	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าขั้นสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 1**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Tester) ตรวจสอบไฟรั่วลงกราวด์ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนใช้เครื่องวัดความต้านทานต่ำ (Milliohmmeter/Micro-ohmmeter) ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ค่าที่วัดได้ตามมาตรฐานความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. **Insulation Tester (Megger)** สำหรับทดสอบความเป็นฉนวน (ย่านวัด 500V หรือ 1,000V DC)
2. **Milliohmmeter** สำหรับวัดความต้านทานจุดเชื่อมต่อบัสบาร์หรือสายดิน
3. **รถยนต์ไฟฟ้าหรือชุดสาธิตระบบขับเคลื่อน** ที่มีการจำลองจุดรั่วและจุดสัมผัสหลวม
4. **PPE** ถุงมือกันไฟฟ้าแรงดันสูง (Class 0), แว่นตานิรภัย

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 1 การทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Resistance Test)

1. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบแรงดันสูงถูกตัดวงจร (De-energized) และวัดยืนยันแรงดันศูนย์แล้ว
2. ต่อสายดิน (Earth) ของเครื่องวัดเข้ากับโครงรถ (Chassis)
3. นำสายวัด (Line) ไปแตะที่ขั้วแรงดันสูง (เช่น ขั้วบวกของคอมเพรสเซอร์แอร์ หรืออินเวอร์เตอร์)
4. ปล่อยแรงดันทดสอบ 500V DC และบันทึกค่าความต้านทานฉนวนในหน่วย **MΩ (เมกะโอห์ม)**

ตอนที่ 2 การวัดความต้านทานสัมผัส (Bonding & Contact Resistance Test)

1. ตั้งเครื่อง Milliohmmeter เพื่อวัดความต่อเนื่องของสายดินโครงรถ
2. วัดค่าความต้านทานระหว่างโครงมอเตอร์กับโครงรถ หรือระหว่างจุดต่อบัสบาร์
3. บันทึกค่าในหน่วย **mΩ (มิลลิโอห์ม)** (ค่าที่ดียิ่งน้อยยิ่งดี มักไม่เกิน 100mΩ หรือตามสเปก)

รายการที่ทดสอบ	เครื่องมือที่ใช้	ค่าที่วัดได้	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
1. ฉนวนขั้ว (+) เทียบกราวด์	Insulation Tester	..... MΩ	> 100 MΩ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
2. ฉนวนขั้ว (-) เทียบกราวด์	Insulation Tester	..... MΩ	> 100 MΩ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
3. ความต้านทานสายดินโครงมอเตอร์	Milliohmmeter	..... mΩ	< 100 mΩ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
4. ความต้านทานจุดต่อบัสบาร์	Milliohmmeter	..... mΩ	ตามสเปกผู้ผลิต	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าขั้นสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 2**

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนอธิบายความสำคัญของการวัดความต้านทานฉนวนในรถยนต์ไฟฟ้า และวิเคราะห์ว่าหากค่าความต้านทานฉนวนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและระบบตัวรถอย่างไร)

.....

.....

.....

คำถามท้ายใบงาน

1. **ในการทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Test) ทำไมเราจึงต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงถึง 500V หรือ 1,000V ในการทดสอบ**

   ตอบ .....

2. **หากจุดเชื่อมต่อบัสบาร์แบตเตอรี่มีความต้านทานสัมผัส (Contact Resistance) สูงเกินไป จะเกิดผลเสียอย่างไรขณะรถเร่งความเร็ว**

   ตอบ .....

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณควบคุมและระบบสื่อสาร (Oscilloscope Applications in EV)**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 3**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งค่าและใช้งานออสซิลโลสโคปเบื้องต้นได้ถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวัดและวิเคราะห์สัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) ในระบบควบคุมได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบสัญญาณการสื่อสาร CAN-bus เบื้องต้นได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. **Digital Storage Oscilloscope (DSO)** แบบพกพาหรือแบบตั้งโต๊ะ
2. **ชุดสาธิตระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ หรือ รถยนต์ไฟฟ้า BYD** สำหรับวัดสัญญาณ
3. **สายโพรบ (Probe)** พร้อมตัวปรับลดทอนสัญญาณ (Attenuation 10X)
4. **เครื่องมือถอดประกอบเบื้องต้น** เพื่อเข้าถึงจุดวัดสัญญาณ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 1 การวัดสัญญาณ PWM ควบคุมความเร็วมอเตอร์/พัดลม

1. ต่อโพรบของออสซิลโลสโคปเข้ากับสายสัญญาณควบคุม (Signal Wire) และสายกราวด์
2. ปรับตั้งค่า **Voltage/Div** และ **Time/Div** จนกระทั่งเห็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ชัดเจน
3. ทำการปรับความเร็ว (Speed) และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของความกว้างพัลส์ (Duty Cycle)
4. บันทึกรูปคลื่นและค่าความถี่ (Frequency)

ตอนที่ 2 การวัดสัญญาณสื่อสาร CAN-bus (High/Low)

1. ต่อโพรบเข้ากับปลั๊ก OBD-II หรือจุดเชื่อมต่อ CAN-bus (Pin 6 สำหรับ CAN High และ Pin 14 สำหรับ CAN Low)
2. ปรับตั้งค่า Time/Div ให้ละเอียด (ประมาณ 10-20 μs)
3. สังเกตลักษณะสัญญาณ Digital ที่ส่งหากัน และตรวจสอบระดับแรงดัน (Voltage Level)
    3.1 CAN High ประมาณ 2.5V - 3.5V
    3.2 CAN Low ประมาณ 1.5V - 2.5V

รายการสัญญาณที่วัด	**ความถี่ (Hz)**	**Duty Cycle (%)**	**แรงดัน Peak-to-Peak (Vpp)**	**ลักษณะรูปคลื่น (วาดภาพประกอบ)**
1. สัญญาณ PWM				☐สี่เหลี่ยม ☐อื่นๆ
2. สัญญาณ CAN High	-	-		☐ปกติ ☐สัญญาณรบกวน
3. สัญญาณ CAN Low	-	-		☐ปกติ ☐สัญญาณรบกวน

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนอธิบายข้อดีของการใช้ออสซิลโลสโคปเทียบกับมัลติมิเตอร์ในการตรวจเช็คสัญญาณสื่อสาร และสรุปผลว่าสัญญาณที่วัดได้มีความผิดปกติ (Noise) หรือไม่)

.....

.....

.....

6. คำถามท้ายใบงาน

1. **หากสัญญาณ CAN High และ CAN Low เกิดการ "ช็อตลงกราวด์" รูปคลื่นในออสซิลโลสโคปจะแสดงผลอย่างไร**
   ตอบ .....
2. **ค่า "Duty Cycle" ในสัญญาณ PWM มีผลต่อการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างไร**
   ตอบ .....

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การใช้เครื่องมือสแกนวินิจฉัยอ่านค่าข้อมูลทางไฟฟ้า (OBD-II Diagnostic & Live Data Analysis)**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 5**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมต่อและใช้งานเครื่องสแกนวินิจฉัย (Diagnostic Tool) กับยานยนต์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านและลบรหัสวิเคราะห์ปัญา (DTC - Diagnostic Trouble Codes) ได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ค่าข้อมูลสด (Live Data) ของระบบแบตเตอรี่และมอเตอร์ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. **เครื่องสแกนวินิจฉัย (Diagnostic Scan Tool)** ที่รองรับโปรโตคอลของรถยนต์ไฟฟ้า (EV/Hybrid)
2. **รถยนต์ไฟฟ้า BYD** หรือชุดสาธิตที่มีพอร์ต OBD-II
3. **ตารางรหัสวิเคราะห์ปัญหา (DTC Index)** สำหรับอ้างอิงความหมายของรหัส
4. **แท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน** (กรณีใช้หัวอ่านแบบ Bluetooth/Wi-Fi)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **การเชื่อมต่อระบบ (Connection)**
   - 1.1 ค้นหาตำแหน่งพอร์ต OBD-II ของรถ (มักอยู่ใต้คอนโซลฝั่งคนขับ)
   - 1.2 เสียบเครื่องสแกนและเปิดสวิตช์กุญแจรถไปที่ตำแหน่ง "ON" หรือ "READY"
2. **การอ่านรหัสความผิดปกติ (DTC Reading)**
   - 2.1 เข้าเมนู "Scan" หรือ "Read Codes" เพื่อดูว่ากล่องควบคุม (ECU/BMS/MCU) บันทึกความผิดปกติใดไว้หรือไม่
   - 2.2 หากพบรหัส ให้จดบันทึกรหัสและคำอธิบายไว้
3. **การอ่านข้อมูลสด (Live Data Stream)**
   - 3.1 เข้าเมนู "Live Data" หรือ "Data Stream" และเลือกพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า เช่น
     - 3.1.1 **SOC (State of Charge)** ระดับพลังงานในแบตเตอรี่ (%)
     - 3.1.2 **SOH (State of Health)** สุขภาพของแบตเตอรี่ (%)
     - 3.1.3 **Pack Voltage** แรงดันรวมของแบตเตอรี่
     - 3.1.4 **Highest/Lowest Cell Voltage** แรงดันเซลล์ที่สูงสุดและต่ำสุด เพื่อเช็คความสมดุล
     - 3.1.5 **Inverter Temperature** อุณหภูมิของชุดอินเวอร์เตอร์

พารามิเตอร์ (Live Data)	ค่าที่อ่านได้จริง	หน่วย	ผลการวิเคราะห์ (ปกติ/ผิดปกติ)
1. ระดับพลังงาน (SOC)		.....%	
2. สุขภาพแบตเตอรี่ (SOH)		.....%	
3. แรงดันรวมของแพ็ค (Total Voltage)		V	
4. ผลต่างแรงดันเซลล์ (Cell Delta V)		V	(ไม่ควรเกิน 0.05V)
5. อุณหภูมิแบตเตอรี่ (Battery Temp)		.....°C	
6. ความเร็วรอบมอเตอร์ (Motor Speed)		.....RPM	

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การใช้เครื่องมือสแกนวินิจฉัยอ่านค่าข้อมูลทางไฟฟ้า (OBD-II Diagnostic & Live Data Analysis)**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 6**

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนอธิบายประโยชน์ของการใช้เครื่องสแกนวินิจฉัยในการซ่อมบำรุงรถ EV และระบุว่าค่า SOH ที่วัดได้บ่งบอกถึงสภาพของรถคันนี้อย่างไร) .....

.....

.....

คำถามท้ายใบงาน

1. **หากเครื่องสแกนแสดงรหัส DTC ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร "P" (เช่น P0A80) หมายความว่าความผิดปกตินั้นเกิดขึ้นกับระบบใดของรถ**

   ตอบ .....

2. **ทำไมช่างเทคนิคจึงต้องดูค่า "Cell Delta V" (ผลต่างแรงดันเซลล์) แทนที่จะดูแค่แรงดันรวมของแบตเตอรี่?**

   ตอบ .....

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การตรวจสอบลำดับเฟสและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อน**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 7**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องวัดลำดับเฟส (Phase Rotation Meter) ตรวจสอบสายเฟสของมอเตอร์ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างลำดับเฟส (U, V, W) และทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส
3. เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติงานตรวจสอบการเชื่อมต่อมอเตอร์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

- **Phase Rotation Meter** แบบสัมผัสหรือไม่สัมผัส (Non-contact)
- **มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส (Permanent Magnet Synchronous Motor - PMSM)** หรือชุดสาธิต
- **อินเวอร์เตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์ (Inverter/MCU)**
- **PPE** ถุงมือกันไฟฟ้าแรงดันสูง (Class 0), แว่นตานิรภัย

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1 **การเตรียมการ**

1.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบแรงดันสูงปิดสวิตช์อยู่ และทำการ Lock Out Tag Out (LOTO)

1.2 เข้าถึงขั้วต่อสายไฟ 3 เฟส (มักเป็นสายสีส้ม 3 เส้น) ที่เชื่อมต่อระหว่างอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์

2 **การวัดลำดับเฟส (Phase Sequence Test)**

2.1 ต่อสายวัดของเครื่องวัดลำดับเฟสเข้ากับขั้วสายไฟ U, V, และ W

2.2 ในสภาวะจ่ายไฟต่ำ (Low Voltage Test) หรือใช้การหมุนมอเตอร์ด้วยมือ (กรณีมอเตอร์ปั่นไฟกลับ) สังเกตการแสดงผลบนตัวเครื่อง

2.3 ตรวจสอบว่าลำดับเฟสเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา (Clockwise - CW) หรือทวนเข็มนาฬิกา (Counter-Clockwise - CCW)

3 **การทดสอบทิศทางการหมุน**

3.1 จ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อทดสอบการหมุน (Inching Test)

3.2 สังเกตทิศทางการหมุนของเพลามอเตอร์ว่าตรงตามที่ออกแบบหรือไม่ (เช่น เกียร์ D ต้องหมุนเดินหน้า)

ชุดใบงานที่เกี่ยวกับเครื่องมือวัดขณะนี้ครอบคลุม

1. **มัลติมิเตอร์ (พื้นฐาน/อุปกรณ์)**
2. **แคลมป์มิเตอร์ (วัดกระแส)**
3. **เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน (ความปลอดภัย/ไฟรั่ว)**
4. **ออสซิลโลสโคป (สัญญาณควบคุม/CAN)**
5. **เครื่องสแกน OBD-II (ข้อมูลสด/วินิจฉัย)**
6. **เครื่องวัดลำดับเฟส (มอเตอร์)**

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การตรวจสอบลำดับเฟสและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อน**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 8**

จุดเชื่อมต่อสายเฟส	ลำดับที่วัดได้ (L1, L2, L3)	ทิศทางการหมุนที่ปรากฏ	ผลการตรวจสอบ
ขั้ว U (Phase 1)	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ตามเข็ม (CW)	☐ ถูกต้อง
ขั้ว V (Phase 2)	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ทวนเข็ม (CCW)	☐ ไม่ถูกต้อง
ขั้ว W (Phase 3)	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3		(ต้องสลับสาย)

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนอธิบายความสำคัญของการต่อสายเฟสให้ถูกต้อง และระบุว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากมีการสลับสายไฟ 2 ใน 3 เส้นของมอเตอร์ขับเคลื่อน) .....

.....

.....

คำถามท้ายใบงาน

1. **หากต้องการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยการสลับสายไฟ นักเรียนต้องดำเนินการอย่างไร**
   ตอบ .....
2. **ทำไมเครื่องวัดลำดับเฟสจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นเมื่อมีการเปลี่ยนมอเตอร์ขับเคลื่อนตัวใหม่ (New Motor Installation)**
   ตอบ .....

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การตรวจวัดกระแสไฟฟ้ารั่วไหลในระบบยานยนต์ไฟฟ้า (Leakage Current Measurement)**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 9**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้แคลมป์มิเตอร์วัดกระแสรั่วไหล (Leakage Clamp Meter) ที่มีความละเอียดสูงได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หาจุดที่มีการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าในสภาวะโหลดต่างๆ
3. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงอันตรายของกระแสรั่วไหลที่ส่งผลต่อระบบอิเล็กทรอนิกส์และผู้โดยสาร

เครื่องมือและอุปกรณ์

- **Leakage Clamp Meter** แคลมป์มิเตอร์ที่มีความละเอียดระดับมิลลิแอมป์ (mA) และรองรับการวัด DC/AC
- **รถยนต์ไฟฟ้า BYD** ที่เปิดระบบเตรียมพร้อมใช้งาน (Ready Mode)
- **ชุดจำลองโหลดไฟฟ้า** เช่น ระบบปรับอากาศ หรือระบบทำความร้อนในรถ
- **PPE** ถุงมือกันไฟฟ้า (Class 0), แว่นตานิรภัย

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1 **การเตรียมเครื่องมือ**

1.1 ตรวจสอบว่าแคลมป์มิเตอร์ตั้งค่าการวัดไปที่หน่วย **mA (milliampere)**

1.2 ทำการ **Zero Adjust** ในพื้นที่ที่ไม่มีสนามแม่เหล็กรบกวน

2 **การวัดที่สายกราวด์หลัก (Chassis Ground Bond)**

2.1 คล้องแคลมป์ที่สายดินหลักที่เชื่อมระหว่างโครงรถกับขั้วลบของแบตเตอรี่ 12V

2.2 บันทึกค่ากระแสที่ไหลผ่านสายดินในสภาวะเดินเบา (Idle)

3 **การทดสอบสภาวะโหลดสูง (Load Testing)**

3.1 เปิดระบบปรับอากาศ (A/C) และระบบทำความร้อน (Heater) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แรงดันสูง

3.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระแสรั่วไหลบนหน้าจอเครื่องวัด

4 **การวัดที่สายชาร์จ (กรณีเสียบชาร์จ)**

4.1 คล้องแคลมป์ครอบสายไฟ AC ทั้งหมด (L, N, G) ในขณะชาร์จ เพื่อเช็คว่ามีกระแสรั่วออกนอกระบบหรือไม่ (ค่าควรเป็นศูนย์หรือใกล้เคียงมาก)

สภาวะการทดสอบ	**ค่าที่วัดได้ (mA)**	**เกณฑ์มาตรฐาน**	**ผลการประเมิน**
1. สภาวะเปิดสวิตช์ ON (ระบบ HV ยังไม่ทำงาน)	..... mA	< 1 mA	☐ปกติ ☐ผิดปกติ
2. สภาวะ Ready Mode (ระบบ HV ทำงาน)	..... mA	< 10 mA	☐ปกติ ☐ผิดปกติ
3. ขณะเปิดแอร์และคอมเพรสเซอร์ทำงาน	..... mA	ตามสเปกผู้ผลิต	☐ปกติ ☐ผิดปกติ
4. ขณะเสียบชาร์จไฟจาก EVSE	..... mA	< 3.5 mA	☐ปกติ ☐ผิดปกติ

	วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในงานยานยนต์ไฟฟ้า** **ชื่องาน การตรวจวัดกระแสไฟฟ้ารั่วไหลในระบบยานยนต์ไฟฟ้า (Leakage Current Measurement)**	**หน่วยที่ 3** **ใบงานที่ 10**

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนสรุปความแตกต่างระหว่าง "กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรปกติ" กับ "กระแสรั่วไหล" และอธิบายว่าหากตรวจพบกระแสรั่วไหลเกิน 30mA จะส่งผลอันตรายต่อร่างกายมนุษย์อย่างไร)

.....

.....

.....

6. คำถามท้ายใบงาน

1. **ทำไมเราจึงต้องใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดระดับ "มิลลิแอมป์" (mA) ในการวัดกระแสรั่วไหล แทนการใช้แคลมป์มิเตอร์วัดกระแสทั่วไป**

   ตอบ .....

2. **หากค่ากระแสรั่วไหลสูงขึ้นเฉพาะตอนเปิดคอมเพรสเซอร์แอร์ นักเรียนจะสันนิษฐานความผิดปกติที่จุดใด**

   ตอบ .....