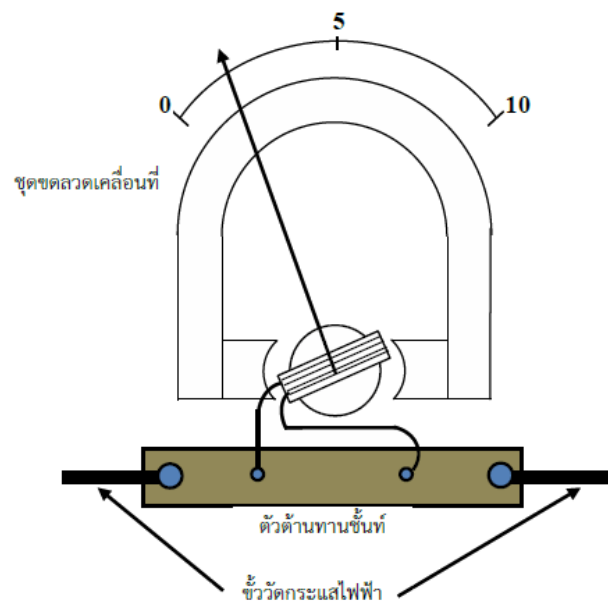
โดยปกติค่ากระแสไฟฟ้าขดลวดหรือกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (I_m) ของขดลวดเคลื่อนที่จะมีค่าน้อย มากในระดับไมโครแอมแปร์ (μ Ampere) ทำให้การนำขดลวดเคลื่อนที่นี้ไปใช้วัดกระแสไฟฟ้าจึงมี ข้อจำกัดอย่างมากในด้านการใช้งานจริง ดังนั้นในการสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรงจะใช้ตัวต้านทาน (Resistor) ค่าน้อย ๆ มาต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่เพื่อแบ่งกระแสไฟฟ้าส่วนที่เกินค่าพิกัดให้ไหลผ่าน แทน เพื่อขยายย่านวัดให้แอมมิเตอร์สามารถวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นตามความต้องการของ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 44
		แผ่นที่ : 3	

ผู้ใช้งานและยังสามารถขยายให้วัดกระแสไฟฟ้าได้หลายย่านวัดตามความต้องการ โดยวงจรของ
 แอมมิเตอร์ ไฟฟ้ากระแสดตรงแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 วงจรสมมูลของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางกายภาพของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ ๔๕
		แผ่นที่ : 4	

1.3.3 การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์

ประยุกต์โดยใช้หลักการของวงจรขนาน (Parallel Circuit) ในการขยายให้แอมมิเตอร์สามารถวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยการนำตัวต้านทานชั้น (Shunt Resistor : R_s) มาต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ (ภาพที่ 5) เพื่อแบ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าของย่านวัด (I) ออกเป็นสองส่วน คือ

1) กระแสไฟฟ้า เต็มสเกลของขดลวดเคลื่อนที่ (I_m) เพื่อให้แอมมิเตอร์แสดงผลปริมาณกระแสไฟฟ้าของย่านวัดได้

2) กระแสไฟฟ้าชั้น (Shunt Current : I_s) ซึ่งไหลผ่านตัวต้านทานชั้น เพื่อแบ่งกระแสไฟฟ้าส่วนที่เกิน จากกระแสไฟฟ้าเต็มสเกลของขดลวดเคลื่อนที่ออก เพื่อป้องกันความเสียหายของขดลวดเคลื่อนที่ เนื่องจาก กระแสไฟฟ้าเกิน ซึ่งตัวต้านทานชั้นที่จะนำมาใช้งานนี้จะต้องมีค่าความต้านทานพอดีที่จะแบ่งกระแสไฟฟ้าส่วนเกินออกไปจนกระทั่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่มีเท่ากับกระแสไฟฟ้าเต็ม สเกลของขดลวดเคลื่อนที่อย่างพอดี

ดังนั้นการออกแบบแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรงนี้จึงสามารถ ใช้กฎของโอห์ม (Ohm's law) และ หลักการของวงจรขนานเพื่อหาค่าความต้านทานของตัวต้านทานชั้นที่ได้ดังสมการ

จากภาพที่ 4 โดยหลักการของวงจรขนานจะพบว่า R_s ต่อขนานกับ R_m และเมื่อพิจารณาจากกฎ ของโอห์ม จะพบว่า V_s เท่ากับ V_m

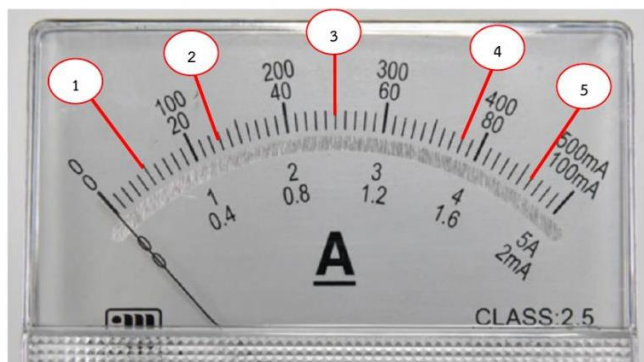
จากกฎของโอห์ม	V_s	=	$I_s \times R_s$
	V_m	=	$I_m \times R_m$
จะได้ว่า	$I_s \times R_s$	=	$I_m \times R_m$
ดังนั้น	R_{sh}	=	$\frac{I_m \times R_m}{I_s}$
เมื่อ	I_{sh}	=	$I - I_m$
เมื่อแทนสมการที่ 4.3 ในสมการที่ 4.2 จะได้			
ดังนั้น	R_{sh}	=	$\frac{I_m \times R_m}{I - I_m}$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 46
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

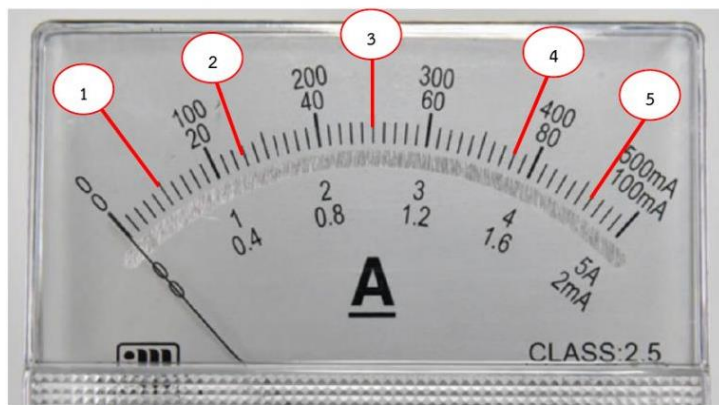


ตำแหน่งเข็ม	ย่านการวัดค่าแอมมิเตอร์ (ช่วงบวก)	ค่าที่อ่านได้	ค่าในหน่วยแอมแปร์ (A)
1	5 A		
2	5 A		
3	500 mA		
4	500 mA		
5	500 mA		

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 47
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

คำชี้แจง : จงเติมค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้



ตำแหน่งเข็ม	ย่านการวัดค่าแอมมิเตอร์ (ชั้นบวก)	ค่าที่อ่านได้	ค่าในหน่วยแอมแปร์ (A)
1	5 A		
2	5 A		
3	500 mA		
4	500 mA		
5	500 mA		

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 48
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.3

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 5ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายหลักการทำงานของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

1. แอมมิเตอร์ ดัดแปลงมาจากอะไร
 - ข. ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์ สันวัล
 - ค. ขดลวดแม่เหล็ก
 - ช. ขดลวดไฟฟ้า
 - ง. ขดลวดทองแดง
2. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง มีลักษณะการวัดแบบไหน
 - ข. อนุกรม
 - ค. ขนาน
 - ช. ผสม
 - ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
3. Direct Current Ammeter มีความหมายตรงกับตัวเลือกใด
 - ข. โวลต์มิเตอร์กระแสดลัด
 - ค. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง
 - ช. โวลต์มิเตอร์กระแสดตรง
 - ง. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดลัด
4. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง ใช้วัดกระแสแบบไหน
 - ข. กระแสดตรง
 - ค. กระแสดลัด
 - ช. กระแสไฟฟ้าแรงสูง
 - ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
5. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้ป้ายเบนได้สองทิศทาง
 - ข. กัลป์วานอมิเตอร์
 - ค. โวลต์มิเตอร์
 - ช. แอมป์มิเตอร์
 - ง. โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบกระดษค้ำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 49
		แผ่นที่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักรคึษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

หรือสร้างแบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพื่อ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดียวกัน

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.3 : แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง	ใบเฉลย แบบทดสอบหลังเรียน	หน้าที่ 50
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.3

ข้อ	คำตอบ
1.	ก.
2.	ก.
3.	ค.
4.	ค.
5.	ง.

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 51
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.4

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิทัล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.4 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

1. อธิบายหลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 52
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 53
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

6. เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 54
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีหลากหลายหน่วยวัดไฟฟ้าแบบมาตรฐานการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดต่อการวัดและเครื่องมือวัด ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ความเที่ยงตรงของการวัด การวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้งาน การวัดค่าอิมพีแดนซ์ความถี่ต่ำและความถี่สูงการวัดแม่เหล็กทรานสดิวเตอร์ การวัดโดยเทคนิคทางดิจิตอล เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิตอลชนิดต่าง ๆ การใช้งานสัญญาณรบกวน เทคนิคในการลดผลของสัญญาณรบกวน เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า เทคนิคและวิธีการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าในหน่วยย่อย 1.4 ดังจุดประสงค์ต่อไปนี้

บทเรียนโมดูลย่อย 1.4 โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องวัดแบบแกนแม่เหล็ก โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัดแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 55
		แผ่นที่ : 1	

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 2. ให้เติมคำตอบที่ถูกต้อง
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายหลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

1. โวลต์มิเตอร์ มีไว้วัดค่าทางไหนของวงจรไฟฟ้า

ก. แรงดันไฟฟ้า	ค. กระแสไฟฟ้า
ข. กำลังไฟฟ้า	ง. ค่าของทองแดง
2. โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง มีลักษณะการวัดแบบไหน

ก. อนุกรม	ค. ขนาน
ข. ผสม	ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
3. Direct Current Voltmeter มีความหมายตรงกับตัวเลือกใด

ก. โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ	ค. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง
ข. โวลต์มิเตอร์กระแสดตรง	ง. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
4. โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง ใช้วัดกระแสแบบไหน

ก. กระแสดตรง	ค. กระแสสลับ
ข. กระแสไฟฟ้าแรงสูง	ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
5. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้ป้ายเบนได้สองทิศทาง

ก. กัลป์วานอมิเตอร์	ค. โวลต์มิเตอร์
ข. แอมป์มิเตอร์	ง. โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบกระดษค้ำตอบ ก่อนเรียน	หน้าทึ่ 56
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.4

ชื่-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคืศึกษา.....

ชื่	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 57
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.4

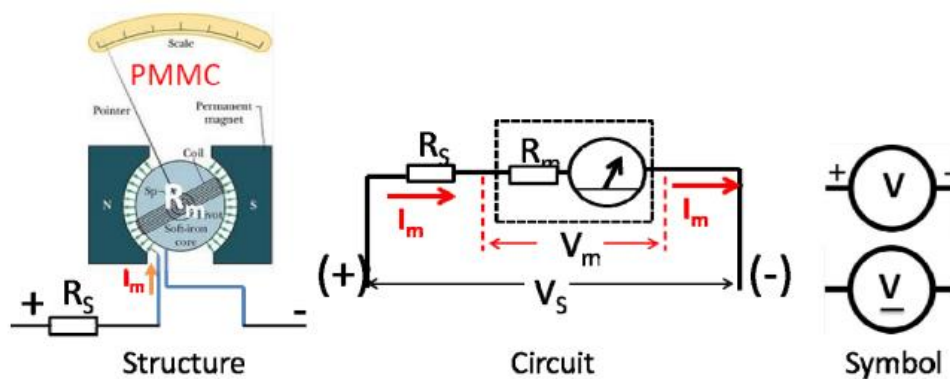
ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ก
3.	ค
4.	ง
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 58
		แผ่นที่ : 1	

1.4.1 โวลต์มิเตอร์ ไฟฟ้ากระแสดตรง (Direct Current Voltmeter))

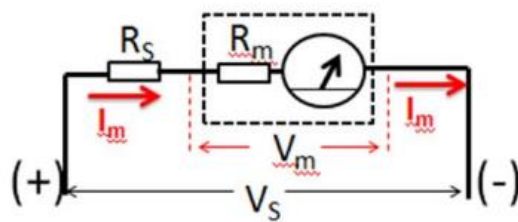
โวลต์มิเตอร์ คือเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า มีทั้งโวลต์มิเตอร์วัด แรงดันไฟสลับ(AC Volt meter) และโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง(DC Volt meter) ในบทเรียนนี้จะกล่าวถึง โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง เท่านั้น โวลต์มิเตอร์จะมี โครงสร้างแบบขดลวดเคลื่อนที่และแม่เหล็ก ถาวร(PMMC) และต่อความต้านทานตัวคูณ (Multiplier resistor, R_S) การที่โวลต์มิเตอร์สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ก็อาศัยปริมาณของ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมป์มิเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของแรงดันที่จ่ายเข้า มา ดังนั้นการวัด ปริมาณ ของแรงดันไฟฟ้าก็ คือ การวัดปริมาณของกระแสไฟฟ้านั่นเอง เพียงแต่เปลี่ยนสเกลหน้าปัดของมิเตอร์ให้แสดงค่าออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าเท่านั้นและ ปรับค่าให้ถูกต้อง กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าโวลต์มิเตอร์จะมีขีดจำกัด ขึ้นอยู่กับค่าการ ทนกระแสได้ของโวลต์มิเตอร์นั่นเอง ดังนั้น เมื่อนำโวลต์มิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟฟ้าค่ามาก ๆ ย่อมส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าโวลต์มิเตอร์มากตามไปด้วยหากมากเกินไป โวลต์มิเตอร์ทนได้ก็ไม่สามารถนำโวลต์มิเตอร์ไปวัดแรงดัน ไฟฟ้านั้นได้โครงสร้าง วงจร ภายใน และสัญลักษณ์ของโวลต์มิเตอร์แสดง ในรูปที่ ๓.๑



รูปที่ ๓.๑ โครงสร้าง วงจรและสัญลักษณ์ของโวลต์มิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 59
		แผ่นที่ : 2	

1.4.2 การคำนวณค่าความต้านทานตัวคูณ(Multiplier)



จากวงจรโวลต์มิเตอร์ในรูปที่ 4-2

เขียนสมการหาค่า R_S ได้ดังต่อไปนี้

R_S คือ ค่าความต้านทานตัวคูณที่ต่ออนุกรมกับ PMMC

R_m คือ ค่าความต้านทานภายในของ PMMC

V_S คือ แรงดันภายนอกที่ต้องการวัดด้วยโวลต์มิเตอร์

V_m คือ แรงดันภายในของ PMMC = $I_m R_m$

$$\begin{aligned}
 V_S &= I_m (R_S + R_m) \\
 R_S &= \frac{V_S - V_m}{I_m}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 60
		แผนที่ : 3	



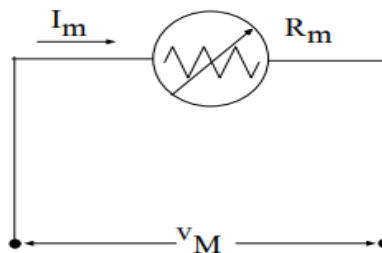
รูปที่ 3.3 โวลต์มิเตอร์

การใช้โวลต์มิเตอร์ก็เช่นเดียวกับแอมมิเตอร์ ซึ่งมี 2 แบบคือ ใช้กับไฟฟ้ากระแสดตรงและไฟฟ้ากระแสดสลับ เมื่อต้องการใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง จุด 2 จุด ในวงจรไฟฟ้ากระแสดตรง จะต้องคำนึงถึง ขั้วบวกและขั้วลบด้วย โดยต่อขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์เข้ากับขั้วบวกของวงจร และต่อขั้วลบของโวลต์มิเตอร์เข้ากับขั้วลบของวงจร การที่กระแสไฟฟ้าไหลอันเนื่องมาจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดก็จะไม่เท่ากัน เช่น ถ่านไฟฉายมีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.5 โวลต์ แบตเตอรี่รถยนต์มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 12 โวลต์ ส่วนสายไฟภายในบ้านมีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 220 โวลต์ทั้งนี้ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นระดับพลังงานไฟฟ้าก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลและเป็นอันตรายต่อชีวิตของมนุษย์มากขึ้นด้วยเช่นกัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ ๖๑
		แผ่นที่ : 4	

1.4.3 วงจรโวลต์มิเตอร์ (Circuit of Moving Coil)

การบายเบนของเครื่องวัดจะขึ้นอยู่กับจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ กระแสที่ขดลวดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันที่ตกคร่อมขดลวด ดังนั้นสเกลแรงดันสามารถที่จะปรับแต่งได้ (Calibrated) เนื่องจากความต้านทานขดลวดที่มีขนาดเล็กและแรงดันตกคร่อมขดลวดจึงมีไม่มาก จึงสามารถใช้วัดแรงดันได้ค่าต่ำๆ แต่ถ้าต้องการขยายย่านวัดให้สูงขึ้นก็สามารถที่จะทำได้โดยการต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับเครื่องวัด ความต้านทานที่ต่ออนุกรมนี้เรียกว่าความต้านทานตัวคูณ (Multiplier resistance)



รูปที่ 3.3 วงจรเทียบเท่าของขดลวดเคลื่อนที่

เมื่อ

- V_m คือแรงดันไฟฟ้าขดลวด (V)
- I_{fs} คือกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (A)
- I_m คือกระแสไฟฟ้าขดลวด (A)
- R_m คือความต้านทานของขดลวด (Ω)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ ๖๒
		แผ่นที่ : 5	

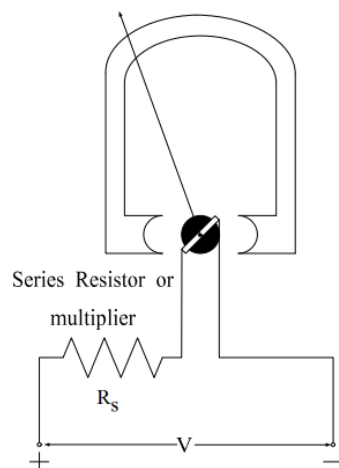
1.4.4 การขยายย่านวัดของโวลต์มิเตอร์ (Extension of Range)

การขยายย่านวัดของขดลวดเคลื่อนที่ให้เป็นดิซีโวลต์มิเตอร์มี 2 วิธีคือ

1. การขยายย่านวัดแบบซิงเกิลหรืออินดิวิดวล (Single or Individual Type)
2. การขยายย่านวัดแบบยูนิเวอร์แซล (Universal Type)

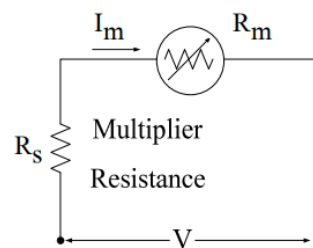
1.4.5 การขยายย่านวัดแบบซิงเกิลหรืออินดิวิดวล (Single or Individual Type)

อนุกรม
เคลื่อนที่
เดิมซึ่งคือ
เป็นอิสระ



ก) โครงสร้างของดิซีโวลต์มิเตอร์

ของวงจร
กับขดลวด
เมสเกลเท่า
อนุกรมแยก



ข) วงจรดิซีโวลต์มิเตอร์

รูปที่ ๓.๕ การขยายย่านวัดของดิซีโวลต์มิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ ๖๓
		แผ่นที่ : 6	

เมื่อกระแสไฟฟ้าขนาด I_m หรือ I_{fs} ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวด V_m จากหลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมจะได้สมการ

$$V = I_m R_s + I_m R_m$$

$$R_s = \frac{1}{I_m} \times V - R_m$$

ถ้าให้ $V = \text{Range}$ แทนใน $R_s = \frac{1}{I_m} \times V - R_m$

จะได้ว่า $R_s = \frac{1}{I_m} \times \text{Range} - R_m$

แทน $S = \frac{1}{I_m} = \frac{1}{I_{fs}}$ ใน $R_s = \frac{1}{I_m} \times \text{Range} - R_m$

จะได้ว่า

$$R_s = S \times \text{Range} - R_m$$

สรุป

$$R_s = \frac{V}{I_m} - R_m$$

$$R_s = \frac{\text{Range}}{I_m} - R_m$$

$$R_s = S \times \text{Range} - R_m$$

เมื่อ

R_s	คือตัวต้านทานอนุกรม Ω
S	คือความไวกระแสไฟฟ้า Ω/V
Range, V	คือแรงดันไฟฟ้าของย่านวัด V
I_m	กระแสไฟฟ้าขนาด A
R_m	คือความต้านทานขดลวด Ω



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า
กระแสดตรง

โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 7

หน้าที่
๖๔

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 65
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.4 โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้



ตำแหน่งเข็ม	ย่านการวัดค่าแอมมิเตอร์ (ช่วงบวก)	ค่าที่อ่านได้	ค่าในหน่วยแอมแปร์ (A)
1	5 A		
2	5 A		
3	500 mA		
4	500 mA		
5	500 mA		

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 66
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.4 โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

คำชี้แจง : จงเติมค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้



ตำแหน่งเข็ม	ย่านการวัดค่าแอมมิเตอร์ (ชั้นบวก)	ค่าที่อ่านได้	ค่าในหน่วยแอมแปร์ (A)
1	5 A		
2	5 A		
3	500 mA		
4	500 mA		
5	500 mA		

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 67
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.4

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 5ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายหลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง

1. โวลต์มิเตอร์ มีไว้วัดค่าทางไหนของวงจรไฟฟ้า
 - ก. แรงดันไฟฟ้า
 - ข. กระแสไฟฟ้า
 - ค. กำลังไฟฟ้า
 - ง. ค่าของทองแดง
2. โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง มีลักษณะการวัดแบบไหน
 - ก. อนุกรม
 - ข. ขนาน
 - ข. ผสม
 - ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
3. Direct Current Voltmeter มีความหมายตรงกับตัวเลือกใด
 - ก. โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ
 - ข. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง
 - ข. โวลต์มิเตอร์กระแสดตรง
 - ง. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
4. โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง ใช้วัดกระแสแบบไหน
 - ก. กระแสดตรง
 - ข. กระแสสลับ
 - ข. กระแสไฟฟ้าแรงสูง
 - ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูกต้อง
5. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดที่เข็มชี้ป้ายเบนได้สองทิศทาง
 - ก. กัลป์วานอมิเตอร์
 - ค. โวลต์มิเตอร์
 - ข. แอมป์มิเตอร์
 - ง. โอห์มมิเตอร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดตรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง	ใบกระดษค้ำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 68
		แผ่นที่ : 1	

กระดษค้ำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.4

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักรักษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

หรือสร้างแบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพื่อ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดียวกัน

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 1 : หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสดรง โมดูลย่อย 1.4 : โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรง	ใบเฉลย แบบทดสอบหลังเรียน	หน้าที่ 69
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.4

ข้อ	คำตอบ
1.	ก.
2.	ก.
3.	ค.
4.	ค.
5.	ง.



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104 - 2001

โดย

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 2

เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

โดย

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสดตรง โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตนเอง ด้านหลักการหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อนำไปสู่การเรียนการสอน สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งประกอบไปด้วยหลักการ ทำงานเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จำนวนน้อย ๆ โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละ หัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ ประเมินผลปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อน เรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับ หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำเพื่อไป ปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

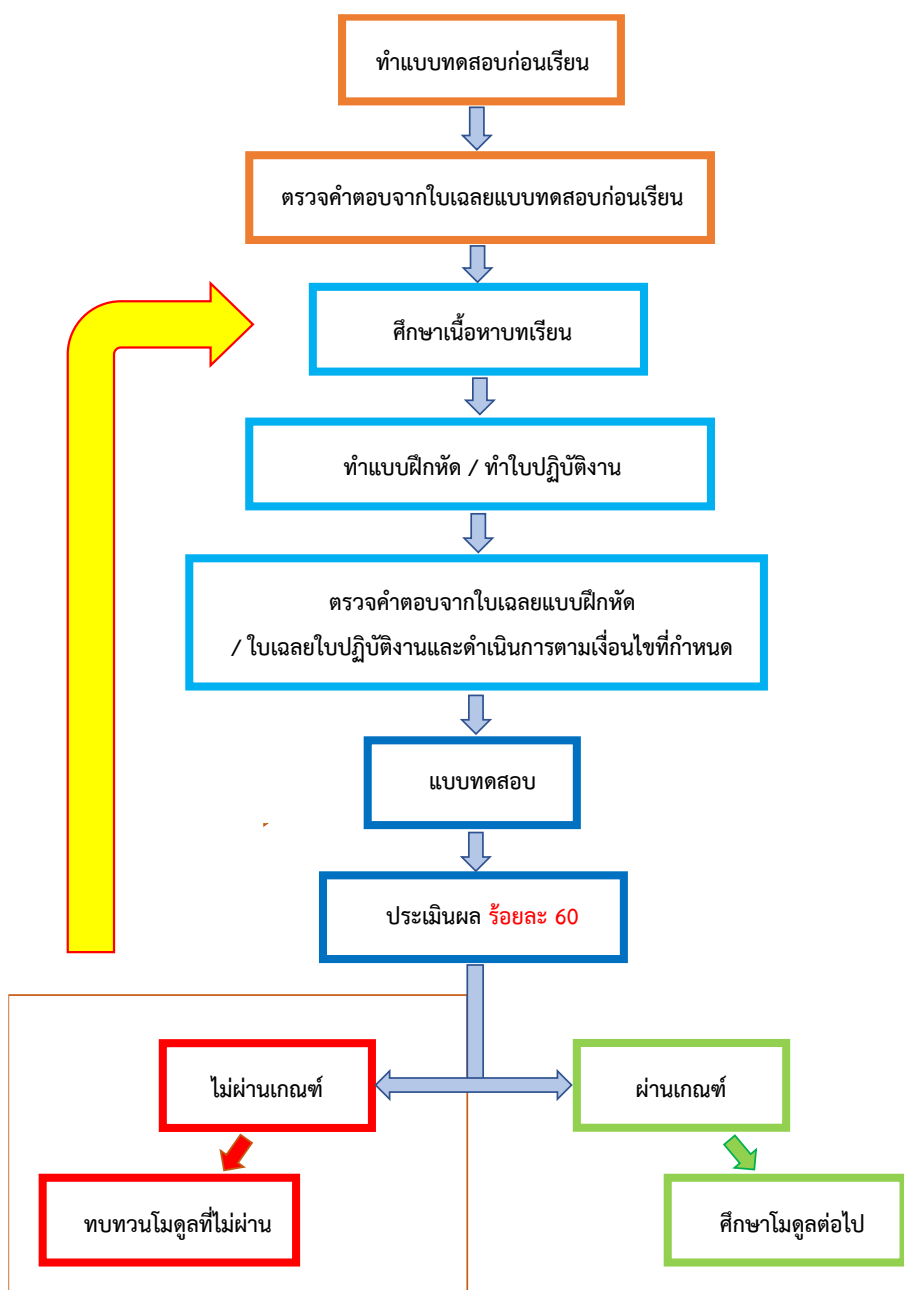
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบจุดประสงค์	
ใบเนื้อหา	
ใบแบบฝึกหัด	
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
ใบสั่งงาน	
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้คัมมบระบบขดลวด เคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบ ไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการทำงานที่ต่าง จากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้คัมมบไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้า กระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

- 17.ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
- 18.ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
- 19.ใบจุดประสงค์
- 20.ใบเนื้อหา
- 21.ใบแบบฝึกหัด
- 22.ใบเฉลยแบบฝึกหัด
- 23.ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
- 24.ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

13. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
14. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
15. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
16. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

21. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
22. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
23. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
24. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
25. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

26. เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
27. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
28. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
29. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
30. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้คัมระบบขดลวด เคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบ ไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการการทำงานที่ต่าง จากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้คัมไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้า กระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไปนี้

บทเรียนโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยในแต่ละหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบกระดาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่

ค. เทอร์โมคัปเปิล

ข. ขดลวดความร้อน

ง. ไม่มีข้อ ถูก

3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Insulating bead

4. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบไฟฟ้าสถิต

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Coil spring

5. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ก. Field coil

ค. Coil spring

ข. Moving coil

ง. Insulating bead

6. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดมีโครงสร้างเหมือนกับ PMMC แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

7. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน มีตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไป

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

8. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ input ของแผ่นตัวนำทั้งสองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองเกิดแรงบิดและทำให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปด้วย

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ PMMC ทำให้ทิศทางของเข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปตามรูปคลื่นไซน์ (sinewave) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้งานได้ต้องการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

10. โครงสร้างของเครื่องวัด ประกอบด้วยแผ่น เหล็กอ่อน 2 แผ่นคือ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่และแผ่นเหล็กอยู่กับที่ โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับ ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด

ก. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่

ค. เทอร์โมคัปเปิล

ข. ขดลวดความร้อน

ง. ไม่มีข้อ ถูก

3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Insulating bead

4. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบไฟฟ้าสถิต

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Coil spring

5. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ก. Field coil

ค. Coil spring

ข. Moving coil

ง. Insulating bead

6. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดมีโครงสร้างเหมือนกับ PMMC แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

7. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดไดอาคัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน มีตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไป

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

8. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ input ของแผ่นตัวนำทั้งสองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองเกิดแรงบิดและทำให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปด้วย

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ PMMC ทำให้ทิศทางของเข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปตามรูปคลื่นไซน์ (sinewave) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้งานได้ต้องการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

10. โครงสร้างของเครื่องวัด ประกอบด้วยแผ่น เหล็กอ่อน 2 แผ่นคือ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่และแผ่นเหล็กอยู่กับที่ โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับ ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได

ก. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

10. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

บทนำ

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้กับระบบขดลวดเคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการทำงานที่ต่างจากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้กับไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไปนี้

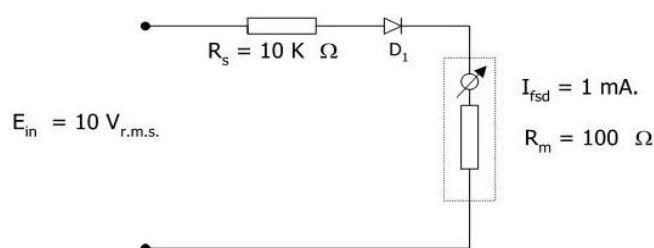
3.1 โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแส

เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสจะมีส่วนเคลื่อนที่เป็นแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil : PMMC) ซึ่งได้กล่าวแล้วในหน่วยที่ 2 เป็นเครื่องวัดแบบมีขั้วตายตัว และตอบสนองต่อปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น เมื่อป้อนกระแสสลับความถี่ต่ำ เช่น 0.1 เฮิรตซ์ ผ่านเครื่องวัดแบบ PMMC เข็มของเครื่องวัดจะเบี่ยงเบนตามค่าชั่วขณะที่เพิ่มขึ้นและลดลงของกระแสสลับ แต่สำหรับกระแสสลับที่มีความถี่สูงกว่านี้ เช่น 50-60 เฮิรตซ์ กลไกหน่วงแรงและโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบเคลื่อนที่ของเครื่องวัดทำให้เข็มเคลื่อนที่ไม่ทันการเปลี่ยนแปลงของกระแสสลับ และจะทำให้เข็มของมิเตอร์ชี้บอกค่าเฉลี่ยของกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่แทน กรณีที่กระแสสลับเป็นรูปคลื่นหรือฟังก์ชันของไซน์จะได้ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ เข็มชี้ของเครื่องมือวัดแบบนี้จึงชี้ค่าศูนย์ แม้ว่ากระแสสลับไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่อยู่ที่ตาม ดังนั้นเมื่อต้องการให้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่สามารถวัดกระแสสลับได้ จำเป็นจะต้องเปลี่ยนไฟกระแสสลับให้เป็นปริมาณที่เครื่องวัดสามารถตอบสนองและแสดงค่าได้ถูกต้องโดยการต่อวงจรเรียงกระแสเข้ากับระบบเคลื่อนที่และปรับเทียบให้อ่านค่ากระแสสลับได้ถูกต้อง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

3.1.1 โวลต์มิเตอร์กระแสสลับแบบเรียงกระแส

โวลต์มิเตอร์แบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier Voltmeter)



รูปที่ 3.1 เครื่องมือวัดแบบ D' Arsonval ต่อแบบครึ่งคลื่น

จากรูปที่ 3.1 ความไวของโวลต์มิเตอร์ (DC. Sensitivity) คือ

$$S = \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{1\text{mA}} = 1\text{k}\Omega/\text{V} \quad (3.1)$$

สมมติว่าไดโอดที่ใช้เป็นไดโอดแบบอุดมคติ และระบบเคลื่อนที่ที่ต้องการค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 10 โวลต์ จึงจะทำให้เข็มชี้แสดงค่าเบี่ยงเบนเต็มสเกลต่อวงจรดังรูปที่ 3.1 ดังนั้นถ้าแทน 10 V_{dc} ด้วยแรงดันรูปไซน์ 10 V_{rms} ด้านขาเข้า แรงดันที่ตกคร่อมมิเตอร์จะเป็นแรงดันครึ่งบวกหรือครึ่งลบของรูปคลื่นเท่านั้นเพราะรูปคลื่น ไซน์ผ่านไดโอดเรียงกระแสซึ่งจะยอมให้กระแสไหลผ่านทิศทางเดียว ค่ายอดสูงสุดของคลื่นไซน์ 10 V_{rms} หาได้จากสมการ

$$E_p = 10\text{ V}_{rms} \times \sqrt{2} = 14.14\text{ V}$$

เนื่องจากมิเตอร์แบบ PMMC เป็นมิเตอร์กระแสตรงดังนั้นจะตอบสนองกับค่าเฉลี่ยคลื่น ไซน์ของไฟสลับ (เทียบเท่ากับไฟฟ้กระแสตรง) ซึ่งมีค่าเป็น 0.318 เท่าของค่าสูงสุด เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$E_{ave} = E_{dc} = \frac{E_p}{\pi} = 0.318 E_p$$

$$\text{หรือ} \quad E_{ave} = E_{ave} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_{rms}}{\pi} = 0.45 E_{rms} \quad (3.2)$$

ไดโอดจะทำให้มีแรงดันคร่อมระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์เพียงครึ่งคลื่น จะเห็นว่าถ้าต่อระบบเคลื่อนที่นี้เป็นเครื่องวัดกระแสสลับ จะมีความไวต่ำกว่าเครื่องวัดกระแสตรงประมาณ 45 % ของความไวกระแสตรง เช่น ต้องการให้เข็มเบี่ยงเบนเต็มสเกลโดยใช้แรงดันขาเข้าเป็น 10 V_{rms} ต้องลดค่าความต้านทานจำกัดกระแสลง 45 % ของค่าที่ใช้ในเครื่องวัดกระแสตรงด้วย สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

$$\text{หรือ} \quad R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{dc}} - R_m \quad (3.3)$$

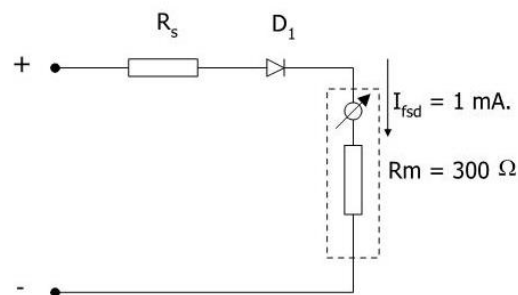
$$\text{ดังนั้น} \quad S_{ac} = 0.45 S_{dc} \quad (3.4)$$

ตัวอย่างที่ 3.1 จงหาค่าความต้านทานสำหรับพิสัย 10 V_{rms} จากรูปที่ 3.2 โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$1) \quad S = \frac{1}{I_{fsd}} \quad \text{สมการ (3.1)}$$

$$2) \quad S_{ac} = 0.45 S_{dc} \quad \text{สมการ (3.4)}$$

$$3) \quad R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{fsd}} - R_m \quad \text{สมการ (3.3)}$$



รูปที่ 3.2

วิธีคิด

$$1) \quad S = \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{1 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega / \text{V}$$

$$\therefore R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m = 1 \text{ k}\Omega / \text{V} \times 0.45 E_{rms} - R_m = 1 \text{ k}\Omega / \text{V} \times 4.5 \text{ V} - 300 \Omega = 4.2 \text{ k}\Omega$$

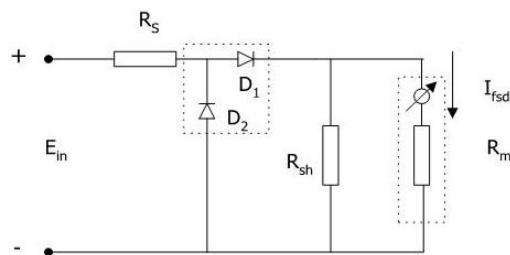
$$2) \quad S_{ac} = 0.45 S_{dc} = 0.45 \times \frac{1}{I_{fsd}} = 0.45 \times \frac{1}{1 \text{ mA}} = 450 \Omega / \text{V}$$

$$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m = 450 \Omega / \text{V} \times 10 \text{ V} - 300 \Omega$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 4	

$$\begin{aligned}
 &= 4.2 \text{ k}\Omega \\
 3) \quad R_s &= \frac{0.45 E_{\text{rms}}}{I_{\text{fsd}}} - R_m \\
 &= \frac{0.45 \times 10 \text{ V}_{\text{rms}}}{1 \text{ mA}} - 300 \Omega \\
 &= \frac{4.5 \text{ V}}{1 \text{ mA}} - 300 \Omega = 4.5 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

ในทางการค้าจะจัดให้ไดโอดอยู่ในชุดเดียวกันเรียกว่า “Instrument Rectifier” ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ขณะด้านเข้าเป็นคลื่นครึ่งบวก D_2 จะได้รับไบอัสกลับ และเมื่อคลื่นลบเข้าจะได้รับไบอัสตรงเป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลของ D_1 แทนที่จะต้องผ่านระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ และความต้านทานขนาน (Shunt) ซึ่งค่าความต้านทานขนานจะพอไว้เพื่อให้มิเตอร์ทำงานอยู่ในช่วงเชิงเส้นดีขึ้นที่พิสัยต่ำ ๆ แต่ความไวของมิเตอร์ก็จะลดลงด้วยซึ่งเป็นข้อเสียของการต่อความต้านทานขนานนี้ ลักษณะการต่อวงจรจะเป็นดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3

ตัวอย่างที่ 3.2 จากรูปที่ 3.3 กำหนดให้ D_1, D_2 มีค่าความต้านทานเฉลี่ยขณะได้รับไบอัสตรง 50 โอห์ม และขณะได้รับไบอัสกลับ เป็น ∞ จงคำนวณหา

- 1) ค่าความต้านทาน R_s
- 2) ความไวกระแสสลับ
- 3) ความไวกระแสตรง

เมื่อ $R_{sh} = 200 \Omega$, $I_{fsd} = 100 \mu\text{A}$ และ $R_m = 200 \Omega$, $E_{in} = 10 \text{ V}_{\text{rms}}$

วิธีคิด

$$\begin{aligned}
 1) \quad I_{sh} &= \frac{I_m R_m}{R_{sh}} = \frac{100 \mu\text{A} \times 200 \Omega}{200 \Omega} = 100 \mu\text{A} \\
 I_T &= I_{sh} + I_m = 200 \mu\text{A} + 200 \mu\text{A} = 400 \mu\text{A} \\
 E_{dc} &= 0.45 E_{\text{rms}} = 0.45 \times 10 \text{ V} = 4.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ค.ต.ท. ทั้งหมดของมิเตอร์คือ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 5	

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_s + R_d + \frac{R_m R_{Sh}}{R_m + R_{Sh}} \\
 &= \frac{E_{dc}}{I_T} = \frac{4.5V}{200\mu A} = 22.5 \text{ k}\Omega \\
 \text{ดังนั้น} \quad R_s &= R_T - R_d - \frac{R_m R_{Sh}}{R_m + R_{Sh}} \\
 &= 22.5 \text{ k}\Omega - 50\Omega - \frac{200\Omega \times 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} \\
 &= 22.35 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

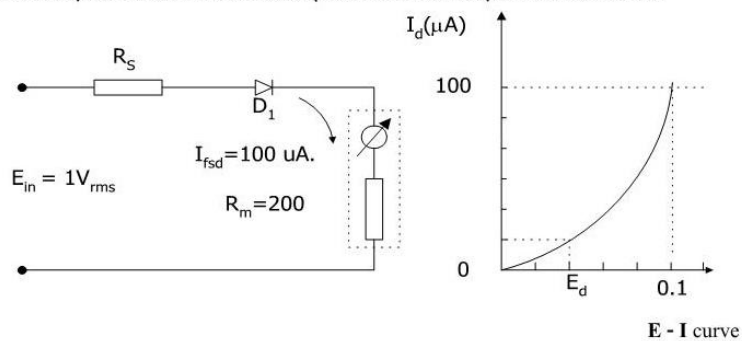
2) ความไวกระแสสลับ

$$S_{ac} = \frac{R_T}{\text{Range}} = \frac{22.5\text{k}\Omega}{10V} = 2.25 \text{ k}\Omega / V$$

3) ความไวกระแสตรง

$$\begin{aligned}
 S_{dc} &= \frac{1}{I_T} = \frac{1}{200\mu A} = 5 \text{ k}\Omega / V \\
 \text{หรือ} \quad S_{dc} &= \frac{S_{ac}}{0.45} = \frac{22.5\text{k}\Omega / V}{0.45} = 5 \text{ k}\Omega / V
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3.3 จากรูปที่ 3.4 ไดโอดมี ค.ต.ท. สติคย์ 1 k Ω เมื่อกระแสเบี่ยงเบนเต็มสเกล 100 μ A. โหลดผ่านตัวมัน จาก E-I Curve จงคำนวณหาค่า R_s โดยคิดค่าความต้านทานของไดโอด และหาค่าความต้านทานไดโอดเมื่อกระแสผ่านตัวมัน 20 μ A. พร้อมทั้งค่าแรงดันอินพุตที่ทำให้กระแส 20 μ A. โหลดในเครื่องวัด



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 6	

วิธีคิด ค่าความต้านทาน R_s หาได้คือ

$$R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{dc}} - (R_m + R_d)$$

$$= 4.5 \text{ k}\Omega - 1.2 \text{ k}\Omega = 3.3 \text{ k}\Omega$$

ค่าความต้านทานสถิตที่ $20 \mu\text{A}$ คือ

$$R_d = \frac{E_d}{I_d} = \frac{0.04 \text{ V}}{20 \mu\text{A}} = 2 \text{ k}\Omega$$

ความต้านทานรวมของวงจรคือ

$$R_T = R_s + R_d + R_m$$

$$= 3.3 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 200 \Omega = 5.5 \text{ k}\Omega$$

แรงดันไฟตรงที่ทำให้กระแสไหล $20 \mu\text{A}$ คือ

$$E_{dc} = I_{dc} \times R_T$$

$$= 20 \mu\text{A} \times 5.5 \text{ k}\Omega = 0.11 \text{ V}$$

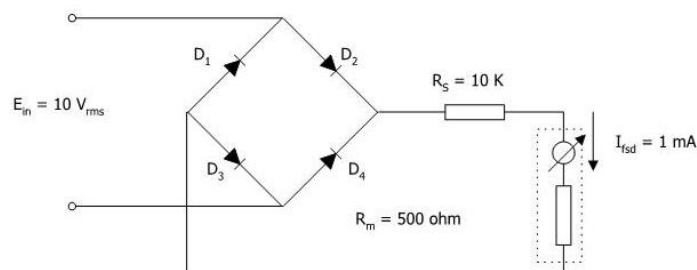
แรงดันด้านเข้าที่ทำให้กระแสไหล $20 \mu\text{A}$ คือ

$$E_{in} = \frac{E_{dc}}{0.45} = \frac{0.11 \text{ V}}{0.45} = 0.23 \text{ V}_{rms}$$

ถ้าค่าความต้านทาน R_d ไม่เปลี่ยนแปลงจะได้ค่าแรงดัน $E_{in} \approx 0.04 / 0.45 = 0.09 \text{ V}$ ผิดพลาดไป
 $= 22 \%$

โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full-Wave Rectifier Voltmeter)

เมื่อต่อเครื่องวัดกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะทำให้มีความไวเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบครึ่งคลื่นสองเท่า โดยต่อเป็นวงจรแบบบริดจ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นร่วมกับระบบเคลื่อนที่แบบ D' Arsonval

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 7	

จากรูปที่ 3.5 ค่าแรงดันยอด (Peak Value) ของ 10 V_{rms} จะคำนวณได้เช่นเดียวกับการต่อแบบครึ่งคลื่นคือ

$$E_p = \sqrt{2} E_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times 10 = 14.14\text{ V}_{\text{peak}}$$

ค่าเฉลี่ยหรือ V_{dc} ของรูปคลื่นก็จะมีค่าเป็นสองเท่าของการต่อแบบครึ่งคลื่นดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\text{av}} &= 2\sqrt{2} E_{\text{rms}} = \frac{2E_p}{\pi} \\ &= 0.636 \times 14.14 = 8.99\text{ V.} \approx 9\text{ V.} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} \quad E_{\text{av}} = 0.9 \times E_{\text{rms}} = 0.9 \times 10\text{ V} = 9\text{ V.}$$

$$S_{\text{ac}} = 0.9 S_{\text{dc}} \quad (3.5)$$

จะเห็นว่าแรงดัน 10 V_{rms} มีค่าเทียบเท่ากับแรงดันไฟตรง 9 V เมื่อใช้วงจรแบบเต็มคลื่น ซึ่งจะทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนไปเพียง 90% ของค่าเต็มสเกล นั่นหมายความว่าเครื่องวัดมีความไว $= 90\%$ ของค่าความไวกระแสดตรง ดังนั้นวงจรจะใช้ค่าความต้านทาน $R_s = 90\%$ ของค่า R_s ที่ใช้สำหรับแรงดัน 10 V_{dc} หาค่าได้จากสมการ

$$R_s = S_{\text{ac}} \times \text{Range} - R_m \quad (3.6)$$

ตัวอย่างที่ 3.4 จากรูปที่ 3.5 จงคำนวณหาค่า R_s สำหรับพิสัย 10 V_{rms} ของมิเตอร์

วิธีคิด

$$S_{\text{dc}} = \frac{1}{I_{\text{fsd}}} = \frac{1}{1\text{mA}} = \frac{1\text{k}\Omega}{\text{V}}$$

$$S_{\text{ac}} = 90\% \text{ ของ } S_{\text{dc}}$$

$$\therefore S_{\text{ac}} = 0.9 S_{\text{dc}} = 0.9 \times 1\text{k}\Omega / \text{V} = 900\Omega / \text{V}$$

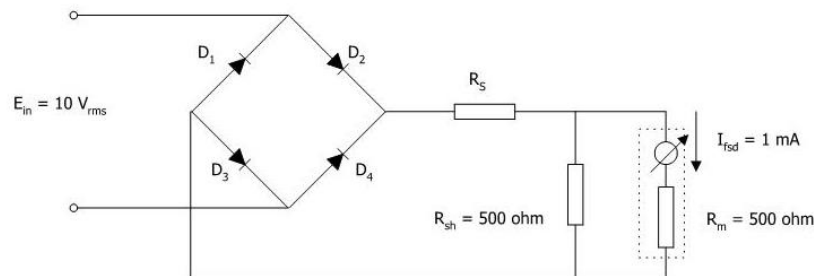
$$R_s = S_{\text{ac}} \times \text{Range} - R_m$$

$$= 900\Omega / \text{V} \times 10\text{ V}_{\text{rms}} - 500\Omega = 8.5\text{ k}\Omega$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 8	

ตัวอย่างที่ 3.5 จากรูปที่ 3.6 เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรง $R_d = 50 \Omega$ และเมื่อได้รับไบอัสกลับทาง $R_d =$ จงคำนวณหา

- 1) ความต้านทาน R_s
- 2) ความไวกระแสสลับ
- 3) ความไวกระแสตรง



รูปที่ 3.6

วิธีคิด

- 1) ความต้านทาน R_s

$$I_{sh} = \frac{E_m}{R_{sh}} = \frac{1\text{mA} \times 500\Omega}{500\Omega} = 1\text{mA}$$

และ $I_T = I_{sh} + I_m = 1\text{mA} + 1\text{mA} = 2\text{mA}$

$$E_{dc} = 0.9 \times 10\text{V}_{rms} = 9\text{V}$$

$$R_T = \frac{E_{dc}}{I_T} = \frac{9\text{V}}{2\text{mA}} = 4.5\text{k}\Omega$$

$$R_s = R_T - 2R_d - \frac{R_m R_{sh}}{R_m + R_{sh}}$$

$$= 4.5\text{k}\Omega - 2 \times 50\Omega - \frac{500\Omega \times 500\Omega}{1000\Omega} = 4.15\text{k}\Omega$$

- 2) ความไวไฟฟ้ากระแสสลับ (S_{ac})

$$S_{ac} = \frac{R_T}{\text{Range}} = \frac{4500\Omega}{10\text{V}} = 450\Omega/\text{V}$$

- 3) ความไวไฟฟ้ากระแสตรง (S_{dc})

$$S_{dc} = \frac{1}{I_T} = \frac{1}{2\text{mA}} = 500\Omega/\text{V}$$

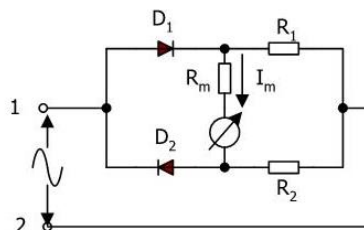
หรือ $S_{dc} = \frac{S_{ac}}{0.9} = \frac{450\Omega/\text{V}}{0.9} = 500\Omega/\text{V}$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 9	

ซึ่งค่าต่าง ๆ จะใช้ให้กับรูปคลื่นไซน์ สำหรับสัญญาณที่เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยม หรือ ฟันเลื่อยหากใช้สมการต่าง ๆ เหล่านี้จะได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

โวลต์มิเตอร์ต่อแบบเรียงกระแสครึ่งบริดจ์ (Half-Bridge Full-Wave Rectifier Voltmeter)

โวลต์มิเตอร์กระแสสลับที่ใช้วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งบริดจ์ เนื่องจากใช้ไดโอดเพียงสองตัวและอีกสองตัวที่เหลือจะแทนด้วยความต้านทานจึงเรียกว่าเป็นแบบครึ่งบริดจ์วงจรนี้จะทำให้มิเตอร์มีกระแสผ่านเต็มคลื่นแต่ขณะเดียวกันก็มีกระแสบางส่วนไม่ผ่าน (Bypasses) ระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7

การทำงาน

การทำงานของวงจรรูปที่ 3.7 อธิบายได้โดยเริ่มจากเมื่อมีคลื่นกระแสสลับครึ่งด้านบวกเข้ามาระหว่างขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_1 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับไบอัสตรงและ D_2 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัสกลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 1 ผ่านไดโอด D_1 และระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านความต้านทาน R_2 ไปยังขั้วหมายเลข 2 ขณะเดียวกันจะเห็นว่าความต้านทาน R_1 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทาน R_2 สรุปได้ว่ากระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านไดโอด D_1 ผ่าน ความต้านทาน R_1 และบางส่วนขนาดเล็กไม่เกินไปกีดของระบบเคลื่อนที่ไหลผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m และความต้านทาน R_2

เมื่อมีคลื่นกระแสสลับครึ่งด้านลบเข้ามาระหว่างขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_2 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับไบอัสตรงส่วน D_1 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัสกลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 2 ผ่าน R_1 ผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านไดโอด D_2 ไปยังขั้วหมายเลข 1 ขณะเดียวกันจะเห็นว่าความต้านทาน R_2 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมกับความต้านทาน R_1 ดังนั้นกระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านความต้านทาน R_2 ผ่านไดโอด D_2 เหลือบางส่วนที่ไม่เกินไปกีดของระบบเคลื่อนที่ผ่าน R_1 และ R_m นั่นเอง

ความต้านทาน R_1 และความต้านทาน R_2 จะเปลี่ยนกันทำหน้าที่เป็น R_{sh} คล้ายกับในรูปที่ 3.6 (ตัวอย่างที่ 3.5) ซึ่งมีข้อดีคือช่วยให้ไดโอดทำงานอยู่ในช่วงเชิงเส้น แต่ก็จะทำให้ความไวของเครื่องมือวัดลดลงด้วยเช่นกัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 10	

3.1.2 ความต้านทานขยายพิสัย

ค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะหาได้จากสมการ (3.3) โดยที่ E_{rms} ในสมการคือย่านหรือพิสัยการวัด ส่วน R_m คือความต้านทานรวมของระบบเคลื่อนที่ D'Arsonval

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

หรือ

$$R_s = \frac{0.45E_{dc}}{I_{dc}} - R_m \quad (3.3)$$

สำหรับค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval เมื่อใช้ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะหาได้จากสมการ (3.5) และ (3.6) โดยที่ Range ในสมการ (3.6) คือ E_{rms} หรือย่านการวัดนั่นเอง

$$S_{ac} = 0.9 S_{dc} \quad (3.5)$$

$$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m \quad (3.6)$$

3.2 แอมมิเตอร์แบบเรียงกระแส

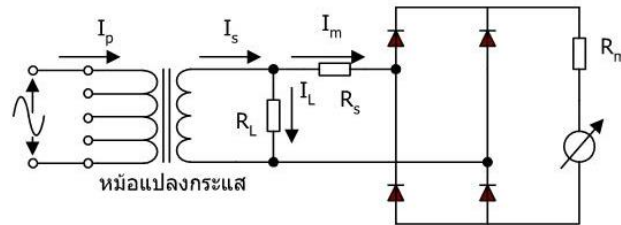
แอมมิเตอร์กระแสตรงจะมีค่าความต้านทานต่ำเช่นกัน แอมมิเตอร์กระแสสลับก็ต้องการให้มีความต้านทานค่าต่ำ ๆ ด้วย เพราะการวัดกระแสจะต้องต่ออนุกรมกับวงจรเพื่อให้มีแรงดันตกคร่อมแอมมิเตอร์มีค่าต่ำมาก ๆ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณไม่เกิน 100 มิลลิโวลต์ ดังนั้นหากใช้วงจรเรียงกระแสที่ใช้ไดโอดแบบเยอรมันเนียมจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดอย่างน้อย 0.3 โวลต์ และ 0.7 โวลต์ถ้าเป็นซิลิคอนไดโอด เมื่อต่อวงจรเป็นแบบเต็มคลื่นจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอด 0.3 ถึง 1.4 โวลต์ จะเห็นว่าแรงดันตกเกินค่าที่ต้องการ (100 มิลลิโวลต์) ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสสำหรับใช้วัดกระแสสลับโดยตรง

การใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) จะทำให้ความต้านทานของแอมมิเตอร์และแรงดันตกคร่อมที่ขั้วต่อมีค่าต่ำลง หม้อแปลงจะช่วยเพิ่มแรงดันด้านเพื่อให้ได้แรงดันสูงพอที่จะให้วงจรเรียงกระแสทำงานได้ ขณะเดียวกันก็จะลดกระแสจากด้านเข้าให้เป็นกระแสด้านออกที่มีขนาดที่ไม่เกินพิสัยของระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบ D'Arsonval หรือ PMMC และสิ่งสำคัญเมื่อใช้หม้อแปลงกระแสในวงจรแอมมิเตอร์ก็จะต้องคำนึงถึงอัตราส่วนหม้อแปลง $I_p/I_s = N_s/N_p$ ด้วย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 11	

3.2.1 การทำงานและการคำนวณค่าความต้านทานขยายพิสัย

การขยายย่านการวัดทำได้โดยการต่อความต้านทานขนานเข้ากับระบบเคลื่อนที่ที่ต่ออยู่กับวงจรเรียงกระแส โดยต่อความต้านทานค่าที่เที่ยงตรงสูง R_L ทางด้านออกของหม้อแปลงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แอมมิเตอร์ใช้หม้อแปลงกระแส วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและระบบเคลื่อนที่ PMMC

การเลือกค่าความต้านทาน R_L ใช้วิธีคำนวณเหมือนกับการขยายพิสัยกระแสของแอมมิเตอร์กระแสตรง (หัวข้อ 2.3.2 หน่วยที่ 2) เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสส่วนเกินความต้องการ (สูงสุด) ของระบบเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 3.6 เครื่องมือวัดแบบ PMMC ต้องการกระแส (เฉลี่ย) เต็มสเกลเพียง 100 ไมโครแอมแปร์ หม้อแปลงกระแสมี $N_s = 2000$ รอบ และ $N_p = 5$ รอบ ถ้ากระแสด้านขดลวดปฐมภูมิคือ 1 มิลลิแอมแปร์ กระแสใช้งาน (rms) ด้านปฐมภูมิเป็น 100 มิลลิแอมแปร์ จงหากระแสใช้งานด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงว่ามีค่าเท่าไร ?

วิธีคิด

$$I_s = \frac{5}{2000} \times 100 \text{ mA} = 250 \mu\text{A}$$

หรือ

$$I_{s(\text{avg})} = \frac{1}{1.11} \times 250 \mu\text{A} = 225.2 \mu\text{A}$$

จากตัวอย่างที่ 3.6 ระบบเคลื่อนที่ที่ต้องการกระแสเพียง 100 ไมโครแอมแปร์ เพื่อให้เข็มชี้เบี่ยงเบนเต็มสเกล ส่วนกระแสที่เกิดขึ้นคือ $225.2 - 100 = 125.2$ ไมโครแอมแปร์ จะไหลผ่านความต้านทาน R_L ที่ได้จากวิธีการคำนวณ ซึ่งศึกษาได้จากตัวอย่างที่ 3.7 คล้ายกับหัวข้อที่ 2.3.2 ในหน่วยที่ 2

ตัวอย่างที่ 3.7 แอมมิเตอร์แบบเรียงกระแสดังรูปที่ 3.8 เมื่อมีกระแสด้านปฐมภูมิ 250 มิลลิแอมแปร์ จะทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนเต็มสเกล เมื่อระบบเคลื่อนที่ PMMC ใช้ค่ากระแสเต็มสเกล $I_{fsd} = 1$ มิลลิแอมแปร์ มีค่าความต้านทานภายใน $R_m = 1700$ โอห์ม ส่วนหม้อแปลงกระแสมีขดลวดทุติยภูมิ 500 รอบ และขดลวดปฐมภูมิ 4 รอบ ไดโอดแต่ละตัวมีแรงดันคัตต้อน 0.7 โวลต์ และความต้านทานอนุกรม R_s มีค่า = 20 กิโลโอห์ม จงคำนวณหา R_L ที่ใช้ว่ามีค่ากี่โอห์ม ?

วิธีคิด กระแสแอมมิเตอร์สูงสุด

$$I_m = \frac{I_{(av)}}{0.637} = \frac{1 \text{ mA}}{0.637} = 1.57 \text{ mA}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 12	

แรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sec(p)}} &= I_m (R_s + R_m) + 2 V_d \\
 &= 1.57 \text{ mA}(20 \text{ k}\Omega + 1700 \Omega) + 1.4 \text{ V} \\
 &= 35.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันใช้งานด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sec(rms)}} &= (0.707 \times 35.5 \text{ V}) \\
 &= 25.1 \text{ V}
 \end{aligned}$$

กระแสใช้งานของมิเตอร์

$$\begin{aligned}
 I_{\text{m(rms)}} &= 1.11 I_{\text{m(avg)}} \\
 &= 1.11 \times 1 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

กระแสใช้งานด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 I_{\text{s(rms)}} &= I_p \frac{N_p}{N_s} \\
 &= 250 \text{ mA} \times \frac{4}{500} \\
 &= 2 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_L &= I_s - I_m \\
 &= 2 \text{ mA} - 1.11 \text{ mA} \\
 &= 0.89 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_L &= \frac{V_{\text{sec(rms)}}}{I_L} \\
 &= \frac{25.1 \text{ V}}{0.89 \text{ mA}} \\
 &= 28.2 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

พิสัยของเครื่องวัดสามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สวิตช์เลือกเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_L ให้เป็นค่าที่เหมาะสมค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณซึ่งจะทำให้สามารถใช้วัดกระแสในแต่ละพิสัยได้ นอกจากวิธีนี้เรายังสามารถเปลี่ยนพิสัยของการวัดกระแสของเครื่องวัดได้อีกวิธีหนึ่ง คือ ทำการเปลี่ยนตำแหน่งขั้วต่อแยก (Tap) ของขดลวดด้านปฐมภูมิหม้อแปลงกระแสให้มีจำนวนรอบต่างกัน ดังแสดงขั้วต่อแยกในรูปที่ 3.8

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 13	

3.3 เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก

3.3.1 หลักการทำงานและการใช้งานวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า

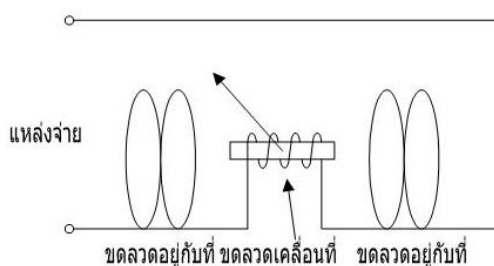
อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอยู่กับที่ 2 ชุดใช้แทนขั้วแม่เหล็กถาวรในเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ และมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ต่ออนุกรมกันดังแสดงในรูปที่ 3.9 เมื่อปล่อยให้กระแสผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กและขดลวดเคลื่อนที่ที่เกิดแรงจากแม่เหล็กไฟฟ้าในส่วนเคลื่อนที่ เรานิยมเรียกเครื่องวัดชนิดนี้ว่าอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

เครื่องวัดชนิดนี้ใช้วัดได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์มาตรฐานต่าง ๆ เช่น โวลต์มิเตอร์ วาร์มิเตอร์ เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ มิเตอร์วัดความถี่ และเครื่องมือวัดถ่ายทอด (Transfer Instruments) แต่เนื่องจากมีการใช้กำลังสูง ไม่นิยมใช้เป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ ปัจจุบันนิยมเพียงใช้ทำเป็นวัตต์มิเตอร์

เครื่องวัดถ่ายทอด หมายถึงเครื่องวัดที่ทำการปรับเทียบ (Calibrated) ด้วยปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงแล้วสามารถนำไปใช้วัดค่าไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยไม่ต้องปรับปรุ้งแก้ไขแล้ว ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดแสดงค่าได้ถูกต้องทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ โดยมีความถูกต้องของการวัดอยู่ในช่วงความถี่ 0 - 125 เฮิรตซ์

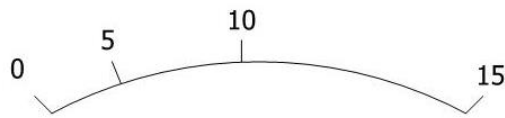
อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์จะมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถทนกระแสสูงถึง 100 mA โดยไม่ต้องต่อความต้านทานแบ่งกระแส (Shunt) นั่นคือขนาดตัวนำที่ใช้ก็จะต้องโตพอและจะทำให้มีน้ำหนักมากกว่าระบบเคลื่อนที่ธรรมดาเป็นสาเหตุให้มีความไวต่ำลงด้วย โดยทั่วไปจะมีความไวประมาณ 20 - 100 Ω / V เท่านั้น



รูปที่ 3.9

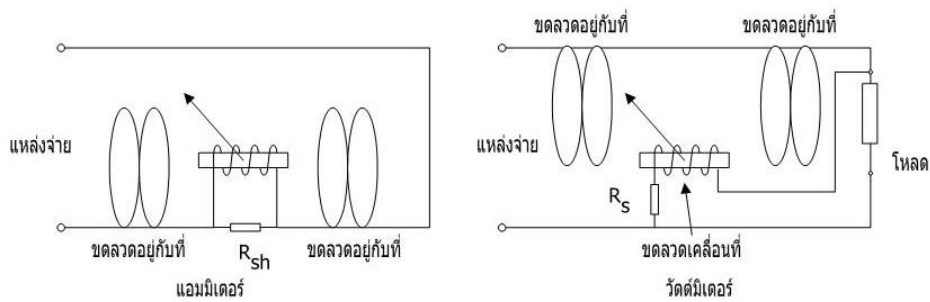
สามารถใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ได้โดยการต่อวงจรดังรูปที่ 3.11 ซึ่งเข็มชี้จะเบี่ยงเบนตามค่าของกระแสยกกำลังสอง (I^2) ทำให้สเกลของมิเตอร์เตอร์ถูกกำหนดเป็นแบบ Square - Law Meter Scale ดังรูปที่ 3.10

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 14	



สเกลแบบ Squire - Law meter

รูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11

สมการแรงบิด

แรงบิดแม่เหล็กทำให้เข็มขยับเบนไปบนสเกลแทนได้ด้วยสมการแรงบิดที่เป็นสัดส่วนกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองชุด

$$T_D(t) \propto \phi_1(t) \phi_2(t) \quad (3.7)$$

เมื่อ $\phi_1(t)$ = เส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก

$\phi_2(t)$ = เส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดเคลื่อนที่

เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนตามกระแสจะได้

$$\phi_1(t) \propto i_1(t)$$

$$\phi_2(t) \propto i_2(t)$$

เมื่อ $i_1(t)$ = กระแสในขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก

$i_2(t)$ = กระแสในขดลวดเคลื่อนที่

ขดลวดแรงดัน (ส่วนเคลื่อนที่) จะมีความต้านทาน R_p สูงมาก ส่วนกระแสผ่านขดลวดกระแส (ส่วนอยู่กับที่) จะประมาณเท่ากับกระแสที่ผ่านโหลด เขียนความสัมพันธ์ได้คือ

$$i_1(t) = i(t)$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 15	

เมื่อ $i(t)$ = กระแสไหล

และกระแสผ่านขดลวดแรงดันจะเป็น

$$i_2(t) = \frac{v(t)}{R_p} \quad (3.8)$$

แรงบิดขับ T_D สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$T_D(t) \propto \frac{v(t)i(t)}{R_p}$$

$$\therefore T_D(t) = K_p(t) \quad (3.9)$$

การเคลื่อนที่ของเข็มซึ่งจะขึ้นกับขนาดของแรงบิดเฉลี่ย ดังนั้นค่าที่อ่านได้จะขึ้นกับค่าแรงบิดเฉลี่ยตลอดคาบเวลาของคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ ค่าที่อ่านได้จะประมาณเท่ากับค่ากำลังเฉลี่ยด้วย เขียนเป็นสมการได้คือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าที่อ่านได้} &= \text{ค่าเฉลี่ยตลอดคาบเวลาของคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ} \\ \therefore \text{ค่าที่อ่านได้} &= \frac{1}{T} \left[\int_0^T T_D(t) dt \right] = \frac{1}{T} \left[\int_0^T v(t) \cdot i(t) dt \right] \\ &= \frac{1}{T} \left[\int_0^T p(t) dt \right] \\ &= K P_{(avg)} \end{aligned} \quad (3.10)$$

แรงบิดควบคุมได้จากแรงสปริง ดังนั้นเมื่อแรงบิดเบี่ยงเบนเท่ากับแรงบิดควบคุมจะได้

$$\begin{aligned} c\theta_m &= K P_{(avg)} \\ \theta_m &= [K P_{(avg)}] / c \\ &= K_m V I \cos \theta \end{aligned}$$

นั่นคือค่าที่อ่านได้เป็นสัดส่วนกับกำลังเฉลี่ย และวัดคีมเตอร์สามารถปรับเทียบให้แสดงค่าบนสเกลเป็นวัตต์ได้โดยตรง และมีสเกลเป็นแบบเชิงเส้นแสดงได้ดังสมการ

$$\theta_m = K_m V I \cos \theta \quad (3.11)$$

โดย θ_m = มุมของการเบี่ยงเบนของเข็มชี้

K_m = ค่าคงที่ของเครื่องวัด, องศา/วัตต์

V = ค่าแรงดัน RMS ของแหล่งจ่าย

I = ค่ากระแส RMS ของแหล่งจ่าย

$\cos \theta$ = เพาเวอร์แฟกเตอร์

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับกระแสอาจนำหน้า (Lead) หรือล้าหลัง (Lag) แรงดันที่การเป็นมุม θ และวัดคีมเตอร์จะเบี่ยงเบนเป็นสัดส่วนกับกระแสส่วนที่เฟสตรงกันกับแรงดัน นั่นคือเป็นสัดส่วนกับ $V I \cos \theta$ เมื่อกำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสียในภาระได้จากแหล่งจ่ายกระแสสลับคือ $V I \cos \theta$ แสดงว่า วัดคีมเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าจริง



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 16

หน้าที่
25

ตัวอย่างที่ 3.8 วัดมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์มี $K_m = 8^\circ / W$ วัดกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟสลับ 110 V_{rms} กระแส 0.05 A เฟาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 จงหาว่าเข็มมิเตอร์จะเบี่ยงเบนไปกี่องศา ?

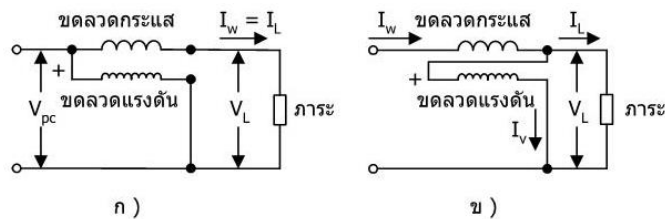
วิธีคิด จาก $\theta_m = K_m V I \cos \theta$

$$= \frac{8^\circ}{W} \times 110 V_{rms} \times 0.05 A \times 0.8$$

$$= 35.2^\circ$$

มาตรฐานข้อไฟฟ้าของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า¹

ขดลวดอยู่กับที่จะพันด้วยลวดเส้นโตต่อเนื่องกับภาระไฟฟ้า เรียกว่า ขดลวดกระแส (Current Coil) ส่วนขดลวดเคลื่อนที่จะพันด้วยลวดเส้นเล็กต่อขนานกับภาระไฟฟ้า เรียกว่าขดลวดแรงดัน (Potential Coil) พิสัยการวัดมาตรฐานของขดลวดกระแส คือ 5 แอมแปร์ หรือ 1 แอมแปร์ ส่วนขดลวดแรงดันจะเป็นไปตามระบบแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน เช่น 110 220 440 และ 550 โวลต์ โดยกำหนดพิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้าเป็น 120 240 และ 480 โวลต์ เป็นต้น ทิศทางการเคลื่อนที่ของเข็มซึ่งจะขึ้นกับทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดทั้งสอง ดังนั้นการต่อข้อไฟฟ้า ต้องต่อทั้งขดลวดกระแสและขดลวดแรงดันให้ถูกต้อง นอกจากนี้ในการวัดจะต้องระวังเกี่ยวกับวิธีการต่อวงจรการวัดว่าจะใช้แบบกระแสถูกต้อง (Correct ampere) หรือ แบบแรงดันถูกต้อง (Correct Voltage) ดังรูปที่ 3.12 ด้วย



รูปที่ 3.12 วัดมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ก) ต่อแบบกระแสถูกต้อง ข) ต่อแบบแรงดันถูกต้อง

สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาด²ในวัดมิเตอร์เมื่อต่อวงจรการวัดดังรูปที่ 3.12 ก) ขดลวดแรงดันต่ออยู่กับแหล่งจ่ายและด้านหนึ่งของขดลวดสนามแม่เหล็ก ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านขดลวดกระแสจะมีค่าเท่ากับกระแสภาระอย่างเดียว ขณะที่ขดลวดแรงดันขนานอยู่กับแหล่งจ่ายและวัดแรงดันของขดลวดกระแสรวมกับแรงดันของ

¹ วิบูล เขมรังสฤษฎ์. ทฤษฎีเครื่องวัดไฟฟ้าการวัดขนาดทางไฟฟ้า. 2528. หน้า 224-227.

² Bell, David A. **Electronic Instrumentation and Measurements**. 1994. P. 76-80.

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 17	

เมื่อต่อวงจรการวัดดังรูปที่ 3.12 ข) ส่วนของขดลวดแรงดันต่อขนานกับภาระ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านขดลวดสนามคือกระแสภาระและกระแสของขดลวดแรงดัน ($I + I_v$) ทำให้วัดมิเตอร์แสดงค่าของกำลังไฟฟ้า (VI) และกำลังของขดลวดแรงดัน (VI_v) เมื่อกระแสภาระมีค่ามากกว่า I_v มาก ๆ เราสามารถไม่คิดกำลังส่วนนี้ได้ ในกรณีที่กระแสภาระมีค่าต่ำ ค่าผิดพลาดนี้จะมีผลต่อความถูกต้องของค่าที่แสดงจะเห็นว่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นค่าที่สำคัญอันหนึ่ง

การใช้เป็นเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าต้องระวังไม่ให้ขดลวดแต่ละชุดมีกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด ขดลวดกระแสไฟฟ้าพันด้วยลวดเส้นโตสามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัดได้ถึง 20 % ตลอดเวลาการใช้งานและเกินได้ถึง 1000 % ในระยะเวลาสั้น ๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย ส่วนขดลวดแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งพันด้วยลวดเส้นเล็กสามารถใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเกินพิกัดถึง 20 % ตลอดเวลาการใช้งาน และเกินได้ 100 % ในช่วงเวลาสั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 3.9 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตัวหนึ่ง พิกัดกระแสไฟฟ้า 1 และ 5 แอมแปร์ พิกัดแรงดัน 120 และ 240 โวลต์ ใช้วัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ใช้แรงดัน 160 โวลต์ มอเตอร์นี้จะต้องขยับภาระทางกลสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดเข็มชี้ของเครื่องวัดแสดงที่เต็มสเกลพอดี 120 ส่วน

จงหาค่า 1) กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ไป

2) ขนาดกระแสที่ไหลผ่านขดลวดกระแสของมิเตอร์

วิธีคิด เนื่องจากไม่ทราบค่ากระแสของมอเตอร์จึงต้องเลือกพิสัยแรงดันเป็น 240 โวลต์และขดลวดกระแส 5 แอมแปร์จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าที่เครื่องวัดแสดงได้สูงสุด } P_{\max} &= VI \\
 &= (240 \text{ V}) (5 \text{ A}) \\
 &= 1200 \text{ VA หรือ } 1200 \text{ w}
 \end{aligned}$$

นั่นคือเมื่อคิดที่แรงดัน 240 โวลต์ กระแส 5 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าเต็มสเกล 120 ส่วนจะเท่ากับ 1200 วัตต์ ขณะที่แรงดันตกของมอเตอร์ใช้เพียง 160 โวลต์ จะเห็นได้ชัดว่ากระแสที่ทำให้มอเตอร์แสดงเต็มสเกลจะต้องเกินพิกัดของขดลวดกระแส (เกิน 5 แอมแปร์) หากกระแสได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P_{\max}}{V} \\
 &= \frac{1200 \text{ W}}{160 \text{ V}} = 7.5 \text{ แอมแปร์}
 \end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในมอเตอร์ 1200 วัตต์ และกระแส 7.5 แอมแปร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 18	

จากตัวอย่างที่ 3.9 เครื่องวัดแสดงกำลังไฟฟ้าไม่เกินสเกล แต่กระแสที่ผ่านขดลวดกระแสมีขนาดเกิน พิกัดถึง 2.5 แอมแปร์ (ประมาณ 50 %) เข็มมิเตอร์จึงจะชี้เต็มสเกลซึ่งเกิน 20 % ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น จึงต้อง ระวังในเรื่องนี้ด้วย โดยปกติขณะใช้งานจริงจะเพิ่มเครื่องวัดกระแสและเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าเข้าในวงจร การวัด เพื่อจะได้ทราบว่าขดลวดชุดใดของวัดมีมอเตอร์เกิดการใช้งานเกินพิกัด แต่ในกรณีที่ทราบค่าแรงดันของ ระบบแล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องวัดกระแสหรือแรงดันเพิ่มอีกก็ได้

การชดเชยวัดคีมเตอร์

เราสามารถหาค่าผิดพลาดจากการต่อวงจรการวัดกำลังไฟฟ้าได้ โดยผู้ผลิตจะพันขดลวดสนาม แม่เหล็กกับขดลวดชดเชยซึ่งเป็นขดลวดเส้นเล็ก ๆ ไปพร้อมกับขดลวดสนาม โดยขดลวดนี้จะทำให้เป็นส่วน ของขดลวดแรงดันซึ่งขดลวดแรงดันจะต่อจากจุดเข้าภาระโดยตรง ดังนั้นกระแสของขดลวดเคลื่อนที่จะเป็นสัดส่วน กับแรงดันที่ภาระเสมอ ขณะที่กระแสผ่านขดลวดสนามคือ $I_L + I_V$ ดังนั้นเส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดสนามที่ เกิดขึ้นจะแปรตาม $I_L + I_V$ แต่เนื่องจากขดลวดชดเชยพันอยู่กับขดลวดสนามมีกระแส I_V ไหลในทิศตรงข้ามซึ่ง สร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กของขดลวดสนามที่เกิดจากกระแส $I_L + I_V$ ทำให้ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส I_V หักล้างกับสนามแม่เหล็กจาก $I_L + I_V$ ทำให้เหลือสนามแม่เหล็กในขดลวด สนามเป็นผลจาก I_L อย่างเดียวขณะที่แรงดันก็เป็นแรงดันคร่อมภาระอย่างแท้จริง ทำให้วัดคีมเตอร์แสดงค่ากำลัง ที่ภาระใช้ไปอย่างแท้จริงด้วย เราสามารถตรวจสอบว่ามีการชดเชยสมบูรณ์หรือไม่โดยการเปิดวงจรทางด้าน ภาระของวัดคีมเตอร์ออก หากชดเชยได้สมบูรณ์ค่าที่อ่านได้ควรเป็นศูนย์

3.3.2 การขยายพิสัย

ทำได้โดยการต่อความต้านทานชั้นที่ ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ในกรณีของแอมมิเตอร์ และต่อ ความต้านทานจำกัดกระแสอนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่เมื่อทำเป็นโวลต์มิเตอร์ (รูปที่ 3.11) ส่วนโวลต์มิเตอร์จะ ขยายพิสัยได้โดยหาค่า R_s มาต่ออนุกรมซึ่งหาได้โดยวิธีคำนวณเหมือนกับการหาค่า R_s ในมิเตอร์ที่ใช้ระบบ เคลื่อนที่แบบ D'Arsonval

ตัวอย่างที่ 3.10 ใช้มิเตอร์ขนาด 10 mA. ทำเป็นโวลต์มิเตอร์ 10 V. ถ้า $R_m = 50 \Omega$ จงคำนวณหา R_s

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีคิด} \quad S &= \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{10\text{mA.}} = 100 \frac{\Omega}{V} \\
 R_s &= S \times \text{Range} - R_m = 100 \frac{\Omega}{V} \times 10\text{V} - 50\Omega = 950\Omega
 \end{aligned}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 19	

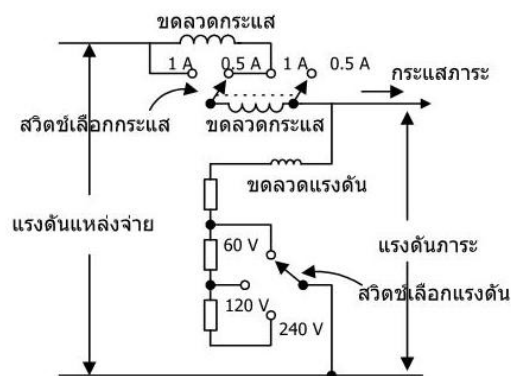
ตัวอย่างที่ 3.11 ระบบเคลื่อนที่แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ มีค.ต.ท. $R_m = 40 \Omega$ ขนาดกระแสเบี่ยงเบนเต็มสเกล 10 มิลลิแอมแปร์ ต้องการขยายพิสัยการวัดเป็นแอมมิเตอร์พิสัย 1 แอมแปร์ จงหาค่า ค.ต.ท. R_{sh} ?

วิธีคิด

$$R_{sh} = \frac{R_m}{n - 1} = \frac{40 \Omega}{100 - 1} = \frac{40 \Omega}{99} = 0.404 \Omega$$

เมื่อต่อกับแหล่งจ่ายและมีกระแสตรงไหลผ่าน 1 แอมแปร์ เข็มของมิเตอร์จะชี้เต็มสเกล และทำนองเดียวกันเมื่อต่อกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ 1 แอมแปร์เข็มจะชี้เต็มสเกลเช่นเดียวกัน

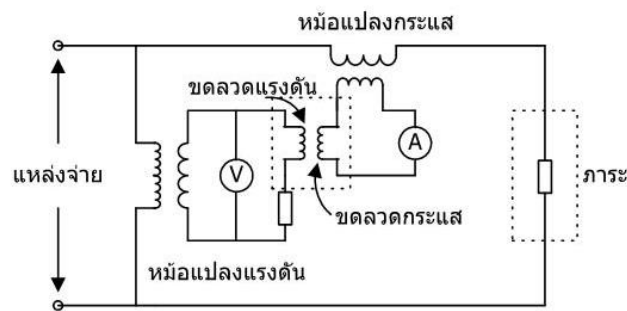
พิสัยของแรงดันของวงจรขดลวดเคลื่อนที่ในวัดคิมิเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สวิตช์เลือกค่าความต้านทานจำกัดกระแสค่าต่าง ๆ จากภายในหรือภายนอกวงจรเหมือนกับการขยายย่านการวัดของโวลต์มิเตอร์สำหรับพิสัยของกระแสสามารถเปลี่ยนได้ง่าย โดยสับสวิตช์เลือกต่อขดลวดสนามสองชุดที่ต่อแบบอนุกรมกันอยู่ให้ต่อกันแบบขนานดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วัดคิมิเตอร์หลายพิสัย

นอกจากนี้สำหรับวัดคิมิเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับยังสามารถขยายพิสัยการวัดโดยใช้หม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งเป็นวิธีการวัดกำลังไฟฟ้าทางอ้อมวิธีหนึ่ง ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดจะเป็นสัดส่วนกับอัตราส่วนของหม้อแปลงที่ใช้โดยการลดขนาดกระแสสูง ๆ ลงให้เหลือค่ากระแสมากที่สุดเพียง 5 แอมแปร์ เนื่องจากหากให้กระแสค่ามาก ๆ แม้ทำได้ก็ตามจะทำให้มีสนามแม่เหล็กมากพอที่จะเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก กรณีที่แรงดันที่จะวัดเกินพิสัยของมิเตอร์ก็จะใช้หม้อแปลงแรงดันสำหรับลดแรงดันลงมาให้พอดีกับพิสัยแรงดันของวัดคิมิเตอร์ รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการต่อใช้ร่วมกับหม้อแปลงทั้งสองอย่าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 29
		แผ่นที่ : 20	



รูปที่ 3.14 การต่อหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดันร่วมกับวัดคีมเตอร์

อย่างไรก็ตามหม้อแปลงกระแสไม่สามารถใช้ได้กับวงจรที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งอาจต้องใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น ใช้ฮอลล์เอฟเฟกต์ตรวจจับและนำไปขยายและปรับแต่งสัญญาณต่อไป

3.4 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

Iron-vane Meter Movement นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานมาก แต่มีความถูกต้องไม่สูงมากนัก นิยมนำไปวัดไฟฟ้ากระแสสลับที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในรถยนต์ นอกจากนี้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่จะมีใช้ในเครื่องมือวัดราคาถูก เช่น ใช้สำหรับวัดการอัดประจุและคายประจุในรถยนต์ สำหรับกรณีใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น สำหรับงานวัดกระแสไฟฟ้าจะยอมให้มีค่าผิดพลาดในช่วง 5 % - 10 % เป็นต้น แบ่งตามผลของแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่เป็น 3 แบบคือ แบบแรงดูด แบบแรงผลัก และแบบแรงดูดแรงผลักร่วมกันดังนี้

เครื่องวัดแบบแรงดูด (Attraction Movement)

กระแสที่วัดจะผ่านขดลวดอยู่กับที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) และเกิดการเหนี่ยวนำดูดให้ส่วนเคลื่อนที่ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอ่อน (Soft Iron Plunger) ที่ประกอบเป็นกลไกเชื่อมกับสปริงควบคุม (Control Spring) ดังรูปที่ 3.15 เคลื่อนที่เข้าไปและทำให้เข็มของเครื่องวัดเบี่ยงเบนไปได้ เมื่อเกิดสมดุลของแรงดูดของขดลวดสนามและแรงสปริงเข็มก็จะหยุดนิ่งชี้แสดงค่าได้

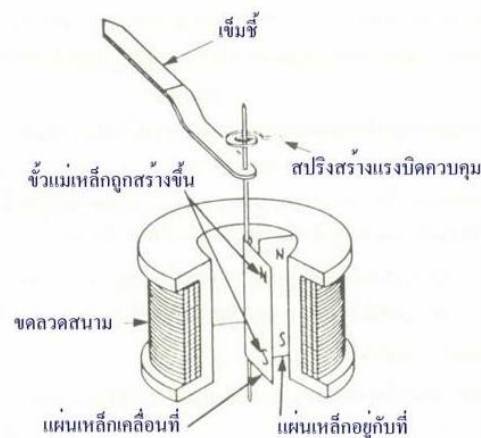
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 30
		แผ่นที่ : 21	



รูปที่ 3.15 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูด

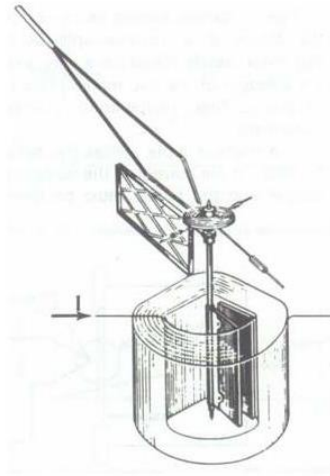
เครื่องวัดแบบแรงผลัก (Repulsion Movement)

การเบี่ยงเบนของเข็มในเครื่องวัดชนิดนี้เกิดจากแรงผลักของแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่นซึ่งแผ่นหนึ่งอยู่กับที่ อีกแผ่นเคลื่อนที่และมีขั้วแม่เหล็กที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจากขดลวดสนามเหมือนกัน แสดงส่วนประกอบ ดังรูปที่ 3.16 ทำให้เกิดแรงผลักซึ่งแปรตามกำลังสองของกระแส (I^2) ดังนั้นสเกลมิเตอร์แบบนี้จะเป็นแบบ Square - Law Scale เหมือนกับแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งขดลวดอยู่กับที่ที่สามารถออกแบบให้ตอบสนองแบบเชิงเส้นได้โดยออกแบบให้มีรูปร่างขดลวดเป็นส่วนของวงกลมดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงผลัก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 31
		แผ่นที่ : 22	

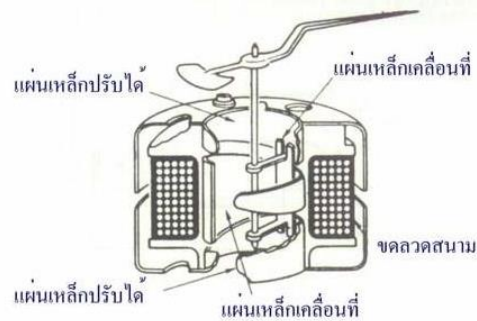


รูปที่ 3.17 ขดลวดสนามเป็นส่วนของวงกลม (Radial-type Iron-vane)

เครื่องวัดแบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

เข็มชี้ในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดหรือแรงผลักจะสามารถเบี่ยงเบนได้ประมาณ 90 องศาเท่านั้น เมื่อต้องการให้เบี่ยงเบนได้มากกว่าจะใช้แบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกันซึ่งทำให้สามารถเบี่ยงเบนได้ถึง 250 องศา มีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 3.18 ประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 คู่ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดสนาม โดยคู่หนึ่งจะออกแบบผลัก และอีกคู่จะออกแรงดูดให้เข็มเบี่ยงเบนไป

เมื่อขดลวดสนามได้รับไฟฟ้ากระแสสลับ การเบี่ยงเบนของเข็มจะอาศัยแรงผลักของแผ่นเหล็กอยู่กับที่กับแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แต่เมื่อเบี่ยงเบนถึงช่วงปลายสเกลแผ่นเหล็กปรับแต่งได้จะดูดแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ เพื่อชดเชยแรงผลักในตอนเริ่มต้น ทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนได้มุมเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.18 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 32
		แผ่นที่ : 23	

สมการมุมการเคลื่อนที่ของเข็มชี้และผลของความถี่ไฟฟ้า

เข็มชี้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ด้วยแรงที่เกิดจากแผ่นเหล็กภายในทรงกระบอก เขียนเป็นความสัมพันธ์คือ

$$F \sim B^2$$

เมื่อ F = แรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ (N)

$$B = \text{ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กบนแผ่นเหล็ก Vs/m}^2$$

ขณะที่แผ่นเหล็กเคลื่อนที่ห่างออกจากแผ่นเหล็กอยู่กับที่ จะทำให้แรงระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองลดลง

$$F_a \sim B^2 K\theta$$

เมื่อ $K\theta$ เป็นสมการมุมของเข็มชี้ เมื่อมุมมากขึ้น ระยะระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองจะมากขึ้นด้วย ทำให้แรงอ่อนลง ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กที่แผ่นเหล็กทั้งสอง จะขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดที่อยู่กับที่ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดนั่นคือ

$$B \sim I_m$$

ดังนั้นแรงที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่เป็น

$$F_a \sim I_m^2 f(\theta)$$

หาแรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ได้จากแรงคูณระยะ r จากกลางเพลาดังแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

$$T_D \sim I_m^2 f(\theta) r$$

เมื่อเข็มชี้เคลื่อนที่สปริงกันหอยที่ติดอยู่กับเพลาลงของเข็มชี้จะถูกบิดไปด้วย ทำให้เกิดแรงบิดควบคุม T_C

$$T_C \sim c\theta$$

เมื่อ θ = มุมของเข็มชี้ที่เบี่ยงเบนไป

c = ค่าคงที่ในการยึดตัวของสปริง

เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดขับเท่ากับแรงบิดควบคุม

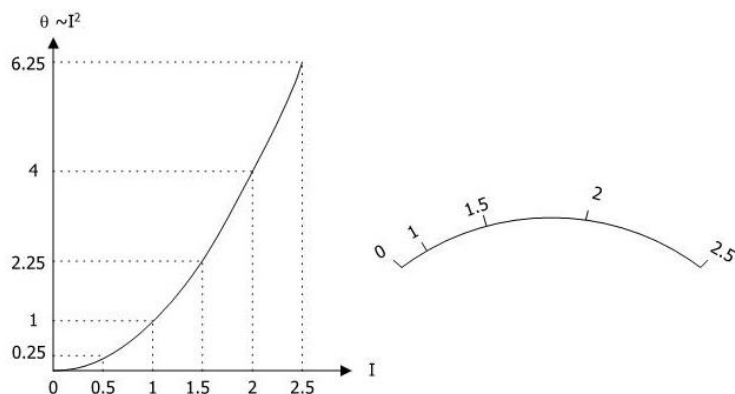
$$T_C = T_D$$

$$c\theta \sim I_m^2 f(\theta) r$$

$$\theta = \frac{f'(\theta)r}{c} I_m^2$$

จะเห็นว่ามุมเบี่ยงเบนของเข็มชี้ขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดยกกำลังสอง ดังนั้นสเกลที่หน้าปัทม์ของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะถูกแบ่งไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง เนื่องจาก θ ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำ ๆ จะได้มุมน้อยกว่าที่ค่ากระแสสูง ดังรูปที่ 3.19

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 33
		แผ่นที่ : 24	



รูปที่ 3.19 การแบ่งสเกลบนหน้าปัทม์และลักษณะสเกลเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

การวัดกระแสไฟฟ้าใช้งาน

เนื่องจากเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่นิยมใช้วัดกระแสซึ่งพิสัยอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 50 แอมแปร์ หากต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่านี้จะต้องใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าประกอบการวัดด้วย เข็มชี้ของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะแปรตามกระแสไฟฟ้าที่วัดยกกำลังสอง เมื่อเป็นกระแสสลับเข็มชี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นตามค่าชั่วขณะของกระแสยกกำลังสองได้ เข็มจึงแสดงค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง

$$\theta = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

เมื่อพิจารณาสมการมุมของเข็มชี้ที่กระทำได้ จะเห็นว่าเป็นสมการเดียวกันกับสมการของการหาค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานยกกำลังสอง

$$(I_{\text{eff}})^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

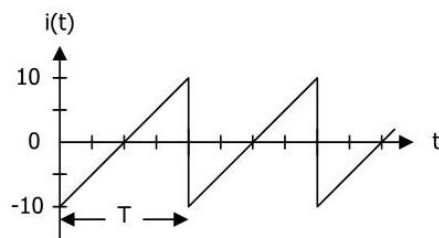
$$\text{สำหรับคลื่นไซน์} \quad (I_{\text{eff}})^2 = \frac{I_{\text{max}}^2}{2}$$

ดังนั้นเข็มของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ตามค่าใช้งานของกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัด ยกกำลังสองนั่นเอง การอ่านค่าบนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดตามความต้องการให้อ่านค่าเป็นค่าใช้งาน เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จึงมีการкалиเบรตสเกลด้วย $\sqrt{\quad}$

$$\begin{aligned} \text{กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้} &= \sqrt{I_{\text{eff}}^2} \\ &= I_{\text{eff}} \end{aligned}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 34
		แผ่นที่ : 25	

ตัวอย่างที่ 3.12 ใช้เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่วัดกระแสไฟฟ้ารูปฟันเลื่อย (Sawtooth Voltage) ตามรูปที่ 3.20 จงหาค่าที่อ่านได้บนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดนี้



รูปที่ 3.20 รูปคลื่นฟันเลื่อย

วิธีคิด จากรูปที่ 3.20 เขียนสมการกระแสรูปคลื่นฟันเลื่อยได้คือ

$$i(t) = 5t - 10 \text{ A}$$

เขียนค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง นั่นคือ

$$\begin{aligned}
 i^2(t) &= (I_{\text{eff}})^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt \\
 &= \frac{1}{T} \int_0^T (5t - 10)^2 dt \\
 &= \frac{1}{T} \left[\frac{25t^3}{3} - \frac{100t^2}{2} + 100t \right]_0^T \\
 &= \left[\frac{25T^2}{3} - \frac{100T}{2} + 100 \right]
 \end{aligned}$$

ในเวลา 1 คาบ T ใช้เวลา 4 หน่วย

$$\begin{aligned}
 \therefore (I_{\text{eff}})^2 &= \left[\frac{25(4)^2}{3} - \frac{100(4)}{2} + 100 \right] \\
 &= 33.3 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore I_{\text{eff}} &= \sqrt{33.3} \\
 &= 5.77 \text{ A}
 \end{aligned}$$

ผลของความถี่ไฟฟ้า

เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่สามารวัดไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นมีความถี่ต่ำ ๆ จนถึง 1 kHz โดยที่ความถี่ไฟฟ้ามีผลต่อการวัดแรงดันไฟฟ้ามาก เนื่องจากวงจรของเครื่องวัดประกอบด้วยความต้านทานและค่าความเหนี่ยวนำรวมเป็นอิมพีแดนซ์คือ

$$Z_s = R_s + j\omega L$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 35
		แผ่นที่ : 26	

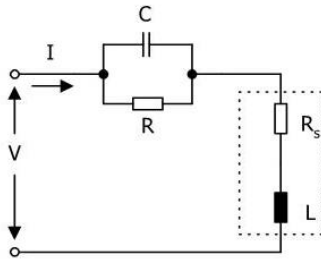
เมื่อ Z_s = ขนาดอิมพีแดนซ์ภายในวงจรเครื่องวัด (โอห์ม)

R_s = ความต้านทานภายในเครื่องวัด (โอห์ม)

ωL = ค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวดอยู่กับที่ (โอห์ม)

ค่าอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเมื่อใช้วัดแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสที่ไหลเข้าเครื่องวัดขึ้นกับค่าของแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับอิมพีแดนซ์ เมื่อความถี่สูงขึ้นจะทำให้อิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดสูงขึ้นด้วย และกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าเครื่องวัดจะต่ำลง ทำให้เข็มชี้ของเครื่องวัดเคลื่อนที่ได้้น้อยลงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเท่ากับแต่ความถี่ไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จำเป็นต้องคาลิเบรทสเกลในการใช้วัดแรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ต่าง ๆ

เราสามารถทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรไม่ขึ้นกับความถี่ได้ โดยการต่อความต้านทานขนานกับขดลวดแล้วนำไปอนุกรมกับขดลวดของเครื่องวัดดังรูปที่ 3 2 1



รูปที่ 3.21 อิมพีแดนซ์ของขดลวดในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ที่ไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

จะได้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างขั้วเป็น

$$\begin{aligned}
 Z &= R_s + j\omega L + \left(\frac{R}{1 + j\omega CR} \right) \\
 &= R_s + \frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2} + j\omega \left(L - \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2} \right)
 \end{aligned}$$

เมื่อให้ $\omega^2 C^2 R^2 \ll 1$ เราสามารถไม่คิดเทอมของ $\omega^2 C^2 R^2$ ได้สมการเหลือเป็น

$$Z = R_s + R + j\omega (L - CR^2)$$

เมื่อทำให้ค่าความเหนี่ยวนำ (L) ของขดลวดมีค่าเท่ากับ CR^2

$$L = CR^2$$

จะเขียนสมการอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเป็นความต้านทานเพียงอย่างเดียวดังสมการ

$$Z = R_s + R$$

ดังนั้นเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ที่ค่าความต้านทานจะไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 36
		แผ่นที่ : 27	

ลักษณะพิเศษของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

1. ขดลวดมีค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง (Self-inductance : L) เมื่อใช้กับความถี่สูงขึ้นค่าอิมพีแดนซ์จะสูงขึ้น กระแสจะไหลผ่านได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เข็มชี้จะแสดงค่าได้ต่ำกว่า หรือผิดไปจากค่าที่เป็นจริง ($I = V/Z$)

2. ถ้าบริเวณรอบ ๆ เครื่องวัดมีสนามแม่เหล็กอาจมีผลกระทบต่อจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กภายในเครื่องวัดได้

3. เมื่อนำ Iron-vane วัดไฟฟ้ากระแสตรงค่ามากเกินไปจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากฮิสเตอรีซิสที่แผ่นเหล็กจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้

การขยายพิสัยการวัดสามารถนำไปใช้เป็นโวลต์มิเตอร์ได้โดยต่อค่า R_s ขยายพิสัยเหมือนกับ D'Arsonval และวัดต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ ดังนั้นจึงสามารถแสดงค่าได้ถูกต้องเมื่อใช้งานอยู่ในย่านความถี่ 25 - 125 Hz เท่านั้น

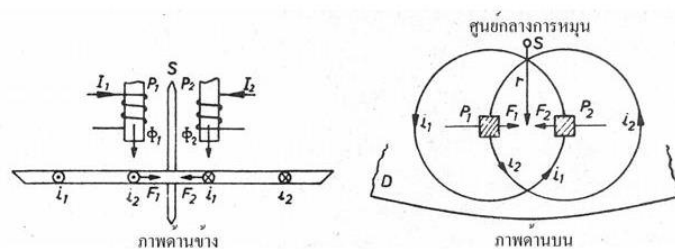
3.5 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Induction type Instruments)

เครื่องวัดชนิดเหนี่ยวนำ คือเครื่องวัดที่อาศัยแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกิริยาระหว่างกระแสไหลวนที่เกิดจากการชักนำของสนามแม่เหล็กที่ได้จากไฟฟ้ากระแสสลับ โดยที่ตัวนำอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงจะเกิดมีกระแสไหลวนในตัวนำ และเมื่อมีกระแสจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นอีกชุดหนึ่งทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กจากกระแสสลับอีกทอดหนึ่ง หากตัวนำดังกล่าวทำเป็นจานอิสระจะเกิดการเคลื่อนที่ไปตามแรงลัพธ์สามารถใช้เป็นตัวชี้บอกปริมาณไฟฟ้าได้

เครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำสามารถทำเป็นเครื่องวัดมุมกว้างได้ง่าย มีแรงบิดมาก ใช้วัดเฉพาะไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น มีใช้ในเครื่องวัดกระแส แรงดัน และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการทำงาน

3.5.1 หลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

พิจารณาการทำงานได้จากรูป 3.22



รูปที่ 3.22 แรงบิดงานโลหะเกิดจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 37
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

1. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

.....

11. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ สามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรได้บ้าง (วาดรูปประกอบ)

.....

.....

.....

12. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....

.....

13. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 38
		แผ่นที่ : 2	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

14. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิตมีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

15. เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้ามีกี่แบบอะไรบ้าง

.....

16. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่นมีหลัก การทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

17. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

.....

18. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดมีหลักการทำงานอย่างไร

.....

19. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงผลัก มีหลักการทำงานอย่างไร

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 39
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

1. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โหนดนาโมมิเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดอยู่กับ ทำให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้ขดลวดเคลื่อนที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ ขดลวดเคลื่อนที่ และมีกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เกิดแรงบิดบ่งบอกที่มีอำนาจชนะแรงสปริงที่ด้านไว้เป็นผลให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไป และหยุดชี้ค่าที่ตำแหน่งตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวด

2. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โหนดนาโมมิเตอร์ สามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรได้บ้าง (วาดรูปประกอบ)



3. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

1. ขดลวดเคลื่อนที่ 2. ขดลวดความร้อน 3. เทอร์โมคัปเปิล

4. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

อาศัย ความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายในอยู่ ความร้อนที่ได้มีค่าเท่ากับ I^2R แล้วส่งมายัง เทอร์โมคัปเปิล เทอร์โมคัปเปิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่งบอกไป

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 40
		แผ่นที่ : 2	

5. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิตมีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

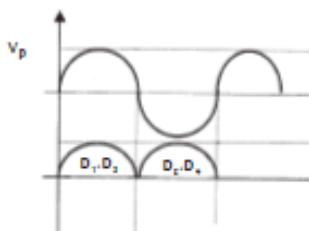
เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้า ที่ Input ของแผ่น ตัวนำทั้งสองชุดจะทำให้แผ่นตัวนำ สองมีขั้ว ที่ต่างกัน เป็นผลให้เกิดแรงบิดที่แผ่น ตัวนำทั้งสองชุด ส่งผลแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป เข็มชี้ที่ติดกับ แผ่นตัวนำเกิดการบ่ายเบน เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดของแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ แผ่นตัวนำอยู่กับที่และแรงบิดที่สปริงเกิดการสมดุล

6. เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้ามีกี่แบบอะไรบ้าง

1. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบครึ่งรูปคลื่น
2. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่น

7. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่นมีหลัก การทำงานอย่างไร (อธิบาย)

จากรูปคลื่นสัญญาณไซน์ (Sine wave) ในซีกบวกเข้ามาที่จุด A สัญญาณจะเป็นบวกจุด B เป็นสัญญาณลบ-ไดโอด D1,D3 จะได้รับการไบอัสตรงทำให้มีแรงดัน (เกิดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุต)เมื่อรูปคลื่นสัญญาณไซน์ในซีกลบเข้ามาที่จุด A มีค่าเป็น - ที่จุด B มีค่าเป็น + ไดโอด D2, D4ได้รับการไบอัสตรง ทำให้เกิดมีแรงดัน รูปคลื่นสัญญาณทางด้านเอาต์พุต



8. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

- 3 ประเภท 1. แบบแรงดูด 2. แบบแรงผลัก 3. แบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

9. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดมีหลักการทำงานอย่างไร

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านฟิลด์คอยล์ (Field coil) ฟิลด์คอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้เกิดการเหนี่ยวนำ และเกิดแรงดูดแผ่นเหล็กอ่อนให้เคลื่อนที่เข้าไป เข็มชี้ของเครื่องวัด จึงเกิดการบ่ายเบนไปด้วย เมื่อเกิดความสมดุล ของแรงดูดระหว่างฟิลด์คอยล์ (Field coil) กับ สปริงจะทำให้เข็มชี้หยุดนิ่ง

10. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงผลัก มีหลักการทำงานอย่างไร

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นเป็นผลให้แผ่นเหล็กทั้งสองกลายเป็นแม่เหล็กที่มีขั้ว เหมือนกันเกิดการผลัก กัน ระหว่างแผ่นเหล็กอ่อน ทำให้เกิดแรงบิด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 41
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 2.1

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 4ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์	ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล
ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต	ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส
2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่	ค. เทอร์โมคัปเปิล
ข. ขดลวดความร้อน	ง. ไม่มีข้อ ถูก
3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil	ค. Control spring
ข. Adjustable Vane	ง. Insulating bead

4. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบไฟฟ้าสถิต

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ก. Field coil | ค. Control spring |
| ข. Adjustable Vane | ง. Coil spring |

5. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

- | | |
|----------------|--------------------|
| ก. Field coil | ค. Coil spring |
| ข. Moving coil | ง. Insulating bead |

6. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดมีโครงสร้างเหมือนกับ PMMC แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ | ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล |
| ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต | ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส |

7. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน มีตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไป

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ | ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล |
| ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต | ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส |

8. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ input ของแผ่นตัวนำทั้ง สองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองเกิดแรงบิดและทำให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปด้วย

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ | ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล |
| ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส | ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต |

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ PMMC ทำให้ทิศทางของเข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปตามรูปคลื่นไซน์ (sinewave) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้งานได้ต้องการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ | ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล |
| ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส | ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต |

10. โครงสร้างของเครื่องวัด ประกอบด้วยแผ่น เหล็กอ่อน 2 แผ่นคือ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่และแผ่นเหล็กอยู่กับที่โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับ ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| ก. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ | ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล |
| ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส | ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต |

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าที 42
		แผ่นที : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นัศคึษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

หรือสร้ำงแบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพื่อ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดี๋ยวกัน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104 - 2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 2

เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสดตรง โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตนเอง ด้านหลักการหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อนำไปสู่การเรียนการสอน สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งประกอบไปด้วยหลักการ ทำงานเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จำนวนน้อย ๆ โดยในแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาในแต่ละ หัวข้อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ ประเมินผลปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อน เรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง

ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับ หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ หากมรส่วนใดส่วนหนึ่งบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำเพื่อไป ปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

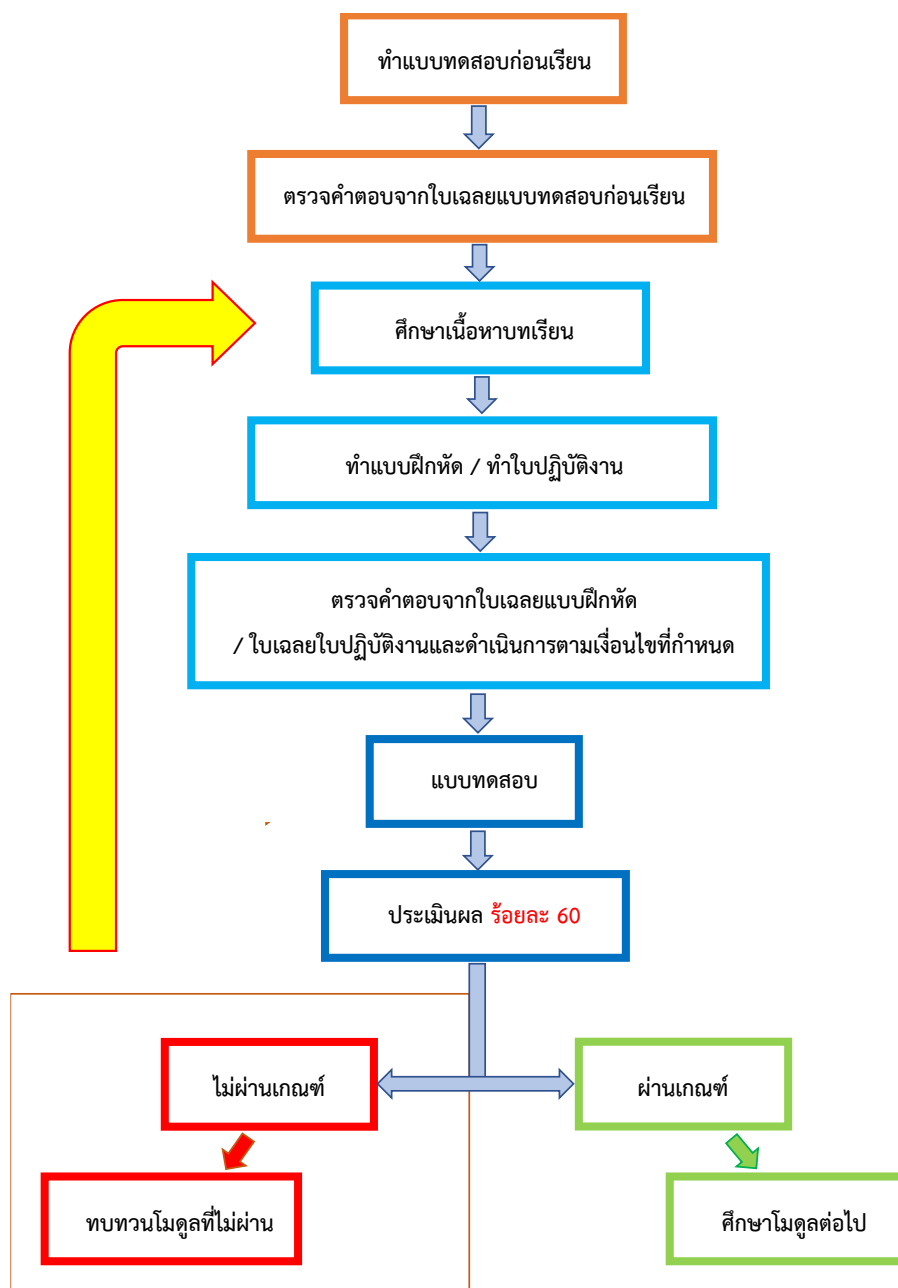
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	
ใบจุดประสงค์	
ใบเนื้อหา	
ใบแบบฝึกหัด	
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
ใบสั่งงาน	
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียน โมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้คัมระบบขดลวด เคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบ ไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการทำงานที่ต่าง จากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้คัมไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้า กระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

25. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
26. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
27. ใบจุดประสงค์
28. ใบเนื้อหา
29. ใบแบบฝึกหัด
30. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
31. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
32. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

17. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
18. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
19. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
20. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

31. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
32. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
33. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
34. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
35. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

36. เมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด
37. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด
38. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
39. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
40. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหา
ของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 4	

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้คัมมิตระบบขดลวด เคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบ ไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการการทำงานที่ต่าง จากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้คัมมิตไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้า กระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

บทเรียนโมดูลย่อย 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นโมดูลย่อยที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยในแต่ละหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน-หลัง มีแบบฝึกหัด มีเฉลยแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน ใบเฉลยปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

การเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบกระดาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่

ค. เทอร์โมคัปเปิล

ข. ขดลวดความร้อน

ง. ไม่มีข้อ ถูก

3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Insulating bead

4. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบไฟฟ้าสถิต

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Coil spring

5. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ก. Field coil

ค. Coil spring

ข. Moving coil

ง. Insulating bead

6. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดมีโครงสร้างเหมือนกับ PMMC แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

7. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน มีตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไป

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

8. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ input ของแผ่นตัวนำทั้งสองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองเกิดแรงบิดและทำให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปด้วย

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ PMMC ทำให้ทิศทางของเข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปตามรูปคลื่นไซน์ (sinewave) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้งานได้ต้องการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

10. โครงสร้างของเครื่องวัด ประกอบด้วยแผ่น เหล็กอ่อน 2 แผ่นคือ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่และแผ่นเหล็กอยู่กับที่ โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับ ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใด

ก. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่

ค. เทอร์โมคัปเปิล

ข. ขดลวดความร้อน

ง. ไม่มีข้อ ถูก

3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Insulating bead

4. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบไฟฟ้าสถิต

ก. Field coil

ค. Control spring

ข. Adjustable Vane

ง. Coil spring

5. ข้อใดเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์

ก. Field coil

ค. Coil spring

ข. Moving coil

ง. Insulating bead

6. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดมีโครงสร้างเหมือนกับ PMMC แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

7. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดไดอาคัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน มีตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไป

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

8. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ input ของแผ่นตัวนำทั้ง สองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองเกิดแรงบิดและทำให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้เข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปด้วย

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

9. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ PMMC ทำให้ทิศทางของเข็มชี้เกิดการบ่ายเบนไปตามรูปคลื่นไซน์ (sinewave) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้งานได้ต้องการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

10. โครงสร้างของเครื่องวัด ประกอบด้วยแผ่น เหล็กอ่อน 2 แผ่นคือ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่และแผ่นเหล็กอยู่กับที่ โดยมีสปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับ ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดได

ก. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล

ข. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส

ง. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

20. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

บทนำ

เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะใช้วัดกระแสสลับโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากขีดจำกัดด้านขนาดพิกัดกำลังและความไวสูง (ใช้ปริมาณกระแสต่ำ) และโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสำคัญ หากต้องนำมาใช้วัดเพื่อแสดงค่ากระแสสลับจะต้องเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงขนาดที่เหมาะสมก่อนป้อนให้กับระบบขดลวดเคลื่อนที่และทำการปรับเทียบให้แสดงค่าปริมาณกระแสสลับต่อไป เช่น เครื่องวัดแบบเรียงกระแส เครื่องวัดแบบไฟฟ้าความร้อน นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดกระแสสลับ เช่น โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ใช้หลักการทำงานที่ต่างจากแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่สามารถใช้กับไฟกระแสสลับได้อีกหลายแบบ เช่น เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบเหนี่ยวนำ และแบบไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับได้ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไปนี้

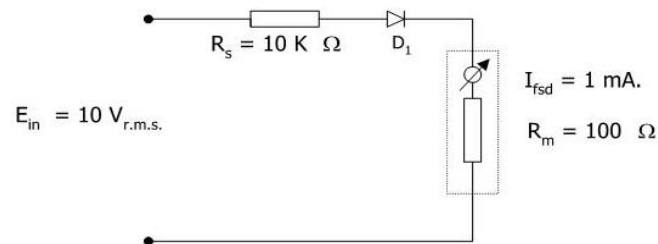
3.1 โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแส

เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสจะมีส่วนเคลื่อนที่เป็นแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil : PMMC) ซึ่งได้กล่าวแล้วในหน่วยที่ 2 เป็นเครื่องวัดแบบมีขั้วตายตัว และตอบสนองต่อปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น เมื่อป้อนกระแสสลับความถี่ต่ำ เช่น 0.1 เฮิรตซ์ ผ่านเครื่องวัดแบบ PMMC เข็มของเครื่องวัดจะเบี่ยงเบนตามค่าชั่วขณะที่เพิ่มขึ้นและลดลงของกระแสสลับ แต่สำหรับกระแสสลับที่มีความถี่สูงกว่านี้ เช่น 50-60 เฮิรตซ์ กลไกหน่วงแรงและโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบเคลื่อนที่ของเครื่องวัดทำให้เข็มเคลื่อนที่ไม่ทันการเปลี่ยนแปลงของกระแสสลับ และจะทำให้เข็มของมิเตอร์ชี้บอกค่าเฉลี่ยของกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่แทน กรณีที่กระแสสลับเป็นรูปคลื่นหรือฟังก์ชันของไซน์จะได้ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ เข็มชี้ของเครื่องมือวัดแบบนี้จึงชี้ค่าศูนย์ แม้ว่ากระแสสลับไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่อยู่ที่ตาม ดังนั้นเมื่อต้องการให้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่สามารถวัดกระแสสลับได้ จำเป็นจะต้องเปลี่ยนไฟกระแสสลับให้เป็นปริมาณที่เครื่องวัดสามารถตอบสนองและแสดงค่าได้ถูกต้องโดยการต่อวงจรเรียงกระแสเข้ากับระบบเคลื่อนที่และปรับเทียบให้อ่านค่ากระแสสลับได้ถูกต้อง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

3.1.1 โวลต์มิเตอร์กระแสสลับแบบเรียงกระแส

โวลต์มิเตอร์แบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier Voltmeter)



รูปที่ 3.1 เครื่องมือวัดแบบ D' Arsonval ต่อแบบครึ่งคลื่น

จากรูปที่ 3.1 ความไวของโวลต์มิเตอร์ (DC. Sensitivity) คือ

$$S = \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{1\text{mA}} = 1\text{k}\Omega/\text{V} \quad (3.1)$$

สมมติว่าไดโอดที่ใช้เป็นไดโอดแบบอุดมคติ และระบบเคลื่อนที่ที่ต้องการค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 10 โวลต์ จึงจะทำให้เข็มชี้แสดงค่าเบี่ยงเบนเต็มสเกลต่อวงจรดังรูปที่ 3.1 ดังนั้นถ้าแทน 10 V_{dc} ด้วยแรงดันรูปไซน์ 10 V_{rms} ด้านขาเข้า แรงดันที่ตกคร่อมมิเตอร์จะเป็นแรงดันครึ่งบวกหรือครึ่งลบของรูปคลื่นเท่านั้นเพราะรูปคลื่น ไซน์ผ่านไดโอดเรียงกระแสซึ่งจะยอมให้กระแสไหลผ่านทิศทางเดียว ค่ายอดสูงสุดของคลื่นไซน์ 10 V_{rms} หาได้จากสมการ

$$E_p = 10\text{ V}_{rms} \times \sqrt{2} = 14.14\text{ V}$$

เนื่องจากมิเตอร์แบบ PMMC เป็นมิเตอร์กระแสตรงดังนั้นจะตอบสนองกับค่าเฉลี่ยคลื่น ไซน์ของไฟสลับ (เทียบเท่ากับไฟฟ้ากระแสตรง) ซึ่งมีค่าเป็น 0.318 เท่าของค่าสูงสุด เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$E_{ave} = E_{dc} = \frac{E_p}{\pi} = 0.318 E_p$$

$$\text{หรือ} \quad E_{ave} = E_{dc} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_{rms}}{\pi} = 0.45 E_{rms} \quad (3.2)$$

ไดโอดจะทำให้มีแรงดันคร่อมระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์เพียงครึ่งคลื่น จะเห็นว่าถ้าต่อระบบเคลื่อนที่นี้เป็นเครื่องวัดกระแสสลับ จะมีความไวต่ำกว่าเครื่องวัดกระแสตรงประมาณ 45 % ของความไวกระแสตรง เช่น ต้องการให้เข็มเบี่ยงเบนเต็มสเกลโดยใช้แรงดันขาเข้าเป็น 10 V_{rms} ต้องลดค่าความต้านทานจำกัดกระแสลง 45 % ของค่าที่ใช้ในเครื่องวัดกระแสตรงด้วย สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

$$\text{หรือ} \quad R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{dc}} - R_m \quad (3.3)$$

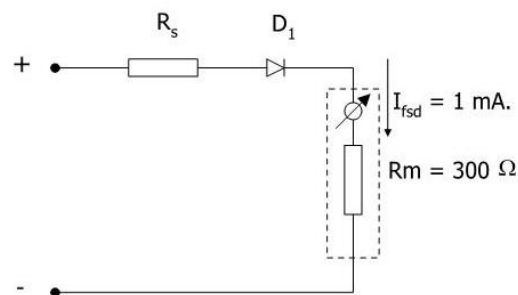
$$\text{ดังนั้น} \quad S_{ac} = 0.45 S_{dc} \quad (3.4)$$

ตัวอย่างที่ 3.1 จงหาค่าความต้านทานสำหรับพิสัย 10 V_{rms} จากรูปที่ 3.2 โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$1) \quad S = \frac{1}{I_{fsd}} \quad \text{สมการ (3.1)}$$

$$2) \quad S_{ac} = 0.45 S_{dc} \quad \text{สมการ (3.4)}$$

$$3) \quad R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{fsd}} - R_m \quad \text{สมการ (3.3)}$$



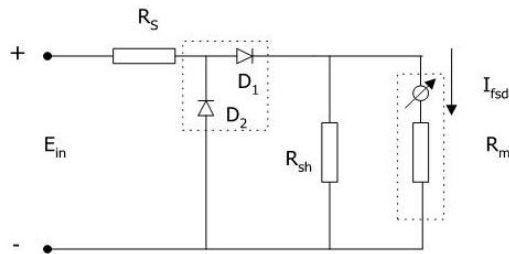
รูปที่ 3.2

วิธีคิด	1)	$S = \frac{1}{I_{fsd}}$ $= \frac{1}{1 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega / \text{V}$
	$\therefore$	$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m$ $= 1 \text{ k}\Omega / \text{V} \times 0.45 E_{rms} - R_m$ $= 1 \text{ k}\Omega / \text{V} \times 4.5 \text{ V} - 300 \Omega$ $= 4.2 \text{ k}\Omega$
	2)	$S_{ac} = 0.45 S_{dc}$ $= 0.45 \times \frac{1}{I_{fsd}} = 0.45 \times \frac{1}{1 \text{ mA}}$ $= 450 \Omega / \text{V}$ $R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m$ $= 450 \Omega / \text{V} \times 10 \text{ V} - 300 \Omega$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 4	

$$\begin{aligned}
&= 4.2 \text{ k}\Omega \\
3) \quad R_s &= \frac{0.45 E_{\text{rms}}}{I_{\text{fsd}}} R_m \\
&= \frac{0.45 \times 10 \text{ V}_{\text{rms}}}{1 \text{ mA}} 300 \Omega \\
&= \frac{4.5 \text{ V}}{1 \text{ mA}} 300 \Omega = 4.5 \text{ k}\Omega
\end{aligned}$$

ในทางการค้าจะจัดให้ไดโอดอยู่ในชุดเดียวกันเรียกว่า “Instrument Rectifier” ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ขณะด้านเข้าเป็นคลื่นครึ่งบวก D_2 จะได้รับไบอัสกลับ และเมื่อคลื่นลบเข้าจะได้รับไบอัสตรงเป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลของ D_1 แทนที่จะต้องผ่านระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ และความต้านทานขนาน (Shunt) ซึ่งค่าความต้านทานขนานจะค่อไว้เพื่อให้มิเตอร์ทำงานอยู่ในช่วงเชิงเส้นที่ขึ้นที่พิสัยค่า ๆ แต่ความไวของมิเตอร์ก็จะลดลงด้วยซึ่งเป็นข้อเสียของการต่อความต้านทานขนานนี้ ลักษณะการต่อวงจรจะเป็นดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3

ตัวอย่างที่ 3.2 จากรูปที่ 3.3 กำหนดให้ D_1, D_2 มีค่าความต้านทานเฉลี่ยขณะได้รับไบอัสตรง 50 โอห์ม และขณะได้รับไบอัสกลับ เป็น ∞ จงคำนวณหา

- 1) ค่าความต้านทาน R_s
- 2) ความไวกระแสกลับ
- 3) ความไวกระแสตรง

เมื่อ $R_{sh} = 200 \Omega$, $I_{fsd} = 100 \mu\text{A}$ และ $R_m = 200 \Omega$, $E_{in} = 10 \text{ V}_{\text{rms}}$

วิธีคิด

$$\begin{aligned}
1) \quad I_{sh} &= \frac{I_m R_m}{R_{sh}} = \frac{100 \mu\text{A} \times 200 \Omega}{200 \Omega} = 100 \mu\text{A} \\
I_T &= I_{sh} + I_m = 200 \mu\text{A} + 200 \mu\text{A} = 400 \mu\text{A} \\
E_{dc} &= 0.45 E_{\text{rms}} = 0.45 \times 10 \text{ V} = 4.5 \text{ V}
\end{aligned}$$

ค.ด.ท. ทั้งหมดของมิเตอร์คือ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 5	

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_s + R_d + \frac{R_m R_{Sh}}{R_m + R_{Sh}} \\
 &= \frac{E_{dc}}{I_T} = \frac{4.5V}{200\mu A} = 22.5 \text{ k}\Omega \\
 \text{ดังนั้น} \quad R_s &= R_T - R_d - \frac{R_m R_{Sh}}{R_m + R_{Sh}} \\
 &= 22.5 \text{ k}\Omega - 50\Omega - \frac{200\Omega \times 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} \\
 &= 22.35 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

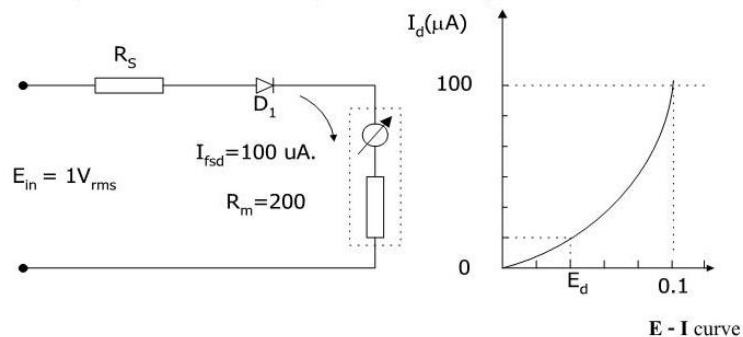
2) ความไวกระแสสลับ

$$S_{ac} = \frac{R_T}{\text{Range}} = \frac{22.5 \text{ k}\Omega}{10V} = 2.25 \text{ k}\Omega / V$$

3) ความไวกระแสตรง

$$\begin{aligned}
 S_{dc} &= \frac{1}{I_T} = \frac{1}{200\mu A} = 5 \text{ k}\Omega / V \\
 \text{หรือ} \quad S_{dc} &= \frac{S_{ac}}{0.45} = \frac{22.5 \text{ k}\Omega / V}{0.45} = 5 \text{ k}\Omega / V
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3.3 จากรูปที่ 3.4 ไดโอดมี ค.ด.ท. สถิตย 1 k Ω เมื่อกระแสเบี่ยงเบนเต็มสเกล 100 μ A. โหลดผ่านตัวมัน จาก E-I Curve จงคำนวณหาค่า R_s โดยคิดค่าความต้านทานของไดโอด และหาค่าความต้านทานไดโอดเมื่อ กระแสผ่านตัวมัน 20 μ A. พร้อมทั้งค่าแรงดันอินพุตที่ทำให้กระแส 20 μ A. โหลดในเครื่องวัด





หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 6

หน้าที่
15

วิธีคิด ค่าความต้านทาน R_s หาได้คือ

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{0.45 E_{rms}}{I_{dc}} - (R_m + R_d) \\ &= 4.5 \text{ k}\Omega - 1.2 \text{ k}\Omega = 3.3 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

ค่าความต้านทานสถิตที่ $20 \mu\text{A}$. คือ

$$R_d = \frac{E_d}{I_d} = \frac{0.04 \text{ V}}{20 \mu\text{A}} = 2 \text{ k}\Omega$$

ความต้านทานรวมของวงจรคือ

$$\begin{aligned} R_T &= R_s + R_d + R_m \\ &= 3.3 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 200 \Omega = 5.5 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

แรงดันไฟตรงที่ทำให้กระแสไหล $20 \mu\text{A}$. คือ

$$\begin{aligned} E_{dc} &= I_{dc} \times R_T \\ &= 20 \mu\text{A} \times 5.5 \text{ k}\Omega = 0.11 \text{ V} \end{aligned}$$

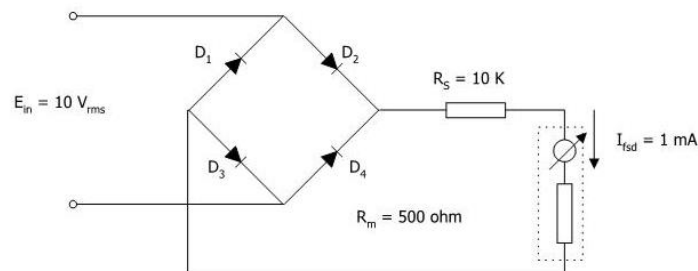
แรงดันด้านเข้าที่ทำให้กระแสไหล $20 \mu\text{A}$. คือ

$$E_{in} = \frac{E_{dc}}{0.45} = \frac{0.11 \text{ V}}{0.45} = 0.23 \text{ V}_{rms}$$

ถ้าค่าความต้านทาน R_d ไม่เปลี่ยนแปลงจะได้ค่าแรงดัน $E_{in} \approx 0.04 / 0.45 = 0.09 \text{ V}$ ผิดพลาดไป
= 22 %

โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full-Wave Rectifier Voltmeter)

เมื่อต่อเครื่องวัดกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะทำให้มีความไวเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบครึ่งคลื่นสองเท่า โดยต่อเป็นวงจรแบบบริดจ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นร่วมกับระบบเคลื่อนที่แบบ D' Arsonval

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 7	

จากรูปที่ 3.5 ค่าแรงดันยอด (Peak Value) ของ 10 V_{rms} จะคำนวณได้เช่นเดียวกับการต่อแบบครึ่งคลื่นคือ

$$E_p = \sqrt{2} E_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times 10 = 14.14\text{ V}_{\text{peak}}$$

ค่าเฉลี่ยหรือ V_{dc} ของรูปคลื่นก็จะมีค่าเป็นสองเท่าของการต่อแบบครึ่งคลื่นดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\text{av}} &= 2 \sqrt{2} E_{\text{rms}} = \frac{2E_p}{\pi} \\ &= 0.636 \times 14.14 = 8.99\text{ V.} \approx 9\text{ V.} \end{aligned}$$

หรือ $E_{\text{av}} = 0.9 \times E_{\text{rms}} = 0.9 \times 10\text{ V} = 9\text{ V.}$

$$S_{\text{ac}} = 0.9 S_{\text{dc}} \quad (3.5)$$

จะเห็นว่าแรงดัน 10 V_{rms} มีค่าเทียบเท่ากับแรงดันไฟตรง 9 V เมื่อใช้วงจรแบบเต็มคลื่น ซึ่งจะทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนไปเพียง 90 % ของค่าเต็มสเกล นั่นหมายความว่าเครื่องวัดมีความไว = 90 % ของค่าความไวกระแสดตรง ดังนั้นวงจรจะใช้ค่าความต้านทาน $R_s = 90\%$ ของค่า R_s ที่ใช้สำหรับแรงดัน 10 V_{dc} หาค่าได้จากสมการ

$$R_s = S_{\text{ac}} \times \text{Range} - R_m \quad (3.6)$$

ตัวอย่างที่ 3.4 จากรูปที่ 3.5 จงคำนวณหาค่า R_s สำหรับพิสัย 10 V_{rms} ของมิเตอร์

วิธีคิด

$$S_{\text{dc}} = \frac{1}{I_{\text{fsd}}} = \frac{1}{1\text{mA}} = \frac{1\text{k}\Omega}{\text{V}}$$

$$S_{\text{ac}} = 90\% \text{ ของ } S_{\text{dc}}$$

$$\therefore S_{\text{ac}} = 0.9 S_{\text{dc}} = 0.9 \times 1\text{k}\Omega / \text{V} = 900\Omega / \text{V}$$

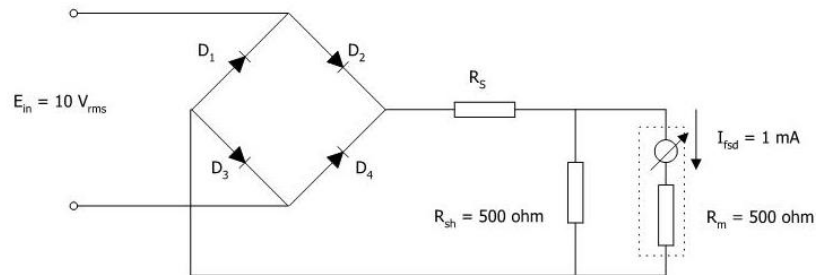
$$R_s = S_{\text{ac}} \times \text{Range} - R_m$$

$$= 900\Omega / \text{V} \times 10\text{ V}_{\text{rms}} - 500\Omega = 8.5\text{ k}\Omega$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 8	

ตัวอย่างที่ 3.5 จากรูปที่ 3.6 เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรง $R_d = 50 \Omega$ และเมื่อได้รับไบอัสกลับทาง $R_d =$ จงคำนวณหา

- 1) ความต้านทาน R_s
- 2) ความไวกระแสลับ
- 3) ความไวกระแสตรง



รูปที่ 3.6

วิธีคิด 1) ความต้านทาน R_s

$$I_{sh} = \frac{E_m}{R_{sh}} = \frac{1\text{mA} \times 500\Omega}{500\Omega} = 1\text{ mA}$$

และ
$$I_T = I_{sh} + I_m = 1\text{mA} + 1\text{mA} = 2\text{ mA}$$

$$E_{dc} = 0.9 \times 10\text{ V}_{rms} = 9\text{ V}$$

$$R_T = \frac{E_{dc}}{I_T} = \frac{9\text{V}}{2\text{mA}} = 4.5\text{ k}\Omega$$

$$\begin{aligned} R_s &= R_T - 2R_d - \frac{R_m R_{sh}}{R_m + R_{sh}} \\ &= 4.5\text{ k}\Omega - 2 \times 50\Omega - \frac{500\Omega \times 500\Omega}{1000\Omega} = 4.15\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

2) ความไวไฟฟ้ากระแสลับ (S_{ac})

$$S_{ac} = \frac{R_T}{\text{Range}} = \frac{4500\Omega}{10\text{V}} = 450\Omega/\text{V}$$

3) ความไวไฟฟ้ากระแสตรง (S_{dc})

$$S_{dc} = \frac{1}{I_T} = \frac{1}{2\text{mA}} = 500\Omega/\text{V}$$

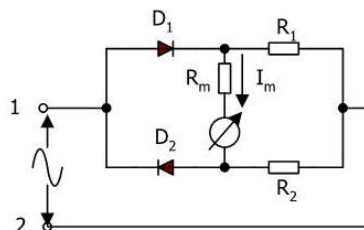
หรือ
$$S_{dc} = \frac{S_{ac}}{0.9} = \frac{450\Omega/\text{V}}{0.9} = 500\Omega/\text{V}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 9	

ซึ่งค่าต่าง ๆ จะใช้ได้กับรูปคลื่นไซน์ สำหรับสัญญาณที่เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยม หรือ ฟันเลื่อยหากใช้สมการต่าง ๆ เหล่านี้จะได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

โวลต์มิเตอร์ต่อแบบเรียงกระแสครึ่งบริดจ์ (Half-Bridge Full-Wave Rectifier Voltmeter)

โวลต์มิเตอร์กระแสสลับที่ใช้วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งบริดจ์ เนื่องจากใช้ไดโอดเพียงสองตัวและอีกสองตัวที่เหลือจะแทนด้วยความต้านทานจึงเรียกว่าเป็นแบบครึ่งบริดจ์วงจรนี้จะทำให้มิเตอร์มีกระแสผ่านเต็มคลื่นแต่ขณะเดียวกันก็มีกระแสบางส่วนไม่ผ่าน (Bypasses) ระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7

การทำงาน

การทำงานของวงจรรูปที่ 3.7 อธิบายได้โดยเริ่มจากเมื่อมีคลื่นกระแสสลับครึ่งด้านบวกเข้ามาระหว่างขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_1 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับไบอัสตรงและ D_2 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัสกลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 1 ผ่านไดโอด D_1 และระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านความต้านทาน R_2 ไปยังขั้วหมายเลข 2 ขณะเดียวกันจะเห็นว่าความต้านทาน R_1 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทาน R_2 สรุปได้ว่ากระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านไดโอด D_1 ผ่าน ความต้านทาน R_1 และบางส่วนขนาดเล็กไม่เก็นพิกัดของระบบเคลื่อนที่ไหลผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m และความต้านทาน R_2

เมื่อมีคลื่นกระแสสลับครึ่งด้านลบเข้ามาระหว่างขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_2 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับไบอัสตรงส่วน D_1 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัสกลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 2 ผ่าน R_1 ผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านไดโอด D_2 ไปยังขั้วหมายเลข 1 ขณะเดียวกันจะเห็นว่าความต้านทาน R_2 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมกับ ความต้านทาน R_1 ดังนั้นกระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านความต้านทาน R_2 ผ่านไดโอด D_2 เหลือบางส่วนที่ไม่เก็นพิกัดของระบบเคลื่อนที่ผ่าน R_1 และ R_m นั่นเอง

ความต้านทาน R_1 และความต้านทาน R_2 จะเปลี่ยนกันทำหน้าที่เป็น R_{sh} คล้ายกับในรูปที่ 3.6 (ตัวอย่างที่ 3.5) ซึ่งมีข้อดีคือช่วยให้ไดโอดทำงานอยู่ในช่วงเชิงเส้น แต่ก็จะทำให้ความไวของเครื่องมือวัดลดลงด้วยเช่นกัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 10	

3.1.2 ความต้านทานขยายพิสัย

ค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะหาได้จากสมการ (3.3) โดยที่ E_{rms} ในสมการคือย่านหรือพิสัยการวัด ส่วน R_m คือความต้านทานรวมของระบบเคลื่อนที่ D'Arsonval

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

หรือ

$$R_s = \frac{0.45E_{dc}}{I_{dc}} - R_m \quad (3.3)$$

สำหรับค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval เมื่อใช้ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะหาได้จากสมการ (3.5) และ (3.6) โดยที่ Range ในสมการ (3.6) คือ E_{rms} หรือย่านการวัดนั่นเอง

$$S_{ac} = 0.9 S_{dc} \quad (3.5)$$

$$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m \quad (3.6)$$

3.2 แอมมิเตอร์แบบเรียงกระแส

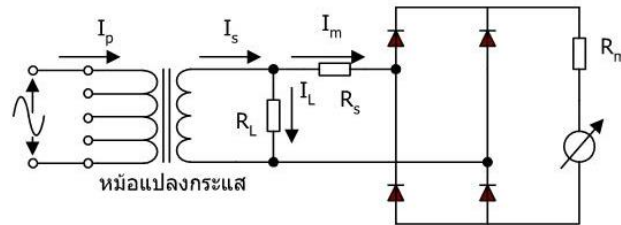
แอมมิเตอร์กระแสตรงจะมีค่าความต้านทานต่ำเช่นกัน แอมมิเตอร์กระแสสลับก็ต้องการให้มีความต้านทานค่าต่ำ ๆ ด้วย เพราะการวัดกระแสจะต้องต่ออนุกรมกับวงจรเพื่อให้มีแรงดันตกคร่อมแอมมิเตอร์มีค่าต่ำมาก ๆ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณไม่เกิน 100 มิลลิโวลต์ ดังนั้นหากใช้วงจรเรียงกระแสที่ใช้ไดโอดแบบเยอรมันเนียมจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดอย่างน้อย 0.3 โวลต์ และ 0.7 โวลต์ถ้าเป็นซิลิคอนไดโอด เมื่อต่อวงจรเป็นแบบเต็มคลื่นจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอด 0.3 ถึง 1.4 โวลต์ จะเห็นว่าแรงดันตกเกินค่าที่ต้องการ (100 มิลลิโวลต์) ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสสำหรับใช้วัดกระแสสลับโดยตรง

การใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) จะทำให้ความต้านทานของแอมมิเตอร์และแรงดันตกคร่อมที่ขั้วต่อมีค่าต่ำลง หม้อแปลงจะช่วยเพิ่มแรงดันด้านเพื่อให้ได้แรงดันสูงพอที่จะให้วงจรเรียงกระแสทำงานได้ ขณะเดียวกันก็จะลดกระแสจากด้านเข้าให้เป็นกระแสด้านออกที่มีขนาดที่ไม่เกินพิสัยของระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบ D'Arsonval หรือ PMMC และสิ่งสำคัญเมื่อใช้หม้อแปลงกระแสในวงจรแอมมิเตอร์ก็จะต้องคำนึงถึงอัตราส่วนหม้อแปลง $I_p/I_s = N_s/N_p$ ด้วย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 11	

3.2.1 การทำงานและการคำนวณค่าความต้านทานขยายพิสัย

การขยายย่านการวัดทำได้โดยการต่อความต้านทานขนานเข้ากับระบบเคลื่อนที่ที่ต่ออยู่กับวงจรเรียงกระแส โดยต่อความต้านทานค่าที่เที่ยงตรงสูง R_L ทางด้านออกของหม้อแปลงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แอมมิเตอร์ใช้หม้อแปลงกระแส วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและระบบเคลื่อนที่ PMMC

การเลือกค่าความต้านทาน R_L ใช้วิธีคำนวณเหมือนกับการขยายพิสัยกระแสของแอมมิเตอร์กระแสตรง (หัวข้อ 2.3.2 หน่วยที่ 2) เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสส่วนเกินความต้องการ (สูงสุด) ของระบบเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 3.6 เครื่องมือวัดแบบ PMMC ต้องการกระแส (เฉลี่ย) เต็มสเกลเพียง 100 ไมโครแอมแปร์ หม้อแปลงกระแสมี $N_s = 2000$ รอบ และ $N_p = 5$ รอบ ถ้ากระแสด้านขดลวดปฐมภูมิคือ 1 มิลลิแอมแปร์ กระแสใช้งาน (rms) ด้านปฐมภูมิเป็น 100 มิลลิแอมแปร์ จงหากระแสใช้งานด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงว่ามีค่าเท่าไร ?

วิธีคิด

$$I_s = \frac{5}{2000} \times 100 \text{ mA} = 250 \mu\text{A}$$

หรือ

$$I_{s(\text{avg})} = \frac{1}{1.11} \times 250 \mu\text{A} = 225.2 \mu\text{A}$$

จากตัวอย่างที่ 3.6 ระบบเคลื่อนที่ที่ต้องการกระแสเพียง 100 ไมโครแอมแปร์ เพื่อให้เข็มชี้เบี่ยงเบนเต็มสเกล ส่วนกระแสที่เกิดขึ้นคือ $225.2 - 100 = 125.2$ ไมโครแอมแปร์ จะไหลผ่านความต้านทาน R_L ที่ได้จากวิธีการคำนวณ ซึ่งศึกษาได้จากตัวอย่างที่ 3.7 คล้ายกับหัวข้อที่ 2.3.2 ในหน่วยที่ 2

ตัวอย่างที่ 3.7 แอมมิเตอร์แบบเรียงกระแสดังรูปที่ 3.8 เมื่อมีกระแสด้านปฐมภูมิ 250 มิลลิแอมแปร์ จะทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนเต็มสเกล เมื่อระบบเคลื่อนที่ PMMC ใช้ค่ากระแสเต็มสเกล $I_{fsd} = 1$ มิลลิแอมแปร์ มีค่าความต้านทานภายใน $R_m = 1700$ โอห์ม ส่วนหม้อแปลงกระแสมีขดลวดทุติยภูมิ 500 รอบ และขดลวดปฐมภูมิ 4 รอบ ไดโอดแต่ละตัวมีแรงดันคัทอิน 0.7 โวลต์ และความต้านทานอนุกรม R_s มีค่า = 20 กิโลโอห์ม จงคำนวณหา R_L ที่ใช้ว่ามีค่ากี่โอห์ม ?

วิธีคิด กระแสมิเตอร์สูงสุด

$$I_m = \frac{I_{(av)}}{0.637} = \frac{1 \text{ mA}}{0.637} = 1.57 \text{ mA}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 12	

แรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sec(p)}} &= I_m (R_s + R_m) + 2 V_d \\
 &= 1.57 \text{ mA}(20 \text{ k}\Omega + 1700 \Omega) + 1.4 \text{ V} \\
 &= 35.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันใช้งานด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sec(rms)}} &= (0.707 \times 35.5 \text{ V}) \\
 &= 25.1 \text{ V}
 \end{aligned}$$

กระแสใช้งานของมิเตอร์

$$\begin{aligned}
 I_{\text{m(rms)}} &= 1.11 I_{\text{m(avg)}} \\
 &= 1.11 \times 1 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

กระแสใช้งานด้านทุติยภูมิ

$$\begin{aligned}
 I_{\text{s(rms)}} &= I_p \frac{N_p}{N_s} \\
 &= 250 \text{ mA} \times \frac{4}{500} \\
 &= 2 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_L &= I_s - I_m \\
 &= 2 \text{ mA} - 1.11 \text{ mA} \\
 &= 0.89 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_L &= \frac{V_{\text{sec(rms)}}}{I_L} \\
 &= \frac{25.1 \text{ V}}{0.89 \text{ mA}} \\
 &= 28.2 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

พิสัยของเครื่องวัดสามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สวิตช์เลือกเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_L ให้เป็นค่าที่เหมาะสมค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณซึ่งจะทำให้สามารถใช้วัดกระแสในแต่ละพิสัยได้ นอกจากวิธีนี้เรายังสามารถเปลี่ยนพิสัยของการวัดกระแสของเครื่องวัดได้อีกวิธีหนึ่ง คือ ทำการเปลี่ยนตำแหน่งขั้วต่อแยก (Tap) ของขดลวดด้านปฐมภูมิหม้อแปลงกระแสให้มีจำนวนรอบต่างกัน ดังแสดงขั้วต่อแยกในรูปที่ 3.8

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 13	

3.3 เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก

3.3.1 หลักการทำงานและการใช้งานวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า

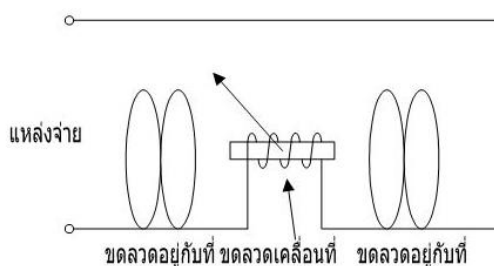
อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอยู่กับที่ 2 ชุดใช้แทนขั้วแม่เหล็กถาวรในเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ และมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ต่ออนุกรมกันดังแสดงในรูปที่ 3.9 เมื่อปล่อยให้กระแสผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กและขดลวดเคลื่อนที่ที่เกิดแรงจากแม่เหล็กไฟฟ้าในส่วนเคลื่อนที่ เรานิยมเรียกเครื่องวัดชนิดนี้ว่าอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

เครื่องวัดชนิดนี้ใช้วัดได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์มาตรฐานต่าง ๆ เช่น โวลต์มิเตอร์ วาร์มิเตอร์ เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ มิเตอร์วัดความถี่ และเครื่องมือวัดถ่ายทอด (Transfer Instruments) แต่เนื่องจากมีการใช้กำลังสูง ไม่นิยมใช้เป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ ปัจจุบันนิยมเพียงใช้ทำเป็นวัตต์มิเตอร์

เครื่องวัดถ่ายทอด หมายถึงเครื่องวัดที่ทำการปรับเทียบ (Calibrated) ด้วยปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงแล้วสามารถนำไปใช้วัดค่าไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยไม่ต้องปรับปรุ้งแก้ไขแล้ว ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดแสดงค่าได้ถูกต้องทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ โดยมีความถูกต้องของการวัดอยู่ในช่วงความถี่ 0 - 125 เฮิรตซ์

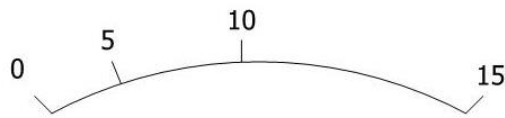
อิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์จะมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถทนกระแสสูงถึง 100 mA โดยไม่ต้องต่อความต้านทานแบ่งกระแส (Shunt) นั่นคือขนาดตัวนำที่ใช้ก็จะต้องโตพอและจะทำให้มีน้ำหนักมากกว่าระบบเคลื่อนที่ธรรมดาเป็นสาเหตุให้ความไวต่ำลงด้วย โดยทั่วไปจะมีความไวประมาณ 20 - 100 Ω / V เท่านั้น



รูปที่ 3.9

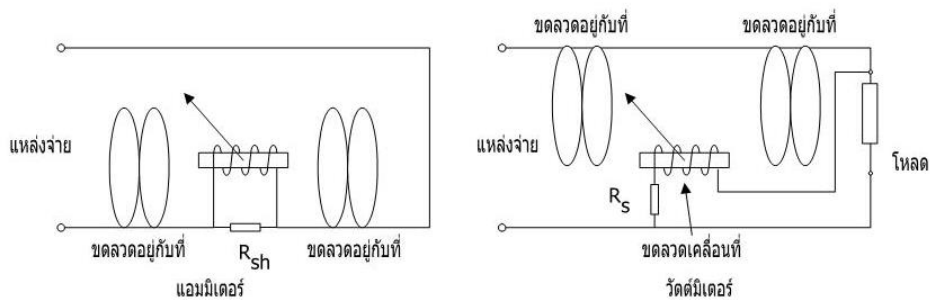
สามารถใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ได้โดยการต่อวงจรดังรูปที่ 3.11 ซึ่งเข็มชี้จะเบี่ยงเบนตามค่าของกระแสยกกำลังสอง (I^2) ทำให้สเกลของมิเตอร์เตอร์ถูกกำหนดเป็นแบบ Square - Law Meter Scale ดังรูปที่ 3.10

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 14	



สเกลแบบ Squire - Law meter

รูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11

สมการแรงบิด

แรงบิดแม่เหล็กทำให้เข็มบ่ายเบนไปบนสเกลแทนได้ด้วยสมการแรงบิดที่เป็นสัดส่วนกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองชุด

$$T_D(t) \propto \phi_1(t) \phi_2(t) \quad (3.7)$$

เมื่อ $\phi_1(t)$ = เส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก

$\phi_2(t)$ = เส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดเคลื่อนที่

เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนตามกระแสจะได้

$$\phi_1(t) \propto i_1(t)$$

$$\phi_2(t) \propto i_2(t)$$

เมื่อ $i_1(t)$ = กระแสในขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก

$i_2(t)$ = กระแสในขดลวดเคลื่อนที่

ขดลวดแรงดัน (ส่วนเคลื่อนที่) จะมีความต้านทาน R_p สูงมาก ส่วนกระแสผ่านขดลวดกระแส (ส่วนอยู่กับที่) จะประมาณเท่ากับกระแสที่ผ่านโหลด เขียนความสัมพันธ์ได้คือ

$$i_1(t) = i(t)$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 15	

เมื่อ $i(t)$ = กระแสไหลด

และกระแสผ่านขดลวดแรงดันจะเป็น

$$i_2(t) = \frac{v(t)}{R_p} \quad (3.8)$$

แรงบิดขับ T_D สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$T_D(t) \propto \frac{v(t)i(t)}{R_p}$$

$$\therefore T_D(t) = K_p(t) \quad (3.9)$$

การเคลื่อนที่ของเข็มซึ่งจะขึ้นกับขนาดของแรงบิดเฉลี่ย ดังนั้นค่าที่อ่านได้จะขึ้นกับค่าแรงบิดเฉลี่ยตลอดคาบเวลาของคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ ค่าที่อ่านได้จะประมาณเท่ากับค่ากำลังเฉลี่ยด้วย เขียนเป็นสมการได้คือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าที่อ่านได้} &= \text{ค่าเฉลี่ยตลอดคาบเวลาของคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ} \\ \therefore \text{ค่าที่อ่านได้} &= \frac{1}{T} \left[\int_0^T T_D(t) dt \right] = \frac{1}{T} \left[\int_0^T v(t) \cdot i(t) dt \right] \\ &= \frac{1}{T} \left[\int_0^T p(t) dt \right] \\ &= K P_{(avg)} \end{aligned} \quad (3.10)$$

แรงบิดควบคุมได้จากแรงสปริง ดังนั้นเมื่อแรงบิดเบี่ยงเบนเท่ากับแรงบิดควบคุมจะได้

$$\begin{aligned} c\theta_m &= K P_{(avg)} \\ \theta_m &= [K P_{(avg)}] / c \\ &= K_m V I \cos \theta \end{aligned}$$

นั่นคือค่าที่อ่านได้เป็นสัดส่วนกับกำลังเฉลี่ย และวัดคีมเตอร์สามารถปรับเทียบให้แสดงค่าบนสเกลเป็นวัตต์ได้โดยตรง และมีสเกลเป็นแบบเชิงเส้นแสดงได้ดังสมการ

$$\theta_m = K_m V I \cos \theta \quad (3.11)$$

โดย θ_m = มุมของการเบี่ยงเบนของเข็มชี้

K_m = ค่าคงที่ของเครื่องวัด, องศา/วัตต์

V = ค่าแรงดัน RMS ของแหล่งจ่าย

I = ค่ากระแส RMS ของแหล่งจ่าย

$\cos \theta$ = เพาเวอร์แฟกเตอร์

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับกระแสอาจนำหน้า (Lead) หรือล้าหลัง (Lag) แรงดันที่การเป็นมุม θ และวัดคีมเตอร์จะเบี่ยงเบนเป็นสัดส่วนกับกระแสส่วนที่เฟสตรงกันกับแรงดัน นั่นคือเป็นสัดส่วนกับ $V I \cos \theta$ เมื่อกำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสียในภาระได้จากแหล่งจ่ายกระแสสลับคือ $V I \cos \theta$ แสดงว่า วัดคีมเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าจริง



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 25
	แผ่นที่ : 16	

ตัวอย่างที่ 3.8 วัดมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์มี $K_m = 8^\circ / W$ วัดกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟสลับ 110 V_{rms} กระแส 0.05 A เฟดอร์แฟคเตอร์ 0.8 จงหาว่าเข็มมิเตอร์จะเบี่ยงเบนไปกี่องศา ?

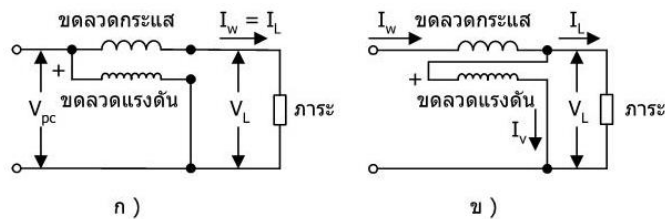
วิธีคิด จาก $\theta_m = K_m V I \cos \theta$

$$= \frac{8^\circ}{W} \times 110 V_{rms} \times 0.05 A \times 0.8$$

$$= 35.2^\circ$$

มาตรฐานข้อไฟฟ้าของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า'

ขดลวดอยู่กับที่จะพันด้วยลวดเส้นโตต่ออนุกรมกับภาระไฟฟ้า เรียกว่า ขดลวดกระแส (Current Coil) พิสัยส่วนขดลวดเคลื่อนที่จะพันด้วยลวดเส้นเล็กต่อขนานกับภาระไฟฟ้า เรียกว่าขดลวดแรงดัน (Potential Coil) พิสัยการวัดมาตรฐานของขดลวดกระแส คือ 5 แอมแปร์ หรือ 1 แอมแปร์ ส่วนขดลวดแรงดันจะเป็นไปตามระบบแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน เช่น 110 220 440 และ 550 โวลต์ โดยกำหนดพิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้าเป็น 120 240 และ 480 โวลต์ เป็นต้น ทิศทางการเคลื่อนที่ของเข็มซึ่งจะขึ้นกับทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดทั้งสอง ดังนั้นการต่อข้อไฟฟ้า ต้องต่อทั้งขดลวดกระแสและขดลวดแรงดันให้ถูกต้อง นอกจากนี้ในการวัดจะต้องระวังเกี่ยวกับวิธีการต่อวงจรการวัดว่าจะใช้แบบกระแสถูกต้อง (Correct ampere) หรือ แบบแรงดันถูกต้อง (Correct Voltage) ดังรูปที่ 3.12 ด้วย



รูปที่ 3.12 วัดมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

ก) ต่อแบบกระแสถูกต้อง ข) ต่อแบบแรงดันถูกต้อง

สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาด²ในวัดมิเตอร์เมื่อต่อวงจรการวัดดังรูปที่ 3.12 ก) ขดลวดแรงดันต่ออยู่กับแหล่งจ่ายและด้านหนึ่งของขดลวดสนามแม่เหล็ก ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านขดลวดกระแสจะมีค่าเท่ากับกระแสภาระอย่างเดียว ขณะที่ขดลวดแรงดันขนานอยู่กับแหล่งจ่ายและวัดแรงดันของขดลวดกระแสรวมกับแรงดันของ

¹ วิบูล เขมรังษฤษฎ์. ทฤษฎีเครื่องวัดไฟฟ้าการวัดขนาดทางไฟฟ้า. 2528. หน้า 224-227.

² Bell, David A. **Electronic Instrumentation and Measurements**. 1994. P. 76-80.

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 17	

เมื่อต่อวงจรการวัดดังรูปที่ 3.12 ข) ส่วนของขดลวดแรงดันต่อขนานกับภาระ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านขดลวดสนามคือกระแสภาระและกระแสของขดลวดแรงดัน ($I + I_V$) ทำให้วัดมิเตอร์แสดงค่าของกำลังไฟฟ้า (VI) และกำลังของขดลวดแรงดัน (VI_V) เมื่อกระแสภาระมีค่ามากกว่า I_V มาก ๆ เราสามารถไม่คิดกำลังส่วนนี้ได้ ในกรณีที่กระแสภาระมีค่าต่ำ ค่าผิดพลาดนี้จะมีผลต่อความถูกต้องของค่าที่แสดงจะเห็นว่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นค่าที่สำคัญอันหนึ่ง

การใช้เป็นเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าต้องระวังไม่ให้ขดลวดแต่ละชุดมีกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด ขดลวดกระแสไฟฟ้าพันด้วยลวดเส้นโตสามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัดได้ถึง 20 % ตลอดเวลาการใช้งานและเกินได้ถึง 1000 % ในระยะเวลาสั้น ๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย ส่วนขดลวดแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งพันด้วยลวดเส้นเล็กสามารถใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเกินพิกัดถึง 20 % ตลอดเวลาการใช้งาน และเกินได้ 100 % ในช่วงเวลาสั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 3.9 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตัวหนึ่ง พิกัดกระแสไฟฟ้า 1 และ 5 แอมแปร์ พิกัดแรงดัน 120 และ 240 โวลต์ ใช้วัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ใช้แรงดัน 160 โวลต์ มอเตอร์นี้จะต้องขยับภาระทางกลสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดเข็มชี้ของเครื่องวัดแสดงที่เต็มสเกลพอดี 120 ส่วน

จงหาค่า 1) กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ไป

2) ขนาดกระแสที่ไหลผ่านขดลวดกระแสของมิเตอร์

วิธีคิด เนื่องจากไม่ทราบค่ากระแสของมอเตอร์จึงต้องเลือกพิสัยแรงดันเป็น 240 โวลต์และขดลวดกระแส 5 แอมแปร์จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าที่เครื่องวัดแสดงได้สูงสุด } P_{\max} &= VI \\
 &= (240 \text{ V}) (5 \text{ A}) \\
 &= 1200 \text{ VA หรือ } 1200 \text{ w}
 \end{aligned}$$

นั่นคือเมื่อคิดที่แรงดัน 240 โวลต์ กระแส 5 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าเต็มสเกล 120 ส่วนจะเท่ากับ 1200 วัตต์ ขณะที่แรงดันตกของมอเตอร์ใช้เพียง 160 โวลต์ จะเห็นได้ชัดว่ากระแสที่ทำให้มอเตอร์แสดงเต็มสเกลจะต้องเกินพิกัดของขดลวดกระแส (เกิน 5 แอมแปร์) หากกระแสได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P_{\max}}{V} \\
 &= \frac{1200 \text{ W}}{160 \text{ V}} = 7.5 \text{ แอมแปร์}
 \end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในมอเตอร์ 1200 วัตต์ และกระแส 7.5 แอมแปร์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 18	

จากตัวอย่างที่ 3.9 เครื่องวัดแสดงกำลังไฟฟ้าไม่เกินสเกล แต่กระแสที่ผ่านขดลวดกระแสมีขนาดเกิน พิกัดถึง 2.5 แอมแปร์ (ประมาณ 50 %) เข็มมิเตอร์จึงจะชี้เต็มสเกลซึ่งเกิน 20 % ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น จึงต้อง ระวังในเรื่องนี้ด้วย โดยปกติขณะใช้งานจริงจะเพิ่มเครื่องวัดกระแสและเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าเข้าในวงจร การวัด เพื่อจะได้ทราบว่าขดลวดชุดใดของวัดมีมอเตอร์เกิดการใช้งานเกินพิกัด แต่ในกรณีที่ทราบค่าแรงดันของ ระบบแล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องวัดกระแสหรือแรงดันเพิ่มอีกก็ได้

การชดเชยวัดคีมเตอร์

เราสามารถหาค่าผิดพลาดจากการต่อวงจรการวัดกำลังไฟฟ้าได้ โดยผู้ผลิตจะพันขดลวดสนาม แม่เหล็กกับขดลวดชดเชยซึ่งเป็นขดลวดเส้นเล็ก ๆ ไปพร้อมกับขดลวดสนาม โดยขดลวดนี้จะทำให้เป็นส่วน ของขดลวดแรงดันซึ่งขดลวดแรงดันจะต่อจากจุดเข้าภาระโดยตรง ดังนั้นกระแสของขดลวดเคลื่อนที่จะเป็นสัดส่วน กับแรงดันที่ภาระเสมอ ขณะที่กระแสผ่านขดลวดสนามคือ $I_L + I_V$ ดังนั้นเส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดสนามที่ เกิดขึ้นจะแปรตาม $I_L + I_V$ แต่เนื่องจากขดลวดชดเชยพันอยู่กับขดลวดสนามมีกระแส I_V ไหลในทิศตรงข้ามซึ่ง สร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กของขดลวดสนามที่เกิดจากกระแส $I_L + I_V$ ทำให้ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส I_V หักล้างกับสนามแม่เหล็กจาก $I_L + I_V$ ทำให้เหลือสนามแม่เหล็กในขดลวด สนามเป็นผลจาก I_L อย่างเดียวขณะที่แรงดันก็เป็นแรงดันคร่อมภาระอย่างแท้จริง ทำให้วัดคีมเตอร์แสดงค่ากำลัง ที่ภาระใช้ไปอย่างแท้จริงด้วย เราสามารถตรวจสอบว่ามีการชดเชยสมบูรณ์หรือไม่โดยการเปิดวงจรทางด้าน ภาระของวัดคีมเตอร์ออก หากชดเชยได้สมบูรณ์ค่าที่อ่านได้ควรเป็นศูนย์

3.3.2 การขยายพิสัย

ทำได้โดยการต่อความต้านทานชั้นที่ ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ในกรณีของแอมมิเตอร์ และต่อ ความต้านทานจำกัดกระแสอนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่เมื่อทำเป็นโวลต์มิเตอร์ (รูปที่ 3.11) ส่วนโวลต์มิเตอร์จะ ขยายพิสัยได้โดยหาค่า R_s มาต่ออนุกรมซึ่งหาได้โดยวิธีคำนวณเหมือนกับการหาค่า R_s ในมิเตอร์ที่ใช้ระบบ เคลื่อนที่แบบ D'Arsonval

ตัวอย่างที่ 3.10 ใช้มิเตอร์ขนาด 10 mA. ทำเป็นโวลต์มิเตอร์ 10 V. ถ้า $R_m = 50 \Omega$ จงคำนวณหา R_s

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีคิด} \quad S &= \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{10\text{mA.}} = 100 \frac{\Omega}{V} \\
 R_s &= S \times \text{Range} - R_m = 100 \frac{\Omega}{V} \times 10\text{V} - 50\Omega = 950 \Omega
 \end{aligned}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 19	

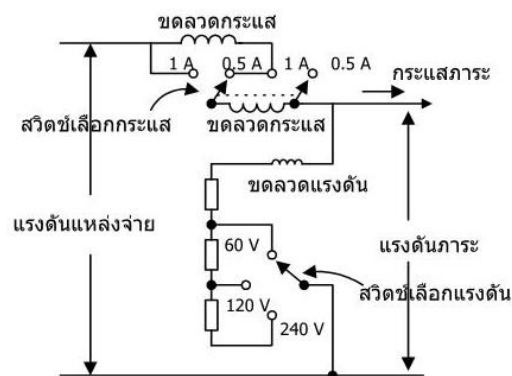
ตัวอย่างที่ 3.11 ระบบเคลื่อนที่แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ มีค.ต.ท. $R_m = 40 \Omega$ ขนาดกระแสเบี่ยงเบนเต็มสเกล 10 มิลลิแอมแปร์ ต้องการขยายพิสัยการวัดเป็นแอมมิเตอร์พิสัย 1 แอมแปร์ จงหาค่า ค.ต.ท. R_{sh} ?

วิธีคิด

$$R_{sh} = \frac{R_m}{n - 1} = \frac{40 \Omega}{100 - 1} = \frac{40 \Omega}{99} = 0.404 \Omega$$

เมื่อต่อกับแหล่งจ่ายและมีกระแสตรงไหลผ่าน 1 แอมแปร์ เข็มของมิเตอร์จะชี้เต็มสเกล และทำนองเดียวกันเมื่อต่อกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ 1 แอมแปร์เข็มจะชี้เต็มสเกลเช่นเดียวกัน

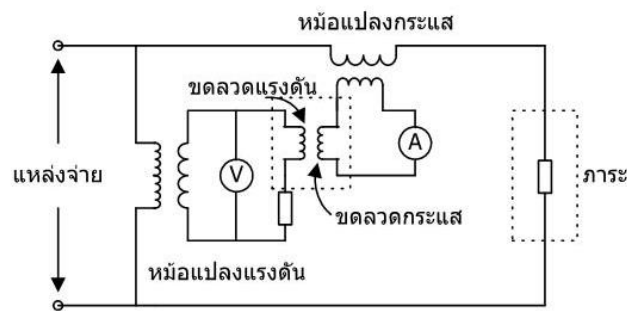
พิสัยของแรงดันของวงจรขดลวดเคลื่อนที่ในวัดคิมิเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สวิตช์เลือกค่าความต้านทานจำกัดกระแสค่าต่าง ๆ จากภายในหรือภายนอกวงจรเหมือนกับการขยายย่านการวัดของโวลต์มิเตอร์สำหรับพิสัยของกระแสสามารถเปลี่ยนได้ง่าย โดยสับสวิตช์เลือกต่อขดลวดสนามสองชุดที่ต่อแบบอนุกรมกันอยู่ให้ต่อกันแบบขนานดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วัดคิมิเตอร์หลายพิสัย

นอกจากนี้สำหรับวัดคิมิเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับยังสามารถขยายพิสัยการวัดโดยใช้หม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งเป็นวิธีการวัดกำลังไฟฟ้าทางอ้อมวิธีหนึ่ง ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดจะเป็นสัดส่วนกับอัตราส่วนของหม้อแปลงที่ใช้โดยการลดขนาดกระแสสูง ๆ ลงให้เหลือค่ากระแสมากที่สุดเพียง 5 แอมแปร์ เนื่องจากหากให้กระแสค่ามาก ๆ แม้ทำได้ก็ตามจะทำให้มีสนามแม่เหล็กมากพอที่จะเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก กรณีที่แรงดันที่จะวัดเกินพิสัยของมิเตอร์ก็จะใช้หม้อแปลงแรงดันสำหรับลดแรงดันลงมาให้พอดีกับพิสัยแรงดันของวัดคิมิเตอร์ รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการต่อใช้ร่วมกับหม้อแปลงทั้งสองอย่าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 29
		แผ่นที่ : 20	



รูปที่ 3.14 การต่อหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดันร่วมกับวัดคัมมิเตอร์

อย่างไรก็ตามหม้อแปลงกระแสไม่สามารถใช้ได้กับวงจรที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งอาจต้องใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น ใช้ฮอลล์เอฟเฟกต์ตรวจจับและนำไปขยายและปรับแต่งสัญญาณต่อไป

3.4 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

Iron-vane Meter Movement นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานมาก แต่มีความถูกต้องไม่สูงมากนัก นิยมนำไปวัดไฟฟ้ากระแสสลับที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในรถยนต์ นอกจากนี้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่จะมีใช้ในเครื่องมือวัดราคาถูก เช่น ใช้สำหรับวัดการอัดประจุและคายประจุในรถยนต์ สำหรับกรณีใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น สำหรับงานวัดกระแสไฟฟ้าจะยอมให้มีค่าผิดพลาดในช่วง 5 % - 10 % เป็นต้น แบ่งตามผลของแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่เป็น 3 แบบคือ แบบแรงดูด แบบแรงผลัก และแบบแรงดูดแรงผลักร่วมกันดังนี้

เครื่องวัดแบบแรงดูด (Attraction Movement)

กระแสที่วัดจะผ่านขดลวดอยู่กับที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) และเกิดการเหนี่ยวนำดูดให้ส่วนเคลื่อนที่ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอ่อน (Soft Iron Plunger) ที่ประกอบเป็นกลไกเชื่อมกับสปริงควบคุม (Control Spring) ดังรูปที่ 3.15 เคลื่อนที่เข้าไปและทำให้เข็มของเครื่องวัดเบี่ยงเบนไปได้ เมื่อเกิดสมดุลของแรงดูดของขดลวดสนามและแรงสปริงเข็มก็จะหยุดนิ่งชี้แสดงค่าได้

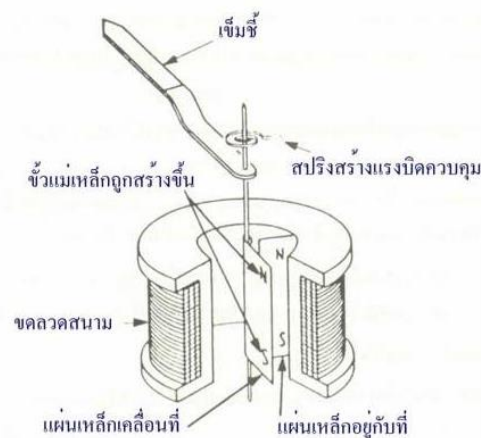
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 30
		แผ่นที่ : 21	



รูปที่ 3.15 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูด

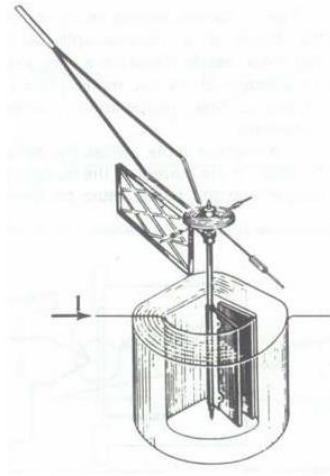
เครื่องวัดแบบแรงผลัก (Repulsion Movement)

การเบี่ยงเบนของเข็มในเครื่องวัดชนิดนี้เกิดจากแรงผลักของแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่นซึ่งแผ่นหนึ่งอยู่กับที่ อีกแผ่นเคลื่อนที่และมีขั้วแม่เหล็กที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจากขดลวดสนามเหมือนกัน แสดงส่วนประกอบ ดังรูปที่ 3.16 ทำให้เกิดแรงผลักซึ่งแปรตามกำลังสองของกระแส (I^2) ดังนั้นสเกลมิเตอร์แบบนี้จะเป็นแบบ Square - Law Scale เหมือนกับแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งขดลวดอยู่กับที่ที่สามารถออกแบบให้ตอบสนองแบบเชิงเส้นได้โดยออกแบบให้มีรูปร่างขดลวดเป็นส่วนของวงกลมดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงผลัก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 31
		แผ่นที่ : 22	

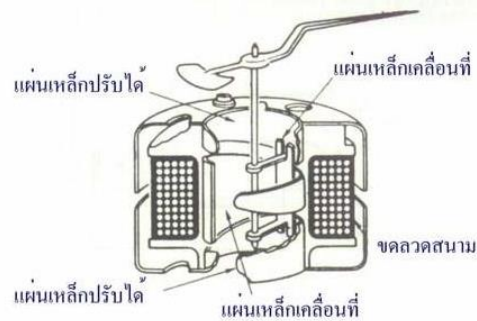


รูปที่ 3.17 ขดลวดสนามเป็นส่วนของวงกลม (Radial-type Iron-vane)

เครื่องวัดแบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

เข็มชี้ในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดหรือแรงผลักจะสามารถเบี่ยงเบนได้ประมาณ 90 องศาเท่านั้น เมื่อต้องการให้เบี่ยงเบนได้มากกว่าจะใช้แบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกันซึ่งทำให้สามารถเบี่ยงเบนได้ถึง 250 องศา มีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 3.18 ประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 คู่ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดสนาม โดยคู่หนึ่งจะออกแบบผลัก และอีกคู่จะออกแรงดูดให้เข็มเบี่ยงเบนไป

เมื่อขดลวดสนามได้รับไฟฟ้ากระแสสลับ การเบี่ยงเบนของเข็มจะอาศัยแรงผลักของแผ่นเหล็กอยู่กับที่กับแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แต่เมื่อเบี่ยงเบนถึงช่วงปลายสเกลแผ่นเหล็กปรับแต่งได้จะดูดแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ เพื่อชดเชยแรงผลักในตอนเริ่มต้น ทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนได้มุมเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.18 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 32
		แผ่นที่ : 23	

สมการมุมการเคลื่อนที่ของเข็มชี้และผลของความถี่ไฟฟ้า

เข็มชี้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ด้วยแรงที่เกิดจากแผ่นเหล็กภายในทรงกระบอก เขียนเป็นความสัมพันธ์คือ

$$F \sim B^2$$

เมื่อ F = แรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ (N)

$$B = \text{ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กบนแผ่นเหล็ก Vs/m}^2$$

ขณะที่แผ่นเหล็กเคลื่อนที่ห่างออกจากแผ่นเหล็กอยู่กับที่ จะทำให้แรงระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองลดลง

$$F_a \sim B^2 K\theta$$

เมื่อ $K\theta$ เป็นสมการมุมของเข็มชี้ เมื่อมุมมากขึ้น ระยะระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองจะมากขึ้นด้วย ทำให้แรงอ่อนลง ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กที่แผ่นเหล็กทั้งสอง จะขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดที่อยู่กับที่ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดนั่นคือ

$$B \sim I_m$$

ดังนั้นแรงที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่เป็น

$$F_a \sim I_m^2 f(\theta)$$

หาแรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ได้จากแรงคูณระยะ r จากกลางเพลาดังแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

$$T_D \sim I_m^2 f(\theta) r$$

เมื่อเข็มชี้เคลื่อนที่สปริงกันหอยที่ติดอยู่กับเพลาของเข็มชี้จะถูกบิดไปด้วย ทำให้เกิดแรงบิดควบคุม T_C

$$T_C \sim c\theta$$

เมื่อ θ = มุมของเข็มชี้ที่เบี่ยงเบนไป

c = ค่าคงที่ในการยึดตัวของสปริง

เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดขับเท่ากับแรงบิดควบคุม

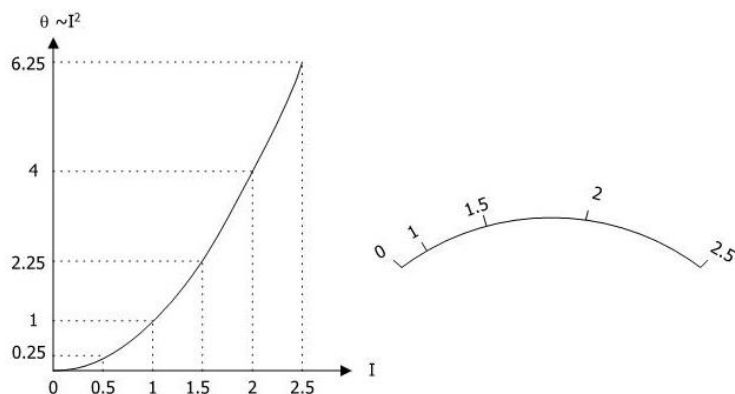
$$T_C = T_D$$

$$c\theta \sim I_m^2 f(\theta) r$$

$$\theta = \frac{f'(\theta)r}{c} I_m^2$$

จะเห็นว่ามุมเบี่ยงเบนของเข็มชี้ขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดยกกำลังสอง ดังนั้นสเกลที่หน้าปัทม์ของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะถูกแบ่งไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง เนื่องจาก θ ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำ ๆ จะได้มุมน้อยกว่าที่ค่ากระแสสูง ดังรูปที่ 3.19

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 33
		แผ่นที่ : 24	



รูปที่ 3.19 การแบ่งสเกลบนหน้าปัทม์และลักษณะสเกลเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

การวัดกระแสไฟฟ้าใช้งาน

เนื่องจากเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่นิยมใช้วัดกระแสซึ่งพิสัยอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 50 แอมแปร์ หากต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่านี้จะต้องใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าประกอบการวัดด้วย เข็มชี้ของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะแปรตามกระแสไฟฟ้าที่วัดยกกำลังสอง เมื่อเป็นกระแสสลับเข็มชี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นตามค่าชั่วขณะของกระแสยกกำลังสองได้ เข็มจึงแสดงค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง

$$\theta = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

เมื่อพิจารณาสมการมุมของเข็มชี้ที่กระทำได้ จะเห็นว่าเป็นสมการเดียวกันกับสมการของการหาค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานยกกำลังสอง

$$(I_{\text{eff}})^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

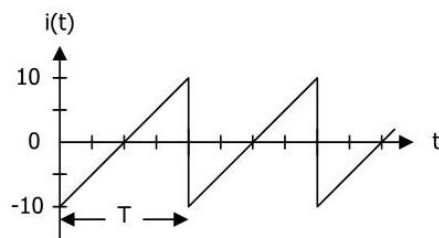
$$\text{สำหรับคลื่นไซน์} \quad (I_{\text{eff}})^2 = \frac{I_{\text{max}}^2}{2}$$

ดังนั้นเข็มของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ตามค่าใช้งานของกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัด ยกกำลังสองนั่นเอง การอ่านค่าบนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดตามความต้องการให้อ่านค่าเป็นค่าใช้งาน เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จึงมีการкалиเบรตสเกลด้วย $\sqrt{\quad}$

$$\begin{aligned} \text{กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้} &= \sqrt{I_{\text{eff}}^2} \\ &= I_{\text{eff}} \end{aligned}$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 34
		แผ่นที่ : 25	

ตัวอย่างที่ 3.12 ใช้เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่วัดกระแสไฟฟ้ารูปฟันเลื่อย (Sawtooth Voltage) ตามรูปที่ 3.20 จงหาค่าที่อ่านได้บนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดนี้



รูปที่ 3.20 รูปคลื่นฟันเลื่อย

วิธีคิด จากรูปที่ 3.20 เขียนสมการกระแสรูปคลื่นฟันเลื่อยได้คือ

$$i(t) = 5t - 10 \text{ A}$$

เขียนค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง นั่นคือ

$$\begin{aligned}
 i^2(t) &= (I_{\text{eff}})^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt \\
 &= \frac{1}{T} \int_0^T (5t - 10)^2 dt \\
 &= \frac{1}{T} \left[\frac{25t^3}{3} - \frac{100t^2}{2} + 100t \right]_0^T \\
 &= \left[\frac{25T^2}{3} - \frac{100T}{2} + 100 \right]
 \end{aligned}$$

ในเวลา 1 คาบ T ใช้เวลา 4 หน่วย

$$\begin{aligned}
 \therefore (I_{\text{eff}})^2 &= \left[\frac{25(4)^2}{3} - \frac{100(4)}{2} + 100 \right] \\
 &= 33.3 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore I_{\text{eff}} &= \sqrt{33.3} \\
 &= 5.77 \text{ A}
 \end{aligned}$$

ผลของความถี่ไฟฟ้า

เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่สามารวัดไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นมีความถี่ต่ำ ๆ จนถึง 1 kHz โดยที่ความถี่ไฟฟ้ามีผลต่อการวัดแรงดันไฟฟ้ามาก เนื่องจากวงจรของเครื่องวัดประกอบด้วยความต้านทานและค่าความเหนี่ยวนำรวมเป็นอิมพีแดนซ์คือ

$$Z_s = R_s + j\omega L$$

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 35
		แผ่นที่ : 26	

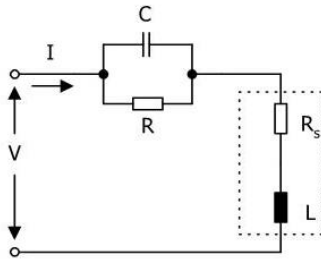
เมื่อ Z_s = ขนาดอิมพีแดนซ์ภายในวงจรเครื่องวัด (โอห์ม)

R_s = ความต้านทานภายในเครื่องวัด (โอห์ม)

ωL = ค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวดอยู่กับที่ (โอห์ม)

ค่าอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเมื่อใช้วัดแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสที่ไหลเข้าเครื่องวัดขึ้นกับค่าของแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับอิมพีแดนซ์ เมื่อความถี่สูงขึ้นจะทำให้อิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดสูงขึ้นด้วย และกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าเครื่องวัดจะต่ำลง ทำให้เข็มชี้ของเครื่องวัดเคลื่อนที่ได้้น้อยลงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเท่ากับแต่ความถี่ไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จำเป็นต้องคาลิเบรทสเกลในการใช้วัดแรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ต่าง ๆ

เราสามารถทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรไม่ขึ้นกับความถี่ได้ โดยการต่อความต้านทานขนานกับขดลวดแล้วนำไปอนุกรมกับขดลวดของเครื่องวัดดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 อิมพีแดนซ์ของขดลวดในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ที่ไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

จะได้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างขั้วเป็น

$$\begin{aligned}
 Z &= R_s + j\omega L + \left(\frac{R}{1 + j\omega CR} \right) \\
 &= R_s + \frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2} + j\omega \left(L - \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2} \right)
 \end{aligned}$$

เมื่อให้ $\omega^2 C^2 R^2 \ll 1$ เราสามารถไม่คิดเทอมของ $\omega^2 C^2 R^2$ ได้สมการเหลือเป็น

$$Z = R_s + R + j\omega (L - CR^2)$$

เมื่อทำให้ค่าความเหนี่ยวนำ (L) ของขดลวดมีค่าเท่ากับ CR^2

$$L = CR^2$$

จะเขียนสมการอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเป็นความต้านทานเพียงอย่างเดียวดังสมการ

$$Z = R_s + R$$

ดังนั้นเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ที่ค่าความต้านทานจะไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 36
		แผ่นที่ : 27	

ลักษณะพิเศษของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

1. ขดลวดมีค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง (Self-inductance : L) เมื่อใช้กับความถี่สูงขึ้นค่าอิมพีแดนซ์จะสูงขึ้น กระแสจะไหลผ่านได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เข็มชี้จะแสดงค่าได้ต่ำกว่า หรือผิดไปจากค่าที่เป็นจริง ($I = V/Z$)

2. ถ้าบริเวณรอบ ๆ เครื่องวัดมีสนามแม่เหล็กอาจมีผลกระทบต่อจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กภายในเครื่องวัดได้

3. เมื่อนำ Iron-vane วัดไฟฟ้ากระแสตรงค่ามากเกินไปจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากฮิสเตอรีซิสที่แผ่นเหล็กจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้

การขยายพิสัยการวัดสามารถนำไปใช้เป็นโวลต์มิเตอร์ได้โดยต่อค่า R_s ขยายพิสัยเหมือนกับ D'Arsonval และไวด์ต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ ดังนั้นจึงสามารถแสดงค่าได้ถูกต้องเมื่อใช้งานอยู่ในย่านความถี่ 25 - 125 Hz เท่านั้น

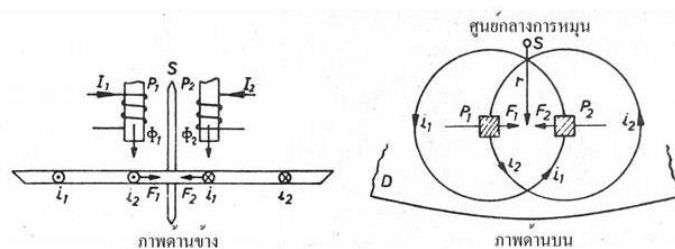
3.5 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Induction type Instruments)

เครื่องวัดชนิดเหนี่ยวนำ คือเครื่องวัดที่อาศัยแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกิริยาระหว่างกระแสไหลวนที่เกิดจากการชักนำของสนามแม่เหล็กที่ได้จากไฟฟ้ากระแสสลับ โดยที่ตัวนำอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงจะเกิดมีกระแสไหลวนในตัวนำ และเมื่อมีกระแสจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นอีกชุดหนึ่งทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กจากกระแสสลับอีกทอดหนึ่ง หากตัวนำดังกล่าวทำเป็นจานอิสระจะเกิดการเคลื่อนที่ไปตามแรงลัพธ์สามารถใช้เป็นตัวชี้บอกปริมาณไฟฟ้าได้

เครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำสามารถทำเป็นเครื่องวัดมุมกว้างได้ง่าย มีแรงบิดมาก ใช้วัดเฉพาะไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น มีใช้ในเครื่องวัดกระแส แรงดัน และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการทำงาน

3.5.1 หลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

พิจารณาการทำงานได้จากรูป 3.22



รูปที่ 3.22 แรงบิดงานโลหะเกิดจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 37
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

2. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมีหลักการท างานอย่างไร (อธิบาย)

.....

.....

.....

21. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโคร สามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรได้บ้าง (วาดรูปประกอบ)

.....

.....

.....

.....

22. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....

.....

23. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีหลักการท างานอย่างไร (อธิบาย)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 38
		แผ่นที่ : 2	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

24. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิตมีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

25. เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้ามีกี่แบบอะไรบ้าง

.....

.....

26. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่นมีหลัก การทำงานอย่างไร (อธิบาย)

.....

.....

27. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

.....

.....

28. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดมีหลักการทำงานอย่างไร

.....

.....

29. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงผลัก มีหลักการทำงานอย่างไร

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 39
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : จงเติมข้อความในช่องว่างให้ได้ข้อความที่ถูกต้องสมบูรณ์

7. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดอยู่กับ ทำให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้ขดลวดเคลื่อนที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ ขดลวดเคลื่อนที่ และมีกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เกิดแรงบิดบ่งเบนที่มีอำนาจชนะแรงสปริงที่ต้านไว้เป็นผลให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไป และหยุดชี้ค่าที่ตำแหน่งตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวด

8. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ สามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดอะไรได้บ้าง (วาดรูปประกอบ)



9. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

1. ขดลวดเคลื่อนที่ 2. ขดลวดความร้อน 3. เทอร์โมคัปเปิล

10. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล มีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

อาศัย ความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายในอยู่ ความร้อนที่ได้มีค่าเท่ากับ I^2R แล้วส่งมายัง เทอร์โมคัปเปิล เทอร์โมคัปเปิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้เข็มชี้เกิดการบ่งเบนไป

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 40
		แผ่นที่ : 2	

11. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิตมีหลักการทำงานอย่างไร (อธิบาย)

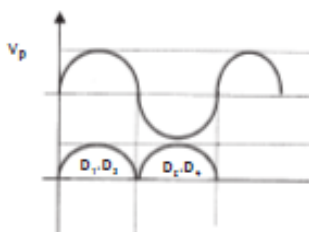
เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้า ที่ Input ของแผ่น ตัวนำทั้งสองชุดจะทำให้แผ่นตัวนำ สองมีขั้ว ที่ต่างกัน เป็นผลให้เกิดแรงบิดที่แผ่น ตัวนำทั้งสองชุด ส่งผลแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไป เข็มชี้ที่ติดกับ แผ่นตัวนำเกิดการบ่ายเบน เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดของแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ แผ่นตัวนำอยู่กับที่และแรงบิดที่สปริงเกิดการสมดุลกัน

12. เครื่องวัดแบบเรียงกระแสไฟฟ้ามีกี่แบบอะไรบ้าง

1. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบครึ่งรูปคลื่น
2. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่น

7. เครื่องวัดเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่นมีหลัก การทำงานอย่างไร (อธิบาย)

จากรูปคลื่นสัญญาณไซน์ (Sine wave) ในซีกบวกเข้ามาที่จุด A สัญญาณจะเป็นบวกจุด B เป็นสัญญาณลบ-ไดโอด D1,D3 จะได้รับการไบอัสตรงทำให้มีแรงดัน (เกิดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุต) เมื่อรูปคลื่นสัญญาณไซน์ในซีกลบเข้ามาที่จุด A มีค่าเป็น - ที่จุด B มีค่าเป็น + ไดโอด D2, D4ได้รับการไบอัสตรง ทำให้เกิดมีแรงดัน รูปคลื่นสัญญาณทางด้านเอาต์พุต



8. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

- 3 ประเภท 1. แบบแรงดูด 2. แบบแรงผลัก 3. แบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

9. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดมีหลักการทำงานอย่างไร

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านฟิลด์คอยล์ (Field coil) ฟิลด์คอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้เกิดการเหนี่ยวนำ และเกิดแรงดูดแผ่นเหล็กอ่อนให้เคลื่อนที่เข้า ไป เข็มชี้ของเครื่องวัด จึงเกิดการบ่ายเบนไปด้วย เมื่อเกิดความสมดุล ของแรงดูดระหว่างฟิลด์คอยล์ (Field coil) กับ สปริงจะทำให้เข็มชี้หยุดนิ่ง

10. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงผลัก มีหลักการทำงานอย่างไร

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นเป็นผลให้แผ่นเหล็กทั้งสองกลายเป็นแม่เหล็กที่มีขั้ว เหมือนกันเกิดการผลัก กัน ระหว่างแผ่นเหล็กอ่อน ทำให้เกิดแรงบิด

ให้แผ่นเหล็กเคลื่อนที่หมุนไป เข้มขึ้นเกิดการบ้ายเบนไปและหยุดนิ่ง เมื่อเกิดความสัมพันธ์ของแรงบิดระหว่างแผ่นเหล็กสองกับ แรงบิดของสปริง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 41
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 2.1

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 4ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดใดสามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับและสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดได้หลายชนิด

ก. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์	ค. เครื่องวัดแบบเทอร์โมคัปเปิล
ข. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต	ง. เครื่องวัดแบบเรียงกระแส
2. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัปเปิล อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่ เป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ขดลวดเคลื่อนที่	ค. เทอร์โมคัปเปิล
ข. ขดลวดความร้อน	ง. ไม่มีข้อ ถูก
3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัด แบบแผ่น เหล็กเคลื่อนที่

ก. Field coil	ค. Control spring
---------------	-------------------

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าที 42
		แผ่นที : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที 2.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นัศคึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

หรือสร้ำงแบบทดสอบ
ใน Google form
แล้วทำ QR Code เพื่อ Scan
ทำแบบทดสอบได้เช่นเดี๋ยวกัน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 43
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ค
5.	ค
6.	ข
7.	ง
8.	ก
9.	ก
10.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 2 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ โมดูลย่อย 2.1 : เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 43
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ค
5.	ค
6.	ข
7.	ง
8.	ก
9.	ก
10.	ค



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่อง วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ ประกอบด้วย วิสโตนบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน Insulation tester วิสโตนบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

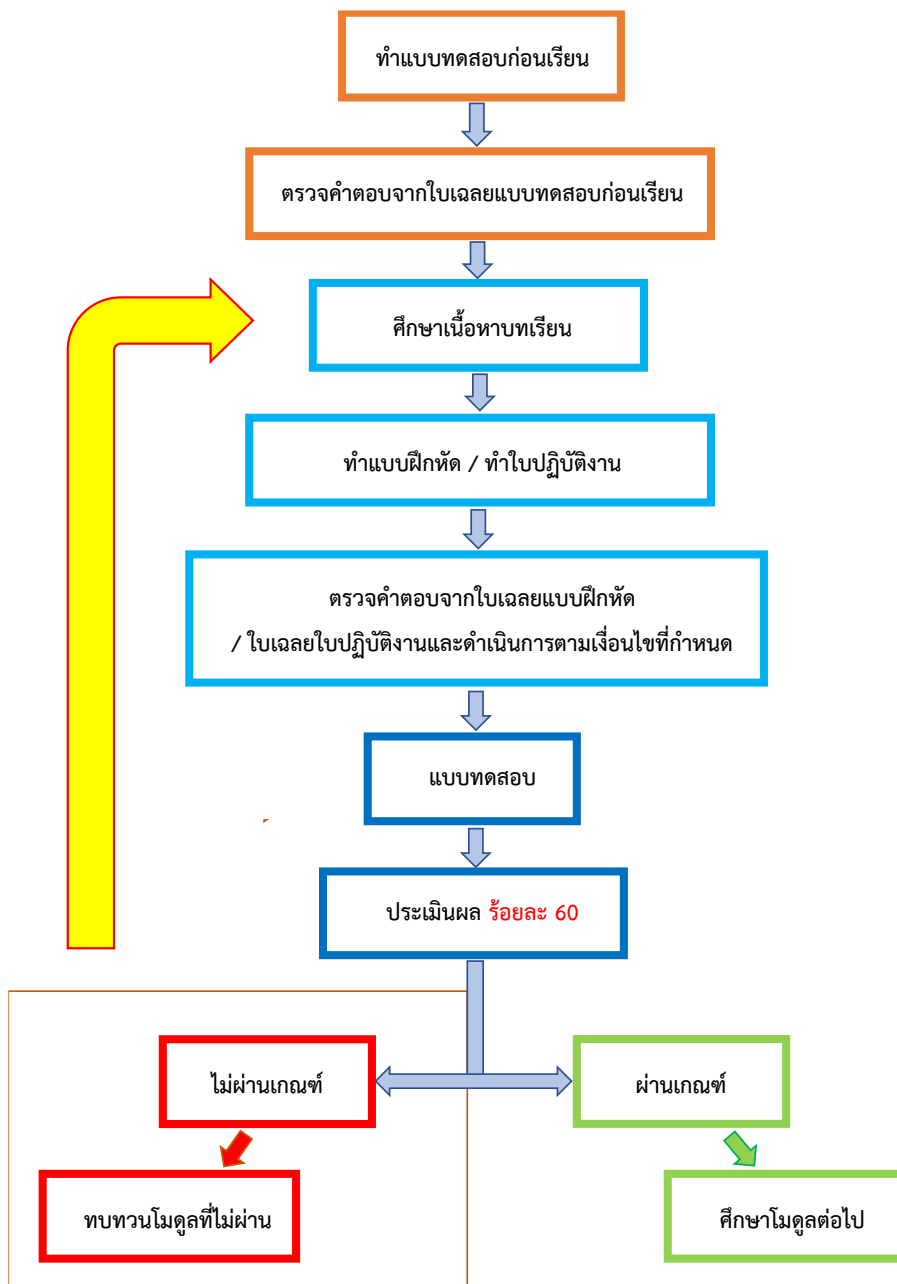
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง คำแนะนำสำหรับผู้เรียน บทเรียนโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 4 หัวข้อย่อย 1. วิทส์โตนบริดจ์ 2.บริดจ์สมดุล 3.บริดจ์ไม่สมดุล 4. เคลวินบริดจ์ ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย 1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ 2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน 3. ใบจุดประสงค์ 4. ใบเนื้อหา 5. ใบแบบฝึกหัด 6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด 7. ใบใบปฏิบัติงาน 8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน 9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนบทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

- 1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
- 2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
- 3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
- 4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 3.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 3 การวัดด้วยบริดจ์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 4 หัวข้อ ได้แก่ วิสโตมบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีความสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวส.			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบแบบทดสอบ

ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่

5

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 3.1 บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน
2. แบบทดสอบบอตนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ
 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย
 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน วิสโตนบริดจ์ ได้

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน วิสโตนบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดวิสโตนบริดจ์ได้

2. จงอธิบายโครงสร้าง ภายในวิสโตนบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุล ได้

3. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

4. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุลสภาวะแรงดันตกคร่อม

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 5 อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานของวัดบริดจ์ไม่สมดุล

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานของวัดบริดจ์ไม่สมดุล

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล (.) ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบกระตาคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน วิสโตนบริดจ์

1. ตรวจสอบคว่ำปุม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาดูตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล

1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
4. กดปุม MEASURE
5. กดปิดปุม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
6. กดปุม "0 Ω ADJ"
7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
8. กดปุม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
9. กดปิดปุม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	

4. จงอธิบายการวัดเตลวินบริดจ์

1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)

2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String

3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่

4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ

5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ

6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค

7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal

8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String

9. กดปุ่ม MEASURE

10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา

11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้			
2. อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้			
3. อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้			
4. อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
	แผ่นที่ : 1	

3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.1 การใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดิน



สายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

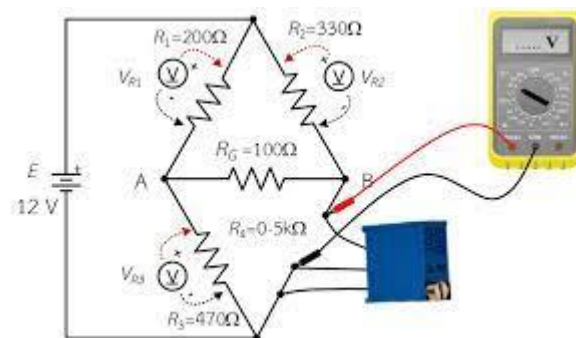
โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11



1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

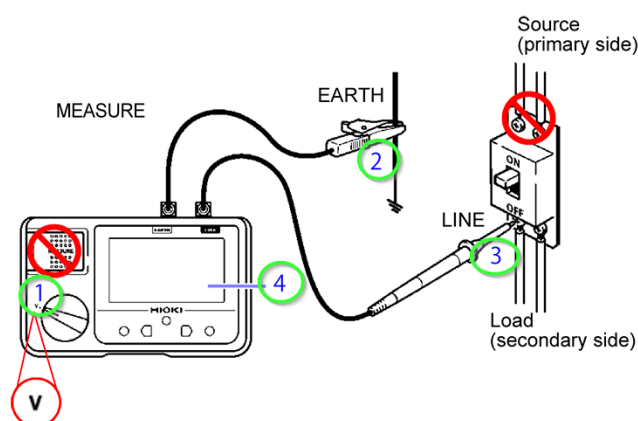
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
12

5.2.2 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

5.2.3 อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
13

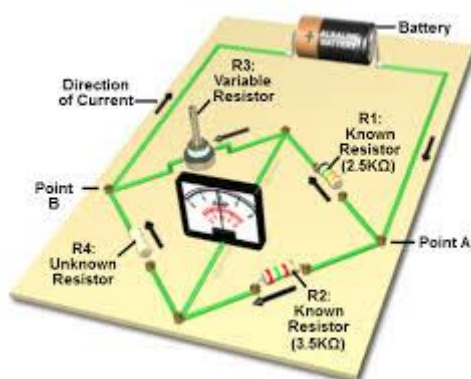
5. กดปุ่ม "0Ω ADJ"

6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด

7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง

8. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



PVΩ measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ PVΩ measurement นั้นจะช่วยทำให้สามารถวัดความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 6	
8. กดปุ่ม MEASURE 9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364 การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน 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 จะต้องมีค่าความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบแบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
15

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่3.2

1. อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้
2. อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้
3. อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้
4. อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
16

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้

1. ตรวจสอบคว่ำปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดอธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัดการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้

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

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 2	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 4. จงอธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้ 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

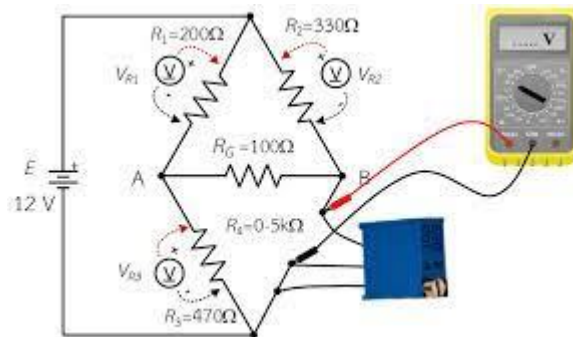
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1.อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้



1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาวะที่ขึ้นออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

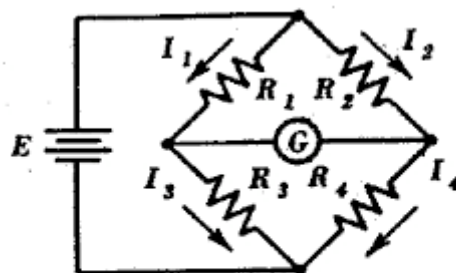
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

2 การวัด Voltage measurement



รูปที่ 4-2

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

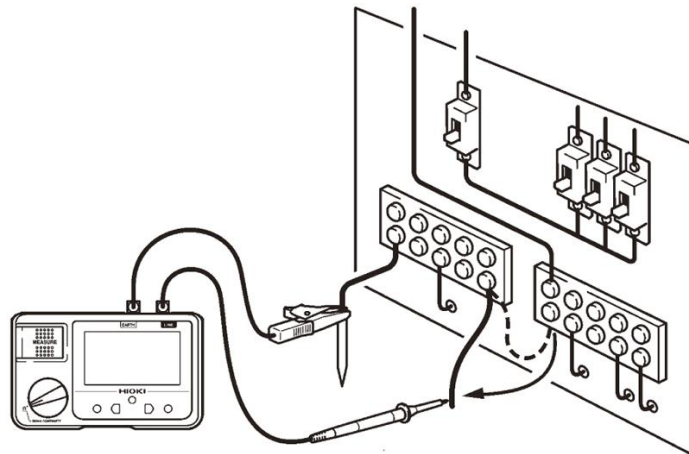
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

1.สถานที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

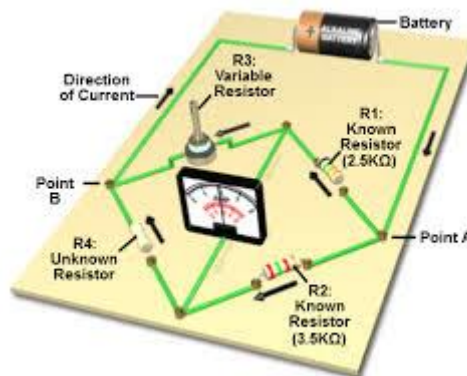
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

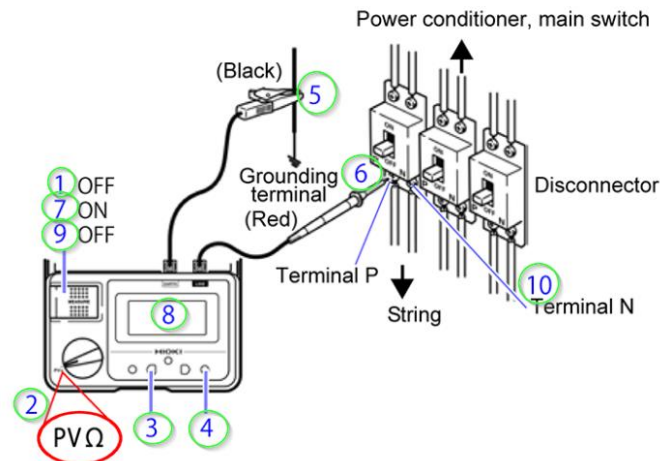
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้



1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ $PV\Omega$
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String
8. กดปุ่ม MEASURE
9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา
10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ ประกอบด้วย LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลย แบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
			หน้า
คำนำ			ก
สารบัญ			ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล			2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน			6
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน			7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			8
ใบจุดประสงค์			11
ใบเนื้อหา			12
ใบแบบทดสอบหลังเรียน			14
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน			15
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			16
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

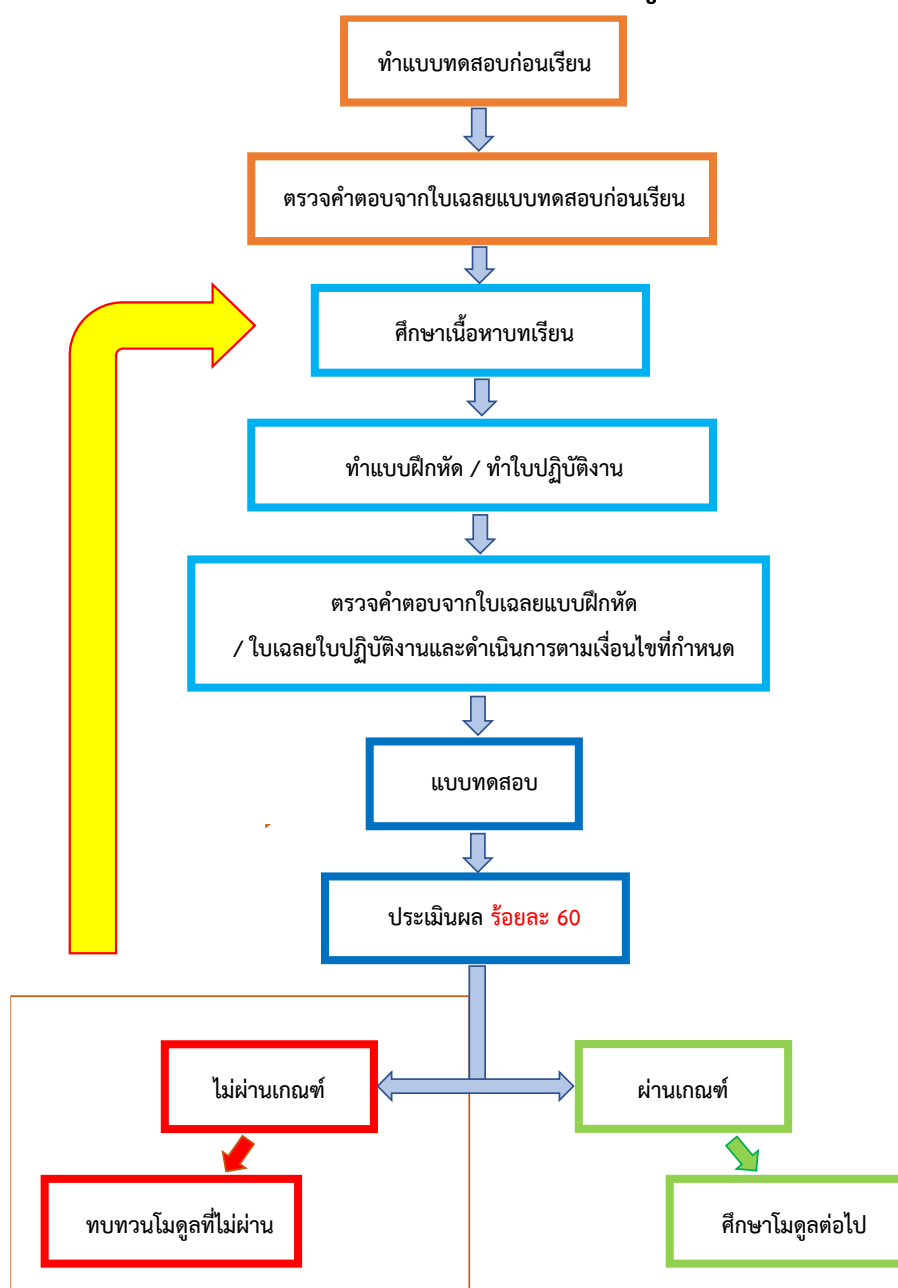
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง คำแนะนำสำหรับผู้เรียน บทเรียนโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 4 หัวข้อย่อย 1. LCR bridgr 2.แมกซ์เวลล์บริดจ์ 3.เฮย์บริดจ์ 4. เวนบริดจ์ ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย 1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ 2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน 3. ใบจุดประสงค์ 4. ใบเนื้อหา 5. ใบแบบฝึกหัด 6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด 7. ใบใบปฏิบัติงาน 8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน 9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	
คำชี้แจงใช้บทเรียนบทเรียนโมดูล3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 3.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 3 การวัดด้วยบริดจ์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 4 หัวข้อ ได้แก่ LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวส.			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบแบบทดสอบ

ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
5

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 3.2 บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน
2. แบบทดสอบบอตนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ
 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย
 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน LCR bridgr

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ ได้

2. จงอธิบายโครงสร้าง ภายในแมกซ์เวลล์บริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้

3. จงอธิบายการวัดเฮย์บริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดเวนบรีดจ์

4. จงอธิบายการวัดเวนบรีดจ์

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล (.) ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบกระตาคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน LCR bridgr

1. ตรวจสอบคว่ำปุ้ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาดูตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ้ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัด เฮย์บริดจ์

1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
4. กดปุ้ม MEASURE
5. กดปิดปุ้ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
6. กดปุ้ม "0 Ω ADJ"
7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
8. กดปุ้ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
9. กดปิดปุ้ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	
4. จงอธิบายการวัดเวนบริดจ์ 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ 1. อธิบายการใช้งาน LCR bridge ได้ 2. อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้ 3. อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้ 4. อธิบายการวัดเวนบริดจ์ ได้		แผ่นที่ : 1	



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
10

3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

3.2.1 การใช้งาน LCR bridge ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดินสายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)





หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

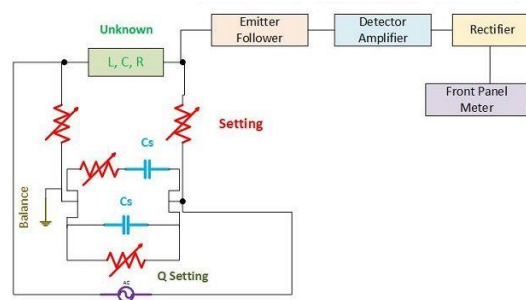
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11

1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่หนูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่



Block Diagram of LCR meter

Electronics Coach



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

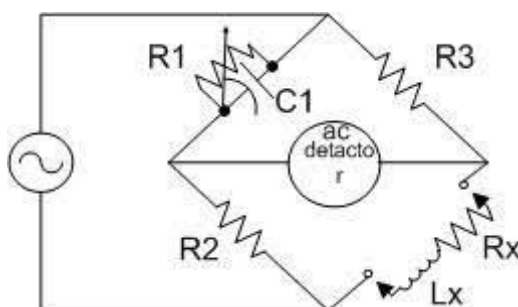
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
12

3.2.2 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3.2.3 อธิบายการวัด เฮย์บริดจ์ ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 5	

5. กดปุ่ม "0Ω ADJ"

6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด

7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง

8. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)

PVΩ measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ PVΩ measurement นี้จะช่วยทำให้สามารถวัดความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 6	
8. กดปุ่ม MEASURE 9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364 การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน 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 จะต้องมีค่าความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบแบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
15

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่3.2

1. อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้
2. อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้
3. อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้
4. อธิบายการเวนบริดจ์ ได้

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
16

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนใช้งาน LCR bridge ได้

1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่หมุนออกมา
2. ศึกษาตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดอธิบายการแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัดการวัดเฮย์บริดจ์ ได้

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

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	แผ่นที่ : 2	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 4. จงอธิบายการเวนบริดจ์ ได้ 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....



1.อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้

1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1.สถานที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

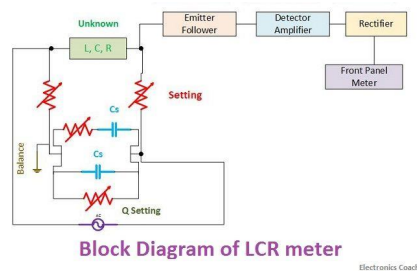
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω

2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ

Short circuit

3. กดปุ่ม MEASURE

4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า



1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

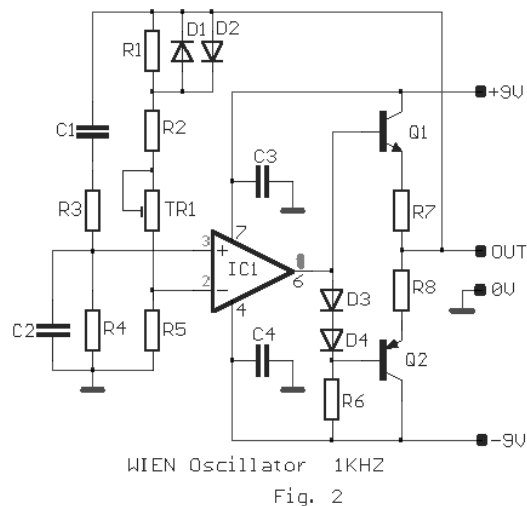
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....



3 อธิบายการวัด เฮย์บริดจ์ ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์

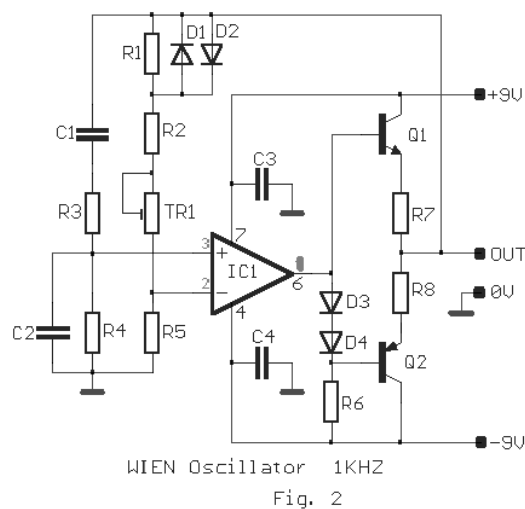
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 อธิบายการวัดเวนบริดจ์ ได้



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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่อง วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ ประกอบด้วย วิสโตนบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน Insulation tester วิสโตนบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
			หน้า
คำนำ			ก
สารบัญ			ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล			2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน			6
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน			7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			8
ใบจุดประสงค์			11
ใบเนื้อหา			12
ใบแบบทดสอบหลังเรียน			14
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน			15
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			16
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

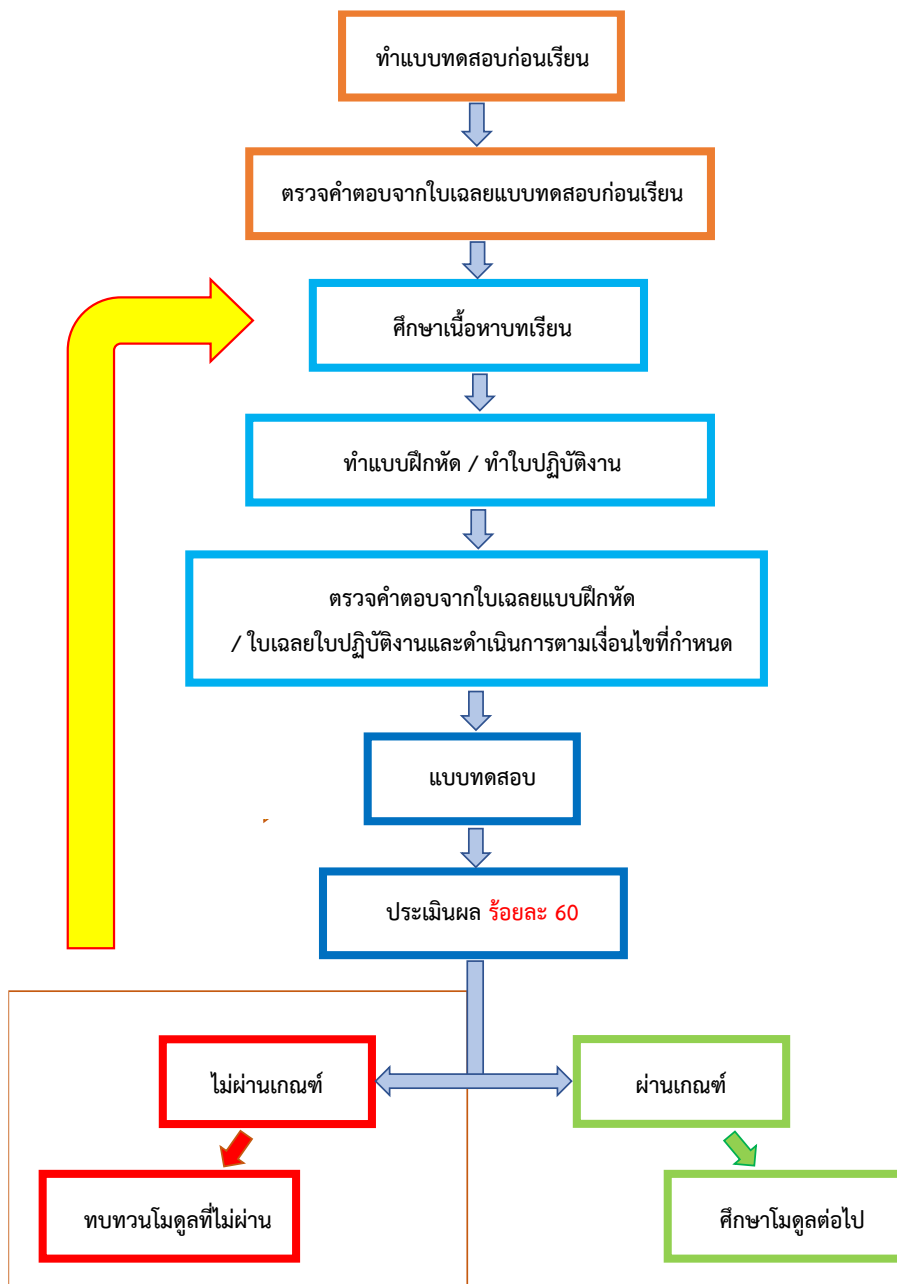
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง			
คำแนะนำสำหรับผู้เรียน			
บทเรียนโมดูลย่อย 3.1 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 4 หัวข้อย่อย			
1. วิทส์โตนบริดจ์			
2.บริดจ์สมดุล			
3.บริดจ์ไม่สมดุล			
4. เคลวินบริดจ์			
ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย			
1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ			
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
3. ใบจุดประสงค์			
4. ใบเนื้อหา			
5. ใบแบบฝึกหัด			
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด			
7. ใบใบปฏิบัติงาน			
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน			
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	
คำชี้แจงใช้บทเรียนบทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 3.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 3 การวัดด้วยบริดจ์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 4 หัวข้อ ได้แก่ วิสโตมบริดจ์ บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์บริดจ์สมดุล บริดจ์ไม่สมดุล เคลวินบริดจ์ โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีความสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวส			

ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบแบบทดสอบ

ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่

5

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 3.1 บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน
2. แบบทดสอบบอตนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ
 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย
 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน วิสโตนบริดจ์ ได้

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน วิสโตนบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดวิสโตนบริดจ์ได้

2. จงอธิบายโครงสร้าง ภายในวิสโตนบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุล ได้

3. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

4. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุลสภาวะแรงดันตกคร่อม

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 5 อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานของวัดบริดจ์ไม่สมดุล

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานของวัดบริดจ์ไม่สมดุล

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล (.) ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบกระตาคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์

1. ตรวจสอบคว่ำปุ้ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ้ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดบริดจ์สมดุล

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล

1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
4. กดปุ้ม MEASURE
5. กดปิดปุ้ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
6. กดปุ้ม "0 Ω ADJ"
7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
8. กดปุ้ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
9. กดปิดปุ้ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	
4. จงอธิบายการวัดเตลวินบริดจ์ 1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ $PV\Omega$ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์			

ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/ใบ

กิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ 1. อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้ 2. อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้ 3. อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้ 4. อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้		แผ่นที่ : 1	



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
10

3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.1 การใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดิน



สายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

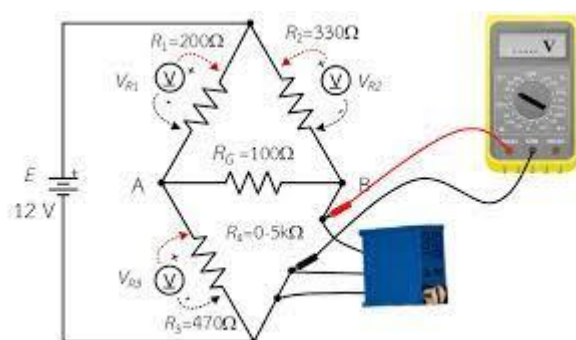
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

หน้าที่

11

แผ่นที่ : 2



1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

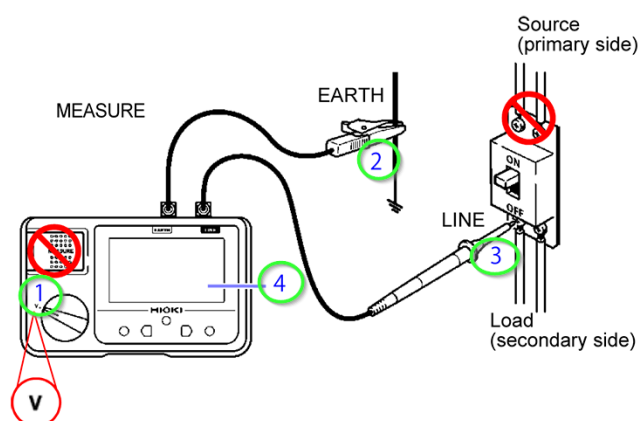
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
12

5.2.2 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

5.2.3 อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
13

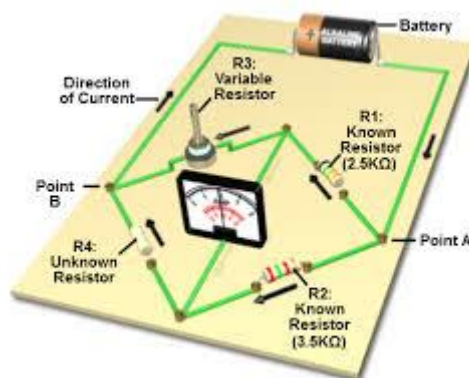
5. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"

6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด

7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง

8. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PV Ω measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



PV Ω measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การ
ใช้การวัดแบบ PV Ω measurement นั้นจะช่วยให้สามารถวัดความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มี
ผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PV Ω
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 6	
8. กดปุ่ม MEASURE 9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364 การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน 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 จะต้องมีค่าความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบแบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
15

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่3.2

1. อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้
2. อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้
3. อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้
4. อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
16

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1. จงอธิบายขั้นตอนใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้

1. ตรวจสอบคว่ำปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดอธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัดการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้

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

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง	แผ่นที่ : 2	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 4. จงอธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้ 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			

ส่วนที่ 3

การสร้างแบบใบปฏิบัติงาน แบบโมดูล



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

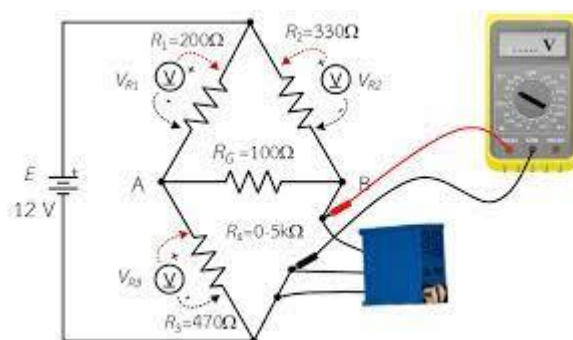
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1.อธิบายการใช้งาน วิทสโตนบริดจ์ ได้



1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาวะที่ขึ้นออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

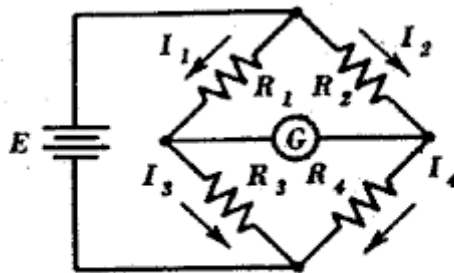
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

2 การวัด Voltage measurement



รูปที่ 4-2

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

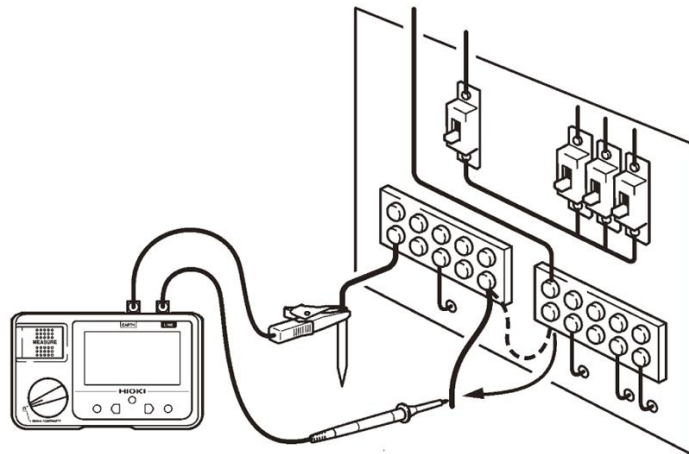
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดบริดจ์สมดุลได้



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

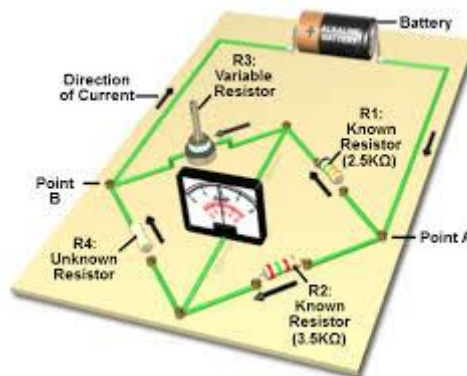
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดบริดจ์ไม่สมดุล ได้



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

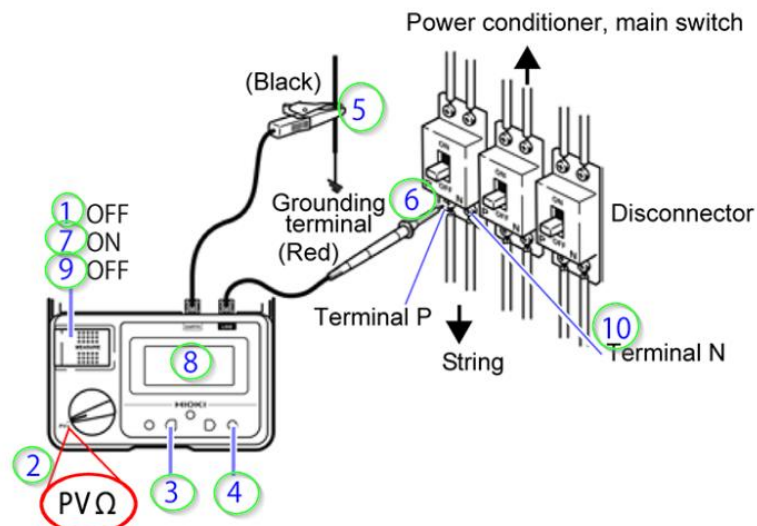
โมดูลย่อย 3.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 อธิบายการวัดเคลวินบริดจ์ได้



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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่อง วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 3 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบ ประกอบด้วย LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลย แบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

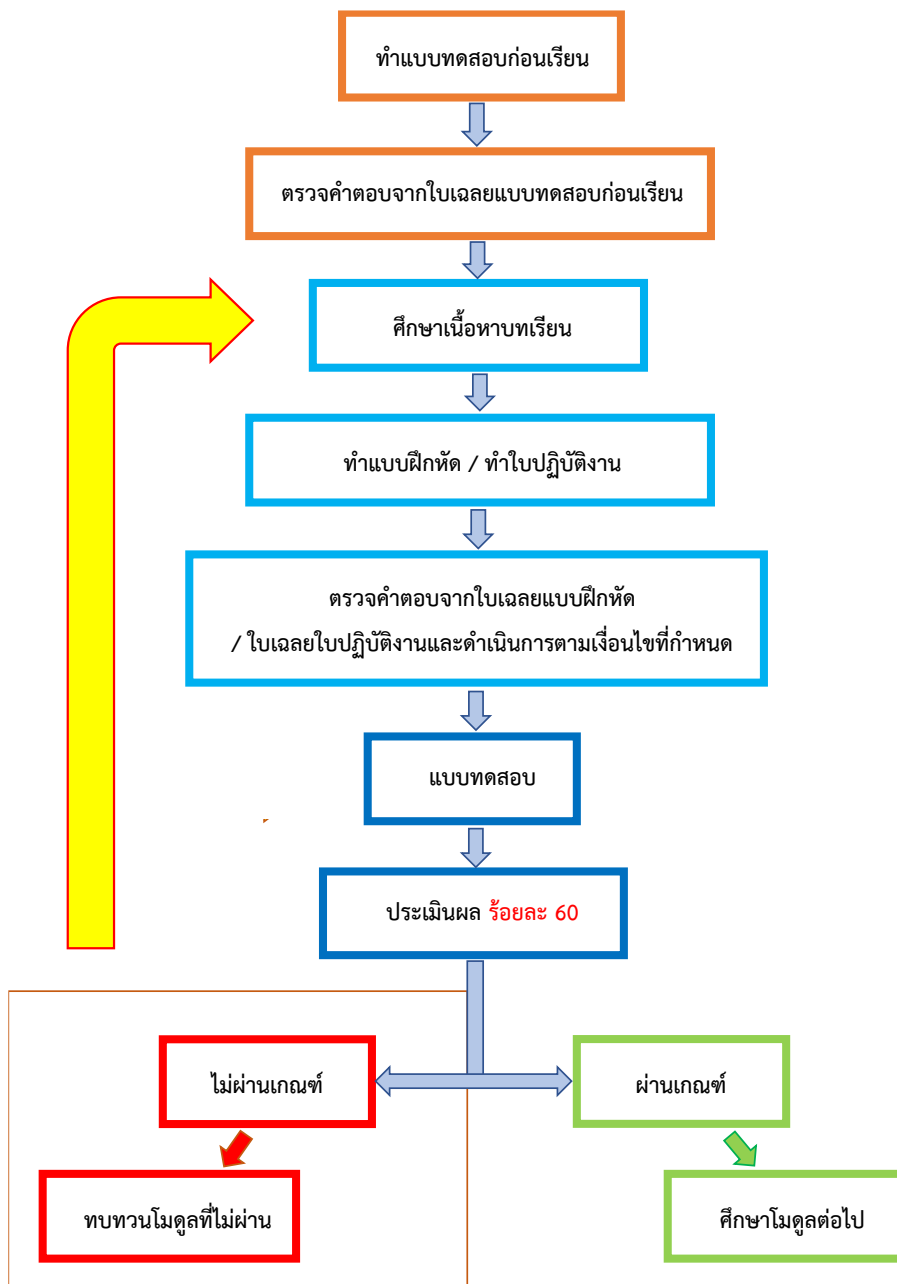
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล.1 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง			
คำแนะนำสำหรับผู้เรียน			
บทเรียนโมดูลย่อย 3.2 วิธีการวัดด้วยบริดจ์ในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 4 หัวข้อย่อย			
1. LCR bridgr 2.แมกซ์เวลล์บริดจ์ 3.เฮย์บริดจ์ 4. เวนบริดจ์			
ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย			
1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ 2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน 3. ใบจุดประสงค์ 4. ใบเนื้อหา 5. ใบแบบฝึกหัด 6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด 7. ใบใบปฏิบัติงาน 8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน 9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผนที่ : 2	
คำชี้แจงใช้บทเรียนบทเรียนโมดูล3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 3.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 3 การวัดด้วยบริดจ์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 4 หัวข้อ ได้แก่ LCR bridgr แมกซ์เวลล์บริดจ์ เฮย์บริดจ์ เวนบริดจ์ โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวส			

ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบแบบทดสอบ

ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่

5

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 3.2 บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน
2. แบบทดสอบบอตนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ
 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย
 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน LCR bridgr

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ ได้

2. จงอธิบายโครงสร้าง ภายในแมกซ์เวลล์บริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้

3. จงอธิบายการวัดเฮย์บริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดเวนบรีดจ์

4. จงอธิบายการวัดเวนบรีดจ์

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล (.) ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบกระตาคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน LCR bridgr

1. ตรวจสอบคว่ำปุ้ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ้ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

2. จงอธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3. จงอธิบายการวัด เฮย์บริดจ์

1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
4. กดปุ้ม MEASURE
5. กดปิดปุ้ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
6. กดปุ้ม "0 Ω ADJ"
7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
8. กดปุ้ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
9. กดปิดปุ้ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	
4. จงอธิบายการวัดเวนบริดจ์ 1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			

ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/ใบ
กิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ 1. อธิบายการใช้งาน LCR bridge ได้ 2. อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้ 3. อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้ 4. อธิบายการวัดเวนบริดจ์ ได้		แผ่นที่ : 1	



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
10

3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

3.2.1 การใช้งาน LCR bridgr ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดินสายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)





หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

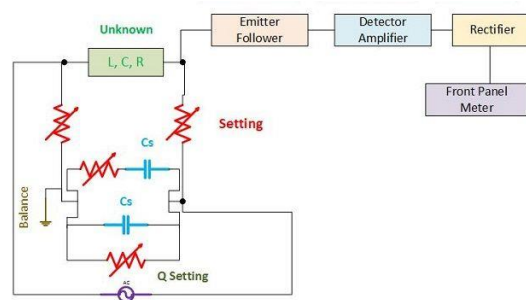
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11

1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่หนูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่



Block Diagram of LCR meter

Electronics Coach



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

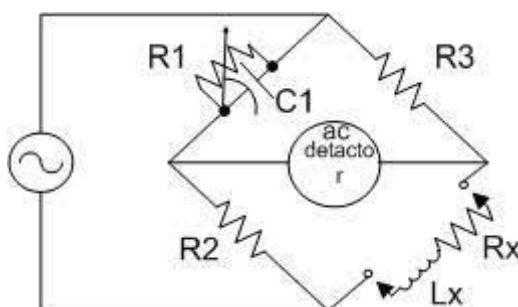
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
12

3.2.2 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

3.2.3 อธิบายการวัด เฮย์บริดจ์ ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	แผ่นที่ : 5	

5. กดปุ่ม "0Ω ADJ"

6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด

7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง

8. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)

PVΩ measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ PVΩ measurement นี้จะช่วยให้อ่านค่าความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	แผ่นที่ : 6	
8. กดปุ่ม MEASURE 9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364 การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน 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 จะต้องมีค่าความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม			



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567

(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบแบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
15

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่3.2

1. อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้
2. อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้
3. อธิบายการวัดเฮย์บริดจ์ ได้
4. อธิบายการเวนบริดจ์ ได้

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่3.1 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 1. จงอธิบายขั้นตอนใช้งาน LCR bridge ได้ 1. ตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่เด้งออกมา 2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก 3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด 4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด 5. กดปุ่ม MEASURE 6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่ 2. จงอธิบายการวัดอธิบายการแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้ 1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V 2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด 3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์ 4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง 3. จงอธิบายการวัดการวัดเฮย์บริดจ์ ได้ 1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง 2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω 3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit 4. กดปุ่ม MEASURE 5. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า 6. กดปุ่ม "0Ω ADJ" 7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด 8. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง 9. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ			

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์ โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 2	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 4. จงอธิบายการเวนบริดจ์ ได้ 1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด			

ส่วนที่ 3

การสร้างแบบใบปฏิบัติงาน แบบโมดูล



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....



1.อธิบายการใช้งาน LCR bridgr ได้

1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1.สถานที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

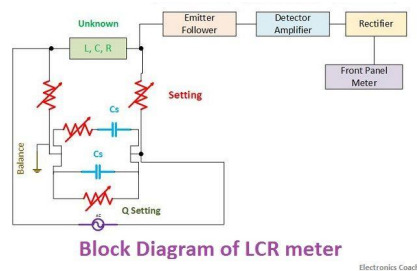
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

3 อธิบายการวัดแมกซ์เวลล์บริดจ์ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω

2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ

Short circuit

3. กดปุ่ม MEASURE

4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า



1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

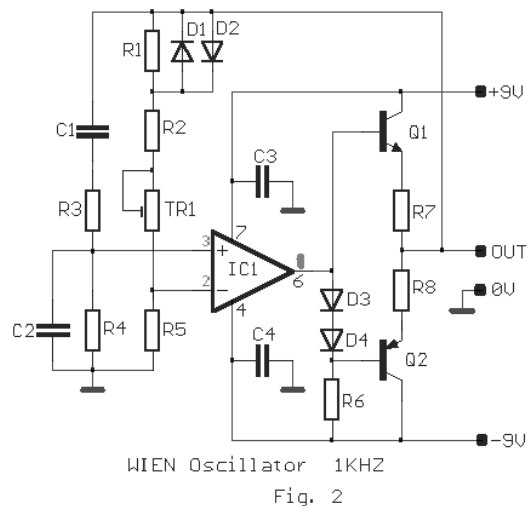
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....



3 อธิบายการวัด เฮย์บริดจ์ ได้

ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567
(ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดด้วยบริดจ์

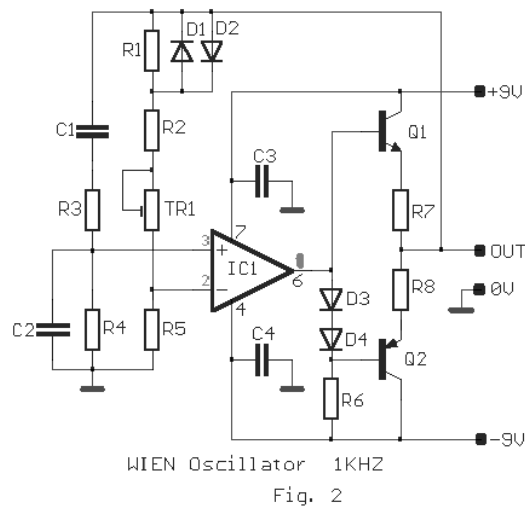
โมดูลย่อย 3.2 : บริดจ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 อธิบายการวัดเวทบริดจ์ ได้



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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 4

เรื่อง หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

โดย

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ			
บทเรียนโมดูลย่อย 4.1 หม้อแปลงกระแส (Current transformer)เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนใน ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของหม้อแปลงกระแส (Current transformer) เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 4.1 หม้อแปลงกระแส (Current transformer) ประกอบด้วย INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ INSULATION TEST MEGA OHM METER มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขึ้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

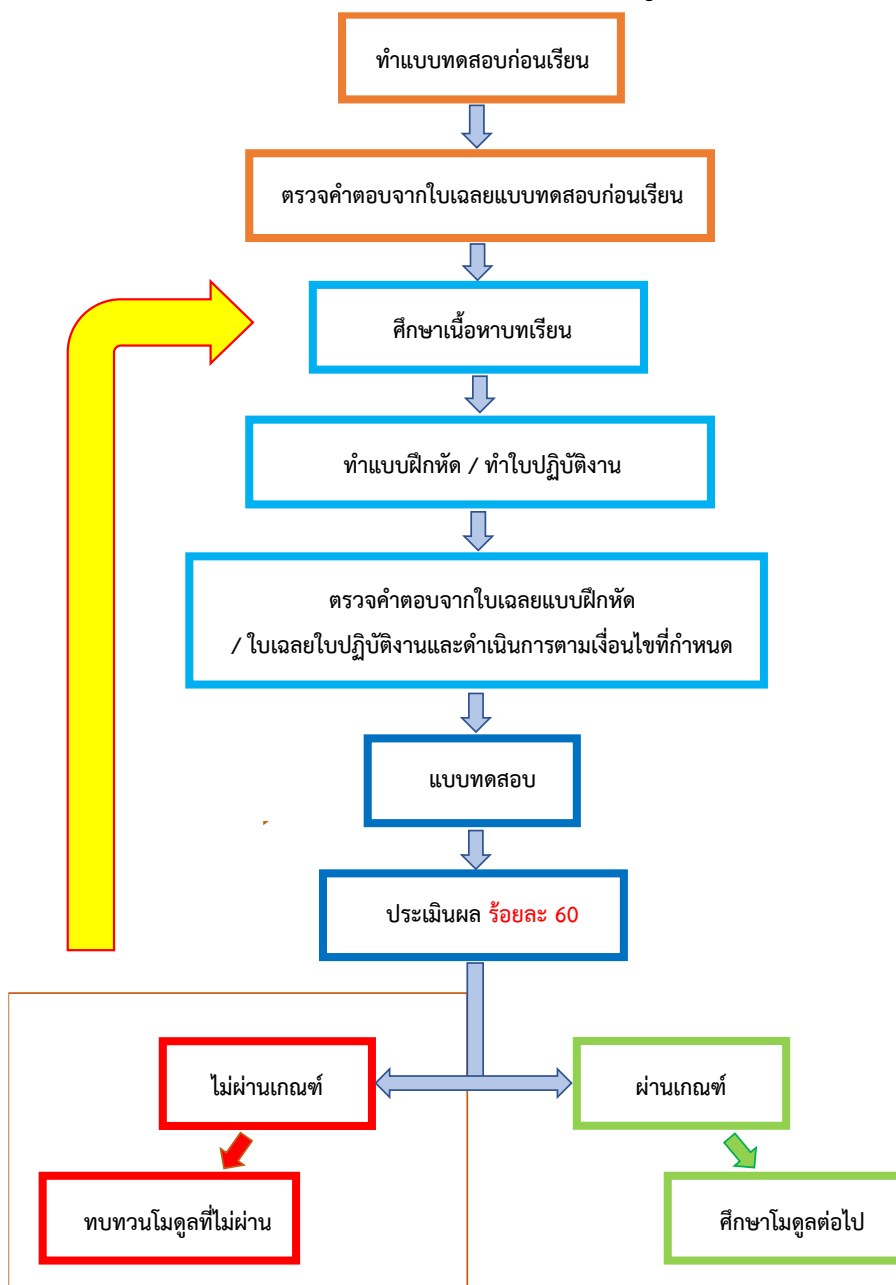
โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 7.1 หม้อแปลงกระแส (Current transformer) คำแนะนำสำหรับผู้เรียน บทเรียนโมดูลย่อย 7.1 หม้อแปลงกระแส (Current transformer) เป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย 1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) 2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย 1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ 2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน 3. ใบจุดประสงค์ 4. ใบเนื้อหา 5. ใบแบบฝึกหัด 6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด 7. ใบแบบทดสอบหลังเรียน 8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า	แผ่นที่ : 2	
	โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)		
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 4.1 ลักษณะของแสง			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
		หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องวัด ซึ่งอยู่ในหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)(ปวช.) และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพ ไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัย วิชาเครื่องมือวัดในการเป็นพื้นฐานของ วงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความ พร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และ นักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียน แบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 5 การวัดค่า ความเป็นฉนวนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูล ย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 2 หัวข้อ ได้แก่ 1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) 2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มี เนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้ บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง 1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) 2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับ(ปวช.)	



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
	แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

คำชี้แจง

- 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย
- 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- 1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) แบ่งตามลักษณะได้กี่แบบ
 - ก. 2 แบบ
 - ข. 3 แบบ
 - ค. 4 แบบ
 - ง. 5 แบบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2

- 2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) IEC ได้กำหนดพิกัดที่สำคัญ คือ
 - ก. Burden
 - ข. Rated Current
 - ค. Rated Secondary Current
 - ง. ถูกทุกข้อ



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

ใบกระดาศำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที
6

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 7.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
7

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 7.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		☒		
2				☒

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) แบ่งตามลักษณะได้กี่แบบ			
2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) IEC ได้กำหนดพิกัดที่สำคัญ คือ			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

4.1 หลักการทำงานหม้อแปลงกระแส (Current transformer) และหม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT)

4.1.1 หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) หรือ หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (ซีที) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการลดทอนกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นกระแสไฟฟ้าที่มีค่าต่ำเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่าพิสัย (Range) ของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้านั้น เช่น แอมป์มิเตอร์ (Ammeter) ที่ใช้งานทั่วไปจะสามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้โดยตรงที่ 5A เท่านั้น หากในกรณีที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่มากกว่า 5A จำเป็นจะต้องต่อผ่าน CT โดย CT (Current Transformer) จะทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุต (Input Current) และลดทอนกระแสไฟฟ้าตามอัตราส่วน (Ratio) ของ CT แต่ละรุ่นโดยให้เหลือกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 5A เช่น กระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุตหรือทางด้านปฐมภูมิ (Primary) 100A เมื่อต่อผ่าน CT (ตามรูปโครงสร้าง 1.2) แล้ว กระแสไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตหรือทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะลดลงเหลือเพียง 5A ตามอัตราส่วนของ CT แล้วนำไปต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์ Amp meter เพื่อวัดและแสดงค่ากระแสไฟฟ้า

ในการเลือกใช้ CT ควรเลือกให้เหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ เนื่องจาก CT มีหลายแบบ ดังนี้ CT (Current Transformer) แบบแกนคล้องสาย (Clamp-On) เหมาะสำหรับงานที่เราต้องการพกพาไปวัดค่ากระแสไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ , CT (Current Transformer) แบบแกนแยก (Split Core) เหมาะสำหรับติดตั้งในตู้คอนโทรล ง่ายในการติดตั้ง ไม่จำเป็นต้องถอดสายหรือถอดบัสบาร์ เมื่อมีการติดตั้ง CT หรือเปลี่ยนตัว CT ใหม่ , CT (Current Transformer) แบบแกนคล้องสาย เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งในตู้คอนโทรลทั่วไป

โครงสร้างของ CT (Current Transformer) หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ด้านบนจะเห็นว่า ขดลวดทางด้านปฐมภูมิ (Primary Winding) มีสายไฟหรือบัสบาร์ผ่านแกนของ CT เพียงเส้นเดียว หมายความว่า CT วัดกระแสไฟฟ้าจะใช้งานกับโหลดได้หนึ่งตัวต่อ 1 เฟส ในส่วนของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) จะมีการพันขดลวดที่แกน Hollow Core จำนวนรอบของขดลวดมากกว่า โดยแกนวงกลมของหม้อแปลงวัดกระแสไฟฟ้า (CT) ทำมาจากเหล็กซึ่งเป็นวัสดุที่มีความสูญเสียต่ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อค่าความแม่นยำของตัว CT ในการทำงานของ CT จะอาศัยหลักการวัดกระแสไฟฟ้าทางด้าน

อินพุต (Input Current) และลดทอนกระแสไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุต (Output Current) แบบสัดส่วน (Ratio) เพื่อไปต่อร่วมกับ Ammeter

7.1.2 หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT)

หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างขดลวดในหม้อแปลง หรือมีการลัดวงจรระหว่างขดลวด สาเหตุอาจจะมาจากความชื้นของน้ำมันหรือฉนวนขดลวดสูงหรือเกิดจากแรงกระทำต่อขดลวด (mechanical force) ขณะที่มีการลัดวงจรภายนอกหม้อแปลง ทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวดสูงเป็นเวลานาน และยังอาจจะเกิดจากความร้อนภายในขดลวดเองด้วยที่ทำให้ฉนวนเสื่อมอายุ ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรระหว่างขดลวดเพียงไม่กี่ชุด จะทำให้กระแสลัดวงจรไหลวนอยู่ภายในขดลวดนั้นเป็นจำนวนมาก กระแสทางด้าน primary จะมีค่ากระแสลัดวงจรต่ำมาก จนไม่อาจจะตรวจจับความผิดปกติได้ ทั้งนี้เพราะมีค่าความแตกต่างของ transformation ratio สูงนั่นเอง ความผิดปกติของหม้อแปลงแบบนี้อาจจะตรวจจับโดยอาศัยความร้อนหรือตรวจจับทางก๊าซที่เกิดขึ้นจากสถิติที่ตรวจพบความเสียหายอย่างรุนแรงของหม้อแปลงไฟฟ้าประมาณ 70-80 % เริ่มต้นมาจาก inter-turn fault

Core faults แกนเหล็กของหม้อแปลงที่ทำจากแผ่นเหล็กบาง ๆ ประกอบกันนั้นจะสามารถทนต่อ Eddy-current มากผิดปกติ อันอาจจะเกิดจากการเสื่อมของฉนวนต่าง ๆ ย่อมจะทำให้เกิดความร้อนผิดปกติ กระแส core loss จะสูงขึ้น แต่ก็ไม่สามารถตรวจจับความผิดปกติทางกระแสในขดลวดปฐมภูมิ (primary) ได้ กรณีที่เป็นหม้อแปลงแบบน้ำมันแล้ว น้ำมันจะทำให้เกิดก๊าซขึ้น เราจึงอาจตรวจจับความผิดปกติโดยอาศัยก๊าซที่เกิดขึ้นนี้ Earth fault ในกรณีที่ขดลวดทุติยภูมิ (secondary) ของหม้อแปลงต่อเป็นแบบ star โดยที่ neutral ต่อผ่าน impedance ก่อนลงดิน ขณะที่เกิดการลัดวงจรจากขดลวดลงสู่ดิน ค่าของกระแสลัดวงจรจะถูกจำกัดโดย earthing impedance ที่ต่ออยู่ และยังขึ้นอยู่กับระยะความห่างตามขดลวดจากจุด neutral ไปยังจุดลัดวงจรลงดิน สำหรับขดลวดทุติยภูมิที่ต่อแบบ star และ neutral ต่อโดยตรงลงสู่ดิน เมื่อเกิดการลัดวงจรจากขดลวดลงสู่ดิน ค่าของกระแสลัดวงจรจะถูกควบคุมโดยค่าของ leakage impedance ของขดลวด กับระยะทางตามขดลวดของจุดลัดวงจรจากจุด neutral นอกจากนี้ความผิดปกติที่ไม่พบบ่อยนักได้แก่ ลักษณะของ phase fault ความสัมพันธ์ของกระแสจะคล้ายกับลักษณะ solidly earthed star winding

สาเหตุภายนอกหม้อแปลง การใช้งานหม้อแปลงเกินกำลัง (over load) ย่อมจะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นภายในขดลวดอันเกิดจากการที่ copper loss มีค่าสูงขึ้น การใช้งานหม้อแปลงเกินกำลังนี้ย่อมจะทำได้ในขนาดและเวลาที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความร้อนเริ่มต้นของการใช้งาน รวมทั้งระบบระบายความร้อนที่ใช้อยู่ การเกิดการลัดวงจรของสายจ่ายภายนอกหม้อแปลง ย่อมจะทำให้มีกระแสไหลภายในขดลวดสูง copper loss จะมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ความร้อนภายในหม้อแปลงก็จะสูงขึ้น ตามไปด้วย นอกจากนี้ยังเกิดแรงดันทางกลขึ้นภายใน หม้อแปลงด้วยการเกิด over voltage อันมาจากการเกิดฟ้าผ่าลงยัง สายจ่ายกำลังไฟของหม้อแปลงอันเป็นสาเหตุที่พบได้โดยทั่วไป การป้องกันสามารถทำได้โดยการติดตั้ง surge arrester Power frequency over voltage ส่วนใหญ่จะไม่พบ บ่อยนักในระบบจ่ายไฟฟ้า

ในประเทศไทย ในกรณีนี้จะทำให้ เกิดการเสื่อมของฉนวนต่าง ๆ ในหม้อแปลงและจะไปทำให้ค่าสนามแม่เหล็กใช้งาน (working flux) มีค่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นเหตุให้ iron loss สูงขึ้นและเพิ่มกระแสแม่เหล็ก (magnetizing current) ผลสุดท้ายจะมีการเกิด over-excitation ของแกนหม้อแปลง และโบลต์ ยึดแกน ซึ่งปกติโบลต์ จะยอมให้สนามแม่เหล็ก (flux) ไหลผ่านได้น้อย ในกรณีเช่นนี้โบลต์ จะเกิดความร้อนสูงและทำลายฉนวนต่าง ๆ ของขดลวดจนเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติ อื่น ๆ ต่อไป

Magnetizing inrush current ถือว่าเป็นลักษณะของ transient อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นขณะเริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลง และไม่ถือเป็นอาการผิดปกติ ไม่จำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ป้องกัน เพียงแต่เราจะต้องคิดอยู่เสมอว่าอุปกรณ์ป้องกันหม้อแปลงของเราจะต้องมีเสถียรภาพเพียงพอต่อการรับการเกิด inrush current นี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาจะเกิดกับ differential relay และฟิวส์ ที่เราใช้ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าของ inrush current นี้อาจจะสูงขึ้นถึง 5-6 เท่าของกระแส full load ของหม้อแปลงไฟฟ้า time constant ของ inrush current จะประมาณ 0.1 วินาที สำหรับหม้อแปลงขนาดไม่เกิน 100kVA และจะประมาณ 1.0 วินาที สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่ขึ้นไปกว่า 100 kVA วิธีป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้ามีได้หลายวิธีการ

Overheating protection อุณหภูมิปกติของขดลวดขณะใช้งานจะกำหนดไว้ประมาณไม่เกิน 95 องศาเซลเซียส กรณีที่อุณหภูมิขณะใช้งานสูงกว่านี้ 8-10 องศาเซลเซียส อายุการใช้งานของหม้อแปลงจะลดลงไปประมาณครึ่งหนึ่ง ในการป้องกันนั้นจะใช้การตรวจจับความร้อนโดยอาศัย heat detector ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชนิด RTD (resistant temperature detector) อาจจะเป็นแบบ CU หรือ PT แล้วแต่ผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวจะฝังอยู่บริเวณ hot spot ของหม้อแปลง หากอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการส่งสัญญาณเตือนการใช้งาน และถ้าอุณหภูมิของหม้อแปลงยังไม่ลดลง แต่ยังคงสูงขึ้นจนถึงค่าที่กำหนด สัญญาณจะถูกส่งออกไปเพื่อทำการตัดหม้อแปลงออกจากระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทันทีในการตรวจจับความร้อนของขดลวดว่ามีการเกิด overload หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบทางด้านอุณหภูมิยังมีอีกวิธีหนึ่งที่เราเรียกว่า thermal image technique วิธีการดังกล่าวจะทำการตรวจจับสัญญาณ อุณหภูมิ (thermal sensing element) ลงในกระเปาะบนตัวถังหม้อแปลง โดยจะจมอยู่ในน้ำมันหม้อแปลง ลึกประมาณ 10 นิ้ว ซึ่งจะเป็นชั้นของน้ำมันที่มีความร้อนสูงสุด ภายในตัวจับสัญญาณ อุณหภูมินี้จะมีขดลวดความร้อนตัวเล็ก ๆ (heater) ฝังอยู่โดยรับกระแสจากเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า (current transformer หรือ C.T.) ที่คล้องอยู่ที่สายจ่ายไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำ นอกจากนี้ยังมี heat sensitive silicon resistor หรือ selector อยู่เพื่อตรวจความแตกต่างของอุณหภูมิจากขดลวดความร้อนที่เปรียบเสมือนอุณหภูมิของขดลวดกับอุณหภูมิของน้ำมันที่เกิดจากการใช้งานจริง ความไม่สมดุลของอุณหภูมิสองด้านจะก่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ solicitor ส่งเข้าตัวตรวจสอบ สัญญาณต่อไป ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะถูกแปลงเป็น สัญญาณเตือนการใช้งานและสัญญาณให้ระบบระบายความร้อนทำงาน หากอุณหภูมิยังคงแตกต่างกันมากยิ่งขึ้นไปอีก สัญญาณจะส่งไปทำการตัดหม้อแปลงออกจากระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อไป ชุดป้องกันดังกล่าวจะมาควบคู่กันคือ thermal replica และ overheating protection relay บางชนิดยังสามารถส่งสัญญาณเข้าสู่



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11

temperature-time integrator เพื่อทำการนับระยะเวลาของการที่หม้อแปลงเกิดการ overheat ขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษาและระงับการใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า

Overcurrent protection ฟิวส์ (fuses) ในระบบป้องกันหม้อแปลงขนาดเล็ก ๆ ฟิวส์จะเหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุดเมื่อเทียบกับทางด้าน ราคาและความแน่นอนในการทำงาน การใช้ฟิวส์ในระบบป้องกันสำหรับหม้อแปลงของการไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งติดตั้งบนเสาไฟฟ้านั้น ส่วนใหญ่จะใช้ drop-out fuses ในกรณีที่ ฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งขาด ปัญหาของเฟสเดียว (single phasing) จะเกิดขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อโหลดที่เป็นมอเตอร์ต่าง ๆ โดยการเกิด overload ของมอเตอร์ขึ้น ตาม โรงงานและอาคารใหญ่ๆ จะใช้ฟิวส์ประกอบกับสวิตช์ตัดตอน (load break switch) โดยใช้ฟิวส์ชนิดที่มีเข็มที่ออกมาทางปลายฟิวส์ เพื่อให้ดันกระเดื่องเปิดวงจรออกโดยสวิตช์ ตัดตอน การกำหนดขนาดของฟิวส์จะต้องระมัดระวังเสมอว่า ขนาดกระแสของฟิวส์จะต้องสูงกว่ากระแส full load ของหม้อแปลงและยังต้องมีเสถียรภาพเพียงพอที่จะไม่ทำงานในช่วงที่เกิด magnetizing inrush current รวมทั้งกระแสขณะสตาร์ท มอเตอร์ต่าง ๆ ด้วย สิ่งที่ควรระวังอีกข้อหนึ่งก็คือฟิวส์จะทำงานช้ามากถ้าหากค่ากระแสของฟิวส์มีค่าสูงกว่า 3 เท่าของกระแสที่ผิดปกติหรือลัดวงจร Overcurrent relay จากคุณสมบัติของฟิวส์ที่ปรากฏ จะเห็นได้ว่ากรณีที่กระแสผิดปกติมีค่าต่ำ ๆ แล้วฟิวส์แทบจะไม่ได้ทำหน้าที่เลย จนกระทั่งความผิดปกติของหม้อแปลงรุนแรงขึ้นและกระแสผิดปกติเพิ่มขึ้น เหตุนี้เองระบบป้องกันหม้อแปลงขนาดใหญ่ๆ จึงจำเป็นต้องใช้ overcurrent relay เพื่อทำการจับสัญญาณกระแสส่งไปปลด circuit breaker ให้ตัดหม้อแปลงออกจากการใช้งาน การตรวจจับสัญญาณกระแสผิดปกติของ overcurrent relay นี้จะสามารถตรวจจับกระแสผิดปกติที่มีค่าต่ำ ๆ โดยเวลาของการส่งสัญญาณปลด circuit breaker ยังสามารถตั้งได้ บางชนิดอาจจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของกระแสผิดปกติได้ด้วยการป้องกันการลัดวงจรอย่างรุนแรงทางด้ายทุติยภูมิ (secondary) หรือแม้แต่ภายในตัวหม้อแปลง เราอาจใช้ instantaneous high set overcurrent relay เพื่อให้เวลาในการตัดหม้อแปลงออกจากการใช้งานเร็วขึ้น ปกติจะตั้งค่าไว้ 120-130 % ของกระแสผิดปกติที่จะเกิดขึ้นผ่านหม้อแปลง ค่ากระแสมาตรฐานของ relay ที่ผู้ผลิตทำขึ้นมีตั้งแต่ 200-800%, 500-2,000% หรือ 1,000-4,000% ของกระแส current transformer (สำหรับในประเทศไทยเราจะใช้ 5A) และสำหรับ overcurrent relay จะมี ตั้งแต่ 10-40%, 20-80%, 50-200% ของกระแส current transformer แต่อย่างไรก็ดีการตั้งค่าของกระแสรีเลย์นี้ ยังคงจะต้องคำนึงถึงการให้รีเลย์มีเสถียรภาพต่อ magnetizing inrush current

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบแบบฝึกหัด หลังเรียน	หน้าที่ 13
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)	แผ่นที่ : 1	
แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer) คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 1. หม้อแปลงกระแสสำหรับการวัด (Measurement CT) แบ่งตามลักษณะได้กี่แบบ ก. 2 แบบ ข. 3 แบบ ค. 4 แบบ ง. 5 แบบ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 2. หม้อแปลงกระแสสำหรับการป้องกัน (Protection CT) IEC ได้กำหนดพิกัดที่สำคัญ คือ ก. Burden ข. Rated Current ค. Rated Secondary Current ง. ถูกทุกข้อ			



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

โมดูลย่อย 4.1 : หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
14

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		☒		
2				☒

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 4.2 หม้อแปลงแรงดันเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 4.2 หม้อแปลงแรงดันประกอบด้วย หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า โครงสร้าง (Potential Transformer) การต่อใช้งาน CT (Current Transformer) โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงานแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า	แผ่นที่ : 1	
	โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)		
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	



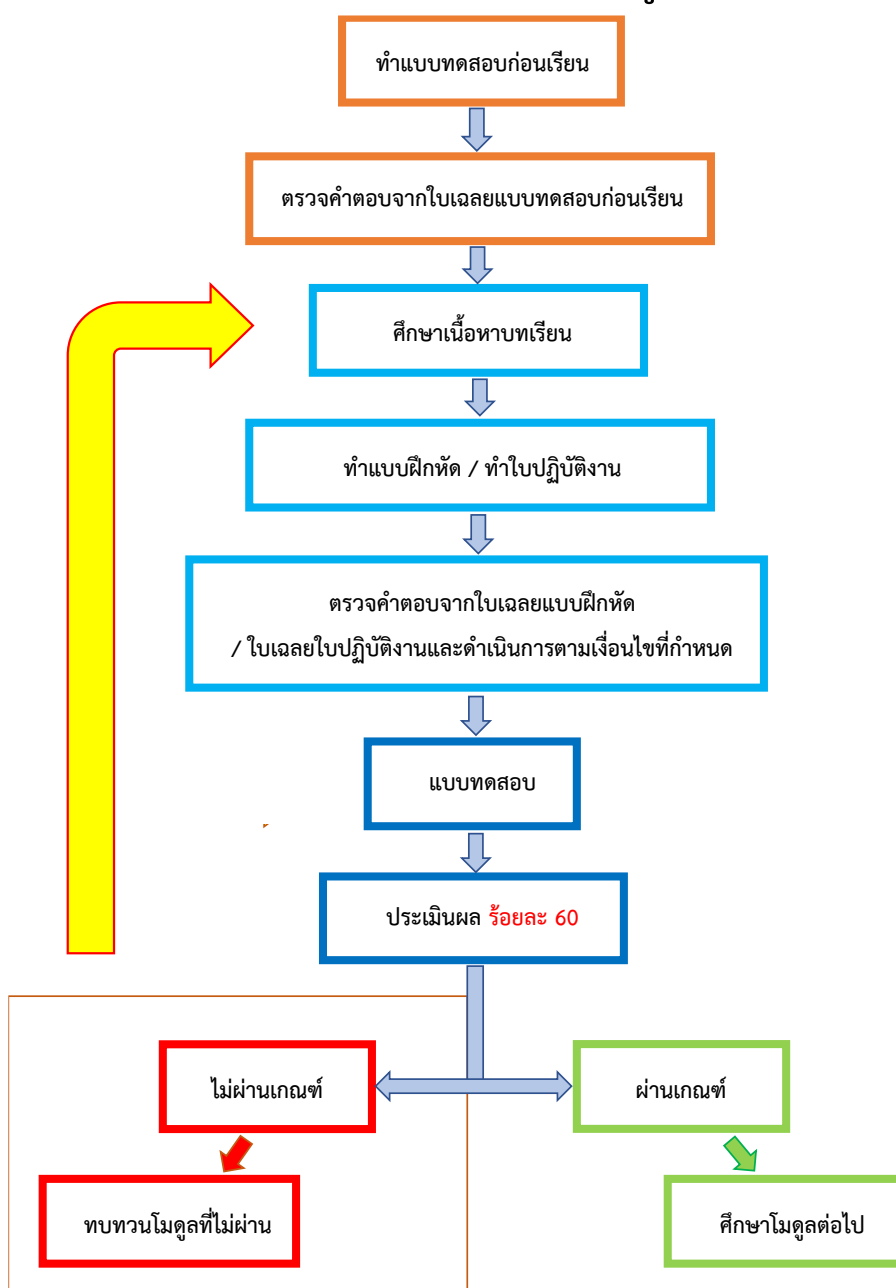
หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด
โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า	แผ่นที่ : 1	
	โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)		
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2 ลักษณะของแสง			
คำแนะนำสำหรับผู้เรียน			
บทเรียนโมดูลย่อย 7.2 หม้อแปลงแรงดันเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย			
1. หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที)			
2. โครงสร้างของ PT (Potential Transformer)			
ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย			
1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ			
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
3. ใบจุดประสงค์			
4. ใบเนื้อหา			
5. ใบแบบฝึกหัด			
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด			
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียน			
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 7.2 ลักษณะของแสง

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

- 1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
- 2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
- 3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
- 4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)	ใบคำชี้แจงการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.)และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาส่องสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาดำรงอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 7.2 หม้อแปลงแรงดันเป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 7 หม้อแปลงเครื่องมือวัดที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 3 หัวข้อ ได้แก่ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวช			

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 7.2 หม้อแปลงแรงดัน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย

2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 บอกหน้าที่หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) ได้

1. หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) มีหน้าที่อะไร

ก. ลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำลง

ข. แปลงกระแส

ค. วัดกระแส

ง. แคลมป์มิเตอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 บอกโครงสร้างของ PT (Potential Transformer) ได้

2. โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) ประกอบขดลวดด้วยได้กี่ส่วน

ก. 3 ส่วน

ข. 2 ส่วน

ค. 4 ส่วน

ง. 5 ส่วน



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด
โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบกระตาคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที
6

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด
โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบเฉลย
แบบทดสอบก่อน
เรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
7

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		

	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. บอกหน้าที่หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที)			
2. บอกโครงสร้างของ PT (Potential Transformer)			



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2567 (ปวส.)

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด

โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
10

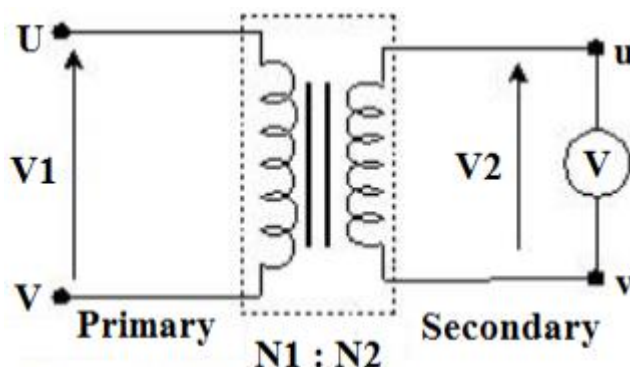
4.2 หม้อแปลงแรงดัน

4.2.1 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที)

PT (Potential Transformer) หรือ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ใช้ในการลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำลง เป็นแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานจริงเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัดนั้นมีค่าสูงกว่าพิสัย (Range) ของเครื่องวัด เช่น โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) เป็นต้น โดยอัตราส่วนของด้านแรงดันสูง (High Voltage) คือด้าน Primary จะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับแรงดันของสายเมน เช่น 220V, 440V, 2200V เป็นต้น ซึ่งด้าน Primary และด้านแรงดันต่ำ (Low Voltage) คือด้าน Secondary โดยทั่วไปมักจะมีขนาดแรงดัน เช่น 110V, 220V, 380V เป็นต้น โดยมีลักษณะดังรูป



4.2.2 โครงสร้างของ PT (Potential Transformer)



	หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2567 (ปวส.) รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	
โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าจะมีโครงสร้างที่เหมือนกันกับหม้อแปลงไฟฟ้าโดยทั่วไป โดยประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) พันอยู่รอบแกนเหล็ก หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า (PT) คือ จะอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของขดลวดทั้งสองที่พันอยู่บนแกนเหล็กเดียวกัน โดยจะแปลงแรงดันไฟฟ้าสูงทางด้านขดลวดปฐมภูมิ (Primary) ให้มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าต่ำ ลงที่ทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) เพื่อให้เหมาะสมกับพิสัย (Range) ของโวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานในการวัดแรงดันไฟฟ้าอีกด้วย ซึ่งหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าจะมีอัตราส่วนของหม้อแปลง (Transformer Ratio 11000/110V)			



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด
โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบแบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
13

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 4.2

1. หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) มีหน้าที่อะไร
 - ก. ลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำ ลง
 - ข. แปลงกระแส
 - ค. วัดกระแส
 - ง. แคลป์ มิเตอร์

2. โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) ประกอบขดลวดด้วยได้กี่ส่วน
 - ก. 3 ส่วน
 - ข. 2 ส่วน
 - ค. 4 ส่วน
 - ง. 5 ส่วน



หลักสูตร : หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2567 (ปวส.)
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 4 : หม้อแปลงเครื่องมือวัด
โมดูลย่อย 4.2 : หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
14

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่4.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 5

เรื่อง หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์

โดย

สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
	แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน

คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ประกอบด้วย INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ INSULATION TEST MEGA OHM METER มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป

ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขึ้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน

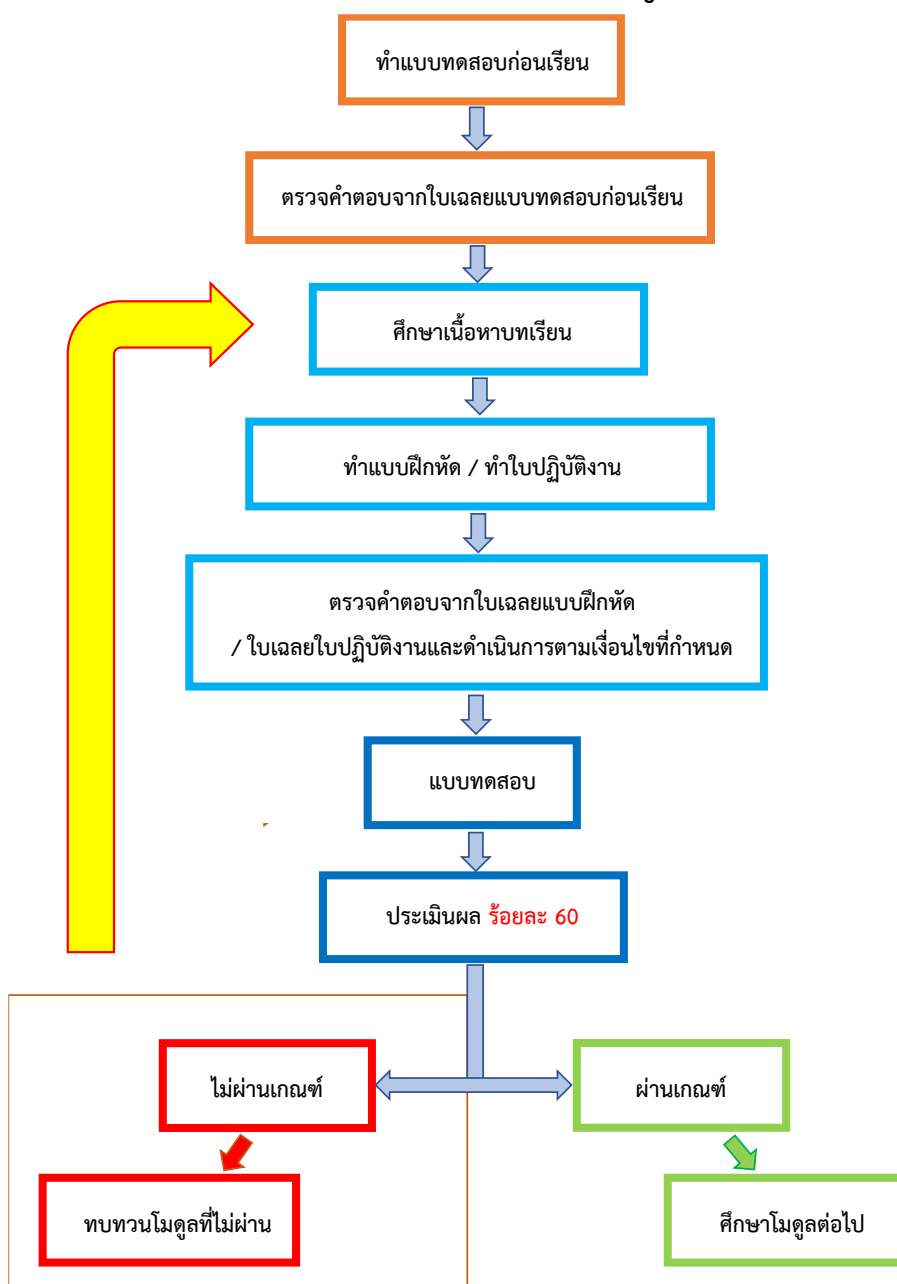
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม มิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2 ลักษณะของแสง คำแนะนำสำหรับผู้เรียน บทเรียนโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย 1. INSULATION TEST 2. MEGA OHM METER ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย 1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ 2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน 3. ใบจุดประสงค์ 4. ใบเนื้อหา 5. ใบแบบฝึกหัด 6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด 7. ใบแบบทดสอบหลังเรียน 8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า	แผ่นที่ : 2	
	โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์		
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2 ลักษณะของแสง			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวช) และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 5 การวัดค่าความเป็นฉนวนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 2 หัวข้อ ได้แก่ INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวช			

ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	
แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 บอกหลักการ INSULATION TEST ได้ 1. INSULATION TEST คืออะไร ก. เครื่องวัดความเร็ว ข. เครื่องวัดกระแส ค. เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน ง. แคลป์มิเตอร์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 บอกชนิด MEGA OHM METER ได้ 2. MEGA OHM METER แบ่งได้กี่ชนิด ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบกระดาษคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบเฉลย
แบบทดสอบก่อน
เรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
7

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			☒	
2	☒			

ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/ใบ
กิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. บอกหลักการ INSULATION TEST ได้			
2. บอกชนิด MEGA OHM METER ได้			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	
5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ 5.1.1 INSULATION TEST Insulation test เป็นการทดสอบค่าความเป็นฉนวนใน สายเคเบิล , มอเตอร์ไฟฟ้า , Heater , อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ หรือแม้กระทั่งดิน ก็มีค่าความเป็นฉนวนเช่นกัน ในสายเคเบิลหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เราสามารถทดสอบค่าความเป็นฉนวนได้โดยตรวจสอบจากขดลวดภายในว่าสามารถทนแรงดันไฟฟ้าในระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Insulation tester หรือ ที่เรียกกันทั่วไปว่า Mega Ohm meter การทดสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดไฟฟ้าดูด (Electrical Shocks) เพื่อเป็นการป้องกันบุคคล และเป็นการลดหรือจำกัดการหยุดการทำงาน การทดสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าเป็นการตรวจจับการเสื่อมของฉนวน แล้วบันทึกลงในตารางการซ่อมแซม เช่น ทำความสะอาดด้วยสุญญากาศ, ทำความสะอาดด้วยไอน้ำ, การทำให้แห้งและการพันขดลวดใหม่ มันจะเป็นการช่วยการประเมินคุณภาพของการซ่อม ก่อนที่อุปกรณ์ไฟฟ้าจะถูกนำกลับไปใช้งานอีกครั้ง 5.1.2 MEGA OHM METER เป็นโอห์มมิเตอร์สำหรับวัดความต้านทานค่าสูงมากๆ โดยเฉพาะความต้านทานของวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า นิยมเรียกว่าเมกเกอร์ (Megger) หรือเครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวน (Insulation Testers) เมกโอห์มมิเตอร์มีสเกลหน้าปัดบอกค่าสเกลไว้เป็นเมกโอห์ม (MΩ) มีพิสัยการวัดจาก 10 kΩ ถึง 10 GΩ โดยมีความถูกต้อง 3 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ จากรูปด้านบนแสดงถึงหลักการทำงานง่ายๆของเมกเกอร์โอห์มมิเตอร์ โดยการป้อนแรงดันกระแสตรงที่มีค่าสูงให้กับตัวต้านทานที่ต้องการทราบค่า X แล้ววัดกระแสที่เกิดขึ้น โดยใช้โวลต์มิเตอร์ที่มีอิมพีแดนซ์สูง วัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานมาตรฐาน Rs จะได้ว่า $E_0/E_{in} = R_s/X$ ถ้า $X \gg R_s$ ก.ชนิดของ MEGA OHM METER ประเภทของโอห์มมิเตอร์ออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	
1. แบบ Analog หรือแบบเข็ม (Analog Insulation Testers) เครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าแบบแอนะล็อก ใช้เข็มเป็นตัวชี้ค่าความต้านทาน มีจุดเด่นที่ราคาไม่แพง มีทั้งแบบเข็มทั่วไปกับแบบวัดต่อเนื่อง 2.แบบดิจิตอล (Digital Insulation Testers) เครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าแบบดิจิตอล แสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งจะให้ค่าที่แม่นยำและถูกต้อง เหมาะสำหรับการวัดค่าที่ต้องการความแม่นยำสูง			

ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม มิเตอร์	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่5.1

1. INSULATION TEST คืออะไร

ก. เครื่องวัดความเร็ว

ข. เครื่องวัดกระแส

ค. เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน

ง. แคลป์มิเตอร์

2. MEGA OHM METER แบ่งได้กี่ชนิด

ก. 2 ชนิด

ข. 3 ชนิด

ค. 4 ชนิด

ง. 5 ชนิด



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบแบบทดสอบ
หลังเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
14

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			☒	
2	☒			

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-1001

โดย

นางสาวชนนิกานต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-1001

บทเรียนโมดูลที่ 5

เรื่อง วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

โดย

นางสาวชนนิกานต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ			
บทเรียนโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ ประกอบด้วยวิธีการใช้งาน Insulation tester การวัดVoltage measurement การวัดResistance measurement การวัดPVΩ measurement ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงานแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน Insulation tester การวัดVoltage measurement การวัดResistance measurement การวัดPVΩ measurement ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



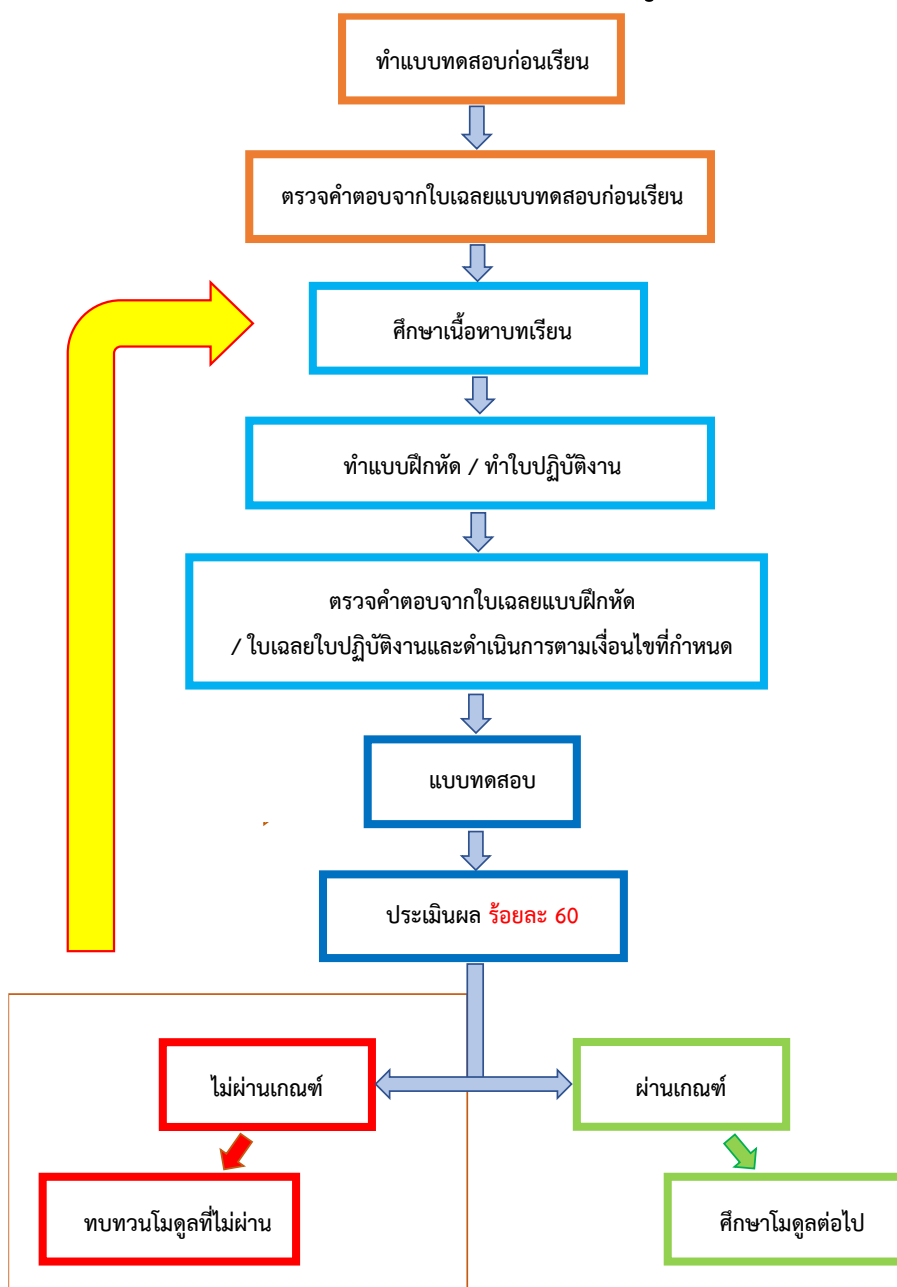
หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล





หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
	แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2 ลักษณะของแสง

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย

- 1.วิธีการใช้งาน Insulation tester
- 2.การวัดVoltage measurement
- 3.การวัดResistance measurement
- 4.การวัดPVΩ measurement
- 5.ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า	แผ่นที่ : 2	
	โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ		
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ			
คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล			
1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียน โมดูลให้เข้าใจ			
2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด			
3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วย ตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง			
4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่ จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน			
ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล			
1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดา คำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้น ฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้			
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม			
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ			
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลง ในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน			
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน			
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การ ประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง			
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ			
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน			
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหา ของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 5 การวัดค่าความเป็นฉนวนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 2 หัวข้อ ได้แก่ INSULATION TEST MEGA OHM METERโดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวช			

ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	
แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ คำชี้แจง - แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน - แบบทดสอบบอดนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ - แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย - เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน INSULATION TEST ได้ - จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดVoltage measurement ได้ - จงอธิบายการวัดVoltage measurement 			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดResistance measurement ได้

3. จงอธิบายการวัดResistance measurement

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดPV Ω measurement

4. จงอธิบายการวัดPV Ω measurement

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 5 อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า
ต่างๆ ที่ปลอดภัย

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล(.)ผ่านเกณฑ์

(.)ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พวศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบกระตาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
	แผ่นที่ : 1	

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester
 1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
 2. ศึกษาคูตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
 3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
 4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
 5. กดปุ่ม MEASURE
 6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่
2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement
 1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
 2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
 3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
 4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง
3. จงอธิบายการวัดResistance measurement
 1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
 2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
 3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
 4. กดปุ่ม MEASURE
 5. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
 6. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"
 7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
 8. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
 9. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	
4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์			

ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/ใบ
กิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	แผนที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. อธิบายการใช้งาน INSULATION TEST ได้			
2. อธิบายการวัดVoltage measurement ได้			
3. อธิบายการวัดResistance measurement ได้			
4. อธิบายการวัดPVΩ measurement			
5. อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

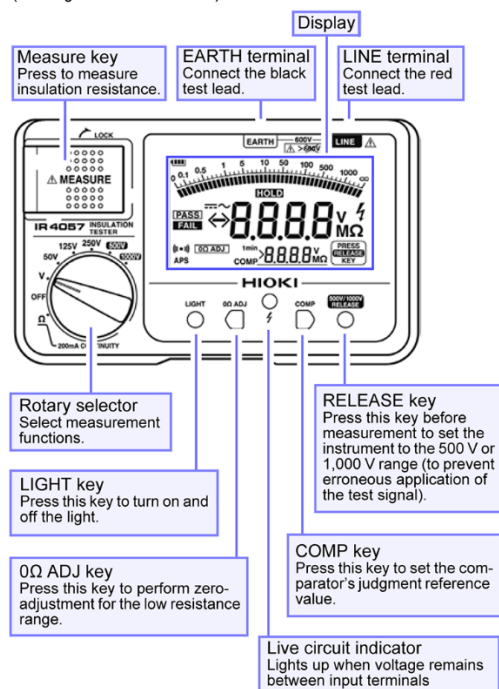
หน้าที่
10

5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

5.2.1 การใช้งาน INSULATION TEST ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดินสายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

(*This figure is model IR4057.)



ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)

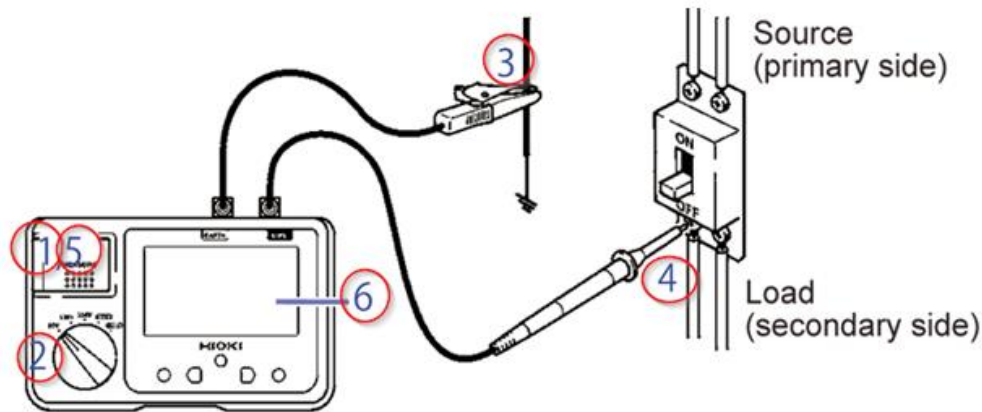


หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11



1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก

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)

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



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน

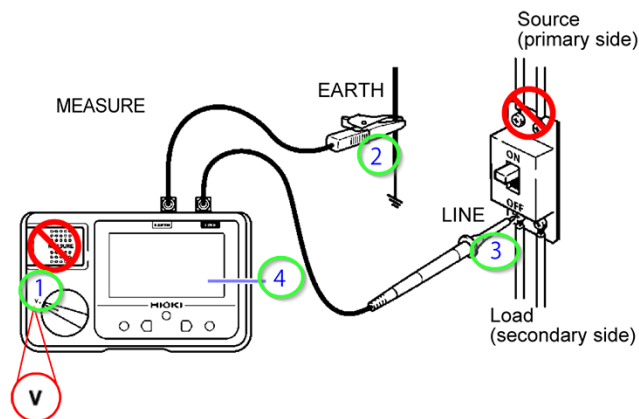
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

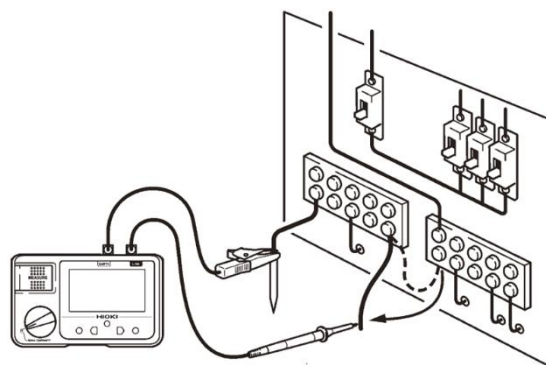
หน้าที่
12

5.2.2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

5.2.3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



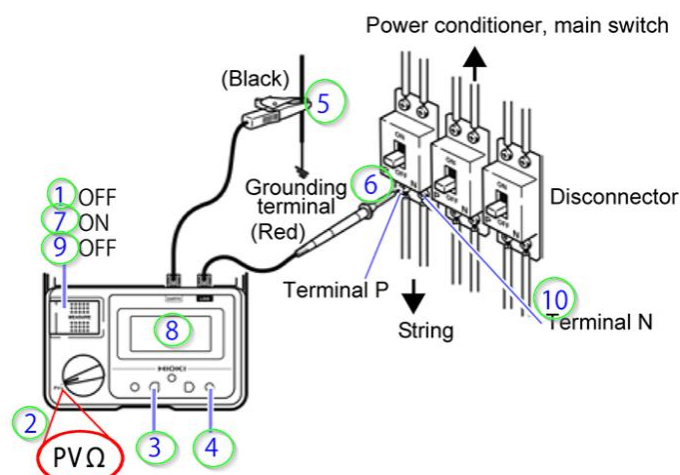
ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 5	

5. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"
6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
8. กดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PV Ω measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



PV Ω measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ PV Ω measurement นี้จะช่วยให้อ่านค่าความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PV Ω
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผนที่ : 6	
8. กดปุ่ม MEASURE 9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364 การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน 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 จะต้องมีค่าความต้านทานฉนวนไม่ต่ำกว่า 1.36 เมกะโอห์ม			

ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียนและ

ใบปฏิบัติงาน แบบโมดูล



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พวศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 15
	แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่5.2

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester
2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement
3. จงอธิบายการวัดResistance measurement
4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement
5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พวศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 16
	แผ่นที่ : 1	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester
 1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
 2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
 3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
 4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
 5. กดปุ่ม MEASURE
 6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่
2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement
 1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
 2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
 3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
 4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง
3. จงอธิบายการวัดResistance measurement
 1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
 2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
 3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
 4. กดปุ่ม MEASURE
 5. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
 6. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"
 7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
 8. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
 9. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
17

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement

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

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

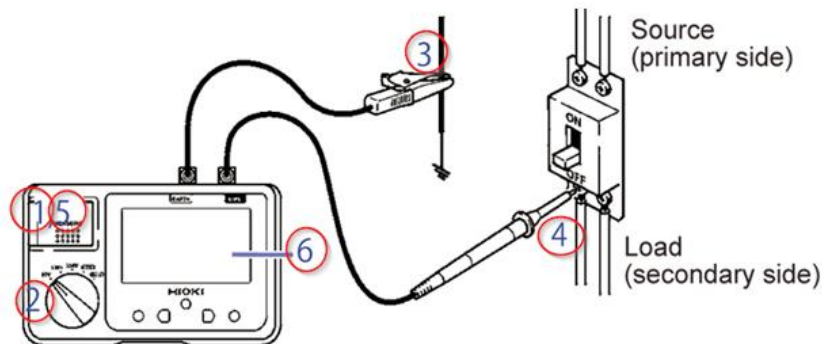
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)



1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1. สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2. ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

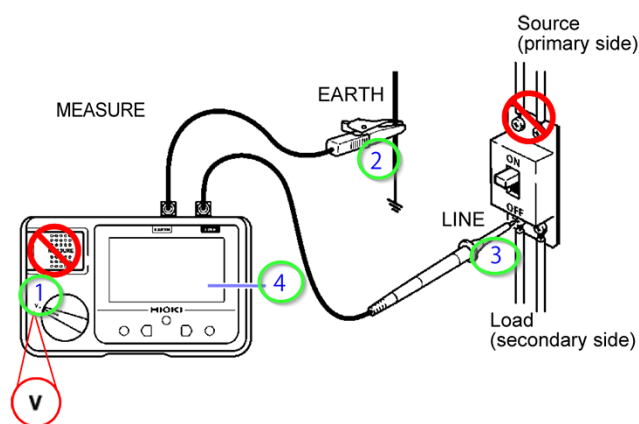
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

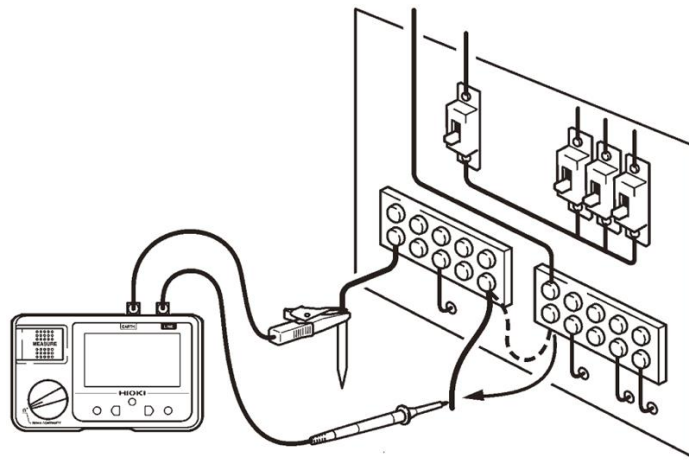
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

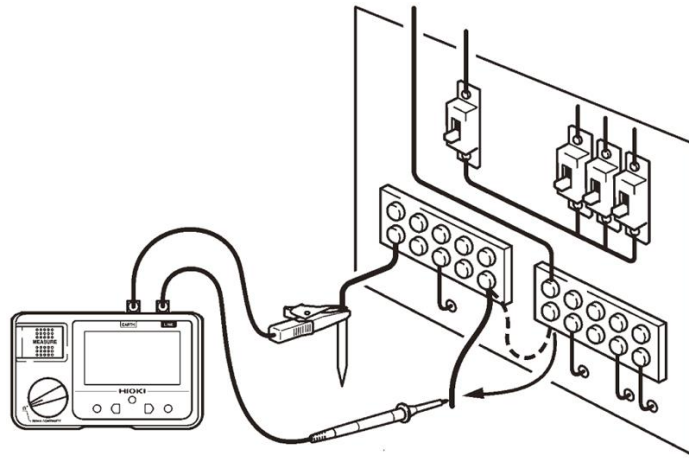
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



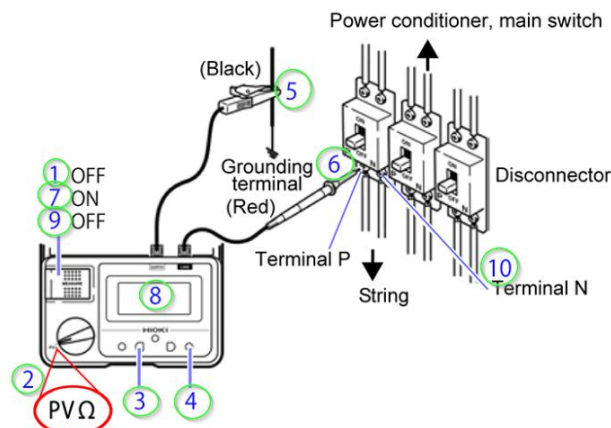
หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

โดย

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2001

บทเรียนโมดูลที่ 5

เรื่อง หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์

โดย

สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ประกอบด้วย INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ INSULATION TEST MEGA OHM METER มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
	รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขึ้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	



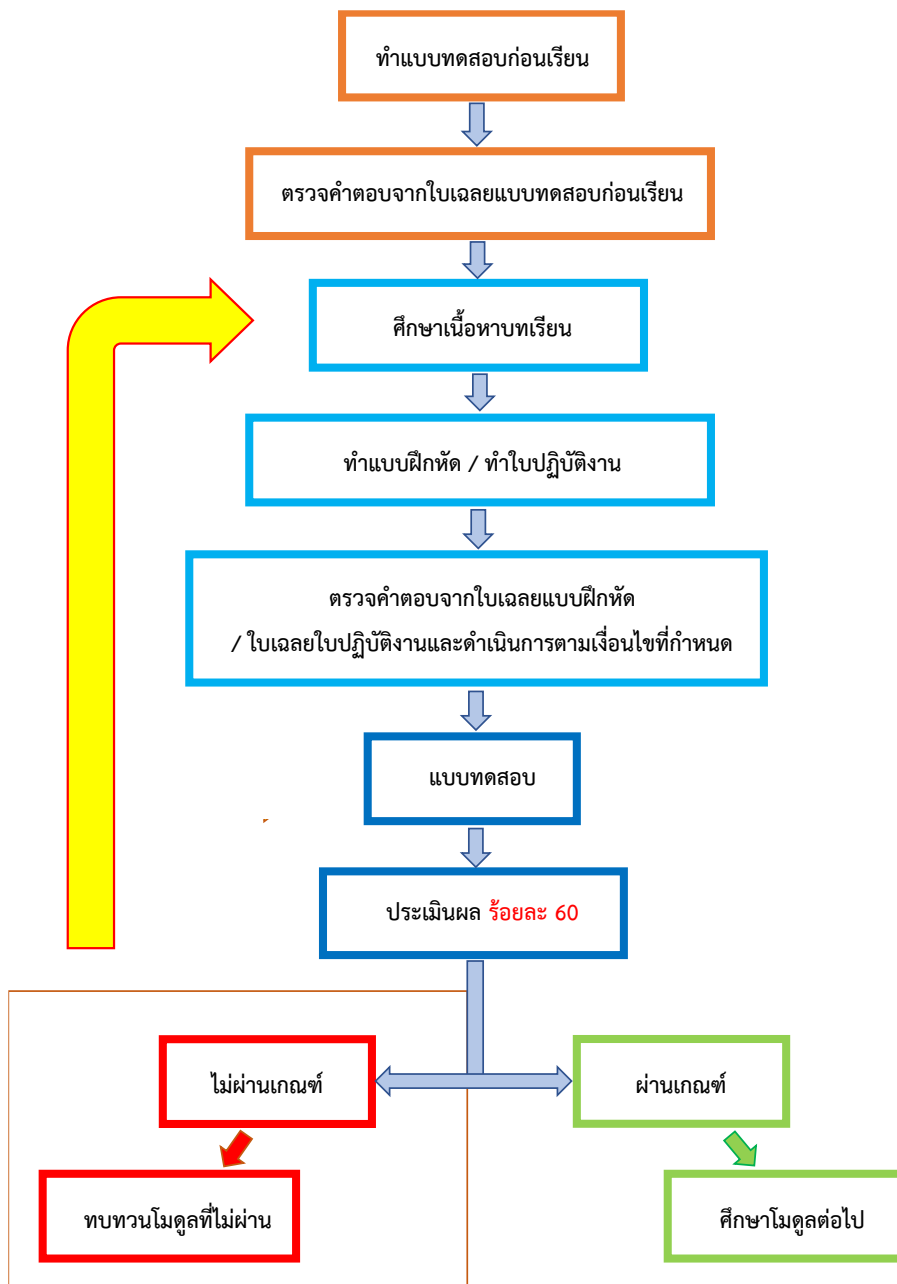
หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม มิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	
คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์			
คำแนะนำสำหรับผู้เรียน			
บทเรียนโมดูลย่อย 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย			
1. INSULATION TEST			
2. MEGA OHM METER			
ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย			
1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ			
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
3. ใบจุดประสงค์			
4. ใบเนื้อหา			
5. ใบแบบฝึกหัด			
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด			
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียน			
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

- 1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
- 2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
- 3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
- 4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

- 1.ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- 2.ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
- 3.ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 4.ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
- 5.เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
- 6.เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- 7.ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- 8.เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- 9.ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- 10.ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	
หลักการและเหตุผล (Prospectus) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวช) และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาดำรงอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 5 การวัดค่าความเป็นฉนวนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 2 หัวข้อ ได้แก่ INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น จุดมุ่งหมาย เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER ความรู้พื้นฐาน ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวช			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	
แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ คำชี้แจง - แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย - เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 บอกหลักการ INSULATION TEST ได้ - INSULATION TEST คืออะไร ก. เครื่องวัดความเร็ว ข. เครื่องวัดกระแส ค. เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน ง. แคลป์มิเตอร์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 บอกชนิด MEGA OHM METER ได้ - MEGA OHM METER แบ่งได้กี่ชนิด ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบกระดาษคำตอบ
ก่อนเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
6

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบเฉลย
แบบทดสอบก่อน
เรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
7

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			☒	
2	☒			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผนที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. บอกหลักการ INSULATION TEST ได้			
2. บอกชนิด MEGA OHM METER ได้			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	
5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ 5.1.1 INSULATION TEST Insulation test เป็นการทดสอบค่าความเป็นฉนวนใน สายเคเบิล , มอเตอร์ไฟฟ้า , Heater , อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ หรือแม้กระทั่งดิน ก็มีค่าความเป็นฉนวนเช่นกัน ในสายเคเบิลหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เราสามารถทดสอบค่าความเป็นฉนวนได้โดยตรวจสอบจากขดลวดภายในว่าสามารถทนแรงดันไฟฟ้าในระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Insulation tester หรือ ที่เรียกกันทั่วไปว่า Mega Ohm meter การทดสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดไฟฟ้าดูด (Electrical Shocks) เพื่อเป็นการป้องกันบุคคล และเป็นการลดหรือจำกัดการหยุดการทำงาน การทดสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าเป็นการตรวจจับการเสื่อมของฉนวน แล้วบันทึกลงในตารางการซ่อมแซม เช่น ทำความสะอาดด้วยสุญญากาศ, ทำความสะอาดด้วยไอน้ำ, การทำให้แห้งและการพันขดลวดใหม่ มันจะเป็นการช่วยการประเมินคุณภาพของการซ่อม ก่อนที่อุปกรณ์ไฟฟ้าจะถูกนำกลับไปใช้งานอีกครั้ง 5.1.2 MEGA OHM METER เป็นโอห์มมิเตอร์สำหรับวัดความต้านทานค่าสูงมากๆ โดยเฉพาะความต้านทานของวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า นิยมเรียกว่าเมกเกอร์ (Megger) หรือเครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวน (Insulation Testers) เมกโอห์มมิเตอร์มีสเกลหน้าปัดบอกค่าสเกลไว้เป็นเมกโอห์ม (MΩ) มีพิสัยการวัดจาก 10 kΩ ถึง 10 GΩ โดยมีความถูกต้อง 3 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ จากรูปด้านบนแสดงถึงหลักการทำงานง่ายๆของเมกเกอร์โอห์มมิเตอร์ โดยการป้อนแรงดันกระแสตรงที่มีค่าสูงให้กับตัวต้านทานที่ต้องการทราบค่า X แล้ววัดกระแสที่เกิดขึ้น โดยใช้โวลต์มิเตอร์ที่มีอิมพีแดนซ์สูง วัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานมาตรฐาน Rs จะได้ว่า $E_0/E_{in} = R_s/X$ ถ้า $X \gg R_s$ ก.ชนิดของ MEGA OHM METER ประเภทของโอห์มมิเตอร์ออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	
1. แบบ Analog หรือแบบเข็ม (Analog Insulation Testers) เครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าแบบแอนะล็อก ใช้เข็มเป็นตัวชี้ค่าความต้านทาน มีจุดเด่นที่ราคาไม่แพง มีทั้งแบบเข็มทั่วไปกับแบบวัดต่อเนื่อง 2.แบบดิจิตอล (Digital Insulation Testers) เครื่องทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าแบบดิจิตอล แสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งจะให้ค่าที่แม่นยำและถูกต้อง เหมาะสำหรับการวัดค่าที่ต้องการความแม่นยำสูง			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม มิเตอร์	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 1	
ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่5.1 1. INSULATION TEST คืออะไร ก. เครื่องวัดความเร็ว ข. เครื่องวัดกระแส ค. เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน ง. แคลป์มิเตอร์ 2. MEGA OHM METER แบ่งได้กี่ชนิด ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.1 : หลักการทำงานของเมกโอห์ม
มิเตอร์

ใบแบบทดสอบ
หลังเรียน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
14

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.1

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			☒	
2	☒			

คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	
คำนำ บทเรียนโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านแสดงความรู้หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบสำคัญของใช้งาน คณะผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ ประกอบด้วยวิธีการใช้งาน Insulation tester การวัดVoltage measurement การวัดResistance measurement การวัดPVΩ measurement ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องก็ไปตามลำดับก่อน - หลังมีแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบสั่งงาน ใบปฏิบัติงาน ใบเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบเฉลยการปฏิบัติงานแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้งาน Insulation tester การวัดVoltage measurement การวัดResistance measurement การวัดPVΩ measurement ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย มาประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าบทเรียนโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องผู้จัดทำพร้อมรับคำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	
สารบัญ			
		หน้า	
คำนำ		ก	
สารบัญ		ข	
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล		1	
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล		2	
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน		6	
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน		7	
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		8	
ใบจุดประสงค์		11	
ใบเนื้อหา		12	
ใบแบบทดสอบหลังเรียน		14	
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน		15	
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		16	
ใบปฏิบัติงาน			
ใบเกณฑ์ประเมินผลปฏิบัติงาน			
ใบประเมินผลปฏิบัติงาน			



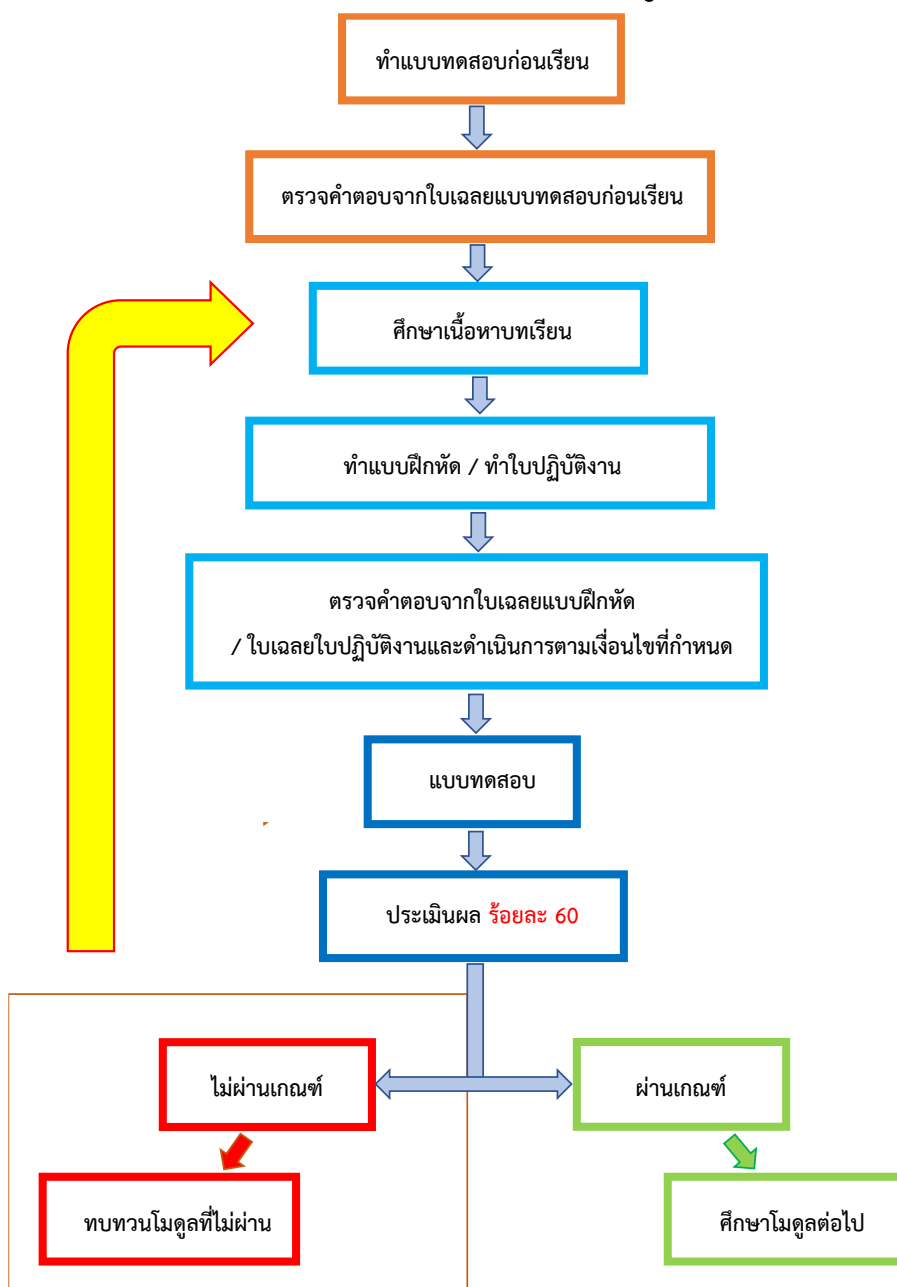
หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบขั้นตอนการใช้
บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.2 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบเป็นโมดูลที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 หัวข้อย่อย

- 1.วิธีการใช้งาน Insulation tester
- 2.การวัดVoltage measurement
- 3.การวัดResistance measurement
- 4.การวัดPVΩ measurement
- 5.ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ส่วนประกอบโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียน
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1.ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ

2.ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด

3.ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง

4.บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1.ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ

2.ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้

3.ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ

5.เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

6.เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน

7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง

8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ

9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบททวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน

โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบคำชี้แจงการ
ใช้บทเรียนโมดูล

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
4

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเป็นรายวิชาของแผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มุ่งเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ด้านวิชาชีพไปประกอบการต่อยอดเกี่ยวกับในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันที่ต้องอาศัยวิชาสองสว่างในการเป็นพื้นฐานของวงจร ดังนั้นบทเรียนโมดูลจึงได้จัดเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโมดูลตามคำแนะนำได้ตามความพร้อมและความสะดวกของนักเรียน

สถานการณ์ในปัจจุบันการแพร่เชื้อโควิด 19 เกิดการระบาดระลอกใหม่ ทำให้ครู บุคลากร และนักเรียน ที่เกิดการติดเชื้อของโรคโควิด 19 จำเป็นจะต้องรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ทำให้ต้องออกแบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ตามโมดูล

บทเรียนโมดูล 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์เป็นโมดูลย่อยของ โมดูลที่ 5 การวัดค่าความเป็นฉนวนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ตามหัวข้อโมดูลย่อย ลักษณะเครื่องมือวัดไฟฟ้า โดยแบ่งเนื้อหาย่อย 2 หัวข้อ ได้แก่ INSULATION TEST MEGA OHM METER โดยแต่ละหัวข้อเรื่องนี้มีเนื้อหาสัมพันธ์กันไปตามลำดับ ก่อน – หลัง และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้นักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล มีความเข้าใจให้มากขึ้น

จุดมุ่งหมาย

เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่อง INSULATION TEST MEGA OHM METER

ความรู้พื้นฐาน

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของแสงในระดับปวช

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	
แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 5.1 หลักการทำงานของเมกโอห์มมิเตอร์ คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ คะแนนเต็มทั้งหมด 5 คะแนน 2. แบบทดสอบบอดนัย โดยเขียนคำตอบลงในข้อสอบ 1. แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย 2. เวลาที่ใช้สอบ 5 นาที จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 อธิบายการใช้งาน INSULATION TEST ได้ 1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 2 อธิบายการวัดVoltage measurement ได้ 2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement 			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 3 อธิบายการวัดResistance measurement ได้

3. จงอธิบายการวัดResistance measurement

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 4 อธิบายการวัดPV Ω measurement

4. จงอธิบายการวัดPV Ω measurement

.....

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 5 อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า
ต่างๆ ที่ปลอดภัย

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

.....

.....

.....

.....

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล(.)ผ่านเกณฑ์

(.)ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พวศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบกระตาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
	แผ่นที่ : 1	

กระตาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester
 1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
 2. ศึกษาคูตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
 3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
 4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
 5. กดปุ่ม MEASURE
 6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่
2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement
 1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
 2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
 3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
 4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง
3. จงอธิบายการวัดResistance measurement
 1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง
 2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
 3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
 4. กดปุ่ม MEASURE
 5. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า
 6. กดปุ่ม "0 Ω ADJ"
 7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
 8. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
 9. กดปิดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 2	
4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement 1. ปิดสวิตซ์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner) 2. ปิดสวิตซ์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String 3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่ 4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ 5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ 6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อค 7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal 8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String 9. กดปุ่ม MEASURE 10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา 11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด 5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผนที่ : 1	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ			
1. อธิบายการใช้งาน INSULATION TEST ได้			
2. อธิบายการวัดVoltage measurement ได้			
3. อธิบายการวัดResistance measurement ได้			
4. อธิบายการวัดPVΩ measurement			
5. อธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 1

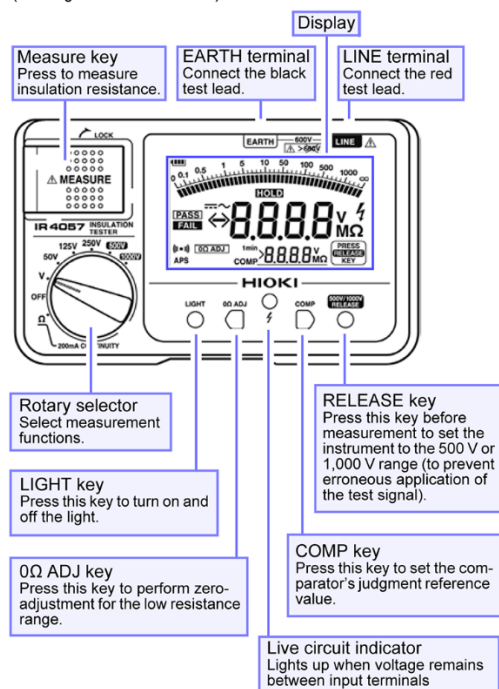
หน้าที่
10

5.2 วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

5.2.1 การใช้งาน INSULATION TEST ได้

การเริ่มต้นใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เราควรทำความรู้จักส่วนประกอบของอุปกรณ์ก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีปุ่ม สัญลักษณ์ เทอร์มินอลต่างๆ ที่ใช้เดินสายไฟเพื่อทำการรับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หากเราไม่รู้จักส่วนประกอบในแต่ละส่วนดีพอเวลาใช้งาน อาจทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้

(*This figure is model IR4057.)



ก. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)

คำเตือน: อย่าพยายามวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าบนตัวนำที่มีไฟ (live conductor)

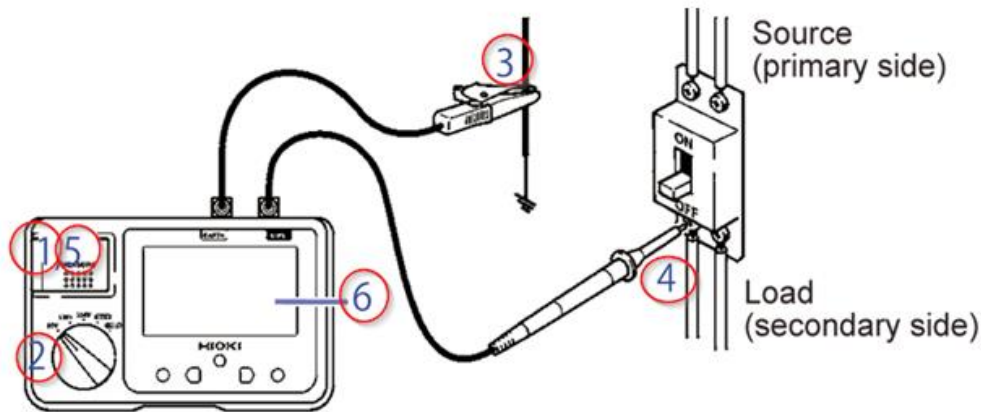


หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
11



1. ตรวจสอบว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาตารางและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก

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)

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



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567

รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า

โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน

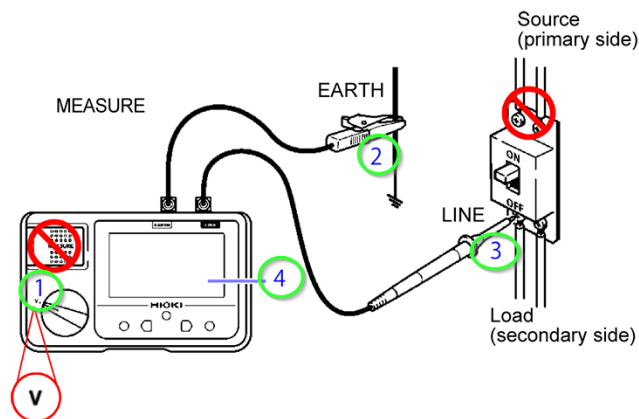
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

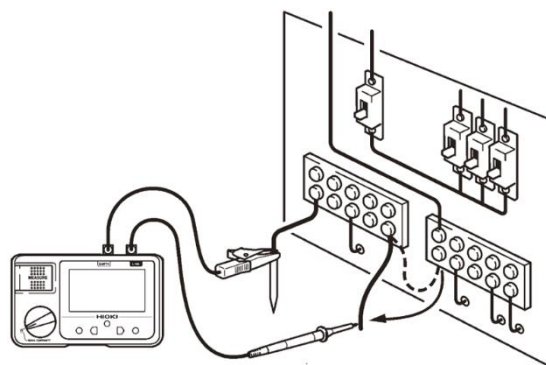
หน้าที่
12

5.2.2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

5.2.3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



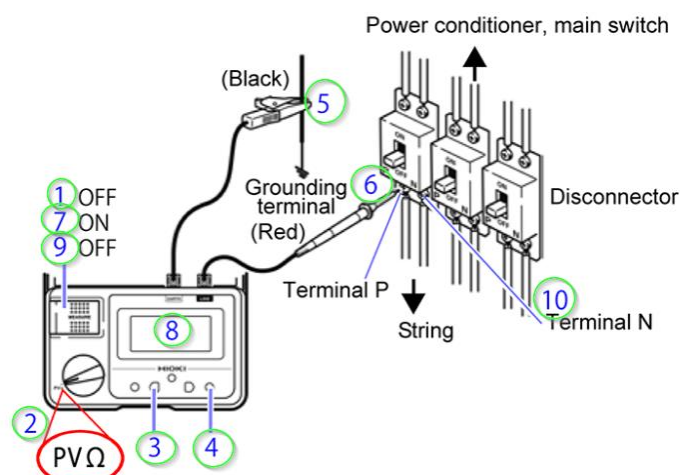
ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผนที่ : 5	

5. กดปุ่ม "0Ω ADJ"
6. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด
7. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง
8. กดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ

5.2.4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



PVΩ measurement จะใช้วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และพื้นดิน การใช้การวัดแบบ PVΩ measurement นี้จะช่วยให้อ่านค่าความต้านทานฉนวนที่ถูกต้องโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คดูว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผนที่ : 6	

8. กดปุ่ม MEASURE

9. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา

10. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด

5.2.5 ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์

ตารางแสดงค่าความต้านทานฉนวนตามมาตรฐาน IEC 60364

การตรวจสอบสภาพฉนวนของมอเตอร์จะทดสอบด้วยการต่อสายกราวด์ของเมกะโอห์มมิเตอร์เข้ากับกรอบ (Frame) ของมอเตอร์ ทำการเลือกแรงดันทดสอบแล้วป้อนแรงดันเข้าที่ชุดขดลวดของมอเตอร์ รอให้ค่านิ่งแล้วทำการอ่านค่า

หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าสูงหลายร้อยหรือหลายพันเมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพดีไม่ชำรุด แห้ง พร้อมใช้งาน

หากค่าฉนวนที่อ่านได้มีค่าน้อยกว่า 1 เมกะโอห์ม แสดงว่าฉนวนอยู่ในสภาพเสื่อม มีความชื้น เปื้อนสารเคมี ไม่เหมาะกับการใช้งาน ควรทำการเปลี่ยนฉนวนทันที

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

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 1	
ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่5.2 1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester 2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement 3. จงอธิบายการวัดResistance measurement 4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement 5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน สรุปผล () ผ่านเกณฑ์ () ไม่ผ่านเกณฑ์ ลงชื่อ ผู้ตรวจ (.....)			

	หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน ระบบ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2 ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง..... 1. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Insulation tester 1. ตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่เด้งออกมา 2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก 3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด 4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด 5. กดปุ่ม MEASURE 6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่ 2. จงอธิบายการวัดVoltage measurement 1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V 2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด 3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์ 4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง 3. จงอธิบายการวัดResistance measurement 1. ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง 2. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω 3. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit 4. กดปุ่ม MEASURE 5. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า 6. กดปุ่ม "0Ω ADJ" 7. นำสายวัดไปเชื่อมต่อกับสายกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต้องการทำการวัด 8. กดปุ่ม MEASURE และทำการอ่านค่าที่แสดง 9. กดปุ่ม MEASURE หลังจากใช้งานเสร็จ			



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบเฉลย
แบบฝึกหัด

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
17

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่5.2

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

4. จงอธิบายการวัดPVΩ measurement

1. ปิดสวิตช์หลักที่เชื่อมต่อกับเครื่องกรองไฟ (Power Conditioner)
2. ปิดสวิตช์ทุกตัวเพื่อหยุดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับ String
3. เช็คว่า MEASURE ปิดอยู่หรือไม่
4. หมุน rotary switch ไปที่ PVΩ
5. กดปุ่ม และทำการตั้งแรงดันไฟฟ้าเป็น 500V หรือ 1000V ตามต้องการ
6. กดปุ่ม เพื่อทำการปลดล็อก
7. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อกับ grounding terminal
8. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับ terminal P ของ String
9. กดปุ่ม MEASURE
10. หลังจากนั้นประมาณ 4 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนจะแสดงค่าออกมา
11. กดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการปิด

5. จงอธิบายค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ปลอดภัย

ในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนเราจะมีกำหนดค่าแรงดันทดสอบ ซึ่งแรงดันทดสอบนี้เราจะเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันที่ใช้งานจริง โดยปกติจะเลือกแรงดันทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เท่า ของแรงดันที่ใช้งาน เมื่อเลือกแรงดันทดสอบได้แล้วก็ทำการทดสอบค่าฉนวนไฟฟ้า แล้วค่าฉนวนไฟฟ้าต้องมีค่าเท่าไรถึงแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน? ตามมาตรฐาน IEC 60364 มาตรฐานสากลด้านการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ได้กำหนดค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวนไว้ หากค่าที่ทำการทดสอบมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดแสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

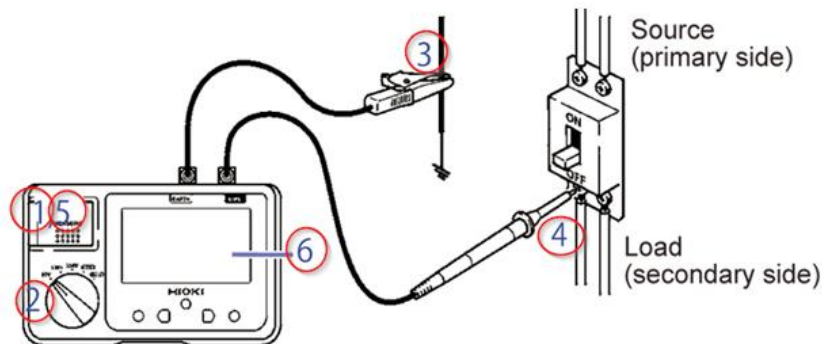
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 1

หน้าที่
18

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

1. Insulation resistance measurement (การวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า)



1. ต่อเครื่องมือวัดและตรวจสอบดูว่าปุ่ม MEASURE นั้นต้องไม่อยู่ในสภาพที่นูนออกมา
2. ศึกษาคู่มือและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่วัดเพื่อที่จะได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้ถูก
3. เชื่อมต่อสายวัด (test lead) สีดำเข้ากับกราวด์ (ground) ของอุปกรณ์ที่จะทำการวัด
4. เชื่อมต่อสายวัดสีแดงเข้ากับสาย line ที่จะทำการวัด
5. กดปุ่ม MEASURE
6. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงคงที่

1. สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2. ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนใน
ระบบ

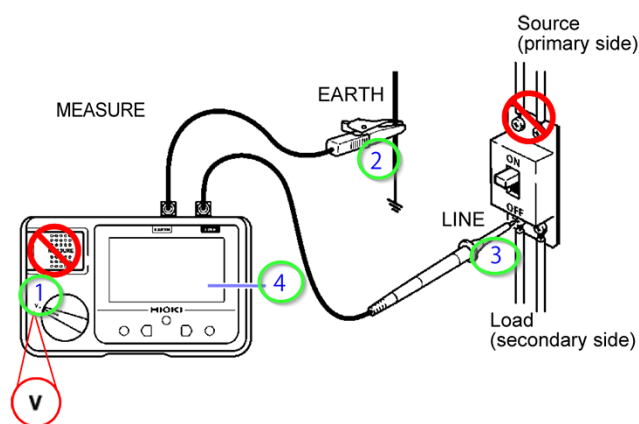
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 2

หน้าที่
19

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

2 การวัด Voltage measurement



1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน V
2. นำสายวัดสีดำไปเชื่อมต่อด้านสายดินของสิ่งที่ต้องการวัด
3. นำสายวัดสีแดงไปเชื่อมต่อกับด้าน line ของเบรกเกอร์
4. อ่านค่าหลังจากค่าที่แสดงผลมีความนิ่ง

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

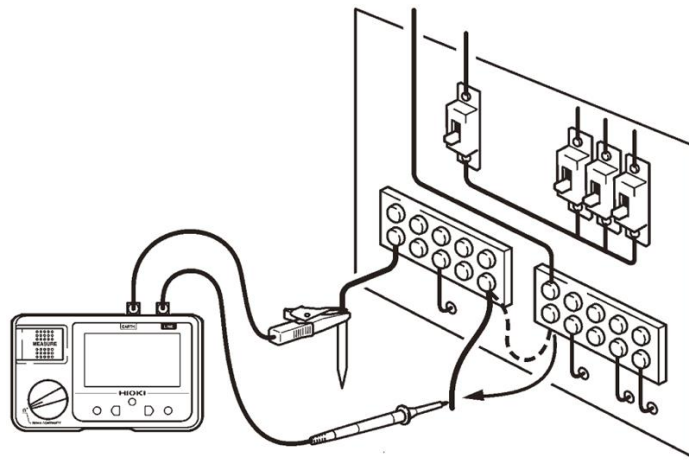
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 3

หน้าที่
20

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

1. หมุน rotary switch ไปที่ฟังก์ชัน Ω
2. นำปลายของสายวัดทั้ง 2 เส้น มาแตะกันเพื่อทำการ Short circuit
3. กดปุ่ม MEASURE
4. กดปิดปุ่ม MEASURE เพื่อทำการวัดค่า

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

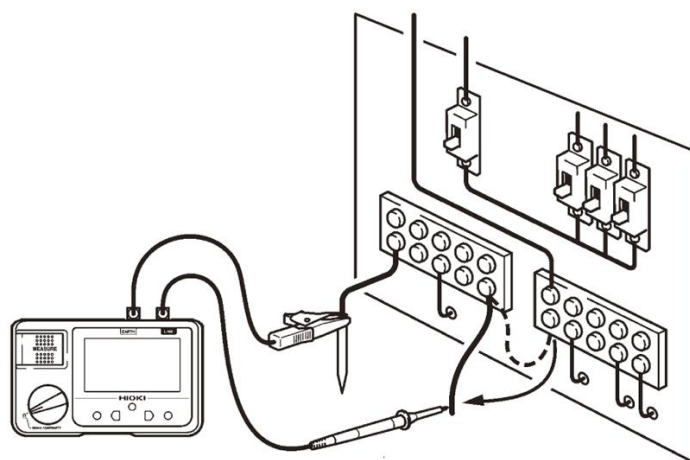
ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 4

หน้าที่
21

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง

3 Resistance measurement (การวัดความต้านทาน)



ก่อนทำการวัดควรทำการ zero adjustment ก่อนทุกครั้ง

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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย



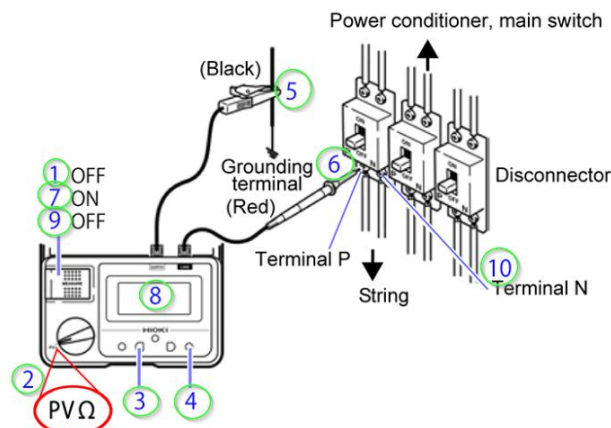
หลักสูตร : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2567
รายวิชา : เครื่องมือวัดไฟฟ้า
โมดูลที่ 5 : การวัดค่าความเป็นฉนวน
โมดูลย่อย 5.2 : วิธีการวัดค่าความเป็นฉนวนในระบบ

ใบปฏิบัติงาน

แผ่นที่ : 5

หน้าที่
22

4 PVΩ measurement (มีเฉพาะ Insulation Tester รุ่น IR4053 เท่านั้น)



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

1.สถานที่ที่ใช้การทดลอง.....

2.ค่าที่วัดได้.....

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย

