	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างชิ้นส่วนและการจำแนกประเภทระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 1**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุโครงสร้างและชิ้นส่วนหลักของยานยนต์ไฟฟ้าได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า (HEV, PHEV, BEV, FCEV) ได้ถูกต้อง
3. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายหน้าที่ของระบบควบคุมไฟฟ้าหลักในรถยนต์ไฟฟ้าได้

โครงสร้างและชิ้นส่วนหลัก (Key Components)

ยานยนต์ไฟฟ้ามีชิ้นส่วนหลักที่แตกต่างจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังนี้

1. **Battery Pack** แหล่งกักเก็บพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูง
2. **Inverter / Motor Control Unit (MCU)** ตัวแปลงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการทำงานของมอเตอร์
3. **Electric Motor** ตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อขับเคลื่อนล้อ
4. **On-Board Charger (OBC)** ตัวแปลงไฟฟ้า AC จากไฟบ้านเป็น DC เพื่อชาร์จเข้าแบตเตอรี่
5. **DC-DC Converter** ตัวลดแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หลักมาเลี้ยงระบบไฟ 12V ในรถ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **สำรวจประเภทรถ** ให้ผู้เรียนสำรวจรถยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างหรือสื่อการสอน แล้วระบุว่ารถคันดังกล่าวจัดอยู่ในประเภทใด (เช่น BEV หรือ PHEV)
2. **ระบุตำแหน่งชิ้นส่วน** เปิดฝากระโปรงรถหรือดูใต้ท้องรถเพื่อระบุตำแหน่งของ
    2.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน
    2.2 อินเวอร์เตอร์
    2.3 จุดชาร์จไฟ (Charging Port)

3 **ศึกษาป้ายข้อมูล (Nameplate)** บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์จากป้ายข้อมูลที่ตัวอุปกรณ์

ตารางบันทึกผลการสำรวจและจำแนกประเภท ประเภทของรถที่สำรวจ **[ ] HEV [ ] PHEV [ ] BEV [ ] FCEV**

ชิ้นส่วน/ระบบควบคุม	หน้าที่การทำงาน (สรุปพอสังเขป)	ตำแหน่งที่ติดตั้งในตัวรถ
1. แบตเตอรี่แรงดันสูง		
2. อินเวอร์เตอร์ (MCU)		
3. มอเตอร์ขับเคลื่อน		
4. ชุดเกียร์ (Reducer)		
5. คอนเวอร์เตอร์ (DC-DC)		

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างและการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (HEV Technology)**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 2**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายรูปแบบการจัดวางระบบไฮบริด (Series, Parallel, Series-Parallel) ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนระบุชิ้นส่วนที่เพิ่มเข้ามาในรถยนต์ไฮบริดเมื่อเทียบกับรถยนต์ปกติได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสภาวะการทำงาน (Operating Modes) ของระบบไฮบริด

รูปแบบโครงสร้างระบบไฮบริด (HEV Configurations)

ระบบไฮบริดแบ่งตามลักษณะการส่งกำลังได้ 3 รูปแบบหลัก

1. **Series Hybrid** เครื่องยนต์ปั่นไฟอย่างเดียว มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนล้อ
2. **Parallel Hybrid** ทั้งเครื่องยนต์และมอเตอร์ช่วยกันขับเคลื่อนล้อได้โดยตรง
3. **Series-Parallel (Power Split)** ระบบอัจฉริยะที่สลับหรือทำงานร่วมกันได้ทุกรูปแบบ (เป็นที่นิยมที่สุดในปัจจุบัน)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **สำรวจห้องเครื่อง** เปรียบเทียบห้องเครื่องรถยนต์ทั่วไปกับรถ HEV เพื่อหาอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น **Inverter, High Voltage Cables (สายสีส้ม), และ Generator**
2. **ศึกษาหน้าจอแสดงพลังงาน (Energy Monitor)** สังเกตการไหลของพลังงานบนหน้าจอในสภาวะต่าง ๆ
    2.1 ขณะออกตัว (มอเตอร์ทำงาน)
    2.2 ขณะเร่งแซง (เครื่องยนต์ + มอเตอร์ทำงาน)
    2.3 ขณะชะลอความเร็ว (การประจุไฟกลับ - Regenerative Braking)

3 **บันทึกข้อมูลแบตเตอรี่** ตรวจสอบตำแหน่งการวางแบตเตอรี่ไฮบริด (มักอยู่ใต้เบาะหลังหรือที่เก็บสัมภาระท้าย)

ตารางบันทึกผลการสำรวจระบบไฮบริด

รายการตรวจสอบ	รายละเอียดที่พบ	หน้าที่สำคัญ
1. เครื่องยนต์ (ICE)	.....	.....
2. มอเตอร์/เจนเนอเรเตอร์	.....	.....
3. หน่วยควบคุมกำลัง (PCU)	.....	.....
4. แบตเตอรี่ไฮบริด (HV)	☐ Ni-MH ☐ Lithium-ion	.....
5. ระบบระบายความร้อน	☐ อากาศ ☐ ของเหลว	.....

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างและการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (PHEV Technology)**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 3**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนระบุชิ้นส่วนที่แตกต่างกันระหว่างระบบ HEV และ PHEV ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายหน้าที่ของชุดประจุไฟในรถ (On-Board Charger) และพอร์ตชาร์จได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการจัดการพลังงานระหว่างโหมดไฟฟ้า (EV Mode) และโหมดไฮบริด (CS Mode)

ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น (PHEV Overview)

รถยนต์ PHEV มีลักษณะเด่นคือ

1. **Larger Battery** แบตเตอรี่มีขนาดใหญ่กว่ารถ HEV ทั่วไป (มักมีขนาด 10-20 kWh)
2. **Charging Port** มีช่องเสียบปลั๊กชาร์จไฟจากภายนอกได้ (AC Charging)
3. **Higher Power Motor** มอเตอร์ไฟฟ้ามีกำลังสูงพอที่จะขับเคลื่อนรถในความเร็วสูงโดยไม่ใช้เครื่องยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **สำรวจพอร์ตชาร์จ (Charging Port Inspection)** ตรวจสอบประเภทของหัวชาร์จ (มักเป็น Type 2) และตำแหน่งของพอร์ตชาร์จบนตัวรถ
2. **ตรวจสอบระบบประจุไฟ (OBC Survey)** ค้นหาตำแหน่งชุด On-Board Charger และระบบระบายความร้อนของชุดชาร์จ
3. **ทดสอบการสลับโหมดขับขี่** สังเกตการทำงานบนแผงหน้าปัดเมื่อสลับโหมดระหว่าง
    1. **Pure EV Mode** วิ่งด้วยไฟฟ้า 100%
    2. **Save/Charge Mode** ปั่นไฟเก็บเข้าแบตเตอรี่ด้วยเครื่องยนต์
    3. **Hybrid Mode** ทำงานร่วมกันเพื่อสมรรถนะสูงสุด

ตารางบันทึกผลการสำรวจและเปรียบเทียบ (PHEV Data Log)

รายการสำรวจ	ข้อมูลที่พบในรถ PHEV	เปรียบเทียบกับรถ HEV ทั่วไป
1. ขนาดความจุแบตเตอรี่	..... kWh	☐ ใหญ่กว่า ☐ เท่ากัน
2. ประเภทหัวชาร์จ AC	☐ Type 1 ☐ Type 2	☐ มีพอร์ต ☐ ไม่มีพอร์ต
3. ระยะทางวิ่งด้วยไฟฟ้า (EV Range)	..... กม.	☐ วิ่งได้ไกลกว่า ☐ เท่ากัน
4. ชุด On-Board Charger	พิกัด ..... kW	☐ มี ☐ ไม่มี
5. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง	☐ มี ☐ ไม่มี	☐ มีเหมือนกัน

บันทึกผลการทดลองการจัดการพลังงาน

ให้นักเรียนบันทึกพฤติกรรมของระบบเมื่อแบตเตอรี่แรงดันสูง "ใกล้หมด" (Low SOC)

- **สถานะเครื่องยนต์** .....
- **สถานะการขับเคลื่อน** .....
- **สรุปสภาวะการทำงาน** ☐ สลับเข้าสู่ระบบ Hybrid ปกติ ☐ รถหยุดการทำงานทันที

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างและชิ้นส่วนหลักของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV Technology)**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 4**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนระบุโครงสร้างและจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนหลักของรถ BEV ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายความแตกต่างของระบบขับเคลื่อนแบบมอเตอร์เดี่ยวและมอเตอร์คู่ (AWD) ได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจระบบการชาร์จทั้งแบบ AC (Normal Charge) และ DC (Fast Charge)

ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น (BEV Architecture)

รถยนต์ BEV มีโครงสร้างที่เรียกว่า "Skateboard Platform" ซึ่งประกอบด้วย

1. **Main Battery Pack** ติดตั้งอยู่ใต้พื้นรถเพื่อจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำ
2. **Electric Drive Module (EDM)** ชุดรวมมอเตอร์ อินเวอร์เตอร์ และเกียร์ทดรอบ (Reducer)
3. **High Voltage Junction Box** จุดกระจายไฟไปยังอุปกรณ์เสริมต่างๆ
4. **Thermal Management System** ระบบควบคุมอุณหภูมิแบตเตอรี่และมอเตอร์ด้วยของเหลว

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **สำรวจใต้ท้องรถและห้องเครื่อง** ค้นหาตำแหน่งมอเตอร์ขับเคลื่อน (ด้านหน้า/ด้านหลัง) และสังเกตการจัดวางแพ็คแบตเตอรี่
2. **ตรวจสอบระบบประจุไฟ (Charging Systems)** * ระบุประเภทหัวชาร์จ (เช่น CCS2 หรือ CHAdeMO)
    2.1 แยกแยะระหว่างช่องชาร์จ AC และ DC
3. **ศึกษาข้อมูลทางเทคนิคจากจออินโฟเทนเมนต์** เข้าไปที่เมนู Energy/Battery เพื่อดู
    3.1 ความจุแบตเตอรี่รวม (kWh)
    3.2 สถานะแรงดันไฟฟ้าของระบบ (Voltage System เช่น 400V หรือ 800V)

ตารางบันทึกผลการสำรวจรถ BEV (BEV Component Log)

ชิ้นส่วนหลัก	รายละเอียด/สเปกที่พบ	หน้าที่สำคัญในรถ BEV
1. มอเตอร์ขับเคลื่อน	☐ มอเตอร์เดี่ยว ☐ มอเตอร์คู่	.....
2. แบตเตอรี่หลัก (HV)	ความจุ ..... kWh	.....
3. พอร์ตชาร์จ (Port)	☐ AC Type 2 ☐ DC CCS2	.....
4. ชุดอินเวอร์เตอร์	.....	.....
5. ระบบระบายความร้อน	.....	.....

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างและชิ้นส่วนหลักของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV Technology)**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 5**

การวิเคราะห์โครงสร้าง (Structural Analysis)

ให้นักเรียนวาดแผนผังการไหลของพลังงาน (Power Flow) ตั้งแต่ **พอร์ตชาร์จ -> แบตเตอรี่ -> อินเวอร์เตอร์ -> มอเตอร์** (วาดแผนผังโดยสังเขป)

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทระบบควบคุมของไฟฟ้า** **ชื่องาน โครงสร้างและการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV Technology)**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 6**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุชิ้นส่วนหลักของระบบ FCEV ได้ถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายกระบวนการเปลี่ยนพลังงานจากไฮโดรเจนเป็นไฟฟ้าใน Fuel Cell Stack ได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจข้อดีและข้อจำกัดของระบบ FCEV เมื่อเทียบกับ BEV

ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น (FCEV System Components)

ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญดังนี้

1. **Hydrogen Tank** ถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนแรงดันสูง (ประมาณ 700 bar)
2. **Fuel Cell Stack** ชุดเซลล์เชื้อเพลิงที่ทำหน้าที่ทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนและออกซิเจนเพื่อผลิตไฟฟ้า
3. **Power Control Unit (PCU)** ควบคุมการจ่ายไฟจาก Fuel Cell และแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์
4. **Buffer Battery** แบตเตอรี่ขนาดเล็กที่ช่วยเสริมกำลังขณะเร่งแซงและเก็บพลังงานจากการเบรก
5. **Air Compressor** ชุดอัดอากาศเพื่อป้อนออกซิเจนเข้าสู่ระบบเซลล์เชื้อเพลิง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. **ศึกษาไดอะแกรมระบบ FCEV** ศึกษาภาพจำลองการจัดวางอุปกรณ์ในรถ FCEV (เช่น Toyota Mirai หรือ Hyundai Nexo)
2. **วิเคราะห์ตำแหน่งถังไฮโดรเจน** ระบุตำแหน่งและความปลอดภัยของถังเก็บก๊าซแรงดันสูงบนตัวรถ
3. **ตรวจสอบระบบระบายไอเสีย** สังเกตและระบุ "ไอเสีย" ที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า (ซึ่งคือ น้ำ หรือ H_2O)
4. **บันทึกข้อมูลการเติมพลังงาน** ศึกษาความแตกต่างระหว่าง "การชาร์จไฟ" (Charging) และ "การเติมก๊าซ" (Refueling)

ตารางบันทึกผลการสำรวจและเปรียบเทียบ (FCEV Data Log)

รายการตรวจสอบ	รายละเอียดของระบบ FCEV	เปรียบเทียบกับรถ BEV
1. แหล่งพลังงานหลัก	ก๊าซไฮโดรเจน (H_2)	☐ แตกต่าง ☐ เหมือนกัน
2. อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า	.....	☐ มีใน FCEV เท่านั้น
3. แบตเตอรี่ลูกหลัก	☐ ขนาดเล็ก ☐ ขนาดใหญ่	☐ เล็กกว่า BEV มาก
4. ระยะเวลาเติมพลังงาน	..... นาที	☐ เร็วกว่า ☐ ช้ากว่า
5. สิ่งที่ปล่อยจากท่อไอเสีย	.....	☐ สะอาดกว่ารถน้ำมัน

การวิเคราะห์กระบวนการเคมีไฟฟ้า

ให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างเพื่ออธิบายการทำงาน ก๊าซไฮโดรเจนรวมตัวกับ ..... จากอากาศ ภายในอุปกรณ์ที่เรียกว่า ..... ผลลัพธ์ที่ได้คือ ..... เพื่อนำไปหมุนมอเตอร์ และปล่อย ..... ออกมาเป็นของเสียเพียงอย่างเดียว

	วิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยการสอน ประเภทโครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภท** **ชื่องาน คำถามท้ายใบงาน**	**หน่วยที่ 1** **ใบงานที่ 7**

คำถามท้ายใบงาน

1. ทำไมรถยนต์ไฮบริด (HEV) จึงไม่ต้องเสียบปลั๊กชาร์จไฟจากภายนอกเหมือนรถ BEV
   ตอบ .....
2. ระบบ "Regenerative Braking" มีประโยชน์อย่างไรต่อการใช้งานรถยนต์ในเมืองที่มีการจราจรติดขัด
   ตอบ .....
3. อุปกรณ์ "On-Board Charger (OBC)" ในรถ PHEV ทำหน้าที่สำคัญอย่างไร
   ตอบ .....
4. หากผู้ใช้รถ PHEV ไม่เคยเสียบปลั๊กชาร์จไฟเลย จะส่งผลเสียต่อความคุ้มค่าและสมรรถนะของรถอย่างไร
   ตอบ .....
5. ทำไมรถ BEV จึงต้องมีระบบ DC Fast Charge และระบบนี้แตกต่างจากการชาร์จแบบ AC ที่บ้านอย่างไร
   ตอบ .....
6. อุปกรณ์ใดในรถ BEV ที่ทำหน้าที่แปลงไฟจากแบตเตอรี่หลัก (เช่น 400V) มาเป็นไฟ 12V เพื่อใช้กับไฟส่องสว่างและวิทยุ
   ตอบ .....
7. ทำไมรถ FCEV จึงยังคงต้องมี "แบตเตอรี่ (Buffer Battery)" ทั้งที่มีชุดเซลล์เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าได้อยู่แล้ว
   ตอบ .....
8. ถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนในรถ FCEV ต้องมีความแข็งแรงสูงมากเพื่อทนแรงดันได้ถึงกี่เท่าของบรรยากาศ (bar/psi)
   ตอบ .....