วิทยาลัยสารพัดช่างลำปาง
รับที่ ๑๐๓๖
วันที่ ๑๐ มิ.ย ๖๔
เวลา ๐๙.๓๓

ที่ ศธ ๐๖๒๒.๓/ว ๔๑๔

วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ ๓
๑๐ ถนนหนองจิก อำเภอเมือง
จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๔ มิถุนายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอน วิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์ (๒๑๐๑-๒๑๐๙) จำนวน ๑ ชุด (38 หน้า)
๒. แบบประเมินเอกสารประกอบการสอน จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายนราธร โอชาอัมพวัน ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการ ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ได้ดำเนินการจัดทำเอกสารประกอบการสอน รายวิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา ๒๑๐๑-๒๑๐๙ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๒ เพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและเลื่อนวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

ในการนี้ เพื่อให้การจัดทำผลงานทางวิชาการเป็นไปอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น วิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังสิ่งที่ส่งมาด้วย และขอความกรุณาตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานดังกล่าวด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายเจริญ ไชยสวัสดิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการสิงหนคร (รัตน์ ประธานราษฎร์นิกร)
รักษาการในตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพปัตตานี

เรียน ผู้อำนวยการ
ด้วย วก.ปัตตานี แจ้งขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ของ นายนราธร โอชาอัมพวัน ตว แผนกวิชาช่างยนต์ เพื่อโปรดทราบ
ต้นสังกัด ๑๐ มิ.ย. ๖๔

เรียน ผู้อำนวยการ
๑. เห็นชอบตามเสนอ
๒. เห็นควรมอบรองผอ.
๑๐ มิ.ย. ๖๔

ฝ่ายบริหารทรัพยากร / งานบริหารงานทั่วไป
โทร. ๐ ๗๓๓๓ ๓๐๑๑
โทรสาร ๐ ๗๓๓๓ ๖๑๘๓
Email : ptnicecplan@gmail.com
http://www.ptnicec.ac.th

เรียน ผู้อำนวยการ
๑. เห็นชอบตามเสนอ
๒. เห็นควรมอบรองผอ.
๑๐ มิ.ย. ๖๔

๑. มอบ
๒. มอบ ผอ.
๑๐ มิ.ย ๖๔

แบบประเมินความคิดเห็นของครูที่มีต่อเอกสารประกอบการสอน

วิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา ๒๑๐๑-๒๑๐๙

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๒

ของนายนราธร โอชาอัมพวัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี

.....

แบบประเมินความคิดเห็นฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นของครูที่มีต่อการใช้เอกสารประกอบการเรียน วิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา ๒๑๐๑-๒๑๐๙ คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุง พัฒนาเอกสารประกอบการสอน ให้มีความสมบูรณ์และดียิ่งขึ้น โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง ที่กำกับข้อความและตรงกับความคิดเห็นของท่านด้วยความเป็นจริงที่สุด

ตอนที่ ๑ ข้อมูลผู้ตอบแบบประเมิน

๑. เพศ ☐ **ชาย** ☐ **หญิง**

๒. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด

☐ **ต่ำกว่าปริญญาตรี** ☐ **ปริญญาตรี** ☐ **ปริญญาโท** ☐ **ปริญญาเอก**

๓. ประสบการณ์การสอน

☐ **ต่ำกว่า ๕ ปี** ☐ **๕-๑๐ ปี** ☐ **๑๑- ๑๕ ปี** ☐ **มากกว่า ๑๕ ปี**

๔. ตำแหน่ง

☐ **ครูพิเศษ** ☐ **พนักงานราชการ** ☐ **ครูผู้ช่วย** ☐ **ครู**

☐ **ครูชำนาญการ** ☐ **ครูชำนาญการพิเศษ** ☐ **ครูเชี่ยวชาญ**

๕. ประเภทสถานศึกษาที่สังกัด

☐ **วิทยาลัยเทคนิค**.....

☐ **วิทยาลัยอาชีวศึกษา**.....

☐ **วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี**.....

☐ **วิทยาลัยสารพัดช่าง**.....

☐ **วิทยาลัยการอาชีพ**.....

ตอนที่ ๒ ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้เอกสารประกอบการสอนวิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา ๒๑๐๑-๒๑๐๙ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

๕ หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

๔ หมายถึง เห็นด้วยมาก

๓ หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

๒ หมายถึง เห็นด้วยน้อย

๑ หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	๕	๔	๓	๒	๑
๑. ด้านเนื้อหาวิชา					
๑.๑ เนื้อหาตรงตามจุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชา	.....	.....	.....	.....	.....
๑.๒ เนื้อหาสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
๑.๓ เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	.....	.....	.....	.....	.....
๑.๔ เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
๑.๕ เนื้อหามีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
๒. ด้านรูปแบบและการใช้ภาษา					
๒.๑ การจัดพิมพ์ถูกต้องและเหมาะสมตามหลักวิชาการ	.....	.....	.....	.....	.....
๒.๒ ขนาดตัวอักษร รูปภาพ ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
๒.๓ การพิมพ์ การแบ่งวรรคตอนถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
๒.๔ ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
๒.๕ ใช้ภาษาที่สื่อความหมายต่าง ๆ เกี่ยวกับภาพประกอบได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
๓. ด้านการสร้างแบบประเมินผลการเรียนรู้					
๓.๑ แบบประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
๓.๒ แบบประเมินผลการเรียนรู้ตรงตามเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
๓.๓ จำนวนคำถามมีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
๓.๔ ข้อคำถามมีความหมายชัดเจน					
๓.๕ การสร้างเกณฑ์ประเมินผลการเรียนรู้มีความเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	๕	๔	๓	๒	๑
๔. ด้านประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียน					
๔.๑ มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และครูผู้สอน	.....	.....	.....	.....	.....
๔.๒ ครูผู้สอนสามารถนำไปปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนได้จริง	.....	.....	.....	.....	.....
๔.๓ ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.....	.....	.....	.....	.....
๔.๔ นักเรียนใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการศึกษาค้นคว้าได้	.....	.....	.....	.....	.....
๔.๕ ใช้เป็นแบบอย่างให้กับครูผู้สอนได้	.....	.....	.....	.....	.....

ส่วนที่ ๓ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....**ผู้ประเมิน**

(.....)

ตำแหน่ง.....

ที่ ศธ .....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพปัตตานี

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ที่ ศธ ๐๖๒๒.๓/ว ๔๑๙ ลงวันที่ ๔ มิถุนายน ๒๕๖๔

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเอกสารประกอบ การสอน จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ของนายนราธร โอชาอัมพวัน ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการ ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนในรายวิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา ๒๑๐๑-๒๑๐๙ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช ๒๕๖๒ เพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และเลื่อนวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัย.....ได้รับผลงานวิชาการดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

.....

.....

.....

เอกสารประกอบการสอน
รายวิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ (20101-2109)
เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

ผู้เรียบเรียง
นายนราธร โอชาอัมพวัน
ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

เอกสารประกอบการสอน วิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา 2101-2109 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 1 มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก เล่มนี้ ผู้สอนได้นำประสบการณ์จากการสอน และจากการศึกษาค้นคว้านำมาเรียบเรียงเป็นเอกสารประกอบการสอน ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก ได้แก่ การทำงานและการใช้โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก การทำงานและการใช้แอมมิเตอร์แบบอนาล็อก การทำงานและการใช้โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก และการบำรุงรักษาและการเปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวง ศึกษาธิการ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 14 หน่วย และจัดทำเป็นเล่ม 14 เล่ม ดังนี้

1. เล่มที่ 1 มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก
2. เล่มที่ 2 มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบดิจิตอล
3. เล่มที่ 3 การใช้คู่มือซ่อมรถยนต์และเครื่องมือพิเศษ
4. เล่มที่ 4 การตรวจระบบระบายความร้อนและหล่อลื่นเครื่องยนต์
5. เล่มที่ 5 การตรวจแบตเตอรี่รถยนต์
6. เล่มที่ 6 การวัดกำลังอัดเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล
7. เล่มที่ 7 การปรับแต่งระบบฉีดเบนซิน
8. เล่มที่ 8 การปรับแต่งระบบน้ำมันดีเซล
9. เล่มที่ 9 การปรับแต่งระบบไฟประจุแบตเตอรี่
10. เล่มที่ 10 การปรับแต่งระบบไฟสตาร์ตเครื่องยนต์
11. เล่มที่ 11 การปรับแต่งระบบไฟจุดระเบิด
12. เล่มที่ 12 การปรับแต่งไอเสียเครื่องยนต์เบนซิน
13. เล่มที่ 13 การวิเคราะห์ไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล
14. เล่มที่ 14 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามระยะ

ผู้สอนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอนให้ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามหลักในการจัดการอาชีวศึกษา หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้เรียบเรียงยินดีน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

นราธร โอชาอัมพวัน
ผู้เรียบเรียง

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา	1
กำหนดการสอน	2
คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน	3
จุดประสงค์การเรียนรู้	5
ใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน	6
มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก	7
- การทำงานและการใช้โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก	8
- การทำงานและการใช้แอมมิเตอร์แบบอนาล็อก	14
- การทำงานและการใช้โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก	18
- การบำรุงรักษาและการเปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์	21
แบบฝึกปฏิบัติ	24
ใบปฏิบัติงาน	25
ใบทดสอบความรู้หลังเรียน	28
แหล่งค้นคว้า	30
ภาคผนวก	31
- เฉลยใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน	
- เฉลยใบปฏิบัติงาน	
- เฉลยใบทดสอบความรู้หลังเรียน	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ส่วนประกอบมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก	8
2 ส่วนประกอบหลักของมิเตอร์	9-10
3 โวลต์มิเตอร์และการวัดแรงดันไฟ	11-12
4 การวัดแรงดันไฟกระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์ย่านการวัด 10 VDC	12
5 วิธีการวัดแรงดันไฟกระแสสลับด้วยโวลต์มิเตอร์ย่านการวัด 250VAC	13
6 แอมมิเตอร์	15
7 วิธีการวัดกระแสไฟตรงด้วยแอมมิเตอร์แบบอนาล็อก	16
8 โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก	19
9 การใช้โอห์มมิเตอร์	21
10 เปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์	23

จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา

ชื่อรายวิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์ **รหัสวิชา** 20101-2109
ระดับชั้น ปวช.1 **สาขาวิชา/กลุ่มวิชา/แผนกวิชา** ยานยนต์
หน่วยกิต 3 **จำนวนชั่วโมงรวม** 7 ชั่วโมง
จำนวนสัปดาห์ 18 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการตรวจวัด ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซล
2. สามารถใช้เครื่องมือตรวจวัด ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซล
3. มีกิจนิสัยในการทำงานที่ดีมีความประณีตรอบครอบปลอดภัยและมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจวัด ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซล
2. ใช้เครื่องมือตรวจวัด ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ
3. บำรุงรักษาเครื่องมือตรวจวัดและปรับแต่งเครื่องยนต์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการรตรวจสภาพทั่วไป การใช้คู่มือซ่อม เครื่องมือพิเศษปรับแต่งสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์และบำรุงรักษาเครื่องมือตรวจวัดและปรับแต่งเครื่องยนต์

กำหนดการสอน

ชื่อรายวิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา 20101-2109 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ทฤษฎีรวมปฏิบัติ 7 คาบ/สัปดาห์ รวม 126 ชั่วโมง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนชั่วโมง
-	ปฐมนิเทศ	1
1	มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก	2
2	มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบดิจิตอล	4
3	การใช้คู่มือซ่อมรถยนต์และเครื่องมือพิเศษ	4
4	การตรวจระบบระบายความร้อนและหล่อลื่นเครื่องยนต์	7
5	การตรวจแบตเตอรี่รถยนต์	7
6	การวัดกำลังอัดเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล	7
7	การปรับแต่งระบบฉีดเบนซิน	7
8	การปรับแต่งระบบน้ำมันดีเซล	14
9	การปรับแต่งระบบไฟประจุแบตเตอรี่	7
10	การปรับแต่งระบบไฟสตาร์ตเครื่องยนต์	14
11	การปรับแต่งระบบไฟจุดระเบิด	7
12	การปรับแต่งไอเสียเครื่องยนต์เบนซิน	14
13	การวิเคราะห์ไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล	14
14	การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามระยะ	7
ประเมินสรุปผลปลายภาค		**3**
รวม		**126**

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอน รายวิชางานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา 20101-2109 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 1 เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และเพื่อให้ครูใช้เป็นคู่มือประกอบการสอน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อซ่อมเสริมกรณีที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยมีคำแนะนำในการใช้ดังนี้

สำหรับครู

1. ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อศึกษาเนื้อหาของมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก โดยก่อนใช้ควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวิธีการศึกษาและมีความซื่อสัตย์ในการทำใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน แบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน ใบปฏิบัติงาน และใบทดสอบความรู้หลังเรียน

2. ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก โดยใช้ศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ โดยให้นักเรียนทำใบทดสอบความรู้ก่อนเรียนศึกษาเนื้อหา ปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติ ใบปฏิบัติงาน ใบทดสอบความรู้หลังเรียน และเฉลยใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ เฉลยใบปฏิบัติงาน เฉลยใบทดสอบความรู้หลังเรียน

3. ในการจัดกิจกรรมภาคปฏิบัติ อาจให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มตามความเหมาะสม เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับบุคคลอื่นได้

4. เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรให้นักเรียนช่วยกันสรุปและมีส่วนช่วยกันประเมินผลชิ้นงาน และครูบันทึกคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นพัฒนาการของตนเอง ถ้านักเรียนทำคะแนนได้ไม่ถึงเกณฑ์ ควรให้นักเรียนศึกษาซ้ำอีกหรือครูจะสอนซ่อมเสริมให้จนกระทั่งทดสอบแล้วผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สำหรับนักเรียน

1. ใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

2. ในการศึกษาเอกสารประกอบการสอนนี้ หากไม่เข้าใจให้บันทึกไว้เพื่อสอบถามครูในเวลาเรียนหรือ นอกเวลาเรียน

3. ขั้นตอนการศึกษา มีดังนี้

   3.1 ทำใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน

   3.2 ศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจอย่างละเอียด

3.3 ทำแบบฝึกปฏิบัติตามที่กำหนด

3.4 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

3.5 นำผลงานที่ทำแล้วส่งครู ประเมินผลร่วมกัน

3.6 ทำใบทดสอบความรู้หลังเรียน

3.7 ตรวจคำตอบแบบฝึกปฏิบัติ ใบปฏิบัติงาน ใบทดสอบความรู้ก่อนและหลังเรียน เพื่อทราบผลการพัฒนาตนเอง ซึ่งในแต่ละกิจกรรมต้องผ่านเกณฑ์ตามกำหนด หากไม่ผ่านเกณฑ์ควรซ่อมเสริม โดยทบทวนแล้วทำกิจกรรมนั้นใหม่จนผ่านเกณฑ์

4. ในการศึกษานักเรียนควรได้รับความรู้ ทักษะ และฝึกนิสัยที่ในการทำงาน ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีต รอบคอบ คำนึงถึงความปลอดภัย ใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและรักษาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสร้างคุณธรรมให้เกิดกับตัวเอง ได้แก่ การมีวินัย ความซื่อสัตย์ ความสนใจใฝ่รู้ การมีมนุษยสัมพันธ์ และความสามัคคี เพื่อให้เป็นคนดี คนเก่ง และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ

1. สื่อ PowerPoint เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก
2. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก
3. สื่อของจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอน รายวิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์ รหัสวิชา 20101-2109 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 1 มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก แล้วผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถ ดังนี้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก
2. ตรวจสอบมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อกตามขั้นตอน

สมรรถนะย่อย

1. อธิบายการทำงานและการใช้โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อกได้ถูกต้อง
2. อธิบายการทำงานและการใช้แอมมิเตอร์แบบอนาล็อกได้ถูกต้อง
3. อธิบายการทำงานและการใช้โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อกได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติการบำรุงรักษาและการเปลี่ยนถ่ายไฟมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง
5. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเรียบร้อย ปฏิบัติงานด้วยความประณีต รอบคอบ ประหยัด มีวินัย ตรงต่อเวลา และตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงาน

ใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน

คำแนะนำ 1) จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับหัวข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ
2) ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาสอบ 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

---

1. ข้อดีของมิเตอร์แบบอนาล็อก คืออะไร
   - ก. มีขนาดกะทัดรัด
   - ข. น้ำหนักน้อย
   - ค. อ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วได้ดี
   - ง. อ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ดีทุกค่า
2. ข้อเสียของมิเตอร์แบบอนาล็อก คืออะไร
   - ก. มีขนาดใหญ่
   - ข. มีราคาแพง
   - ค. แสดงผลเที่ยงตรงช้า
   - ง. แสดงผลเที่ยงตรงไม่เกินหลัก 10
3. ข้อดีของมิเตอร์แบบดิจิตอล คืออะไร
   - ก. ตัวเลขเรืองแสง
   - ข. ตัวเลขมีหลายขนาด
   - ค. มีความแข็งแรง
   - ง. แสดงผลรวดเร็ว
4. ข้อเสียของมิเตอร์แบบดิจิตอล คืออะไร
   - ก. ราคาแพง
   - ข. ไม่แข็งแรง
   - ค. เปลืองถ่านไฟ
   - ง. เสียง่าย
5. โวลต์มิเตอร์ มีกี่ย่านวัด
   - ก. มี 1 ย่านวัด
   - ข. มี 3 ย่านวัด
   - ค. มี 5 ย่านวัด
   - ง. มี 8 ย่านวัด

6. การวัดแรงดันไฟกระแสสลับต่อสายมิเตอร์อย่างไร
    ก. ต่อสายสีดำเข้ากับลบ
    ข. ต่อสายสีดำเข้ากับบวก
    ค. ต่อสายอย่างไรก็ได้
    ง. แล้วแต่แรงดันไฟฟ้า
7. แอมมิเตอร์ เป็นมิเตอร์ประเภทใด
    ก. ความต้านทานภายในน้อย
    ข. ความต้านทานภายในมาก
    ค. ความต้านทานภายนอกน้อย
    ง. ความต้านทานภายนอกมาก
8. สเกลโอห์มมิเตอร์เป็นอย่างไร
    ก. มีความต้านทานต่ำ
    ข. มีความต้านทานสูง
    ค. สลับกับสเกลแอมมิเตอร์
    ง. สลับกับสเกลโวลต์มิเตอร์
9. ถ่านไฟในมิเตอร์ ใช้สำหรับอะไร
    ก. โวลต์มิเตอร์
    ข. แอมมิเตอร์
    ค. โอห์มมิเตอร์
    ง. โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์
10. อย่าใช้โอห์มมิเตอร์วงจรไฟฟ้าอย่างไร
    ก. วงจรไม่มีไฟ
    ข. วงจรมีไฟ
    ค. วงจรขนาน
    ง. วงจรขาด

ใบเนื้อหา

หน่วยที่ 1 มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

มิเตอร์แบ่งตามการแสดงผลได้ เป็น 2 แบบ คือ แบบเข็มชี้หรือเรียกว่า แบบอนาล็อก (Analog Meter) และแบบตัวเลขหรือเรียกว่า แบบดิจิตอล (Digital Meter) ทั้ง 2 แบบ เรียกว่า Circuit Tester

มิเตอร์แบบอนาล็อกเป็นมิเตอร์แบบดั้งเดิมที่แสดงผลการวัดด้วยเข็มชี้ เข็มชี้เคลื่อนที่เป็นมุมหรือเคลื่อนที่เป็นทางตรง มีข้อจำกัด คือ ค่าที่อ่านได้มีค่าความถูกต้องสูงเฉพาะขณะแสดงค่าตัวเลขหลักหน่วยถึงหลักสิบเท่านั้น สำหรับค่าตัวเลขหลักร้อยขึ้นไปจะเป็นค่าประมาณ คือ อ่านละเอียดยาก

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

มิเตอร์แบบดิจิตอล เป้นมิเตอร์ที่แสดงผลเป็นตัวเลขโดยตรง แม้ว่าจะมีช่วงแสดงค่าความถูกต้องสูงกว่ามิเตอร์แบบอนาล็อก แต่ไม่อาจชดเชยความสามารถของมิเตอร์แบบอนาล็อกเหมด มิเตอร์แบบอนาล็อกจึงยังคงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ในกรณีที่วัดค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว เช่น ความเร็วรอบเครื่องยนต์จะอ่านแบบอนาล็อกง่ายกว่าแบบดิจิตอล

มิเตอร์แบบดิจิตอลมีข้อดีที่อ่านค่าวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยตรง ง่ายต่อการอ่านและมีความเที่ยงตรง คือ ไม่ผิดพลาด สามารถออกแบบวงจรปรับสเกลอัตโนมัติ โดยไม่ต้องเปลี่ยนสวิตช์สเกลเมื่อเปลี่ยนย่านการวัด แต่มีข้อเสียที่ราคายังแพงกว่ามิเตอร์แบบอนาล็อก

1. การทำงานและการใช้โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

1.1 ส่วนประกอบโวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก (Analog Volmeter)

1.1.1 พื้นฐานโวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

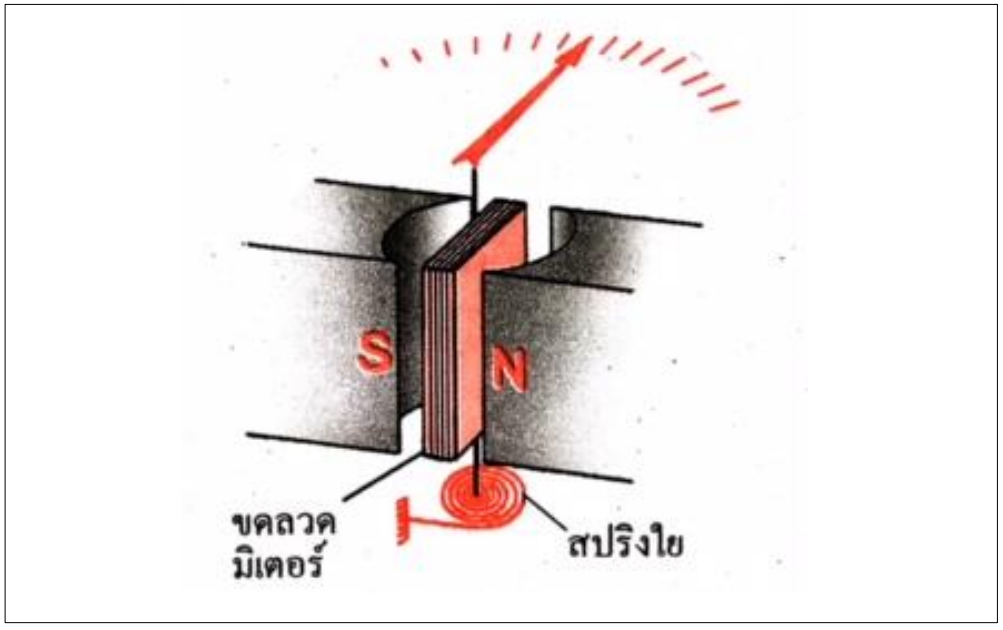
โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อกเป็นมิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil Instrument) คือ มิเตอร์วัดไฟฟ้าแบบใช้แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) แบบเกือกม้าครอบขดลวดมิเตอร์ หน้าที่แม่เหล็กถาวร คือ

1) กระจายเส้นแรงแม่เหล็กออกไปโดยรอบด้วยจำนวนที่สม่ำเสมอ

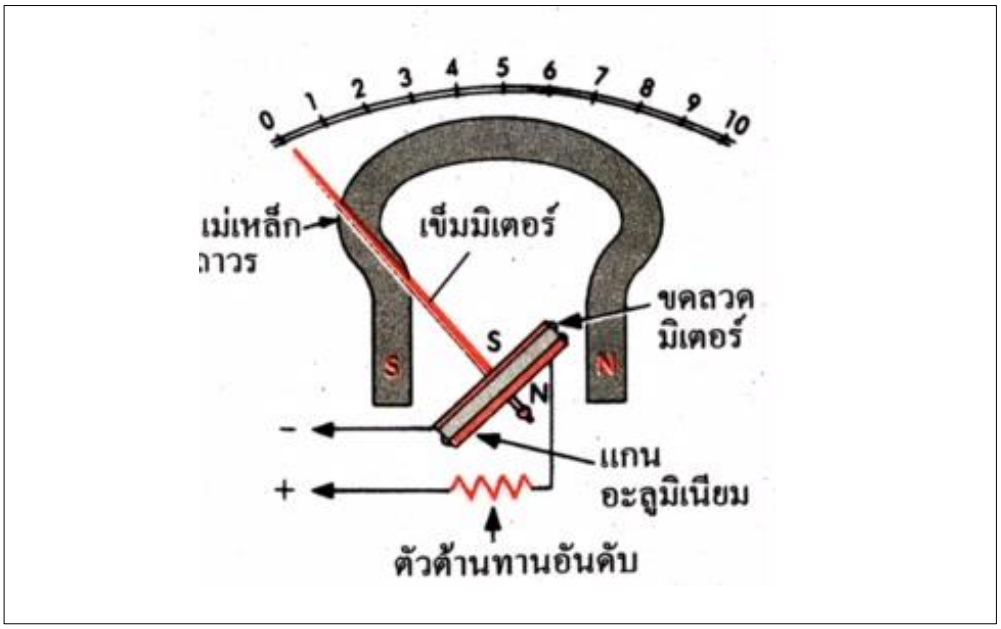
2) เพื่อลดความต้านทานแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสอง เป็นการเพิ่มจำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก

1.1.2 ส่วนประกอบโวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

ส่วนประกอบของส่วนที่หมุน เป็นทุ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำด้วยอะลูมิเนียม มีขดลวดมิเตอร์ (Meter Winning) พันอยู่โดยรอบ แกนหมุนเป้นเพลายาว รองรับด้วยแบริ่งขนาดเล็ก ทุ่นมีหน้าที่ยึดขดลวดมิเตอร์และช่วยถ่วงเข็มมิเตอร์ด้วยกระแสไหลวนอีกด้วย การหมุนของทุ่นควบคุมด้วยสปริงใย 2 ตัว โดยอยู่คนละข้างของทุ่น และสปริงใยยังเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าเข้าไปให้ขดลวดมิเตอร์อีกด้วย



ก. ขดลวดเคลื่อนที่และสปริงใย



ข. มิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่

ภาพที่ 2 ส่วนประกอบหลักของมิเตอร์

เมื่อมีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านขดลวด (ภาพที่ 2 ข.)ขดลวดจะหมุนแอยู่ในศูนย์ของขั้วแม่เหล็กถาวร ด้วยเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ความเข้มของสนามแม่เหล็กขึ้นอยู่กับจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด ดังนั้น อำนาจแม่เหล็กที่ทำให้ขดลวดหมุนย่อมเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้า เมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าให้ผ่านมาก เข็มจะเคลื่อนที่ไปมาก สเกลจึงแบ่งระยะเท่ากันตลอดได้ และระบบแบบนี้ใช้วัดละเอียดได้ดีมาก

มิเตอร์แบบชวดลวดเคลื่อนที่สามารถนำมาวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ โดยที่ ตัวมิเตอร์มีสวิตช์เลือกรายการ (Selecter Switch) โดยบิดสวิตช์เลือกรายการไปอยู่ที่ตำแหน่ง DC (-) เมื่อต้องการวัดไฟฟ้ากระแสตรง หรือหมุนไปอยู่ที่ตำแหน่ง AC (~) เมื่อต้องการวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1.2 วงจรไฟและการใช้โวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

1.2.1 วงจรโวลต์มิเตอร์เบื้องต้น

ตัวต้านทานอันดับ (Series Resistor) เป็นตัวต้านทานที่ต่ออันดับกับขดลวดมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ เพื่อลดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดมิเตอร์ ไม่ให้เกินกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่ขดลวดมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ทนได้ ค่าความต้านทานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าในวงจร (ภาพ ก.)

1.2.2 โวลต์มิเตอร์แบบหลายย่านการวัด

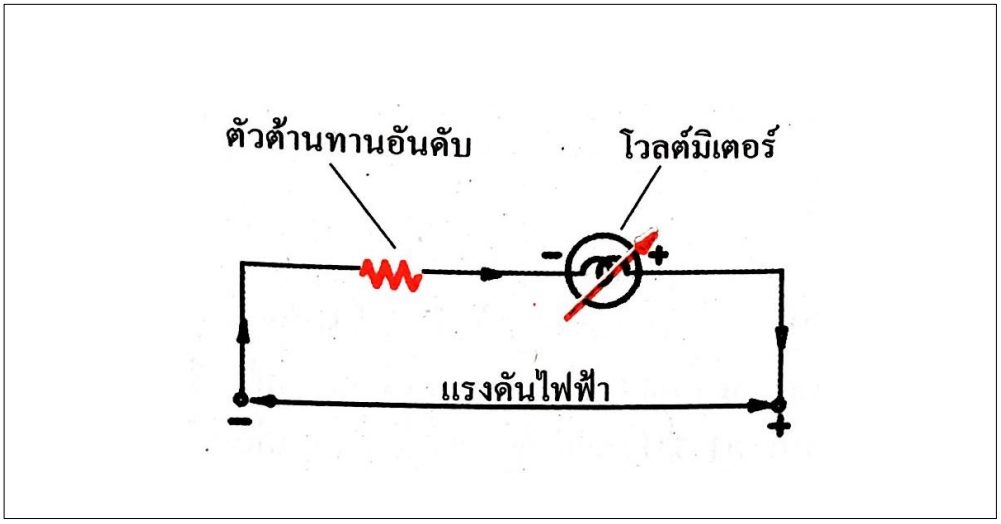
โวลต์มิเตอร์ที่วัดค่าแรงดันไฟฟ้าเพียงย่านเดียวไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงมีการเพิ่มย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยหาตัวต้านทานค่าต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่ออันดับกับขดลวดมิเตอร์ ใช้สวิตช์เลือกย่านการวัด (Range Switch) ตามความต้องการ (ภาพ ข.)

1.2.3 หลักการใช้โวลต์มิเตอร์

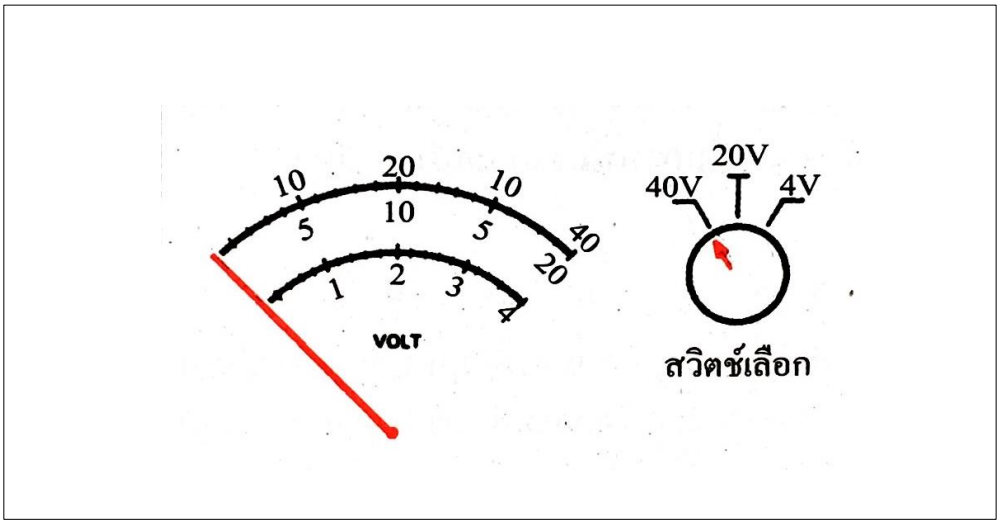
1) โวลต์มิเตอร์มีความต้านทานภายในสูงมากใช้ต่อขนานกับวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการวัด ต่ออนุกรมหับวงจรไม่ได้

2) เพื่อความปลอดภัย ให้เลือกย่านการวัดสูงสุดไว้ก่อน แล้วจึงลดย่านการวัดตามความเหมาะสม ให้อ่านได้ที่บริเวณกึ่งกลางย่านการวัด

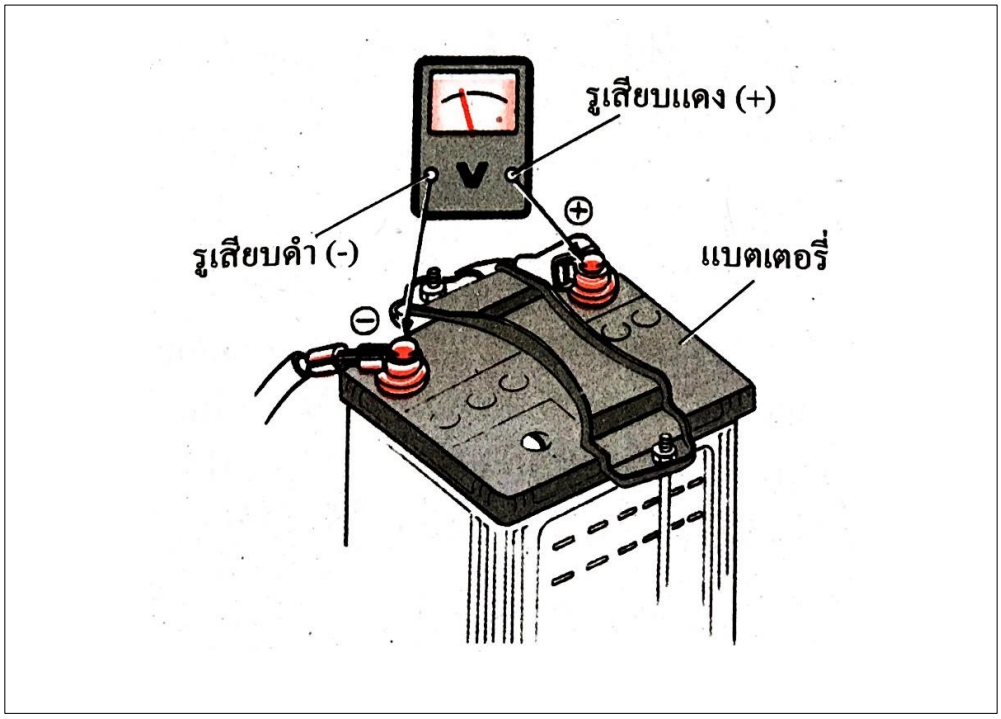
3) การวัดไฟฟ้าในรถยนต์ ต้องเลือกขั้วสายมิเตอร์ไฟฟ้าให้ตรงกับขั้วบวกหรือลบและต่อปากคีบ (Test Leads) ส่วนที่ไม่มีความต้านทานหรือส่วนที่ร้อนจัด (ภาพ ค.)



ก. วงจรโวลต์มิเตอร์เบื้องต้น



ข. สเกลโวลต์มิเตอร์หลายย่านการวัด

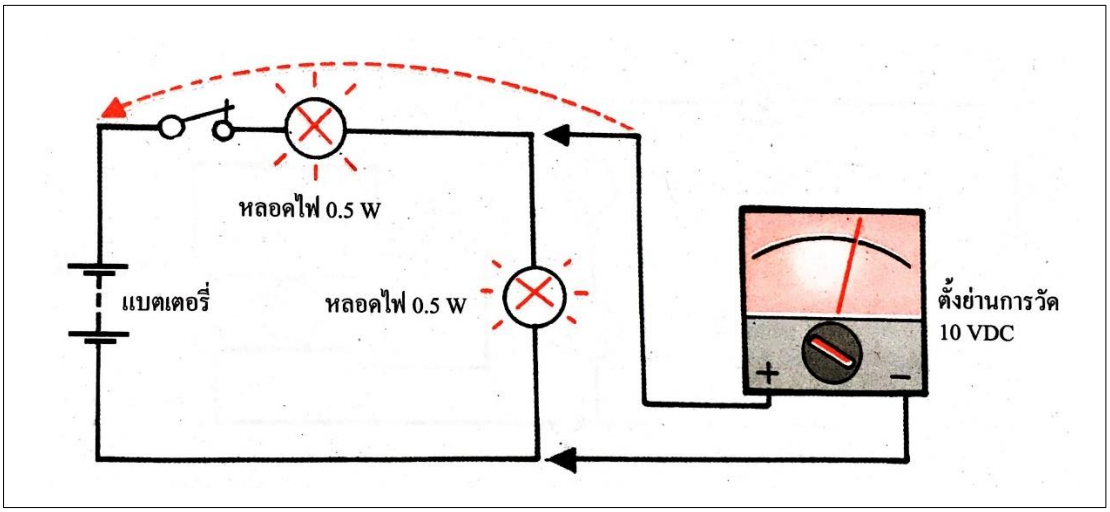


ค. วัดแรงดันไฟแบตเตอรี่โดยต่อขนาน

ภาพที่ 3 โวลต์มิเตอร์และการวัดแรงดันไฟ

1.3 การวัดแรงดันไฟกระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

1.3.1 ส่วนประกอบวงจร



ภาพที่ 4 การวัดแรงดันไฟกระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์ย่านการวัด 10 VDC

1.3.2 การวัดแรงดันไฟกระแสตรง

1) สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ไม่เกิน 1,000 โวลต์

2) ถ้าไม่แน่ใจว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัดมีค่าน้อยเพียงใด ให้ปรับย่านการวัดไปที่ 1,000 โวลต์ก่อนจึงจะปลอดภัย

3) เสียบสายวัดสีดำเข้าที่รูเสียบสาย Com (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก (+)

4) ต่อด้ามสายวัดสีดำเข้าที่ขั้วลบของวงจรและด้ามสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร ถ้าต่อสายวัดผิดเข็มชี้จะตีกลับทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้

5) ถ้าใช้ย่านการวัด 10, 50, 250 โวลต์ สามารถอ่านค่าได้โดยตรงจากสเกลได้เลย คือ 0-10,0-50 และ 0-250 ตามสเกลหน้าปัดที่แสดงไว้

6) ถ้าใช้ย่านการวัด 0.1 โวลต์ อ่านค่าได้จากสเกล 0-10 เมื่ออ่านค่าได้เท่าใด ให้นำค่าที่อ่านได้หารด้วย 100

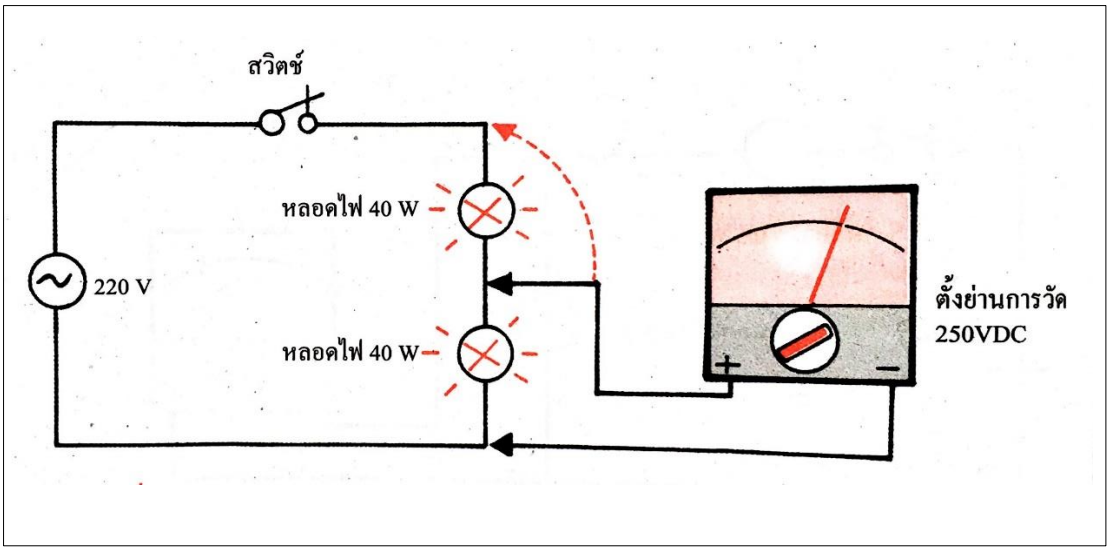
7) ถ้าใช้ย่านการวัด 0.5 โวลต์ อ่านค่าได้จากสเกล 0-50 เมื่ออ่านค่าได้เท่าใด นำค่าที่อ่านได้หารด้วย 100

8) ถ้าใช้ย่านการวัด2.5โวลต์ อ่านค่าได้จากสเกล 0-250 เมื่ออ่ารค่าได้เท่าใด นำค่าที่อ่านได้หารด้วย100

9) ถ้าใช้ย่านการวัด1,000โวลต์ อ่านค่าได้จากสเกล 0-10 เมื่ออ่านคำได้เท่าใด นำค่าที่อ่านได้คูณด้วย100

1.4 การวัดแรงดันไฟกระแสสลับด้วยโวลต์มิเตอร์แบบอนาล็อก

1.4.1 ส่วนประกอบวงจร



ภาพที่ 5 วิธีการวัดแรงดันไฟกระแสสลับด้วยโวลต์มิเตอร์ย่านการวัด 250 VAC

1.4.2 การวัดแรงดันไฟกระแสสลับ

โวลต์มิเตอร์ทั่วไปสามารถวัดแรงดันไฟกระแสสลับมีย่านการวัดตั้งแต่2.5โวลต์ ถึง 1,000โวลต์

1.4.3 ขั้นตอนการวัด

1) สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน1,000โวลต์ แต่ถ้าวัดแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่า 1,000 โวลต์จะทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้

2) ถ้าไม่แน่ใจว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัดมีค่าน้อยเพียงใด ให้ปรับย่านการวัดไปที่ 1,000โวลต์ก่อน

3) การนำไปใช้วัดแรงดันไฟกระแสสลับ ไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกและขั้วลบของมัลติมิเตอร์

4) การอ่านสเกลจะใช้สเกลเขียนว่า ACV ให้ดูเข็มที่ตรงขีดเส้นสีแดง แต่นำเอาตัวเลข 0-10,0-50 และ 0-250 ตามลำดับ

1.4.4 การอ่านค่าและการใช้สเกลย่านวัดแรงดันไฟกระแสสลับ

ตาราง การอ่านค่าและการใช้สเกลย่านวัดแรงดันไฟกระแสสลับ

ย่านตั้งวัด (V)	สเกลใช้อ่าน (V)	การอ่านค่า	ค่าที่วัดได้ (V)
2.5	0-2.5	อ่านโดยตรง	0-2.5
10	0-10	อ่านโดยตรง	0-10
50	0-50	อ่านโดยตรง	0-50
250	0-250	อ่านโดยตรง	0-250
1,000	0-10	เอา 100 คูณค่าที่อ่านได้	0-1,000

2. การทำงานและการใช้แอมมิเตอร์แบบอนาล็อก

2.1 พื้นฐานและการใช้งานแอมมิเตอร์แบบอนาล็อก

2.1.1 พื้นฐานแอมมิเตอร์แบบอนาล็อก

แอมมิเตอร์ (Ammeter) เป็นมิเตอร์มีความต้านทานภายในน้อย เพราะใช้สะพานไฟ (Low Resistance Shunt) เป็นสะพานไฟที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานภายในต่ออนุกรมกับวงจรที่ต้องการวัด แต่จะนำไปวัดกระแสไฟแบตเตอรี่โดยตรงที่ขั้วบวกกับขั้วลบ โดยไม่ผ่านสะพานไฟไม่ได้โดยเด็ดขาด สะพานไฟที่มีความต้านทานเพียงเล็กน้อยนี้ จะเป็นตักำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหมุนของแอมมิเตอร์ และ ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยสะดวก ไม่เป็นอันตรายต่อแอมมิเตอร์ ถ้านำแอมมิเตอร์ไปต่อวัดกระแสไฟฟ้าโดยตรงจากอัลเตอร์เนเตอร์หรือแบตเตอรี่โดยไม่ผ่านสะพานไฟ จะมีผลเท่ากับเป็นการต่อลัดวงจรของแอมมิเตอร์ จึงเป็นอันตรายโดยตรงกับแอมมิเตอร์ (ภาพ ก. และ ข.)

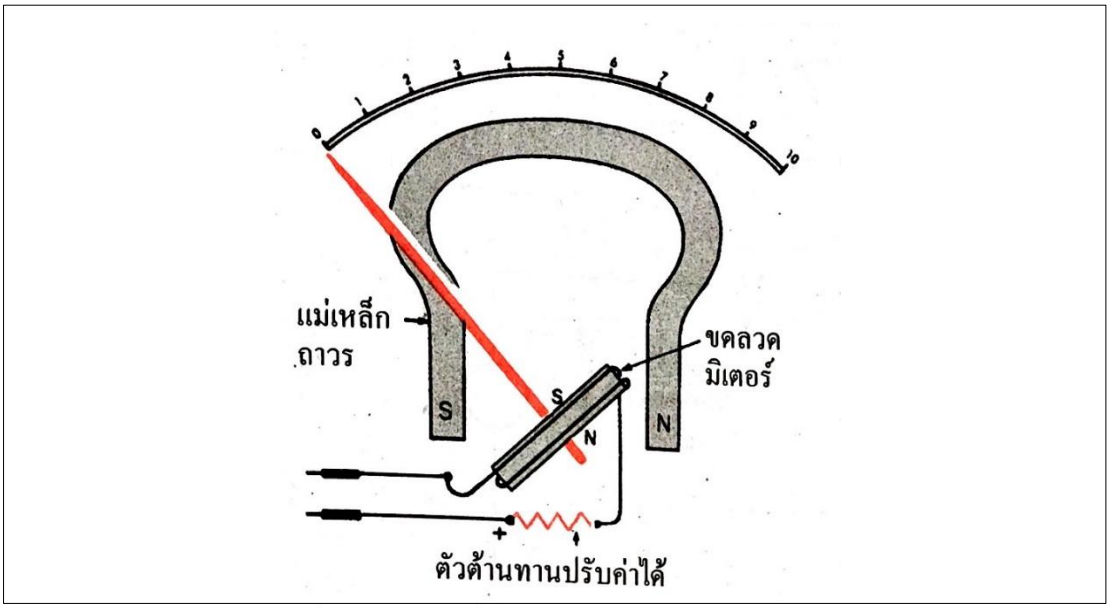
2.1.2 หลักการใช้แอมมิเตอร์

1) แอมมิเตอร์มีความต้านทนาภายในต่ำมาก จึงต่อแอมมิเตอร์ อนุกรมกับวงจรได้ แต่อย่าต่อขนานกับวงจร เป็นการต่อลัดวงจร อันตรายมาก เช่น แบตเตอรี่ หรืออัลเตอร์เนเตอร์โดยตรง

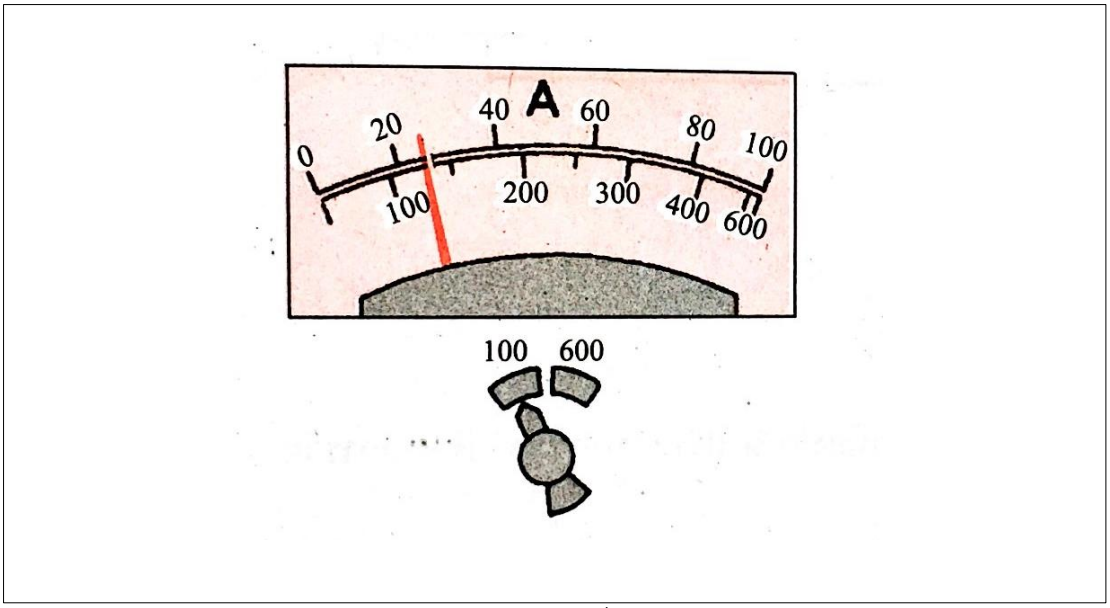
2) เลือกขั้วต่อสายไฟแอมมิเตอร์ให้ตรงขั้วบวกและขั้วลบ

3) เลือกย่านสูงสุดไว้ก่อน แล้วจึงเลือกย่านการวัดตามความเหมาะสม

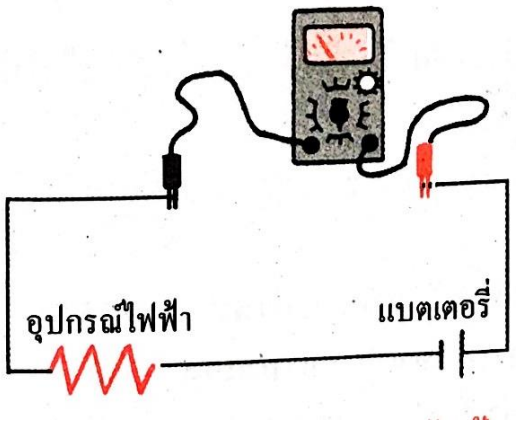
4) แอมมิเตอร์ในมัลติมิเตอร์ใช้วัดกระแสไฟชาร์จแบตเตอรี่และสตาร์ตเครื่องยนต์โดยตรงไม่ได้เพราะใช้กระแสไฟฟ้ามาก (ภาพ ค.)



ก. ส่วนประกอบแอมมิเตอร์



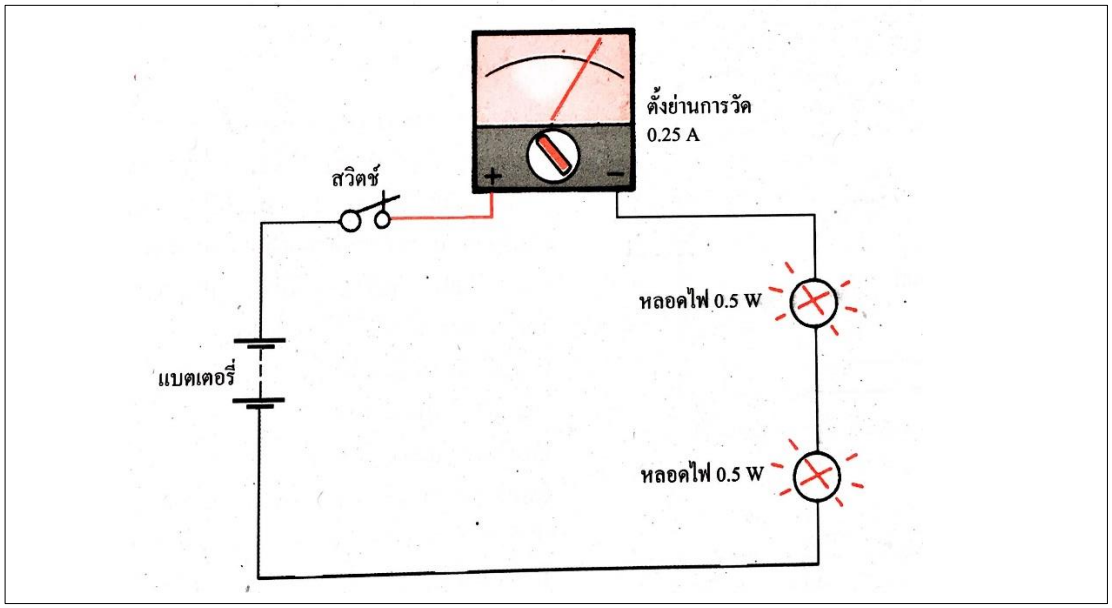
ข. สเกลแอมมิเตอร์หลายย่าน



ค. ต่อแอมมิเตอร์อนุกรมกับวงจรไฟฟ้า

ภาพที่ 6 แอมมิเตอร์

2.1.2 การวัดกระแสไฟตรงด้วยแอมมิเตอร์แบบอนาล็อก



ภาพที่ 7 วิธีการวัดกระแสไฟฟ้าตรงด้วยแอมมิเตอร์แบบอนาล็อก

1) วัดกระแสไฟตรงได้ไม่เกิน 0.25 A

2) ถ้าไม่แน่ใจว่ากระแสไฟตรงที่จะวัดมีค่ามากน้อยเพียงใด ให้ปรับย่านการวัดไปที่ย่านการวัด 0.25 A ก่อนถึงจะปลอดภัย

3) เสียบสายวัดสีดำเข้าที่รูเสียบสาย Com (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก (+)

4) ตัดวงจรที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้าแล้วต่อมิเตอร์อนุกรมกับวงจร โดยต่อด้านสายวัดสีแดงเข้ากับขั้วบวกและต่อด้านสายวัดสีดำเข้ากับวงจร

5) ถ้าใช้ย่านการวัด 50 mA สามารถอ่านค่าจากสเกลได้ถึง 0-50 โดยไม่ต้องนำเอาค่าอะไรไปคูณหรือหาร แต่อย่าลืมว่ามีหน่วยเป็นไมโครแอมป์ (MA)

6) ถ้าใช้ย่านการวัด 2.5 มิลลิแอมป์ 25 มิลลิแอมป์ และ 0.25 แอมป์ สามารถอ่านได้จากสเกลเดียวกันเท่านั้น คือ 0-250

7) ถ้าใช้ย่านการวัด 2.5 มิลลิแอมป์ ให้นำเอา 100 ไปหารค่าที่ได้จากการอ่านสเกล 0-250

8) ถ้าใช้ย่านการวัด 25 มิลลิแอมป์ ให้นำเอา 10 ไปหารค่าที่ได้จากการอ่านสเกล 0-250

9) ถ้าใช้ย่านการวัด 0.25 แอมป์ ให้นำเอา 1,000 ไปหารค่าที่ได้จากการอ่านสเกล 0-250

3. การทำงานและการใช้โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก

3.1 พื้นฐานและการใช้โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก

3.1.1 พื้นฐานโอห์มิเตอร์แบบอนาล็อก

โอห์มิเตอร์ (Ohmmeter) เป็นมิเตอร์วัดความต้านทานในระบบไฟฟ้า มีสวิตช์ให้เลือกตามสเกลความต้านทานสูงหรือต่ำ

โอห์มิเตอร์ ประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย (Power Supply) ตัวต้านทานและกัลป์วานอมิเตอร์ (Galvanometer) ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาก เข็มชี้ไปทางขวามาก แต่แทนที่เข็มจะชี้แสดงค่าของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากไมโครแอมมิเตอร์ กลับเป็นค่าของความต้านทาน (โอห์ม) เพราะสเกลของโอห์มมิเตอร์สลับกับสเกลของแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ (ภาพ ก.)

3.1.2 สเกลของโอห์มมิเตอร์

สเกลของโอห์มมิเตอร์ มักมีย่านวัดหลายขนาด แต่ละย่านใช้กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย ถ้ายังไม่ต่อปากคีบสายโอห์มมิเตอร์ ความต้านทานภายนอกจะสูงมาก จนเข็มตีไปทางซ้ายสุด เพราะโอห์มมิเตอร์ไม่ครบวงจร หากเอาปากคีบสายโอห์มมิเตอร์ต่อกัน ความต้านทานภายนอกไม้มี เข็มจะตีไปทางขวาสุก ถ้าความต้านทานภายนอกเท่ากับความต้านทานภายใน เข็มของโอห์มมิเตอร์จะชี้ตรงกลางสเกล (ภาพ ข.)

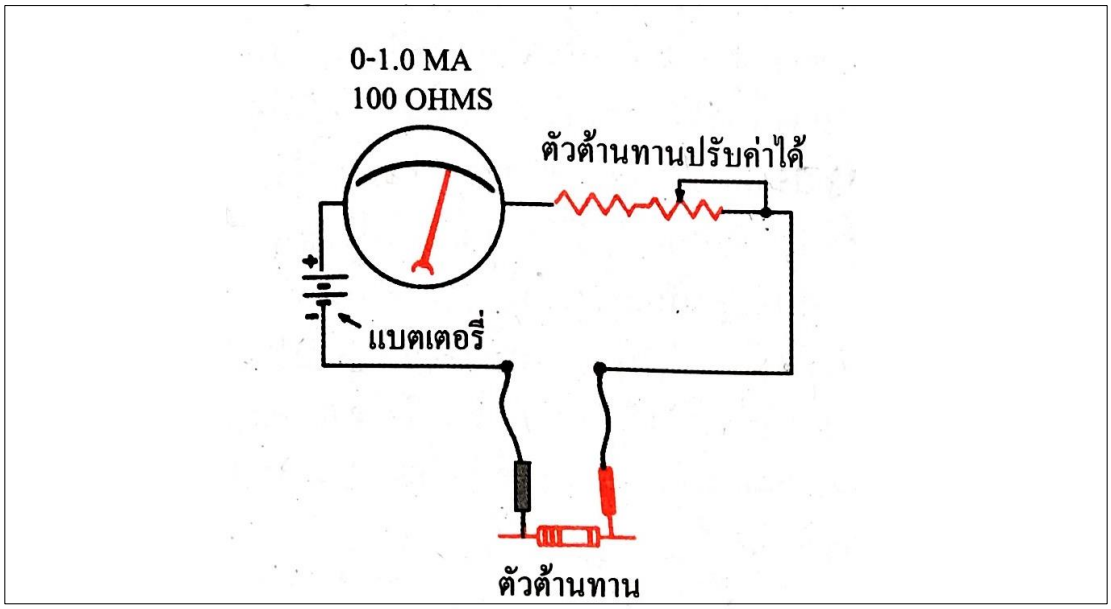
3.1.3 หลักการใช้โอห์มมิเตอร์

1) อย่าวัดความต้านทานของวงจรขณะที่มีกระแสไฟฟ้าใอยู่ในวงจร

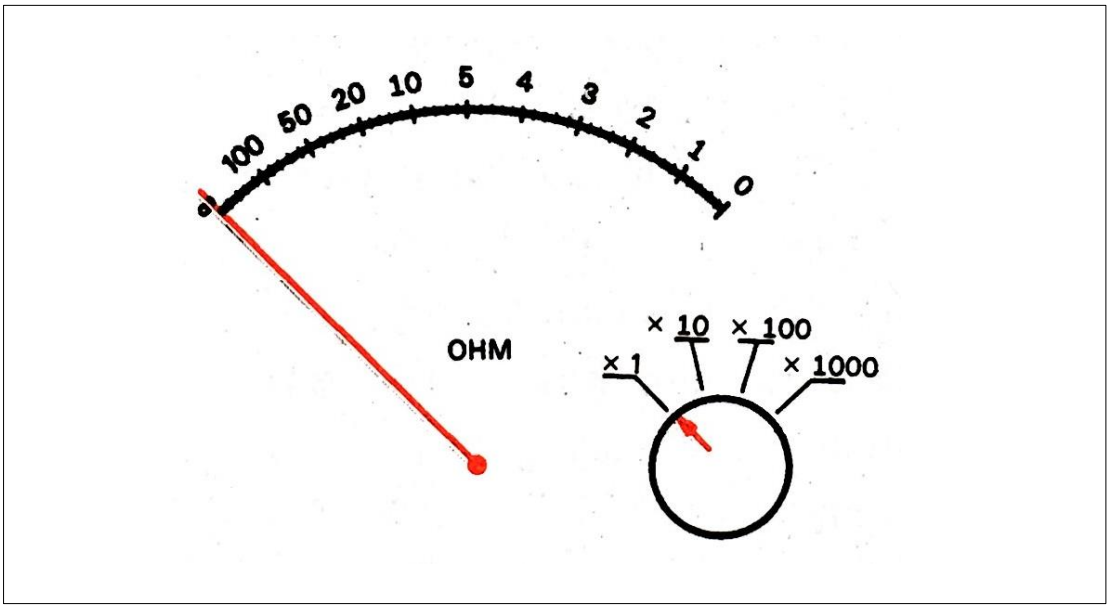
2) ต่อปากคีบสายมิเตอร์ขนานกับวงจรที่ต้องการวัด โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกหรือขั้วลบ

3) ปรับเข็มโอห์มิเตอร์ (Coil Calibrator) จนกระทั่งเข็มโอห์มิเตอร์ชี้บนสเกล 0 Ω

4) ถ้าปรับเข็มโอห์มมิเตอร์แล้วขึ้นไม่ถึง 0 Ω ให้เปลี่ยนถ่านไฟฉายภายในโอห์มมิเตอร์ (ภาพ ค.)



ก. ส่วนประกอบโอห์มมิเตอร์



ข. สเกลของโอห์มมิเตอร์ที่ไปซ้ายสุด

ค. ปุ่มปรับเข็มโอห์มมิเตอร์

ภาพที่ 8 โอห์มมิเตอร์แบบอนาล็อก

3.2 การใช้โอห์มมิเตอร์

3.2.1 ประโยชน์โอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ใช้วัดความต้านทาน หาข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้า เพื่อวิเคราะห์ปัญหา เช่น สายหัวเทียนที่ทำด้วยแกนลวดทองแดง จะไม่มีความต้านทานหรือมีน้อยมาก แต่ถ้าสายหัวเทียนคาร์บอนประเภทเป็นเส้นใยลินินคลุกกับผงถ่านหุ้ม ด้วยฉนวนที่ใช้ป้องกันคลื่นรบกวนวิทยุ ที่เรียกว่า Suppressor Wire จะมีความต้านทานภายในประมาณ 3,000-7,000 โอห์มต่อฟุต ไม่มีโลหะสื่อไฟฟ้าเลยมีเครื่องหมายพิมพ์ไว้ที่ฉนวนว่า TVRs-LR (TV-Radio Suppressor) (ภาพ ก.)

3.2.2 วิธีวัดความต้านทาน

1) หมุนสวิตช์เลือกย่านการวัด ไปยังตำแหน่งวัดความต้านทานที่ต้องการ

2) คีบสายสีแดงกับสีดำเข้าด้วยกัน เพื่อปรับเข็มมิเตอร์

3) ปรับปุ่มปรับเข็มมิเตอร์ 0 (Ohm-Coil Calibrator) จนกระทั่งเข็มของมิเตอร์ชี้ที่ 0 บนสเกลโอห์มมิเตอร์

4) แยกสารสีแดงกับสีดำออกจากกัน แล้วแยกไปคีบแต่ละปลายของงาน หรืออุปกรณ์ที่ต้องการทำการตรวจวัด

5) อ่านค่าที่เข็มชี้บนสเกลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่ากำหนด (ภาพ ข. และค.)

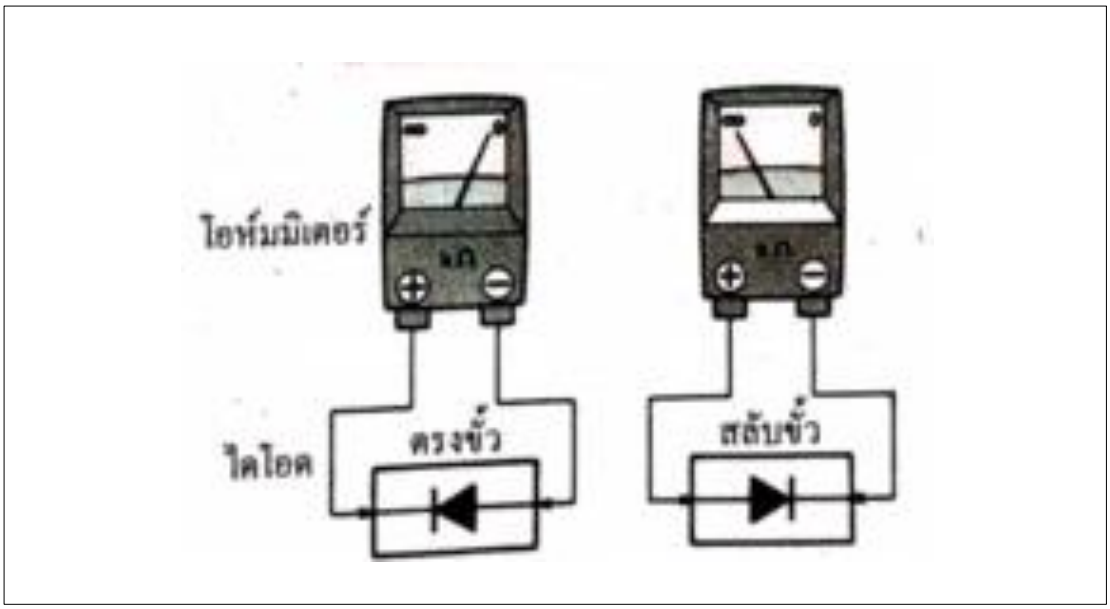
3.3.3 วิธีตรวจไดโอด

1) วิธีสลับขั้วไดโอดดังรูปที่ 1.9 (ค.) ผ่านได้ด้านหนึ่ง อีกด้านไม่ผ่าน

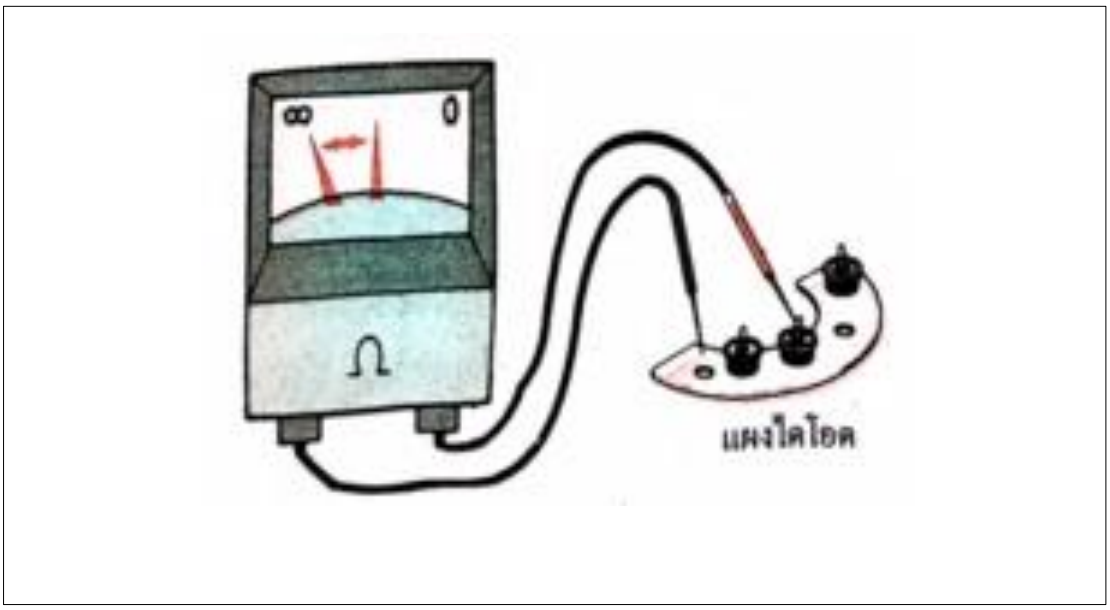
2) วิธีสลับสายวัดดังรูปที่ 1.9(ง.) ผ่านได้ด้านหนึ่ง อีกด้านไม่ผ่าน (ภาพ ง.)

ก คีบสายเข้าด้วยกันเพื่อปรับ 0 Ω

ข วัดความต้านทานสายหัวเทียน



ค ตรวจตรงขั้วและสลับขั้ว



ง วัดไดโอดในแผงอัลเตอร์เนเตอร์

ภาพที่ 9 การใช้โอห์มมิเตอร์

4. การบำรุงรักษาและการเปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์

4.1 การบำรุงรักษามัลติมิเตอร์

การบำรุงรักษาเป็นวิธีการช่วยให้สามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ ซึ่งมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังต่อไปนี้

4.1.1 ควรศึกษาคู่มือการใช้มัลติมิเตอร์ให้เข้าใจอย่างละเอียดและถูกต้อง

4.1.2 ควรวางมัลติมิเตอร์ในตำแหน่งแนวราบ ไม่วางตั้งหรือวางตะแคง เพราะจะมีผลต่อขดลวดในมิเตอร์

4.1.3 ควรระมัดระวังในการปรับย่านการวัด (Range) ให้ถูกต้องก่อนทำการวัดเสมอ เช่น ไม่ปรับผ่านโอห์มไปวัดค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า เพราะจะทำให้ย่านโอห์มเสียหายได้ หรือการตั้งย่านการวัดไม่เหมาะ คือ ต่ำกว่าค่าที่วัด จะทำให้เข็มมิเตอร์ดีดขึ้นอย่างแรง อาจจะคดงอหรือหักได้

4.1.4 อย่าให้มัลติมิเตอร์ได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง

4.1.5 เมื่อไม่ใช้มัลติมิเตอร์เป็นเวลานานควรถอดถ่านไฟออก

4.1.6 การใช้มัลติมิเตอร์ควรอยู่ในสภาพปกติ คือมีฝาครอบห่อหุ้มเสมอ

4.1.7 ขณะที่ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ถ้ามีการเปลี่ยนย่านวัดจะต้องปลดสายวัดออกจากจุดที่วัดก่อนเสมอ

4.1.8 ในขณะที่ทำการวัดค่าความต้านทาน ถ้าหากว่าค่าที่อ่านได้ไม่ชัดเจน จำเป็นต้องเปลี่ยนย่านวัด จะต้องปรับค่าศูนย์ (Zero Ohm Adjust) ทุกครั้ง

4.1.9 ในขณะที่ทำการวัดค่าความต้านทาน อย่าใช้มือไปสัมผัสที่จุดต่อสายวัดกับอุปกรณ์ทั้ง 2 ข้าง เพราะจะทำให้ผลการวัดผิดพลาด

4.1.10 ในขณะที่ทำการวัดค่าความต้านทาน ต้องไม่มีแรงดันไฟปรากฏอยู่ที่ตัวความต้านทานนั้น

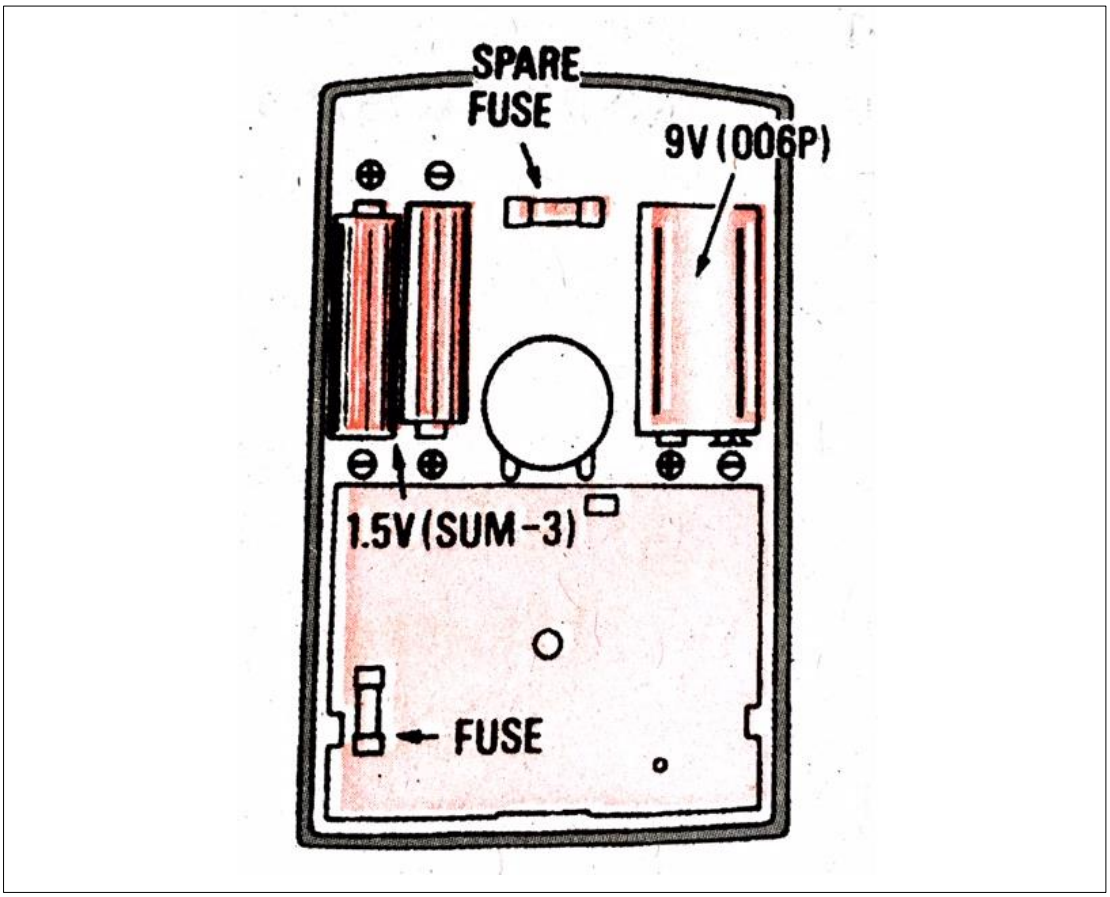
4.1.11 ควรตรวจถ่านไฟภายในโอห์มมิเตอร์เสมอ และเปลี่ยนเมื่อไฟอ่อนหรือหมดอายุ

4.2 การเปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์

4.2.1 ปิดสวิตช์และถอดสายวัด

4.2.2 เปลี่ยนถ่านให้ถูกด้าน ⊕ หรือ ⊖ ตามรูป 1.5V (SUM-3) และ 9V (006P)

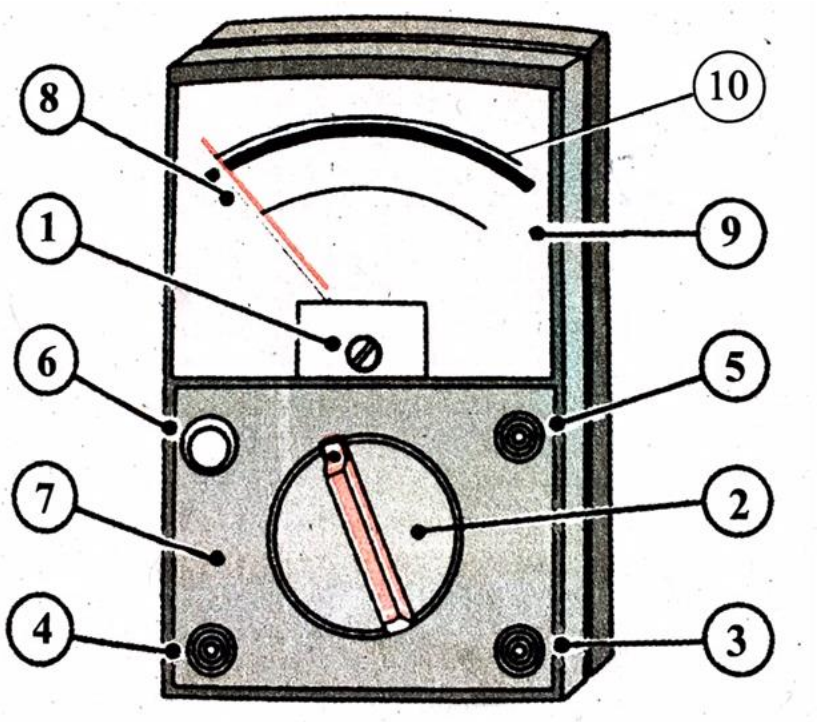
ข้อความจำ



ภาพที่ 10 เปลี่ยนถ่านไฟมัลติมิเตอร์

แบบฝึกปฏิบัติ
หน่วยที่ 1 เรื่อง มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

คำชี้แจง : จงเขียนชื่อส่วนประกอบมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ตามหมายเลข



① .....

② .....

③ .....

④ .....

⑤ .....

⑥ .....

⑦ .....

⑧ .....

⑨ .....

⑩ .....

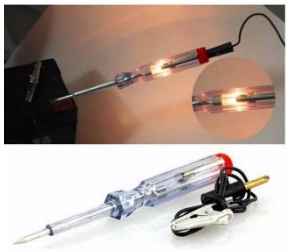
	ใบปฏิบัติงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รายวิชา งานปรับแต่งเครื่องยนต์เบื้องต้น **รหัสวิชา** 20101-2109	**สอนครั้งที่** 1
	ชื่อหน่วย มัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก	**คาบรวม** 2
	ชื่อเรื่อง หลักการใช้มัลติมิเตอร์	**จำนวนคาบ** 2

สมรรถนะย่อย

1. อธิบายหลักการใช้มัลติมิเตอร์และข้อควรระวังในการปฏิบัติงานได้

คำชี้แจง

จงเติมข้อความหลักการใช้มัลติมิเตอร์และข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ลงในตารางต่อไปนี้

เครื่องมือ	การใช้	การปฏิบัติงาน	ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน
① ตรวจหลอดไฟ 	เพื่อตรวจหาการขาดหรือลัดวงจร	1. ต่อหลอดตรวจไฟระหว่างวงจรที่จะวัดกับ..... 2. หลอดไฟตรวจจะสว่างถ้ามีกระแสไฟฟ้า.....	1. หลอดตรวจไฟใช้ 12 โวลต์ 1.4 วัตต์ หรือ..... 2. การใช้หลอดไฟที่มีวัตต์มากเกินไปอาจทำให้กล่อง .....
② โวลต์มิเตอร์	สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรและขาดหรือลัดวงจร	1. ต่อสาย (+) กับจุดที่จะวัด ..... 2. ต่อสาย (-) กับจุดที่จะวัด	1. ต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจรไฟฟ้าแบบ..... 2. ปรับย่านวัดแรงดันไฟฟ้า ..... 3. เสียบสายโวลมิเตอร์เข้ากับ .....
③ โอห์มิเตอร์	สำหรับตรวจการต่อวงจรและตรวจความต้านทาน	1. ปรับตั้ง..... 2. ตัดวงจรไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหล..... 3. ต่อสายไฟอนุกรมเข้ากับจุดที่.....	1. ปรับตั้งค่า 0 Ω .... 2. ก่อนใช้โอห์มิเตอร์ ให้ปิดสวิตช์จุดระเบิด OFF หรือ ถอดสายขั้วลบแบตเตอรี่เพื่อ .....

เครื่องมือ	การใช้	การปฏิบัติงาน	ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน
④ แอมมิเตอร์	สำหรับตรวจการใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย เพราะเป็นมิเตอร์ขนาดเล็ก	1. ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจรแบบ..... 2. ต่อสายบวกเข้ากับด้านที่มีกระแสไฟฟ้าและสายลบเข้ากับ.....	แอมมิเตอร์ในมัลติมิเตอร์ใช้วัดกระแสไฟชาร์จและไฟสตาร์ดไม่ได้ เพราะ.....
ระดับชั้น/กลุ่ม :		ผู้ควบคุม :	
		วันที่ :	

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล..... สาขางาน.....

ประเมิน	กิจกรรม	ระดับคะแนนที่ได้		
		3	2	1
ความรู้	คำนวณค่าต่าง ๆ ของวงจร			
	สรุปผลการทดลอง			
ทักษะ	การเตรียมเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์			
	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือต่างๆ			
	ขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่มอบหมาย			
	ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย			
	ผลสำเร็จของการปฏิบัติงานที่มอบหมาย			
คุณธรรม-จริยธรรม	การแต่งการสุภาพ เรียบร้อยและสะอาด			
	ความตรงต่อเวลาและรักษาวินัยในการทำงาน			
	การมีสัมมาคารวะ มีน้ำใจต่อผู้สอนและผู้ร่วมงาน			
	การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์			
	ความสะอาดเรียบร้อยของบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน			
คะแนนที่ได้				
รวมคะแนนที่ได้				
เกณฑ์ การประเมิน	**ความหมายของระดับคะแนน** 3 = ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ต้องมีการชี้นำหรือตักเตือน 2 = ปฏิบัติบ้างในบางครั้งจากการเชิญชวนหรือชี้นำ 1 = ต้องสั่ง บังคับ ว่ากล่าวหรือตักเตือน จึงจะปฏิบัติหรือมักจะปฏิบัติในทางที่ผิดเสมอ	เกณฑ์การประเมิน 26-30 คะแนน = ดีมาก 21-25 คะแนน = ดี 16-20 คะแนน = พอใช้ 0-15 คะแนน = ควรปรับปรุง		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ใบทดสอบความรู้หลังเรียน

คำแนะนำ 1) จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับหัวข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ
2) ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาสอบ 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

---

1. ข้อดีของมิเตอร์แบบอนาล็อก คืออะไร
   - ก. มีขนาดกะทัดรัด
   - ข. น้ำหนักน้อย
   - ค. อ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วได้ดี
   - ง. อ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ดีทุกค่า
2. ข้อเสียของมิเตอร์แบบอนาล็อก คืออะไร
   - ก. มีขนาดใหญ่
   - ข. มีราคาแพง
   - ค. แสดงผลเที่ยงตรงช้า
   - ง. แสดงผลเที่ยงตรงไม่เกินหลัก 10
3. ข้อดีของมิเตอร์แบบดิจิตอล คืออะไร
   - ก. ตัวเลขเรืองแสง
   - ข. ตัวเลขมีหลายขนาด
   - ค. มีความแข็งแรง
   - ง. แสดงผลรวดเร็ว
4. ข้อเสียของมิเตอร์แบบดิจิตอล คืออะไร
   - ก. ราคาแพง
   - ข. ไม่แข็งแรง
   - ค. เปลืองถ่านไฟ
   - ง. เสียง่าย
5. โวลต์มิเตอร์ มีกี่ย่านวัด
   - ก. มี 1 ย่านวัด
   - ข. มี 3 ย่านวัด
   - ค. มี 5 ย่านวัด
   - ง. มี 8 ย่านวัด

6. การวัดแรงดันไฟกระแสสลับต่อสายมิเตอร์อย่างไร
    ก. ต่อสายสีดำเข้ากับลบ
    ข. ต่อสายสีดำเข้ากับบวก
    ค. ต่อสายอย่างไรก็ได้
    ง. แล้วแต่แรงดันไฟฟ้า
7. แอมมิเตอร์ เป็นมิเตอร์ประเภทใด
    ก. ความต้านทานภายในน้อย
    ข. ความต้านทานภายในมาก
    ค. ความต้านทานภายนอกน้อย
    ง. ความต้านทานภายนอกมาก
8. สเกลโอห์มมิเตอร์เป็นอย่างไร
    ก. มีความต้านทานต่ำ
    ข. มีความต้านทานสูง
    ค. สลับกับสเกลแอมมิเตอร์
    ง. สลับกับสเกลโวลต์มิเตอร์
9. ถ่านไฟในมิเตอร์ ใช้สำหรับอะไร
    ก. โวลต์มิเตอร์
    ข. แอมมิเตอร์
    ค. โอห์มมิเตอร์
    ง. โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์
10. อย่าใช้โอห์มมิเตอร์วงจรไฟฟ้าอย่างไร
    ก. วงจรไม่มีไฟ
    ข. วงจรมีไฟ
    ค. วงจรขนาน
    ง. วงจรขาด

แหล่งค้นคว้า

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. (2562). **งานเครื่องยนต์ดีเซล**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

รามจิตติ ฤทธิศร. (2562). **งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน**. กรุงเทพฯ : บริษัท วังอักษร จำกัด.

อำพล ซื่อตรง. (2562). **งานปรับแต่งเครื่องยนต์.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ภาคผนวก

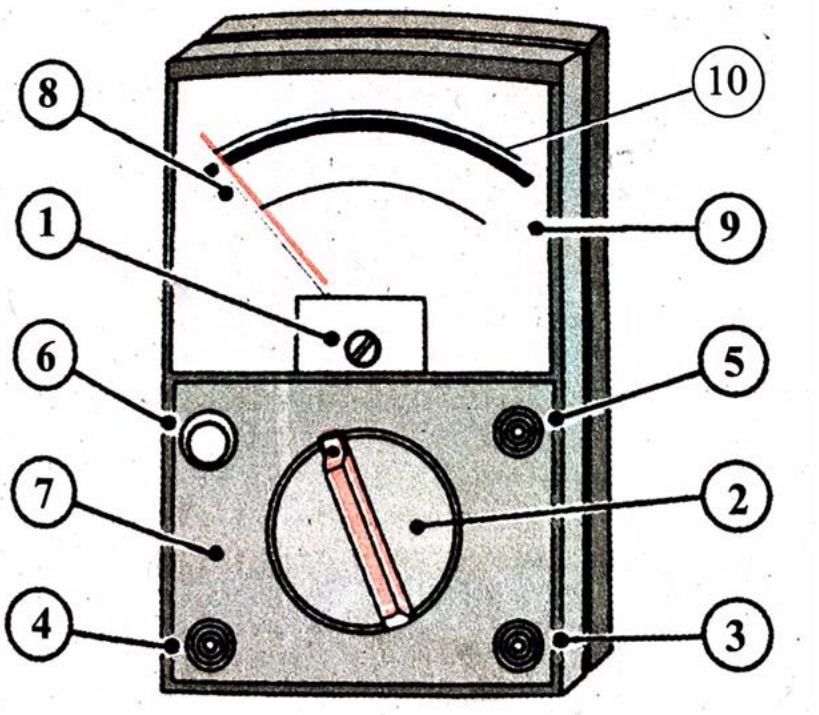
เฉลยใบทดสอบความรู้ก่อนเรียน
หน่วยที่ 1 เรื่องมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

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

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยที่ 1 เรื่องมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

คำชี้แจง : จงเขียนชื่อส่วนประกอบมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ตามหมายเลข



①..สกรูปตัวหนา.....	②.....สวิตช์เลือกรายการ.....
③...รูเสียบสายแดง P(+).....	④...รูเสียบสายดำ (COM).....
⑤....รูเสียบสายแดง (OUT).....	⑥..ปุ่มปรับ 6 Ω.....
⑦....ค่าแอม.....	⑧...เข็มมิเตอร์.....
⑨....ช่องเก็บสายมิเตอร์.....	⑩...สายมิเตอร์.....

เฉลยใบทดสอบความรู้หลังเรียน
หน่วยที่ 1 เรื่องมัลติมิเตอร์ปรับแต่งเครื่องยนต์แบบอนาล็อก

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