



วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า  
 ชื่อหน่วยการสอน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า  
 ชื่องาน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้าและการเตรียมเครื่องมือวัดในรถยนต์ไฟฟ้า

หน่วยที่ 2

ใบงานที่ 1

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้และตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ได้ถูกต้องตามมาตรฐาน
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเตรียมเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีพิสัยความปลอดภัย (Safety Category) ที่เหมาะสมกับรถ EV
3. เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติขั้นตอนการตัดวงจรไฟฟ้าแรงดันสูง (De-energizing) ได้อย่างปลอดภัย

**การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ความปลอดภัย**

ในการปฏิบัติงานกับรถยนต์ไฟฟ้า (BYD) ต้องเตรียมอุปกรณ์ดังนี้

- **อุปกรณ์ PPE** \* ถุงมือฉนวนกันไฟฟ้า (Insulating Gloves) Class 0 (ทนแรงดัน 1,000V) พร้อมถุงมือหนังชั้นนอก
  - 1.1 แว่นตานิรภัย (Safety Glasses) และรองเท้าเซฟตี้แบบไม่มีโลหะ
- **เครื่องมือวัด** \* Digital Multimeter มาตรฐาน CAT III 1,000V (เครื่องวัดดิจิทัลมัลติมิเตอร์ประสิทธิภาพสูงฯ)
  - 1.2 ปากกาวัดไฟแบบไม่สัมผัส (Non-contact Voltage Detector)

**อุปกรณ์แจ้งเตือน** ป้ายเตือนอันตราย "Danger High Voltage" และกรวยกันพื้นที่การทำงาน

**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Safety Procedure)**

1. **ตรวจสอบถุงมือ (Air Roll Test)** ม้วนพับถุงมืออย่างเพื่อกักลมไว้ด้านใน แล้วบีบตรวจสอบว่ามีรูรั่วหรือไม่ (หากรั่วห้ามใช้งานเด็ดขาด)
2. **ตรวจสอบมิเตอร์ (Meter Inspection)** ตรวจสอบสายวัดว่าไม่มีรอยฉีกขาด และตัวมิเตอร์ต้องระบุมาตรฐาน CAT III ขึ้นไป
3. **การตัดระบบแรงดันสูง (Service Disconnect)** \* ปิดสวิตช์กุญแจรถ (OFF) และเก็บกุญแจไว้กับตัวผู้ปฏิบัติงาน
  - 3.1 ถอดปลั๊ก Service Plug หรือสวิตช์ตัดตอนแรงดันสูง (Manual Service Disconnect - MSD)
  - 3.2 รออย่างน้อย 5-10 นาทีเพื่อให้ประจุในตัวเก็บประจุ (Capacitors) คายประจุจนหมด

**การวัดยืนยันแรงดันศูนย์ (Zero Voltage Check)** ใช้มิเตอร์วัดที่ขั้วไฟฟ้าแรงดันสูงเพื่อยืนยันว่าไม่มีแรงดันค้างอยู่จริง

รายการตรวจสอบ	มาตรฐาน/พิสัยที่ระบุบนอุปกรณ์	ผลการตรวจสอบสภาพ
1. ถุงมือฉนวนกันไฟฟ้า (Class 0)	..... V	<input type="checkbox"/> สมบูรณ์ <input type="checkbox"/> มีรูรั่ว
2. มัลติมิเตอร์	CAT .....	<input type="checkbox"/> สมบูรณ์ <input type="checkbox"/> ชำรุด
3. ป้ายเตือนและกรวยกันพื้นที่	-	<input type="checkbox"/> ครบถ้วน <input type="checkbox"/> ไม่ครบ
4. สภาพปลั๊ก Service Plug (MSD)	-	<input type="checkbox"/> ปกติ <input type="checkbox"/> เหม้/หลวม



วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า  
ชื่อหน่วยการสอน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า  
ชื่องาน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้าและการเตรียมเครื่องมือวัดในรถยนต์ไฟฟ้า

หน่วยที่ 2

ใบงานที่ 2

### สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการเตรียมความปลอดภัย และอธิบายว่าทำไมเราจึงต้องรอ 5-10 นาทีหลังจากถอดปลั๊ก Service Plug ก่อนเริ่มทำการวัดค่าไฟฟ้า)

.....  
.....  
.....

### 6. คำถามท้ายใบงาน

1. มาตรฐาน "CAT III" ของมัลติมิเตอร์ มีความสำคัญอย่างไรกับการซ่อมบำรุงรถยนต์ไฟฟ้า  
ตอบ .....
2. หากตรวจพบว่าถุงมือกันไฟฟ้ามียาวเพียงเล็กน้อย นักเรียนสามารถใช้เทปพันสายไฟปิดรอยรั่วแล้วนำกลับมาใช้งานได้หรือไม่ เพราะเหตุใด  
ตอบ .....



วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า  
 ชื่อหน่วยการสอน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า  
 ชื่องาน การสร้างเขตปฏิบัติงานปลอดภัยและการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากไฟฟ้า  
 (Safety Zone & Emergency Rescue)

หน่วยที่ 2

ใบงานที่ 3

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจัดตั้งพื้นที่ปฏิบัติงาน (Work Zone) ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและสาธิตวิธีการช่วยเหลือผู้ถูกไฟฟ้าดูดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ไม้วัดระดับความปลอดภัย (Rescue Hook) หรืออุปกรณ์แยกตัวผู้ป่วยได้

**การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกัน (Emergency Tools)**

1. อุปกรณ์กันพื้นที่ กรวยยาง, เทปแถบสะท้อนแสง (สีเหลือง-ดำ หรือ แดง-ขาว)
2. อุปกรณ์ช่วยชีวิต ไม้ฉนวนดึงผู้ป่วย (Insulated Rescue Hook), ถังดับเพลิงชนิด CO2 หรือเคมีแห้ง (Class C)
3. ป้ายเตือน ป้าย "กำลังปฏิบัติงานเกี่ยวกับแรงดันสูง" (High Voltage Work in Progress)
4. ชุดปฐมพยาบาล เครื่อง AED (ถ้ามี) และชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น

**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Safety Protocol & Drill)**

1. การกำหนดเขตปลอดภัย (Perimeter Setup)
  - 1.1 กั้นพื้นที่รอบตัวรถยนต์ไฟฟ้าอย่างน้อย 1-1.5 เมตร เพื่อป้องกันบุคคลภายนอกที่ไม่สวม PPE เข้าใกล้
  - 1.2 ติดตั้งป้ายเตือนให้เห็นชัดเจนทุกด้าน
2. การตรวจสอบสถานะระบบ (LOTO - Lock Out Tag Out)
  - 2.1 เมื่อถอด Service Plug แล้ว ให้ทำการล็อกแม่กุญแจที่จุดถอด (ถ้ามี) และแขวนป้ายระบุชื่อผู้ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันผู้อื่นมาเสียบปลั๊กคืนโดยไม่ได้รับอนุญาต
3. การจำลองสถานการณ์ช่วยเหลือผู้ถูกไฟฟ้าดูด (Rescue Drill)
  - 3.1 ประเมินสถานการณ์ ห้ามวิ่งเข้าไปจับตัวผู้ป่วยด้วยมือเปล่าเด็ดขาด
  - 3.2 ตัดกระแสไฟ หากทำได้ ให้ปิดสวิตซ์หลักหรือตัดไฟทันที
  - 3.3 การแยกผู้ป่วย ใช้ "ไม้ฉนวน" หรือวัสดุที่เป็นฉนวนแห้ง (เช่น ผ้าแห้ง, ไม้แห้ง) คล้องหรือคล้องผู้ป่วยให้ออกจากจุดที่ไฟรั่ว
  - 3.4 การปฐมพยาบาล เมื่อแยกผู้ป่วยมาในที่ปลอดภัยแล้ว ให้ตรวจชีพจรและทำ CPR หากจำเป็น

หัวข้อการประเมิน	ผลการปฏิบัติ	หมายเหตุ
1. ระยะกั้นพื้นที่ปฏิบัติงาน (เมตร)	<input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ใกล้เกินไป	ระยะวัดได้ ..... เมตร
2. การติดตั้งป้ายเตือนอันตราย	<input type="checkbox"/> ชัดเจน <input type="checkbox"/> ไม่ชัดเจน	
3. สภาพไม้ฉนวนช่วยชีวิต (Rescue Hook)	<input type="checkbox"/> พร้อมใช้ <input type="checkbox"/> ชำรุด	ตรวจสอบรอยร้าว/ความชื้น
4. ตำแหน่งการวางถังดับเพลิง	<input type="checkbox"/> เข้าถึงง่าย <input type="checkbox"/> มีสิ่งกีดขวาง	

**คำถามท้ายใบงาน**

1. อุปกรณ์ "Rescue Hook" (ไม้ช่วยชีวิต) มีคุณสมบัติพิเศษอย่างไรที่แตกต่างจากไม้ธรรมดาทั่วไป  
 ตอบ .....
2. หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ชุดแบตเตอรี่แรงดันสูง นักเรียนควรใช้ถังดับเพลิงชนิดใด และห้ามใช้สิ่งใดดับไฟเด็ดขาด  
 ตอบ .....



วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า  
 ชื่อหน่วยการสอน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า  
 ชื่องาน การตรวจวัดยืนยันแรงดันศูนย์และการทดสอบเครื่องมือวัด (Zero Voltage Verification & Proving Unit Test)

หน่วยที่ 2

ใบงานที่ 4

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องมือวัดด้วย Proving Unit ได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวัดยืนยันการปราศจากแรงดันไฟฟ้า (Zero Voltage) ในระบบแรงดันสูงได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสำคัญของการทดสอบแบบ Live-Dead-Live

**การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์**

1. เครื่องมือวัด Digital Multimeter (CAT III 1,000V ขึ้นไป) เครื่องวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ประสิทธิภาพสูงๆ
2. เครื่องทดสอบมิเตอร์ (Proving Unit) อุปกรณ์จำลองแรงดันเพื่อเช็คความพร้อมของมิเตอร์
3. รถยนต์ไฟฟ้า BYD ที่ผ่านการถอด Service Plug มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 นาที
4. PPE ชุด PPE แรงดันสูงครบชุด (ถุงมือ Class 0, แว่นตา, รองเท้าฉนวน)

**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Live-Dead-Live Test)**

1. Test the Tester (Live)
  - 1.1 นำมิเตอร์ไปวัดกับ Proving Unit หรือแหล่งจ่ายไฟที่ทราบค่าแรงดันแน่นอน เพื่อยืนยันว่ามิเตอร์ "ไม่เสีย" และอ่านค่าได้ถูกต้อง
2. Test the Vehicle (Dead)
  - 1.2 นำมิเตอร์ไปวัดที่ขั้วแรงดันสูงในรถยนต์ไฟฟ้า (จุดที่ต้องการปฏิบัติงาน เช่น ขั้ว Input ของ Inverter)
  - 1.3 วัดเทียบระหว่าง บวก-ลบ, บวก-กราวด์, และ ลบ-กราวด์
  - 1.4 ค่าที่อ่านได้ต้องเป็น 0V (หรือใกล้เคียงศูนย์มากตามมาตรฐานผู้ผลิต)

**Re-test the Tester (Live)**

- 1.5 นำมิเตอร์กลับไปวัดกับ Proving Unit อีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าระหว่างที่วัดรถ มิเตอร์ไม่ได้เสียหายจนทำให้อ่านค่า 0V ผิดพลาด

ขั้นตอนการทดสอบ	จุดที่ทำกรวัด	ค่าแรงดันที่วัดได้ (V)	ผลการประเมิน
1. ก่อนวัดรถ (Live)	วัดกับ Proving Unit	..... V	[ ] มิเตอร์ปกติ
2. วัดที่ตัวรถ (Dead)	ขั้ว HV (+) เทียบกับ (-)	..... V	[ ] ปลอดภัย
3. วัดที่ตัวรถ (Dead)	ขั้ว HV (+) เทียบกับ กราวด์	..... V	[ ] ปลอดภัย
4. วัดที่ตัวรถ (Dead)	ขั้ว HV (-) เทียบกับ กราวด์	..... V	[ ] ปลอดภัย
5. หลังวัดรถ (Live)	วัดกับ Proving Unit	..... V	[ ] มิเตอร์ปกติ



วิชา งานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า  
ชื่อหน่วยการสอน ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า  
ชื่องาน การตรวจวัดยืนยันแรงดันศูนย์และการทดสอบเครื่องมือวัด (Zero Voltage Verification & Proving Unit Test)

หน่วยที่ 2

ใบงานที่ 5

### สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนอธิบายว่าทำไมต้องทำการวัดเทียบกับ "กราวด์" (Chassis) ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหากมิเตอร์เสียในขณะที่กำลังวัดยืนยันแรงดันศูนย์)

### คำถามท้ายใบงาน

1. หลักการ "Live-Dead-Live" มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันความผิดพลาดในเรื่องใด  
ตอบ .....
2. หากวัดแรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่หลังจากถอด MSD แล้วยังพบแรงดันค้างอยู่ 50V นักเรียนควรทำอย่างไร  
ตอบ .....