5.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้

ตาราง จ-3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า
	1	2	3	4	5	IOC
1. ช่องทางน้ำมันไฮดรอลิกส์จะถูกเลื่อนขึ้นเมื่อคอมพิวเตอร์ได้ส่งสัญญาณไปยังลิ้นโซลีนอยด์ให้สอดคล้องกับ ก. ความเร็วของรถ ข. อัตราส่วนของสัญญาณที่ส่งมายังคอมพิวเตอร์ ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้า ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
2. พวงมาลัยพาวเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้นำเอาคอมพิวเตอร์และเซนเซอร์วัดความเร็วรถยนต์มาควบคุมน้ำมันไฮดรอลิกส์ในการบังคับเลี้ยว มีจุดประสงค์เพื่ออะไร ก. ให้การบังคับเลี้ยวรถของผู้ขับขี่เบาแรงยิ่งขึ้นในขณะที่รถมีความเร็วต่ำ ข. รักษาเสถียรภาพในการบังคับเลี้ยวที่ดี ค. ทำให้พวงมาลัยหนักยิ่งขึ้นเมื่อรถมีความเร็วสูงขึ้น ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. เมื่อสายรัดความเร็วรถยนต์หมุน 1 รอบจะทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่เซนเซอร์วัดความเร็วรถยนต์กี่ครั้ง ก. 10 ครั้งต่อการหมุน 1 รอบ ข. 20 ครั้งต่อการหมุน 1 รอบ ค. 30 ครั้งต่อการหมุน 1 รอบ ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์

6.1 เข้าใจเกี่ยวกับระบบอำนวยความสะดวก

6.1.1 อธิบายหลักการทำงานระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. เซนเซอร์ควบคุมระดับความสูงของรถติดตั้งที่ใด ก. ในเครื่องยนต์ ข .ในบริเวณระบบรองรับน้ำหนัก ค. บนหลังคาห้องโดยสาร ง. ถูกทั้ง ข และ ค	1	1	1	1	1	1
2. ลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติปรับขึ้นลงด้วยอุปกรณ์ใด ก. เซนเซอร์ควบคุมระดับความสูง ข. สเต็ปเปอร์มอเตอร์ ค. คอมพิวเตอร์ควบคุมระดับโคมไฟหน้ารถยนต์ ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. คอมพิวเตอร์ควบคุมระดับโคมไฟหน้ารถยนต์รับสัญญาณความเร็วรถในรูปของสัญญาณพัลส์มาจากแหล่งใด ก. คอมพิวเตอร์ ABS ข. คอมพิวเตอร์ TRAC ค. คอมพิวเตอร์ VSC ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.2.2 อธิบายหลักการทำงานระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. ระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ (Cruise Control System) ความเร็วรถจะถูกล็อคที่ความเร็วเท่าใด ก. 40 ถึง 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ข. 40 ถึง 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค. 20 ถึง 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ง. 20 ถึง 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	1	1	1	1	1	1
2. การยกเลิกความเร็วที่ล็อคไว้ของระบบล็อคความเร็วสามารถกระทำได้จากสาเหตุใด ก. ผู้ขับขี่เหยียบแป้นเบรก ข. เข้าเกียร์ว่าง ค. เมื่อกดปุ่มยกเลิกความเร็ว ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. เมื่อชุดมอเตอร์ล็อคความเร็วได้รับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ เฟืองขับที่อยู่ภายในของชุดมอเตอร์จะถูกกระตุ้นให้อุปกรณ์ใดทำงาน ก. คลัตช์แม่เหล็กนิรภัย ข. แขนบังคับสายคันเร่ง ค. ลิ้นเร่งของเครื่องยนต์ ง. สวิตช์ที่พวงมาลัย	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.2.3 อธิบายหลักการทำงานระบบป้องกันการสตาร์ทของรถยนต์ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า
	1	2	3	4	5	IOC
1. ระบบป้องกันการสตาร์ทเครื่องยนต์จะทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถสตาร์ทติด ถ้าจะให้ติดจะต้องปฏิบัติอย่างไร ก. ใช้กุญแจสตาร์ทเครื่องยนต์อีกครั้ง ข. ใช้กุญแจที่มีโค้ดเฉพาะเท่านั้น ค. กดปุ่มสวิตช์ลับที่คอมพิวเตอร์กุญแจ ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
2. คอมพิวเตอร์กุญแจของระบบป้องกันการสตาร์ทเครื่องยนต์ทำหน้าที่อะไร ก. เปรียบเทียบโค้ดของลูกกุญแจที่ถูกบันทึกไว้ก่อนหน้านี้ว่าตรงกันหรือไม่ ข. ยกเลิกออกจากระบบป้องกันการสตาร์ทเครื่องยนต์เมื่อใช้โค้ดลูกกุญแจไม่ตรงกัน ค. จัดเข้าระบบป้องกันการสตาร์ทเครื่องยนต์เมื่อดึงลูกกุญแจออกจากสวิตช์จุดระเบิด ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. ขดลวดรับสัญญาณลูกกุญแจกับแอมพลิไฟเออร์ทำหน้าที่อย่างไร ก. รับสัญญาณโค้ดลูกกุญแจและขยายสัญญาณ ข. เปรียบเทียบโค้ดของลูกกุญแจที่ถูกบันทึกไว้ ค. ยกเลิกการออกจากระบบป้องกันการสตาร์ทเครื่องยนต์ ง. บันทึกโค้ดลูกกุญแจ	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบเสริมความปลอดภัย

6.2.1 อธิบายหลักการทำงานระบบถุงลมนิรภัยได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. เซนเซอร์ถุงลมนิรภัยทำหน้าที่อะไร ก. ตรวจจับแรงชน ข. ตรวจจับแรงกระแทกจากการชน ค. ตรวจจับทิศทางรถชน ง. ตรวจจับความเร็วที่ชน	1	1	1	1	1	1
2. ชุดประจุแก๊สถุงลมนิรภัยประกอบด้วยอะไร ก. ชนวนและเชื้อปะทุ ข. เชื้อปะทุและสารกำเนิดแก๊ส ค. สารกำเนิดแก๊สและตัวจุดเชื้อปะทุ ง. สารกำเนิดแก๊สชนวนและเชื้อปะทุ	1	1	1	1	1	1
3. ไฟเตือนถุงลมนิรภัยทำงานเมื่อใด ก. ถุงลมนิรภัยชำรุด ข. เซนเซอร์ถุงลมนิรภัยไม่ทำงาน ค. กล่องควบคุมถุงลมนิรภัยมีปัญหา ง. ระบบถุงลมนิรภัยมีปัญหา	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.2.2 อธิบายหลักการทำงานระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวางได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. กระจกไฟฟ้าช่วงทำงานปกติ เซนเซอร์ที่มอเตอร์กระจกไฟฟ้าจะส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์จะมีช่วงความถี่ ที่มีลักษณะอย่างไร ก. ความถี่มีลักษณะค่อยๆ กว้างขึ้น ข. ความถี่มีลักษณะค่อยๆ แคบลง ค. ความถี่มีลักษณะเท่ากันต่อเนื่อง ง. ความถี่มีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ ตามแรงที่กด	1	1	1	1	1	1
2. การทำงานเมื่อมีวัตถุกีดขวาง เซนเซอร์ที่มอเตอร์กระจกไฟฟ้าจะส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์จะมีช่วงความถี่ ที่มีลักษณะอย่างไร ก. ความถี่มีลักษณะค่อยๆ กว้างขึ้น ข. ความถี่มีลักษณะค่อยๆ แคบลง ค. ความถี่มีลักษณะเท่ากันต่อเนื่อง ง. ความถี่มีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ ตามแรงที่กด	1	1	1	1	1	1
3. การทำงานเมื่อมีวัตถุกีดขวาง คอมพิวเตอร์จึงกำหนดให้กระจกไฟฟ้าหยุดการเลื่อนขึ้น และจะเลื่อนลงห่างจากสิ่งกีดขวางประมาณเท่าใด ก. มากกว่า 100 มิลลิเมตร ข. มากกว่า 200 มิลลิเมตร ค. มากกว่า 300 มิลลิเมตร ง. มากกว่า 400 มิลลิเมตร	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.3 เข้าใจเกี่ยวกับระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus

6.3.1 บอกลักษณะของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Busได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. ข้อดีของระบบ CAN BUS คือ ก. สามารถแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย ข. สามารถสื่อสารของข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ได้รวดเร็ว ค. สามารถบันทึกข้อมูลลงในกล่องคอมพิวเตอร์ได้มาก ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
2. ข้อเสียของระบบ CAN BUS คือ ก. มีจำนวนสายไฟมาก ทำให้รถมีน้ำหนักมาก ข. หากมีการช๊อตลงกราวด์ก็อาจทำให้ระบบทั้งหมดล้มเหลวได้ ค. การสื่อสารช้าเนื่องจากมีกล่องควบคุมมากเกินไป ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. ระบบ CAN BUS Class A ใช้ในระบบใดในรถยนต์ ก. กระจกไฟฟ้า เบาะไฟฟ้า ข. ระบบเกียร์อัตโนมัติ ระบบปรับอากาศ ค. ระบบเครื่องยนต์ เบาะไฟฟ้า ง. ระบบเกียร์อัตโนมัติ ระบบเครื่องยนต์						

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.3.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. Class C ความเร็วในการสื่อสารประมาณเท่าใด ก. 1 Mbps ข. 10 Mbps ค. 100 Mbps ง. 1000 Mbps	1	1	1	1	1	1
2. การสื่อสารข้อมูลใน CAN BUS Class B จะส่งเป็นสัญญาณแบบใด ก. อานาล็อก ข. ดิจิทัล ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์ ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ 12 โวลท์	1	1	1	1	1	1
3. การสื่อสารข้อมูลใน CAN BUS Class D จะใช้สายแบบใดในการสื่อสารข้อมูล ก. สายไฟเส้นเดียว ข. สายสองเส้นพันด้วยชีล ค. สายสองเส้นตีเป็นเกลียว ง. ไฟเบอร์ออฟติก	1	1	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

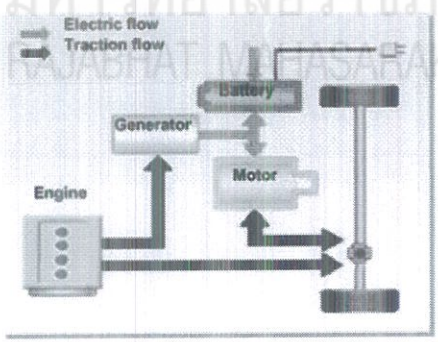
(ต่อ)

หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด

7.1 รู้เกี่ยวกับประเภทของระบบรถยนต์ไฮบริด

7.1.1 บอกลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรมได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า
	1	2	3	4	5	IOC
1. ระบบไฮบริดแบบอนุกรมขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานร่วมกัน ข. เครื่องยนต์ทำงานมากกว่ามอเตอร์ ค. มอเตอร์ทำงานมากกว่าเครื่องยนต์ ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1
2. ระบบไฮบริดแบบอนุกรม อุปกรณ์ที่ไปขับเคลื่อนล้อรถ คือ ก. เครื่องยนต์ ข. เจเนเรเตอร์ ค. มอเตอร์ไฟฟ้า ง. ทั้งเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1
3. จากภาพด้านล่างเป็นระบบไฮบริดแบบใด  Blended Hybrid ก. แบบขนาน ข. แบบอนุกรม ค. แบบผสม ง. แบบอินดักชั่น	1	1	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

(ต่อ)

7.1.2 บอกลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบขนานได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า
	1	2	3	4	5	IOC
1. ระบบไฮบริดแบบขนานขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานร่วมกัน ข. เครื่องยนต์ทำงานมากกว่ามอเตอร์ ค. มอเตอร์ทำงานมากกว่าเครื่องยนต์ ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1
2. ระบบไฮบริดแบบผสม อุปกรณ์ที่ไปขับเคลื่อนล้อรถ คือ ก. เครื่องยนต์ ข. เจเนเรเตอร์ ค. มอเตอร์ไฟฟ้า ง. เครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1
3. ระบบไฮบริดแบบขนาน มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานโดยรับกำลังงานไฟฟ้ามาจากแหล่งใด ก. เครื่องยนต์ ข. เจเนเรเตอร์ ค. แบตเตอรี่ ง. แบตเตอรี่	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7.1.3 บอกลักษณะระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม-ขนานได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. ระบบไฮบริดแบบผสม ขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกัน ข. เครื่องยนต์ทำงานมากกว่ามอเตอร์ ค. มอเตอร์ทำงานมากกว่าเครื่องยนต์ ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1
2. ระบบไฮบริดแบบขนาน อุปกรณ์ที่ไปขับเคลื่อนล้อรถ คือ ก. เครื่องยนต์ ข. เจเนเรเตอร์ ค. มอเตอร์ไฟฟ้า ง. เครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1
3. ระบบไฮบริดแบบขนาน แบตเตอรี่ประจุไฟจากอะไร ก. เครื่องยนต์ ข. เจเนเรเตอร์ ค. มอเตอร์ไฟฟ้า ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

7.2 เข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานรถยนต์ไฮบริด

7.2.1 อธิบายหลักการทำงานกล่องควบคุมกำลัง

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. ในกล่องควบคุมกำลัง (Power Control Unit) ประกอบด้วย ก. อินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ ข. อินเวอร์เตอร์และรีซีสเตอร์ ค. คอนเวอร์เตอร์และคอนดักเตอร์ ง. อินเวอร์เตอร์และคอนดักเตอร์	1	1	1	1	1	1
2. คอนเวอร์เตอร์ DC/DC จะแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงที่สามารถเร่งแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเป็นกี่โวลท์ ก. 24 โวลท์ ข. 110 โวลท์ ค. 244.8 โวลท์ ง. 650 โวลท์	1	1	1	1	1	1
3. อินเวอเตอร์ จะแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับ จากแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟกี่โวลท์ ก. 24 โวลท์ ข. 110 โวลท์ ค. 244.8 โวลท์ ง. 650 โวลท์	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7.2.2 อธิบายหลักการทำงานแบตเตอรี่ไฮบริดได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. รถยนต์ไฮบริดใช้แบตเตอรี่ประจำรถกี่โวลต์	1	1	1	1	1	1
ก. 7.2 โวลต์						
ข. 12 โวลต์						
ค. 200 โวลต์						
ง. 244.8 โวลต์						
2. รถยนต์ไฮบริดใช้แบตเตอรี่ไฮบริดกี่โวลต์	1	1	1	1	1	1
ก. 12 โวลต์						
ข. 24 โวลต์						
ค. 220 โวลต์						
ง. 244.8 โวลต์						
3. แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ไฮบริดเป็นประเภทใด	1	1	1	1	1	1
ก. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด						
ข. แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน						
ค. แบตเตอรี่ Molten Salt						
ง. แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดร์ด						

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

7.2.3 อธิบายหลักการทำงานการส่งกำลังและอุปกรณ์แยกกำลังของรถได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. อุปกรณ์แยกกำลังของเครื่องยนต์ไฮบริด มีหน้าที่อะไร ก. แบ่งกำลังของมอเตอร์ส่วนหนึ่งไปขับล้อ อีกส่วนหนึ่งนำไปขับเจเนอเรเตอร์ ข. แบ่งกำลังของเครื่องยนต์ส่วนหนึ่งไปขับล้อ อีกส่วนหนึ่งนำไปขับมอเตอร์ ค. แบ่งกำลังของเครื่องยนต์ส่วนหนึ่งไปขับล้อ อีกส่วนหนึ่งนำไปขับเจเนอเรเตอร์ ง. แบ่งกำลังของมอแตอร์ส่วนหนึ่งไปขับล้อ อีกส่วนหนึ่งนำไปขับเกียร์	1	1	1	1	1	1
2. อุปกรณ์แยกกำลัง (Power Split Device) ประกอบด้วย ก. เจเนอเรเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า และเฟืองทดกำลัง ข. เจเนอเรเตอร์ อินเวอเตอร์ และเฟืองทดกำลัง ค. อินเวอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า และเฟืองทดกำลัง ง. เจเนอเรเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า และแบบเตอรี่	1	1	1	1	1	1
3. อุปกรณ์แยกกำลังใช้เฟืองเพลนเนตตารี (Planetary Gear) โครงเกียร์ (Planetary Carrier) ต่อเข้ากับเครื่องยนต์โดยตรง ส่งกำลังขับเคลื่อนไปยังเฟืองวงแหวน (Ring Gear) และเฟืองกลางโดยผ่านเฟืองอะไร ก. เฟืองเพลนเนตตารี (Planetary Gear) ข. เฟืองพิเนียน (Pinion Gear) ค. เฟืองวงแหวน (Ring Gear) ง. โครงเกียร์ (Planetary Carrier	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7.3.3 อธิบายหลักการทำงานการส่งกำลังรถยนต์ไฮบริดได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. การออกตัวและขับขี่ภาระต่ำ (Starting Out and Light Load Driving) ของรถยนต์ไฮบริด ระบบใดจะทำงาน ก. รถจะใช้มอเตอร์เพียงอย่างเดียว ข. รถจะใช้เครื่องยนต์เพียงอย่างเดียว ค. เครื่องยนต์จะทำงานพร้อมมอเตอร์ ง. เครื่องยนต์จะทำงานสลับกับมอเตอร์ไปมา	1	1	1	1	1	1
2. การขับขี่สภาวะปกติ (Normal Driving) ของรถยนต์ไฮบริด ระบบใดจะทำงาน ก. รถจะใช้มอเตอร์เพียงอย่างเดียว ข. รถจะใช้เครื่องยนต์เพียงอย่างเดียว ค. เครื่องยนต์จะทำงานพร้อมมอเตอร์ ง. เครื่องยนต์จะทำงานสลับกับมอเตอร์ไปมา	1	1	1	1	1	1
3. การลดความเร็วและเบรก (Deceleration/Braking) จะเกิดอะไรขึ้นกับรถยนต์ไฮบริด ก. เกิดการประจุไฟฟ้าจะเรียกคืนพลังงานจลน์ ข. วงจรการทำงานของมอเตอร์สตาร์ตเฟืองกลางเพื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ ค. เครื่องยนต์เจเนอเรเตอน์และมอเตอร์จะหยุดทำงาน ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

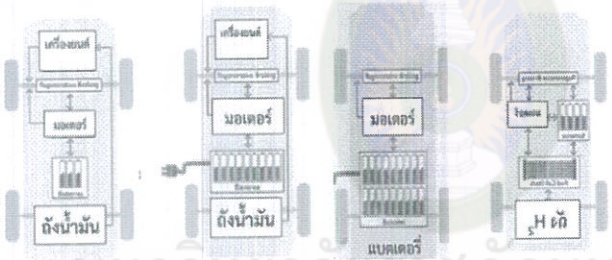
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

8.1 รู้เกี่ยวกับประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

8.1.1 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากการสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า HEV ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

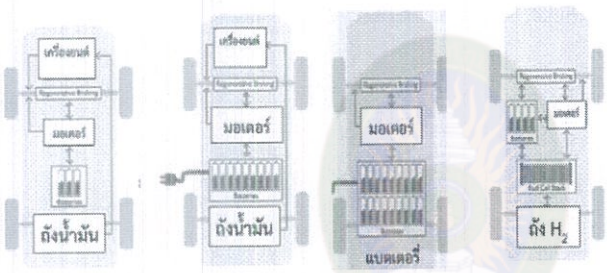
แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. HEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทใด ก. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ข. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ค. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ง. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง	1	1	1	1	1	1
2. ภาพใดโครงสร้างของยานยนต์ประเภท HEV  ก. ข. ค. ง.	1	1	1	1	1	1
3. ยานยนต์ประเภท HEV ขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกันโดยสามารถประจุไฟจากเครื่องยนต์และประจุจากภายนอก ข. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกันโดยใช้เครื่องยนต์ประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่อย่างเดียว ค. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.1.2 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าภายนอก PHEV ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

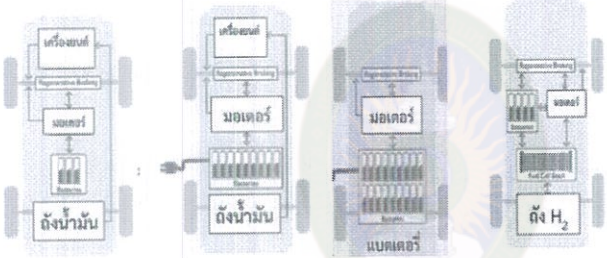
แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. PHEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทใด ก. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ข. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ค. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ง. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง	1	1	1	1	1	1
2. ภาพใดโครงสร้างของยานยนต์ประเภท PHEV  ก. ข. ค. ง.	1	1	1	1	1	1
3. ยานยนต์ประเภท PHEV ขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกันโดยสามารถประจุไฟจากเครื่องยนต์และประจุจากภายนอก ข. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกันโดยใช้เครื่องยนต์ประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่อย่างเดียว ค. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.1.3 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานพลังงานแบตเตอรี่ BEV ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

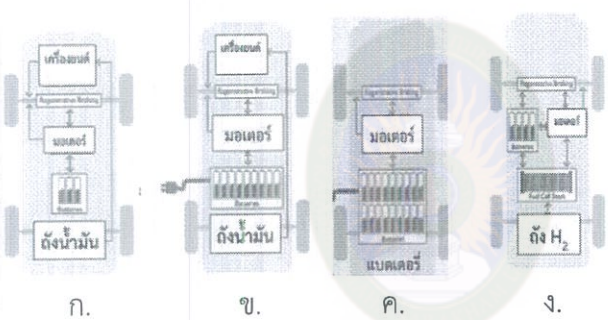
แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. BEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทใด ก. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ข. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ค. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ง. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง	1	1	1	1	1	1
2. ภาพใดโครงสร้างของยานยนต์ประเภท BEV  ก. ข. ค. ง.	1	1	1	1	1	1
3. ยานยนต์ประเภท BEV ขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์ทำงาน ข. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกัน ค. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.1.4 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง FCEV ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. FCEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทใด ก. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ข. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ค. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ง. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง	1	1	1	1	1	1
2. ภาพใดโครงสร้างของยานยนต์ประเภท FCEV  ก. ข. ค. ง.	1	1	1	1	1	1
3. ยานยนต์ประเภท FCEV ขับเคลื่อนอย่างไร ก. เครื่องยนต์ทำงาน ข. เครื่องยนต์และมอเตอร์ทำงานสลับกัน ค. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อย่างเดียว	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2 เข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของส่วนประกอบของยานยนต์ไฟฟ้า

8.2.1 อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้าเป็นแบบใด ก. มอเตอร์ไฟฟ้าแรงต่ำ ข. มอเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ค. มอเตอร์ไฟฟากระแสตรง ง. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบขนาน	1	1	1	1	1	1
2. มอเตอร์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพแปรรูปได้เท่าใด ก. สูงกว่าร้อยละ 50 ข. สูงกว่าร้อยละ 60 ค. สูงกว่าร้อยละ 70 ง. สูงกว่าร้อยละ 90	1	1	1	1	1	1
3. มอเตอร์แบบไม่มีแปลงถ่าน (Brushless DC Motors) จะมีการตรวจจับ ตำแหน่งเพื่อเริ่มทำงานโดยใช้อะไร ก. ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็ก (Hall Sensor) ข. ตัวตรวจจับรอบ (Rpm Sensor) ค. ตัวตรวจจับความเร็ว (Speed Sensor) ง. ตัวตรวจจับแรงเคลื่อน (Voltage Sensor)	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2.2 อธิบายหลักการทำงานของแบตเตอรี่ได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. สารละลายที่อยู่ในแบตเตอรี่ เรียกว่าอะไร ก. สารละลายกัลวานิก (Galvanic) ข. สารละลายอีเลคโตรไลท์ (Electrolyte) ค. สารละลายคาร์บอเนต (Cabornate) ง. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer)	1	1	1	1	1	1
2. การวัดสมรรถนะของแบตเตอรี่จะวัดกันในหลายมิติ มิติที่สำคัญได้แก่ ก. กำลังจำเพาะ (Specific Power, w/kg) ข. อายุการใช้งาน (Service Life) ค. อัตราการเก็บและคายประจุ (Charge and Discharge Rate) ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	1
3. แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนแบบ Traditional ที่ใช้สารละลายอิเลคโตรไลท์เหลว มีปัญหาในเรื่องใด ก. การระเบิดเมื่ออุณหภูมิชิ้นสูง ข. เกิดการรั่วของสารละลายอิเลคโตรไลท์ ค. ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2.3 อธิบายหลักการทำงานของชุดควบคุมรถยนต์ไฟฟ้าได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

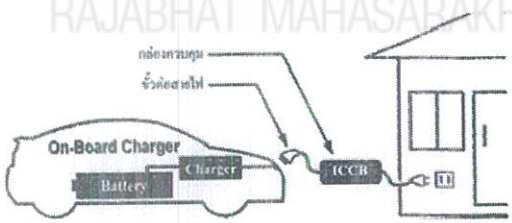
แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. อุปกรณ์ใดไม่ใช่ส่วนประกอบของชุดควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า ก. มอเตอร์ไฟฟ้า ข. ชุดควบคุมไฟฟ้า ค. คอนเวอร์เตอร์ ง. แบตเตอรี่	1	1	1	1	1	1
2. ชุดควบคุมไฟฟ้าจะทำหน้าที่อะไร ก. ปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขาเข้าของมอเตอร์ ข. ปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขาออกของมอเตอร์ ค. ปรับความต้านทานและกระแสไฟฟ้าขาเข้าของมอเตอร์ ง. ปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าและความต้านทานขาเข้าของมอเตอร์	1	1	1	1	1	1
3. ถ้าชุดควบคุมไฟฟ้าไม่สามารถครอบคลุมการทำงานของรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอจะต้องทำอย่างไร ก. เพิ่มขนาดมอเตอร์ ข. เพิ่มจำนวนแบตเตอรี่ ค. ติดตั้งชุดเฟืองทดเข้าในระบบขับเคลื่อนเพิ่มเติม ง. ลดน้ำหนักของรถไฟฟ้าให้เบาที่สุด	1	1	1	1	1	1

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2.4 อธิบายหลักการทำงานของชุดประจุไฟฟ้าได้

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1. การประจุไฟแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าแบบชาร์จเร็ว(Quick Charging Station) ใช้เวลาประมาณเท่าใด ก. 1 ชั่วโมง ข. 4 ชั่วโมง ค. 5 ชั่วโมง ง. 6 ชั่วโมง	1	1	1	1	1	1
2. การประจุไฟแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า แบบชาร์จเร็ว (Quick Charging Station) สามารถประจุไฟได้สูงสุดกี่แอมแปร์ ก. 100 แอมแปร์ ข. 200 แอมแปร์ ค. 400 แอมแปร์ ง. 700 แอมแปร์	1	1	1	1	1	1
3. จากภาพด้านล่างแสดงการประจุไฟแบตเตอรี่วิธีที่ 2 ในบ้านพักอาศัยกำหนดกระแสไฟสูงสุดกี่แอมแปร์  ก. 16 แอมแปร์ ข. 32 แอมแปร์ ค. 50 แอมแปร์ ง. 100 แอมแปร์	1	1	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนและหลังฝึกอบรม (r)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ผลการพิจารณา	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
ข้อที่ 1	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 2	0.375	ค่อนข้างยาก	0.500	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 3	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 4	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 5	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 6	0.425	พอเหมาะ	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 7	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 8	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 9	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 10	0.300	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 11	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 12	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 13	0.425	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 14	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 15	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 16	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 17	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 18	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 19	0.325	ค่อนข้างยาก	0.500	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 20	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 21	0.325	ค่อนข้างยาก	0.500	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 22	0.350	ค่อนข้างยาก	0.400	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 23	0.425	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 24	0.400	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 25	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 26	0.400	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 27	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 28	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 29	0.325	ค่อนข้างยาก	0.500	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 30	0.425	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกสูง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ผลการพิจารณา	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
ข้อที่ 31	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 32	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 33	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 34	0.425	พอเหมาะ	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 35	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 36	0.350	ค่อนข้างยาก	0.200	อำนาจจำแนกต่ำ
ข้อที่ 37	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 38	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 39	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 40	0.425	พอเหมาะ	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 41	0.300	ค่อนข้างยาก	0.400	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 42	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 43	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 44	0.325	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 45	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 46	0.425	พอเหมาะ	0.300	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 47	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 48	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง
ข้อที่ 49	0.350	ค่อนข้างยาก	0.400	อำนาจจำแนกสูง
ข้อที่ 50	0.375	ค่อนข้างยาก	0.300	อำนาจจำแนกปานกลาง

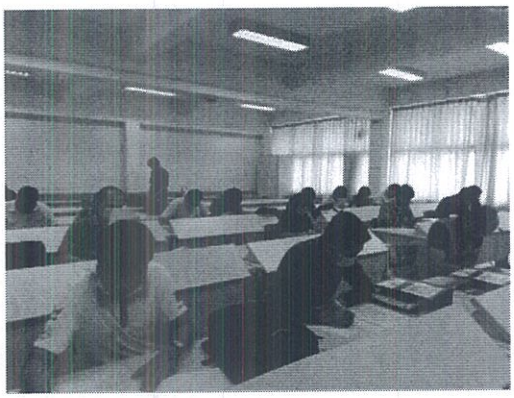
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายข้อสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.30-0.425 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง (r) 0.20-0.50 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ KR 20 อยู่ที่ 0.88

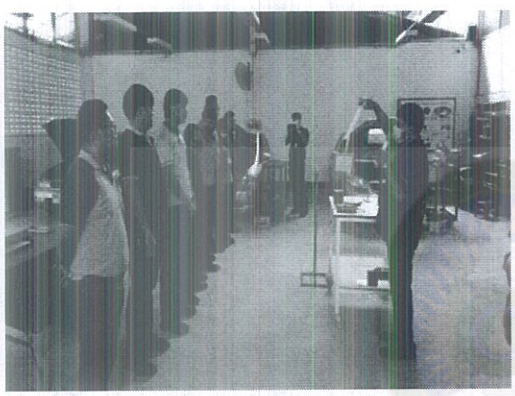
ภาคผนวก ฉ

ภาพการอบรมฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ ฉ.1 การฝึกอบรมภาคทฤษฎี

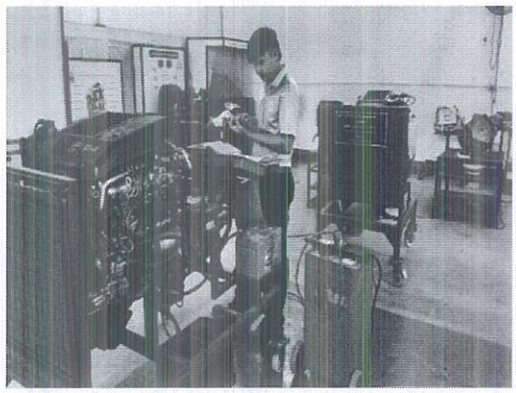


มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ฉ.2 การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

ภาพที่ ฉ.3 การนิเทศและเยี่ยมชมการฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
COPYRIGHT © MAHASARAKHAM UNIVERSITY

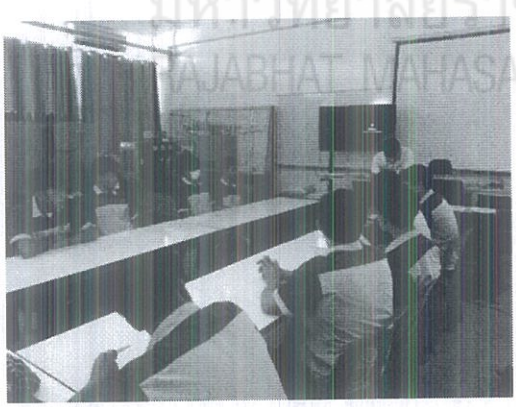
ภาพที่ ฉ.4 การสอบปฏิบัติของผู้เข้าอบรม

ภาพที่ ฉ.5 พิธีมอบใบประกาศนียบัตรผู้เข้าผ่านการฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ฉ.6 การประเมินติดตามผลผู้เข้าผ่านการฝึกอบรม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ฉ.7 การประเมินติดตามผลผู้เข้าผ่านการฝึกอบรม

ภาคผนวก ช

ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ผลความพึงพอใจของผู้ผ่านการฝึกอบรมต่อการฝึกอบรม และระดับความความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์							
ด้านเนื้อหา							
1. วิวัฒนาการของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	3	5	4	4	4	4.00	0.71
2. อัตราส่วนผสม อากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	4	5	4	4	4	4.20	0.45
3. ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน	5	4	5	5	4	4.60	0.55
4. หลักการทำงานระบบเชื้อเพลิง	4	5	5	5	4	4.60	0.55
5. หลักการทำงานระบบการประจุอากาศ	4	5	4	4	4	4.20	0.45
6. หลักการทำงานระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	4	4	5	4	5	4.40	0.55
7. หลักการทำงานหลักการวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	4	4	5	4	5	4.40	0.55
8. อ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	5	5	4	5	4	4.60	0.55
9. แก้ไขข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	3	5	4	4	4	4.00	0.71
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	4	5	5	4	4	4.40	0.55
3. การจัดลำดับเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60	0.55
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	5	4	5	4	5	4.60	0.55
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	4	4	5	5	4	4.40	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4	4	4	5	4	4.20	0.45
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	0.45
8. สื่อประกอบการอบรม	5	5	5	4	4	4.60	0.55
9. ความเหมาะสมใบงาน	4	4	5	4	4	4.20	0.45
เฉลี่ยรวม						4.42	0.53
หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์							
ด้านเนื้อหา							
1. โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอิเล็กทรอนิกส์	4	3	4	5	3	3.80	0.84

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
2. หลักการทำงานของส่วนประกอบระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล	5	5	4	4	4	4.40	0.55
3. การควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	4	5	4	4	5	4.40	0.55
4. หลักการทำงานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล	5	4	5	5	4	4.60	0.55
5. การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซล	4	5	4	5	5	4.60	0.55
6. การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซล	5	5	4	5	5	4.80	0.45
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	4	5	4	5	4	4.40	0.55
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	4	4	5	5	4	4.40	0.55
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	5	4	5	5	4.80	0.45
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	4	5	4	4	5	4.40	0.55
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	5	4	5	5	4	4.60	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4	5	4	4	5	4.40	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	5	5	4	5	4	4.60	0.55
8. สื่อประกอบการอบรม	4	4	5	4	5	4.40	0.55
9. ความเหมาะสมใบงาน	5	5	4	4	4	4.40	0.55
เฉลี่ยรวม						4.47	0.55
หน่วยที่ 3 ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์							
ด้านเนื้อหา							
1. สัดส่วนปริมาณแก๊สต่างๆ บนโลก	4	5	3	5	4	4.20	0.84
2. แก๊สไอเสียที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์	5	4	5	5	4	4.60	0.55
3. สภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ	4	3	3	3	4	3.40	0.55
4. ลักษณะของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท	4	4	4	5	4	4.20	0.45
5. หลักการทำงานของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท	4	5	5	5	4	4.60	0.55

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	4	5	4	4	4	4.20	0.45
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	4	4	4	4	5	4.20	0.45
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	4	4	4	5	4	4.20	0.45
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	5	5	5	4	4	4.60	0.55
8. สื่อประกอบการอบรม	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	5	5	5	5	4	4.80	0.45
เฉลี่ยรวม						4.43	0.51
หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์							
ด้านเนื้อหา							
1. ส่วนประกอบระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	4	4	5	4	4	4.20	0.45
2. หลักการทำงานระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	5	5	4	4	5	4.60	0.55
3. หลักการทำงานของระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	4	4	5	5	5	4.60	0.55
4. หน้าที่ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT	5	5	4	4	4	4.40	0.55
5. หลักการทำงานของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT	4	5	4	5	5	4.60	0.55
6. วิเคราะห์ปัญหาของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT	5	5	5	4	4	4.60	0.55
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	4	4	5	4	4	4.20	0.45
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	4	5	5	4	5	4.60	0.55
3. การจัดลำดับเนื้อหา	4	5	5	5	4	4.60	0.55
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	4	4	5	4	5	4.40	0.55

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	4	5	4	5	4	4.40	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45
8. สื่อประกอบการอบรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	4	5	5	5	5	4.80	0.45
เฉลี่ยรวม						4.55	0.51
หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์							
ด้านเนื้อหา							
1. หน้าที่ส่วนประกอบของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABS	4	5	4	5	5	4.60	0.55
2. หลักการทำงานของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก	4	5	5	4	4	4.40	0.55
3. ส่วนหน้าที่ประกอบของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	5	5	5	5	4	4.80	0.45
4. หลักการทำงานของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	4	4	5	4	5	4.40	0.55
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	5	5	5	5	4	4.80	0.45
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	4	5	4	4	4	4.20	0.45
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	4	4	5	4	4.40	0.55
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	4	4	5	5	5	4.60	0.55
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	5	4	4	4	5	4.40	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4	5	5	5	4	4.60	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	5	4	5	5	5	4.80	0.45
8. สื่อประกอบการอบรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	4	5	5	5	4	4.60	0.55
เฉลี่ยรวม						4.57	0.51

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์							
ด้านเนื้อหา							
1. หลักการทำงานระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ	4	4	5	4	5	4.40	0.55
2. หลักการทำงานระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ	5	5	4	4	4	4.40	0.55
3. หลักการทำงานระบบป้องกันการสตาร์ทของรถยนต์	5	5	5	4	5	4.80	0.45
4. หลักการทำงานระบบถุงลมนิรภัย	4	5	5	5	5	4.80	0.45
5. หลักการทำงานระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวาง	5	5	5	5	4	4.80	0.45
6. ลักษณะของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus	5	4	5	5	5	4.80	0.45
7. หลักการทำงานของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus	4	5	5	4	4	4.40	0.55
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	4	5	4	5	5	4.60	0.55
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	5	4	4	5	5	4.60	0.55
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	4	5	5	4	5	4.60	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45
8. สื่อประกอบการอบรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	5	5	4	5	4	4.60	0.55
เฉลี่ยรวม						4.66	0.50
หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด							
ด้านเนื้อหา							
1. ลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. ลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบขนาน	5	5	5	5	4	4.80	0.45

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
3. ลักษณะระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม-ขนาน	4	5	5	5	5	4.80	0.45
4. หลักการทำงานกล่องควบคุมกำลังและอินเวอร์เตอร์	5	4	5	5	5	4.80	0.45
5. หลักการทำงานอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00
6. หลักการทำงานแบตเตอรี่ไฮบริด	5	5	5	5	5	5.00	0.00
7. หลักการทำงานการส่งกำลังและอุปกรณ์แยกกำลังของรถ	4	4	5	5	5	4.60	0.55
8. หลักการทำงานการส่งกำลังรถยนต์ไฮบริด	5	5	5	5	5	5.00	0.00
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	5	5	5	5	4	4.80	0.45
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	5	5	4	4	5	4.60	0.55
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.55
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	4	4	4	5	5	4.40	0.55
8. สื่อประกอบการอบรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	4	4	5	4	5	4.40	0.55
เฉลี่ยรวม						4.73	0.34
หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า							
ด้านเนื้อหา							
1. ลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากการสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า HEV	4	4	5	5	4	4.40	0.55
2. ลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าภายนอก PHEV	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3. ลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานพลังงานแบตเตอรี่ BEV	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4. ลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง FCEV	5	5	5	4	5	4.80	0.45
5. หลักการทำงานของมอเตอร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00
6. หลักการทำงานของแบตเตอรี่	4	4	5	4	5	4.00	0.55

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
	1	2	3	4	5		
7. หลักการทำงานของชุดควบคุม	5	5	5	5	5	5.00	0.00
8. หลักการทำงานของชุดประจุไฟฟ้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00
ด้านคุณภาพหลักสูตร							
1. เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	5	5	5	5	4	4.80	0.45
2. ความครอบคลุมเนื้อหาครบถ้วน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
3. การจัดลำดับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	4.00
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน	5	4	4	5	5	4.60	0.55
5. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00
6. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45
7. รูปแบบการฝึกอบรม/กิจกรรม	5	5	5	5	4	4.80	0.45
8. สื่อประกอบการอบรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความเหมาะสมใบงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ยรวม						4.81	0.79
ด้านองค์ประกอบของหลักสูตร							
องค์ประกอบของหลักสูตร							
1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	5	5	5	4	5	4.8	0.45
2. โครงสร้างของหลักสูตรฝึกอบรม	4	4	5	5	5	4.6	0.55
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5	0.00
4. เนื้อหาสาระของแต่ละหน่วยการฝึกอบรม	4	4	5	4	4	4.2	0.45
5. วิธีการ/กิจกรรมฝึกอบรม	5	5	5	5	5	5	0.00
6. วิธีการวัดและประเมินผล	4	4	5	5	4	4.4	0.55
7. เกณฑ์การวัดและประเมินผล	4	4	4	4	5	4.2	0.45
8. ระยะเวลาในการฝึกอบรม	4	4	5	4	4	4.2	0.45
9. คุณสมบัติของผู้เข้าอบรม	5	4	5	4	5	4.6	0.55
10. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม	5	5	4	5	5	4.8	0.45
เฉลี่ยรวม						4.58	0.49

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.2 ผลความพึงพอใจของผู้ผ่านการฝึกอบรมต่อการฝึกอบรม

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อการรฝึกอบรม																
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	ค่า $\overline{X}$	ค่า S.D.
1. เนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการของผู้เข้ารับการอบรม	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4.67	0.49
2. เนื้อหาอบรมมีความเหมาะสมทันสมัย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4.93	0.26
3. เนื้อหาอบรมมีความครอบคลุมกับเทคโนโลยีปัจจุบัน	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4.87	0.35
4. การนำเสนอเนื้อหาการอบรมน่าสนใจ	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.93	0.26
5. กิจกรรมในการอบรมมีความเหมาะสม	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4.47	0.52
6. กิจกรรมก่อให้เกิดองค์ความรู้แก่ผู้เข้ารับการอบรม	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.87	0.35
7. วิทยากรมีความรู้ในเนื้อหา	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4.67	0.49

(ต่อ)

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.2 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อการรฝึกอบรม																
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.
8. วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.93	0.26
9. วิทยากรมีเทคนิคในการบรรยาย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
10. วิทยากรเปิดโอกาสอภิปรายซักถาม	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4.40	0.51
11 สื่อประกอบการอบรมมีความเหมาะสมทันสมัย	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4.33	0.49
12 รูปแบบเทคนิคการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.80	0.41
13 การจัดลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.93	0.26
14 ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4	4	4	5	4	3	5	5	4	3	5	4	4	4	3	4.07	0.70
15 ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.3 ระดับความความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม														
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15
1. การเตรียมความพร้อมของเอกสารและแบบฝึกหัด	4.8	4.9	4.7	5	4.9	4.2	5	4.6	4.9	4.8	4.5	4.4	4.8	4.9	4.9
2. การเตรียมความพร้อมของสื่อประกอบการสอน	4.3	4.4	4.8	4.4	4.3	4.4	4.8	4.2	5	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4
3. การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ในการฝึกปฏิบัติ	4.4	4.5	4.4	4.6	4.5	4.4	4.5	4.2	4.6	4.7	4.7	4.6	4.4	4.6	4.2
4. บทเรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.6	4.8	4.5	4.8	4.9	4.6	4.7	4.4	4.7	4.5	4.5	4.3	4.7	4.7	4.8
5. กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจกว่าเดิม	4.4	4.4	4.3	4.4	4.4	4.4	4.2	4.4	4.4	4.4	4.7	4.7	4.3	4.9	4.6
6. การควบคุมเวลาได้เหมาะสม	4.6	4.6	4.5	4.6	4.6	4.7	4.6	4.4	4.6	4.6	4.7	4.3	4.6	4.6	4.7
7. ผู้สอนมีกระบวนการถ่ายทอดความรู้และสื่อสารกับผู้เรียน	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.2	4.3	4.6	4.4	4.6	4.4	4.7	4.7
8. ผู้สอนมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับในเรื่องที่สอน	4.4	4.4	4.3	4.8	4.5	4.5	4.3	4.5	4.3	4.5	4.3	4.6	4.5	4.6	4.7
9. เนื้อหาที่ผู้สอนมีความน่าสนใจและทันสมัย	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9	4.7	4.5	4.5	4.3	4.6	4.8	4.6	4.8	4.9	4.8
10. ภาพรวมผู้สอนมีประสิทธิภาพและคุณภาพในการจัดการเรียนการสอน	4.9	4.8	4.9	5	5	4.9	5	4.8	4.9	4.7	4.9	4.9	5	5	4.9

ตารางที่ ช.4 ระดับความคิดเห็นของผู้ร่วมปฏิบัติงานที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้ร่วมปฏิบัติงานที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม														
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15
1. ความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4.6	5	5	5.	5	5	5	5	4.3	4.3	4.3	5	4.7	4.7	4.3
2. การค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4.4	4	4.4	4.7	4.3	4.3	4.3	4.7	4.7	4	4.7	4.5	4.3	4.3	4.3
3. ความรับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4.4	4.7	4.4	4.3	4.5	4.7	4.7	4.7	4.3	4.7	4.3	4.5	4.3	4.3	4.7
4. สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี	4.4	4	4.6	4	4.8	4.3	4	4.3	5	4	4.3	4	4.3	4.3	4.3
5. กระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี	4.4	5	4.6	4.7	4.5	4.7	5	4.7	4.7	4.7	4.7	5	4.7	4.7	4.7
6. สามารถนำเครื่องมือและอุปกรณ์ และสื่อการสอนมาใช้ประกอบการจัดการเรียน การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.6	4.7	4.4	4	4.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	5	4.7	4.7	4.3
7. เพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสอนในหน่วยงานมากขึ้น	4.4	4.3	4.6	4.7	4.5	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.5	4.3	4.3	4.3
8. ลดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4	4.3	4	4	3.8	4	4.3	4.3	4.7	4.3	4	4.5	4	4	4.3
9. ภาพรวมหลังจากผ่านการฝึกอบรมมีประสิทธิภาพและคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้น	4.6	4.7	4.8	5	5	5	5	5	4.7	4.7	5	5	4.7	5	4.7

ตารางที่ ช.5 ระดับความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชาที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้บังคับบัญชาที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม														
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15
1. ความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5
2. การค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4
3. ความรับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5
4. สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4
5. กระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5
6. สามารถนำเครื่องมือและอุปกรณ์และสื่อการสอนมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4
7. เพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสอนในหน่วยงานมากขึ้น	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ช.5 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้บังคับบัญชาที่มีต่อผู้ผ่านการฝึกอบรม														
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15
8. ลดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น	4	4	4	4	5	3	5	4	5	4	3	3	3	5	4
9. ภาพรวมหลังจากผ่านการฝึกอบรมมีประสิทธิภาพและคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้น	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4

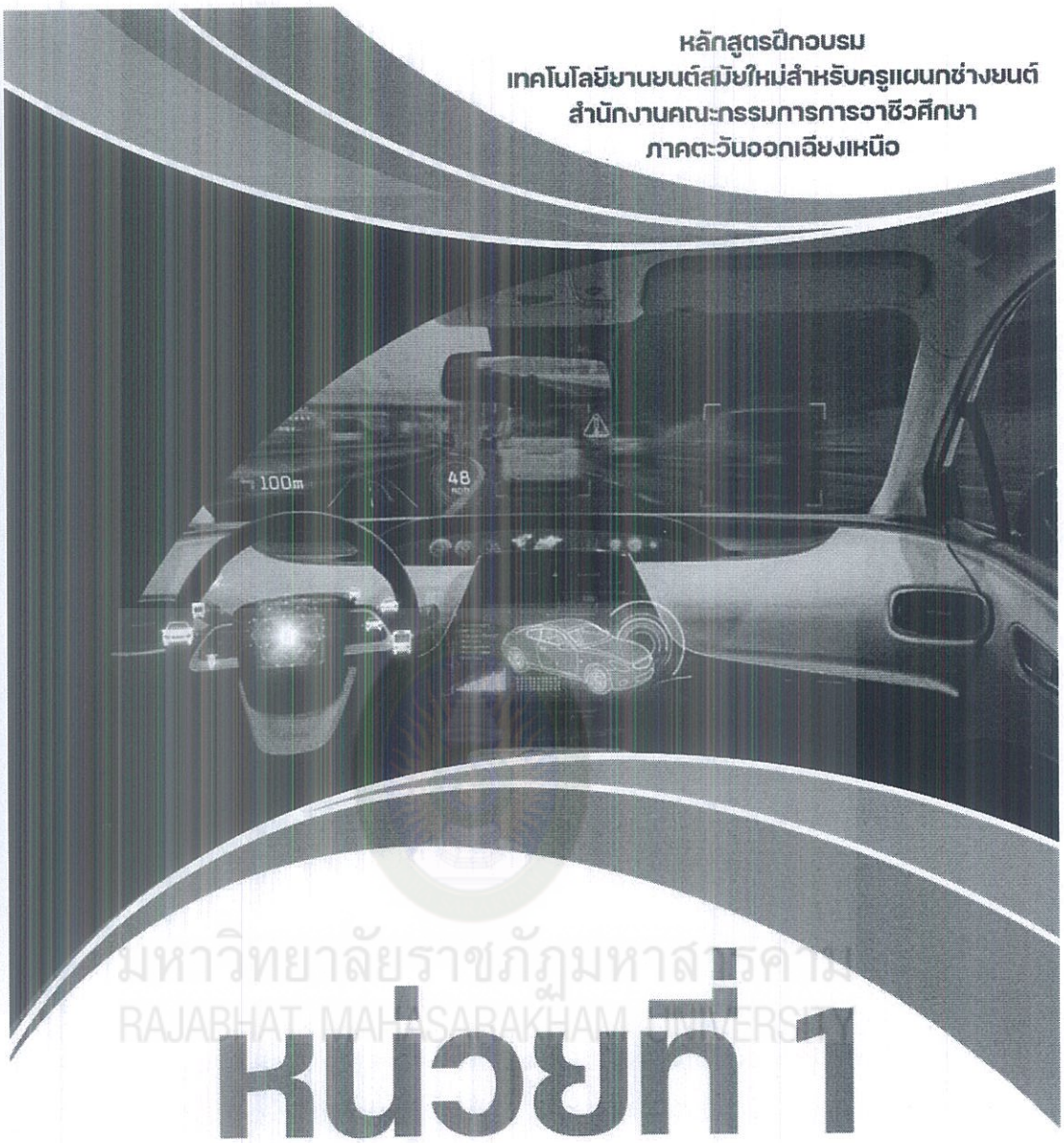
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ซ

คู่มือหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลักสูตรฝึกอบรม
เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 1

เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

คำนำ

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้ฝึกอบรมครูผู้สอนที่มีความต้องการพัฒนาตนเองในด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนแผนกช่างยนต์จะต้องมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัญหาของยานยนต์สมัยใหม่ให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

ในหลักสูตรนี้ใช้วิธีการอบรมเชิงปฏิบัติการแบบเผชิญหน้า (Face to Face) ประกอบด้วยกิจกรรมการบรรยายเนื้อหา การสาธิต การระดมสมอง และการฝึกปฏิบัติโดยเน้นกิจกรรมผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) โดยการให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ปัญหาที่วิทยากรตั้งโจทย์ปัญหาไว้ โดยเน้นใช้สื่อการสอนที่เป็นรถยนต์จริงและชุดสาธิตของระบบต่างๆในรถยนต์ที่ทันสมัยร่วมกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหาในรถยนต์ (Scan Tool) และคู่มือซ่อมรถยนต์ของแต่ละยี่ห้อ ซึ่งแบ่งกลุ่มฝึกปฏิบัติจำนวน 8 สถานี หลังจากฝึกอบรมตามตารางแล้ว ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเลือกฝึกในสถานีที่ตนเองสนใจ หรือต้องการฝึกทบทวนได้ด้วยตนเอง

ว่าที่ร้อยตรีเอกราช ไชยเพีย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หน่วย	เนื้อหา	หน้า
	คำชี้แจง	1
	หลักการและเหตุผล	2
	วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	3
	กลุ่มเป้าหมายที่เข้ารับการฝึกอบรม	3
	โครงสร้างหลักสูตร	4
	การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	5
	การแบ่งหน่วยเรียน/บทเรียน/หัวข้อ	13
	การวิเคราะห์วัตถุประสงค์	16
	ตารางการฝึกอบรม	20
	กระบวนการฝึกอบรม	21
	กิจกรรมการดำเนินการและเวลาในการฝึกอบรม	21
	สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์การฝึกอบรม	21
	วิธีการประเมินผล	22
1	หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	23
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	24
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 1	76
	แบบทดสอบหน่วยที่ 1	78
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 1	80
	ใบงาน หน่วยที่ 1	81
2	หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	98
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 2	99
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 2	125
	แบบทดสอบหน่วยที่ 2	127
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 2	129
	ใบงาน หน่วยที่ 2	130

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

หน่วย	เนื้อหา	หน้า
3	หน่วยที่ 3 เทคโนโลยีระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์	145
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 3	146
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 3	179
	แบบทดสอบหน่วยที่ 3	181
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 3	183
	ใบงาน หน่วยที่ 3	184
4	หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์	199
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 4	200
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 4	244
	แบบทดสอบหน่วยที่ 4	246
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 4	248
	ใบงาน หน่วยที่ 4	249
5	หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์	264
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 5	265
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 5	299
	แบบทดสอบหน่วยที่ 5	301
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 5	303
	ใบงาน หน่วยที่ 5	304
6	หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์	319
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 6	320
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 6	367
	แบบทดสอบหน่วยที่ 6	369
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 6	371
	ใบงาน หน่วยที่ 6	372

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

หน่วย	เนื้อหา	หน้า
7	หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด	388
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 7	389
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 7	408
	แบบทดสอบหน่วยที่ 7	410
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 7	412
	ใบงาน หน่วยที่ 7	413
8	หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	428
	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 8	429
	แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 8	448
	แบบทดสอบหน่วยที่ 8	450
	เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 8	452
	ใบงาน หน่วยที่ 8	453
	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	470
	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	477

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำชี้แจง

คู่มือหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้ฝึกอบรมครูผู้สอน ที่มีความต้องการพัฒนาตนเองในด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนแผนกช่างยนต์จะต้องมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัญหาของยานยนต์สมัยใหม่ให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีหน้าที่หลักในการผลิตนักเรียน นักศึกษาด้านวิชาชีพเพื่อตอบสนองตลาดแรงงานทั้งในและต่างประเทศ แผนกวิชาช่างยนต์เป็นแผนกวิชาที่มีผู้สนใจเข้ามาเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาประเทศ ครูผู้สอนมีความรู้ทางด้านทฤษฎีและทักษะปฏิบัติงานพื้นฐาน แต่ยังขาดทักษะปฏิบัติงานอาชีพ ครูผู้สอนยังขาดรูปแบบการสอนที่เหมาะสม ความเชี่ยวชาญในการสอน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้ก้าวทันเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว ครูผู้สอนวิชาช่างยนต์ต้องพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มีความรู้และทักษะให้ทันต่อเทคโนโลยีด้านยานยนต์เพื่อสอนนักเรียนให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน

ในคู่มือหลักสูตรนี้ใช้วิธีการอบรมเชิงปฏิบัติการแบบเผชิญหน้า (Face to Face) ประกอบด้วยกิจกรรมการบรรยายเนื้อหา การสาธิต การระดมสมอง และการฝึกปฏิบัติโดยเน้นกิจกรรมผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) โดยการให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ปัญหาที่วิทยากรตั้งโจทย์ปัญหาไว้ โดยเน้นใช้สื่อการสอนที่เป็นรถยนต์จริงและชุดสาธิตของระบบต่าง ๆ ในรถยนต์ที่ทันสมัยร่วมกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหาในรถยนต์ (Scan Tool) และคู่มือซ่อมรถยนต์ของแต่ละยี่ห้อ ประกอบด้วยเนื้อหา จำนวน 8 หน่วย ดังนี้ หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 3 เทคโนโลยีระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์ หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์ หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์ หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด และหน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และแบ่งกลุ่มฝึกปฏิบัติจำนวน 8 สถานีตามหน่วยเรียน หลังจากฝึกอบรมตามตารางแล้วผู้เข้ารับการอบรมสามารถเลือกฝึกในสถานีที่ตนเองสนใจ หรือต้องการฝึกทบทวนได้ด้วยตนเอง

ว่าที่ร้อยตรีเอกราช ไชยเพีย

คู่มือหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หลักการและเหตุผล

อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่เป็นหนึ่งในเป้าหมายในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจตามกรอบแนวคิดด้านเศรษฐกิจ 4.0 ประเทศไทยก้าวเข้าสู่การมีรายได้สูงภายในปี 2579 เพื่อเข้าสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้ว อีกทั้งกรอบแนวคิดคนไทย 4.0 คนไทยเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมแรงดลใจให้มีชีวิตอยู่อย่างมีความหมาย (Purposeful Learning) การเรียนรู้เพื่อบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์ (Generative Learning) การเรียนรู้เพื่อปลูกฝังจิตสาธารณะ (Mindful Learning) การเรียนรู้เพื่อมุ่งการทำงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ (Result-Based Learning) โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 ตลอดจนประเด็นการปฏิรูปประเทศ นอกจากนั้นได้ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมพัฒนาทุกภาคส่วน ทั้งในระดับกลุ่มอาชีพ ระดับภาค และระดับประเทศในทุกขั้นตอน อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อร่วมกันกำหนดวิสัยทัศน์และทิศทางการพัฒนาประเทศ รวมทั้งร่วมจัดทำรายละเอียดยุทธศาสตร์ของแผนฯ เพื่อมุ่งสู่ “ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) การเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในทุกๆ ด้าน มีการนำเทคโนโลยีมาใช้งานในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีด้านยานยนต์ได้ถูกพัฒนามาใช้ในรถยนต์เพื่อการแข่งขันให้สมรรถนะด้านต่างๆ สูงขึ้นและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สถานศึกษาบางแห่งไม่สามารถผลิตแรงงานที่มีฝีมือและทักษะได้ตามความต้องการของอุตสาหกรรม เพื่อเป็นการยกระดับฝีมือแรงงานซึ่งจะพบว่าในสถานศึกษาด้านอาชีวศึกษาที่ผลิตช่างฝีมือยังไม่ตอบสนองเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง การเตรียมตัวรับมือกับกับความท้าทายในเทคโนโลยีด้านยานยนต์ของวิทยาลัยและสำหรับครูผู้สอนจะจัดการเรียนการสอนอย่างไรในฐานะที่เป็นผู้ผลิตนักเรียน ปัจจัยที่ยิ่งใหญ่ที่สุดที่ใช้เป็นแรงผลักให้มีความสามารถในการแข่งขันต้องมุ่งเน้นไปที่ระบบองค์รวม การฝึกอบรมและการเตรียมความพร้อมของวิทยาลัยและผู้สอน ภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม ในสถานศึกษาที่เปิดสอนด้านยานยนต์ ยังไม่สามารถพัฒนาความรู้ความสามารถให้ทันต่อเทคโนโลยีที่กำลังเปลี่ยนแปลงทุกเวลา เพื่อสนับสนุนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในด้านการพัฒนาประเทศ การพัฒนากำลังคนและการเพิ่มโอกาสในการประกอบอาชีพของประชาชนในประเทศทำให้ผู้ที่ได้รับโอกาสมีคุณภาพชีวิตดีขึ้น และมีความมั่นคงในด้านการประกอบอาชีพและยังสามารถพัฒนาตนเองให้ทันต่อการเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่สูงขึ้นได้อย่างเป็นระบบเป็นที่ยอมรับของสังคม โดยเฉพาะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านวิชาชีพซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้ก้าวทันเทคโนโลยี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีหน้าที่หลักในการผลิตนักเรียน นักศึกษาด้านวิชาชีพเพื่อตอบสนองตลาดแรงงานทั้งในและต่างประเทศ แผนกวิชาช่างยนต์เป็นแผนกวิชาที่มีผู้สนใจเข้ามาเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาประเทศ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มีวิทยาลัย จำนวน 111 วิทยาลัย และทำการเปิดสอนสาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งมีครูผู้สอนจำนวนมากเช่นกัน ส่วนใหญ่เป็นครูอัตราจ้าง และครูผู้ช่วยยังขาดรูปแบบการสอนที่เหมาะสม ครูผู้สอนมีความรู้ทางด้านทฤษฎีและทักษะปฏิบัติงานพื้นฐาน แต่ยังขาดทักษะปฏิบัติงานอาชีพ ความเชี่ยวชาญในการสอน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้ก้าวทันเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว ครูผู้สอนวิชาช่างยนต์ต้องพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มีความรู้และทักษะให้ทันต่อเทคโนโลยีด้านยานยนต์เพื่อสอนนักเรียน นักศึกษาให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน จากการรวบรวมข้อมูลและได้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับการสำรวจข้อมูลจากครูผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์มีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากเทคโนโลยีด้านยานยนต์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ครูผู้สอนยังขาดความรู้ และทักษะที่จะนำมาสอนนักเรียน และปัจจุบันยังขาดหลักสูตรที่จะสามารถพัฒนาครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์ให้ตรงกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านยานยนต์

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้มีความมั่นใจในการนำความรู้และทักษะประสบการณ์ด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ไปประยุกต์ใช้ในการสอนสำหรับครูผู้สอนแผนกช่างยนต์ในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเรื่อง “หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” มีความรู้ความสามารถดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าอบรมมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบต่างๆ ของเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่
2. ผู้เข้าอบรมสามารถวิเคราะห์ข้อขัดข้องเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่
3. ผู้เข้าอบรมสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กลุ่มเป้าหมายที่เข้ารับการฝึกอบรม

ครู-อาจารย์ แผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โครงสร้างหลักสูตร

เนื้อหา “หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ” จำนวน 8 หน่วยการเรียน ประกอบด้วย

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	240 นาที	240 นาที
2	เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	240 นาที	240 นาที
3	ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์	240 นาที	240 นาที
4	เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์	240 นาที	240 นาที
5	เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์	240 นาที	240 นาที
6	เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์	240 นาที	240 นาที
7	เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด	240 นาที	240 นาที
8	เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	240 นาที	240 นาที
	ทบทวนความรู้	240 นาที	240 นาที
	ประเมินผล	240 นาที	240 นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การแบ่งหน่วยเรียน/บทเรียน/หัวข้อ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1 พื้นฐานระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1.1 วิวัฒนาการของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.1.2 อัตราส่วนผสม อากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.1.3 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

1.2 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.2.1 ระบบเชื้อเพลิง

1.2.2 ระบบการประจุอากาศ

1.2.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

1.3 ระบบวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.3.1 หลักการวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.3.2 การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.3.3 การแก้ไขข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

2.1 ระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.1 โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอิเล็กทรอนิกส์

2.1.2 หลักการทำงานของส่วนประกอบระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.3 การควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

2.2 ระบบวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.2.1 หลักการทำงานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.2.2 การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซล

หน่วยที่ 3 ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์

3.1 แหล่งกำเนิดของแก๊สที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษ

3.1.1 สัดส่วนปริมาณแก๊สต่างๆ บนโลก

3.1.2 แก๊สไอเสียที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์

3.1.3 สภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี RAJABHAT DHANBURI UNIVERSITY

3.2 ระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์

3.2.1 ลักษณะของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท

3.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท

หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์

4.1 ระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

4.1.1 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

4.1.2 หลักการทำงานระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

4.1.3 ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

4.2 ระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT

4.2.1 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT

4.2.2 หลักการทำงานของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT

หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์

5.1 ระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABS

5.2.1 ส่วนประกอบของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABS

5.2.2 หลักการทำงานของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก

5.2 ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

5.2.1 ส่วนประกอบของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

5.2.2 หลักการทำงานของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์

6.1 ระบบอำนวยความสะดวก

6.1.1 ระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ

6.2.2 ระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ

6.2.3 ระบบป้องกันการสตาร์ทของรถยนต์

6.2 ระบบเสริมความปลอดภัย

6.2.1 ระบบถุงลมนิรภัย

6.1.2 ระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวาง

6.3 ระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus

6.3.1 ลักษณะของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus

6.3.2 หลักการทำงานของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus

หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด

7.1 ประเภทของระบบรถยนต์ไฮบริด

7.1.1 ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม

7.1.2 ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบขนาน

7.1.3 ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม-ขนาน

7.2 หลักการทำงานของส่วนประกอบรถยนต์ไฮบริด

7.2.1 ชุดกล่องควบคุมกำลัง

7.2.2 แบตเตอรี่ไฮบริด

7.2.3 การส่งกำลังและอุปกรณ์แยกกำลังของรถ

7.2.4 การส่งกำลังรถยนต์ไฮบริด

หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

8.1 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

8.1.1 ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากการสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า HEV

8.1.2 ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าภายนอก PHEV

8.1.3 ยานยนต์ที่ใช้พลังงานพลังงานแบตเตอรี่ BEV

8.1.4 ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง FCEV

8.2 ส่วนประกอบของยานยนต์ไฟฟ้า

8.2.1 แบตเตอรี่

8.2.2 มอเตอร์

8.2.3 ชุดควบคุม

8.2.4 ชุดประจุไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. วิวัฒนาการของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	√			วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน			√
2. อัตราส่วนผสม อากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน		√					
3. ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน		√					
4. ระบบเชื้อเพลิง		√					
5. ระบบการประจุอากาศ		√					
6. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์		√					
7. หลักการวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน		√					
8. การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน		√					
9. การแก้ไขข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอิเล็กทรอนิกส์	√			วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล			√
2. หลักการทำงานของส่วนประกอบระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล		√					
3. การควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง		√					
4. หลักการทำงานของระบบวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซล		√					
5. การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซล		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 3 ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. สัดส่วนปริมาณแก๊สต่างๆ บนโลก	√			วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์			√
2. แก๊สไอเสียที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์	√						
3. สภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ	√						
4. ลักษณะของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท	√						
5. หลักการทำงานของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภท		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	√			วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบส่งกำลังในรถยนต์			√
2. หลักการทำงานระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์		√					
3. ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์		√					
4. ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT	√						
5. หลักการทำงานของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ(Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. ส่วนประกอบของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABS	√			วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบเครื่องล่างในรถยนต์			√
2. หลักการทำงานของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อกABS		√					
3. ส่วนประกอบของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	√						
4. หลักการทำงานของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. ระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ		√		วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์			√
2. ระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ		√					
3. ระบบป้องกันการสตาร์ทของรถยนต์		√					
4. ระบบถุงลมนิรภัย		√					
5. ระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวาง		√					
6. ลักษณะของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus	√						
7. หลักการทำงานของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง
หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม	√			ตรวจสอบข้อขัดข้องของรถยนต์ไฮบริด			√
2. ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบขนาน	√						
3. ระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม-ขนาน	√						
4. ชุดกล่องควบคุมกำลัง	√						
5. อินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์	√						
6. แบตเตอรี่ไฮบริด	√						
7. การส่งกำลังและอุปกรณ์แยกกำลังของรถ	√						
8. การส่งกำลังรถยนต์ไฮบริด	√						

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ความรู้ (Knowledge)	ระดับความรู้			ทักษะ (Skill)	ระดับทักษะ		
	R	A	T		I	C	A
1. ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากการสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า HEV		√		ตรวจสอบข้อข้องของยานยนต์ไฟฟ้า			√
2. ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าภายนอก PHEV		√					
3. ยานยนต์ที่ใช้พลังงานพลังงานแบตเตอรี่ BEV		√					
4. ยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง FCEV		√					
5. มอเตอร์		√					
6. แบตเตอรี่		√					
7. ชุดควบคุม		√					
8. ชุดประจุไฟฟ้า		√					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ

ระดับความรู้

R = การฟื้นคืนความรู้

A = การประยุกต์ความรู้

T = การส่งถ่ายความรู้

ระดับทักษะ

I = ขั้นเลียนแบบ

C = ขั้นทำด้วยความถูกต้อง

A = ขั้นชำนาญ

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1 รู้เกี่ยวกับพื้นฐานระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1.1 บอกวิวัฒนาการของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

1.1.2 บอกอัตราส่วนผสม อากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

1.1.3 บอกชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้

1.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.2.1 อธิบายหลักการทำงานระบบเชื้อเพลิงได้

1.2.2 อธิบายหลักการทำงานระบบการประจุอากาศได้

1.2.3 อธิบายหลักการทำงานระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้

1.3 วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.3.1 อธิบายหลักการทำงานหลักการวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

1.3.3 อ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

1.3.3 แก้ไขข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

2.1 เข้าใจเกี่ยวกับระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.1 บอกโครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้

2.1.2 อธิบายหลักการทำงานของส่วนประกอบระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซลได้

2.1.3 อธิบายการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้

2.2 วิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.2.1 อธิบายหลักการทำงานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซลได้

2.2.2 อ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ดีเซลได้

หน่วยที่ 3 ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์

3.1 รู้เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของแก๊สที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษ

3.1.1 บอกสัดส่วนปริมาณแก๊สต่าง ๆ บนโลกได้

3.1.2 ระบุแก๊สไอเสียที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์ได้

3.1.3 บอกสภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์
3.2.1 บอกลักษณะของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภทได้
3.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบควบคุมมลภาวะในรถยนต์แต่ละประเภทได้

หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์

4.1 เข้าใจเกี่ยวกับระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
4.1.1 บอกส่วนประกอบระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
4.1.2 อธิบายหลักการทำงานระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
4.1.3 อธิบายหลักการทำงานของระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
4.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT
4.2.1 บอกหน้าที่ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT ได้
4.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบส่งกำลังแบบอัตโนมัติแบบแปรผันต่อเนื่อง CVT ได้

หน่วยที่ 5 เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์

5.1 เข้าใจเกี่ยวกับระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABS
5.2.1 บอกหน้าที่ส่วนประกอบของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก ABSได้
5.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อกได้
5.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
5.2.1 บอกส่วนหน้าที่ประกอบของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
5.2.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์

6.1 เข้าใจเกี่ยวกับระบบอำนวยความสะดวก
6.1.1 อธิบายหลักการทำงานระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติได้
6.2.2 อธิบายหลักการทำงานระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติได้
6.2.3 อธิบายหลักการทำงานระบบป้องกันการสตาร์ทของรถยนต์ได้
6.2 เข้าใจเกี่ยวกับระบบเสริมความปลอดภัย
6.2.1 อธิบายหลักการทำงานระบบถุงลมนิรภัยได้
6.1.2 อธิบายหลักการทำงานระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวางได้
6.3 เข้าใจเกี่ยวกับระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus
6.3.1 บอกลักษณะของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus ได้
6.3.2 อธิบายหลักการทำงานของระบบส่งถ่ายข้อมูลแบบโครงข่าย Can Bus ได้

หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด

7.1 รู้เกี่ยวกับประเภทของระบบรถยนต์ไฮบริด

7.1.1 บอกลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรมได้

7.1.2 บอกลักษณะของระบบรถยนต์ไฮบริดแบบขนานได้

7.1.3 บอกลักษณะระบบรถยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม-ขนานได้

7.2 เข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของส่วนประกอบรถยนต์ไฮบริด

7.2.1 อธิบายหลักการทำงานกล่องควบคุมกำลังและอินเวอร์เตอร์ได้

7.2.2 อธิบายหลักการทำงานอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้

7.2.3 อธิบายหลักการทำงานแบตเตอรี่ไฮบริดได้

7.2.4 อธิบายหลักการทำงานการส่งกำลังและอุปกรณ์แยกกำลังของรถได้

7.2.5 อธิบายหลักการทำงานการส่งกำลังรถยนต์ไฮบริดได้

หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

8.1 รู้เกี่ยวกับประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

8.1.1 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากการสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า HEV ได้

8.1.2 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าภายนอก PHEV ได้

8.1.3 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานพลังงานแบตเตอรี่ BEV ได้

8.1.4 บอกลักษณะของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง FCEV ได้

8.2 เข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของส่วนประกอบของยานยนต์ไฟฟ้า

8.2.1 อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ได้

8.2.2 อธิบายหลักการทำงานของแบตเตอรี่ได้

8.2.3 อธิบายหลักการทำงานของชุดควบคุมได้

8.2.4 อธิบายหลักการทำงานของชุดประจุไฟฟ้าได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางการฝึกอบรม

หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วันที่	08.00 น. - 12.00 น.	12.00 น.-13.00 น.	13.00 น. - 17.00 น.
1	หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	พักเที่ยง	ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 1
2	หน่วยที่ 2 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 2
3	หน่วยที่ 3 ระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 3
4	หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถยนต์		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 4
5	หน่วยที่ 5เทคโนโลยีระบบเครื่องล่างในรถยนต์		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 5
6	หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 6
7	หน่วยที่ 7 เทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 7
8	หน่วยที่ 8 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า		ฝึกปฏิบัติตามสถานีประจำหน่วยที่ 8
9	ทบทวนความรู้		ทบทวนความรู้
10	สอบประมวลความรู้		สอบประมวลความรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กระบวนการฝึกอบรม
หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กิจกรรมการดำเนินการและเวลาในการฝึกอบรม

กิจกรรมการดำเนินการและเวลาในการฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโดยบูรณาการเนื้อหา กิจกรรมการปฏิบัติ การฝึกทักษะ และทดสอบประมวลความรู้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ใช้เวลาจำนวน 80 ชั่วโมง ดังนี้

1. พิธีเปิดและบรรยายพิเศษเวลา จำนวน 1 ชั่วโมง
2. ทดสอบก่อนการฝึกอบรมใช้เวลา จำนวน 1 ชั่วโมง
3. ดำเนินการอบรมตามเนื้อหา เวลา 08.00-17.00 น จำนวน 64 ชั่วโมง
4. ทบทวนความรู้ตามเนื้อหาโดยผู้เข้ารับการต้องการ จำนวน 8 ชั่วโมง
5. ประเมินผลการฝึกอบรมทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 1 ชั่วโมง
6. ประเมินผลการฝึกอบรมทดสอบปฏิบัติ 7 ชั่วโมง
7. ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารบการฝึกอบรม หลังการฝึกอบรม

รูปแบบการฝึกอบรม

รูปแบบอบรมเชิงปฏิบัติการ เทคนิคการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active learning)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์การฝึกอบรม

สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ฝึกอบรม ได้แก่

1. เอกสารการฝึกอบรม ประกอบด้วย

1.1 หลักสูตรฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2 เอกสารความรู้ประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. สื่อการนำเสนอของวิทยากรประกอบด้วย

2.1 เอกสารประกอบการบรรยาย

2.2 ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2.3 ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ดีเซล

2.4 ชุดสาธิตระบบควบคุมมลภาวะของแก๊สไอเสียของรถยนต์

2.5 ชุดสาธิตระบบส่งกำลังในรถยนต์

2.6 ชุดสาธิตระบบเครื่องล่างในรถยนต์

2.7 ชุดสาธิตระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์

2.8 ชุดสาธิตรถยนต์ไฮบริด

2.9 ชุดสาธิตยานยนต์ไฟฟ้า

2.10 โปรแกรมการนำเสนอ (Power Point)

2.11 คอมพิวเตอร์, เครื่องฉายแอล ซี ดี โปรเจคเตอร์ และเครื่องวิชวลไลเซอร์

การประมินผล

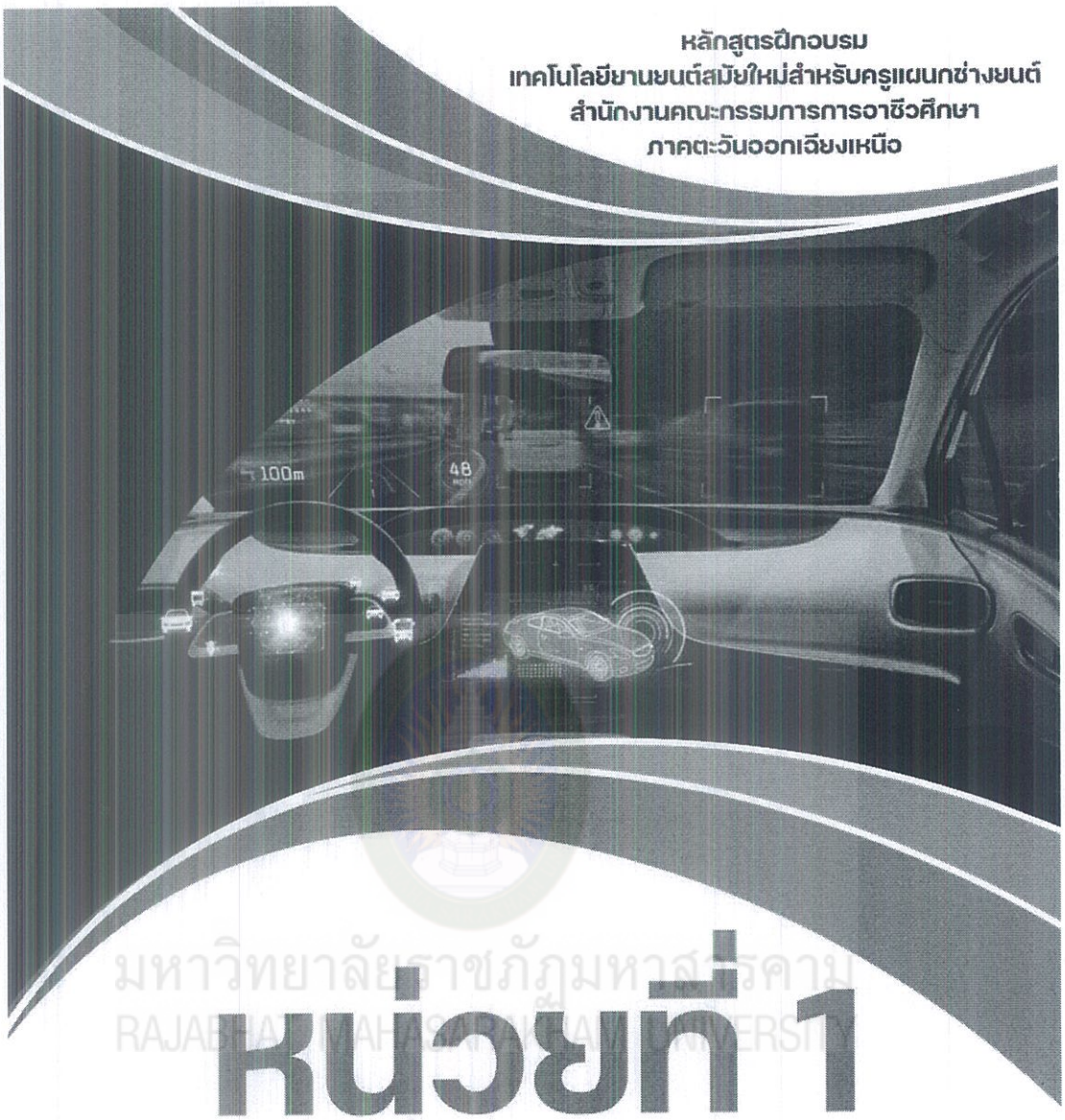
การฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีดังต่อไปนี้

เกณฑ์การวัดและประเมินผลในการฝึกอบรม

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องเข้ารับการฝึกอบรม ระยะเวลาไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80
2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีคะแนนด้านความรู้ ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70
3. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีคะแนนด้านทักษะปฏิบัติงาน ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70
4. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องผ่านเกณฑ์ทั้งสามข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลักสูตรฝึกอบรม
เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยที่ 1

เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1

เทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1 พื้นฐานระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.1.1 วิวัฒนาการของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ต่อมาวิศวกรของบริษัท BOSCH ได้พัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนให้เข้าห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์โดยตรง เริ่มใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2478 ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ของเครื่องอากาศยานสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งใช้ความดันฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 40-50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และในปี พ.ศ. 2497 ได้มีการออกแบบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่ใช้กับเครื่องยนต์ของรถยนต์ แต่เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูง จึงมีใช้แต่ในรถแข่งเท่านั้น ต่อมาภายหลังจึงได้มีการพัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนมาเป็นแบบฉีดเข้าท่อร่วมไอดี โดยใช้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงคล้ายกับปั๊มน้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซลใน พ.ศ. 2520 ได้นำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาใช้ในรถยนต์มากขึ้น ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน จึงได้ถูกพัฒนาเป็น ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเรียกว่า **ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์** (Electronic Fuel Injection หรือเรียกสั้นๆ ว่า ระบบ EFI) ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเลคทรอนิกส์ มี 2 แบบ คือ

1. เรียกแบบ D-JETRONIC
2. เรียกแบบ L-JETRONIC

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทั้ง 2 แบบมีไว้เพื่อให้หัวฉีดน้ำมัน ฉีดน้ำมันเข้าท่อไอดี ไปจุดระเบิด การออกแบบระบบการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด แตกต่างกันตามที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ออกแบบ การฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีดปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการยกของเข็มหัวฉีด ถ้ายกนานปริมาณน้ำมันที่ฉีดออกมาจะมาก แต่ถ้าระยะเวลาการยกของเข็มหัวฉีดน้อยปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดออกมาเข้าท่อไอดีก็จะน้อยด้วย จำนวนน้ำมันที่ออกจากหัวฉีดมากหรือน้อยไม่ได้อยู่ว่าหัวฉีดยกสูงหรือยกต่ำ หัวฉีดทุกหัวทุกระยะความเร็วหัวฉีดทุกหัว มีระยะยกของหัวฉีดเท่ากันทุกสูบ ที่แตกต่างกันในแต่ละรอบความเร็วคือเวลาที่ใช้ในการยกว่ามากหรือน้อย นานหรือไม่นาน

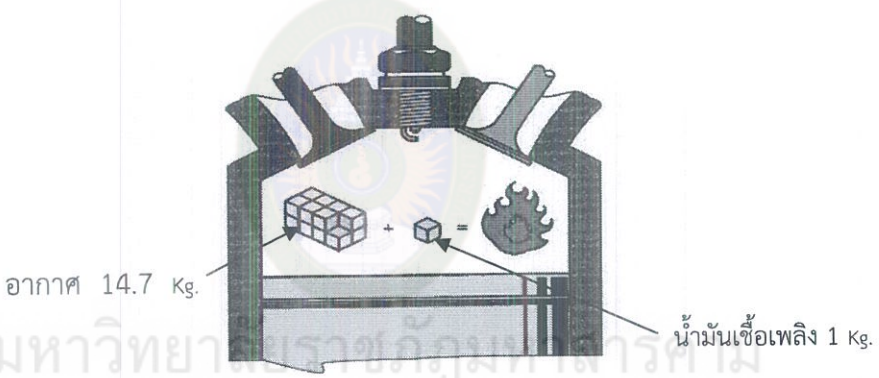
การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะมากหรือน้อยใช้เวลาเป็นตัวบอกว่าหัวฉีดยกนานหรือไม่นาน ถ้าอย่างนั้นเวลาการยกของเข็มหัวฉีดมาจากไหน ที่มาของเวลาการยกหัวฉีดเชื้อเพลิงถูกคำนวณมาจาก 2 เงื่อนไข เงื่อนไขที่ 1 คือเวลาการฉีดพื้นฐานเงื่อนไขที่ 2 คือการเพิ่มเวลาการฉีดให้มากขึ้น มากกว่าระยะเวลาการฉีดพื้นฐาน เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องการเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อใช้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถไปตามคำสั่งของผู้ขับรถ เช่นการเร่งเครื่อง, การขึ้นเนินลงเนิน, การหยุดรถอย่างทันทีทันใด, หรือการเบารถขณะที่วิ่ง, หรือการจอดรถอยู่กับที่เครื่องยนต์ทำงานในรอบเดินเบา หรืออื่นๆ การคำนวณหาระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิงพื้นฐานแต่ละแบบมีอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

ระบบการฉีดเชื้อเพลิงแบบ D-JETRONIC ใช้การการตรวจจับสุญญากาศด้วย VACUUM SENSOR และความเร็วรอบเครื่องยนต์ เป็นพื้นฐานในการควบคุมระยะเวลาการยกของหัวฉีดน้ำมัน จุดสังเกตการฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบใด ดูได้จากอุปกรณ์ VACUUM SENSOR จะอยู่หน้าลิ้นเร่ง (ลิ้นปีกผีเสื้อ) คืออยู่ระหว่างกรองอากาศกับลิ้นเร่ง

ระบบการฉีดเชื้อเพลิงแบบ L-JETRONIC ใช้การการตรวจจับปริมาณการไหลของอากาศด้วย AIR FLOW METER และความเร็วรอบเครื่องยนต์ เป็นพื้นฐานในการควบคุมระยะเวลาการยกของหัวฉีดน้ำมันจุดสังเกตการฉีดเชื้อเพลิงแบบ L ดูได้จากอุปกรณ์ AIR FLOW METER จะอยู่หลังลิ้นเร่ง คืออยู่ระหว่าง ลิ้นเร่ง กับท่อร่วมไอดี

เมื่อเครื่องยนต์ต้องการเชื้อเพลิงมากขึ้นจากการใช้งานของผู้ขับรถ อุปกรณ์ต่อไปนี้จะร่วมกันทั้งหมดส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่กล่อง ECU เพื่อให้ ECU คำนวณเพิ่มระยะเวลาการยกของหัวฉีดเชื้อเพลิง ให้มีปริมาณเชื้อเพลิงเข้าท่อไอดีมากขึ้นเพื่อใช้จุดระเบิดเพิ่มกำลังให้กับรถ (หรือหมายความว่าเพิ่มกำลังให้กับเครื่องยนต์) อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้คำนวณการเพิ่มระยะเวลา

1.1.2 อัตราส่วนผสม อากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน



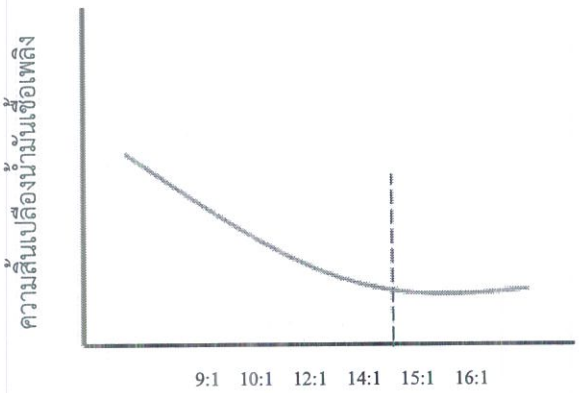
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.1 อัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงทางทฤษฎี

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะติดเครื่องได้ อัตราส่วนของเชื้อเพลิงกับอากาศจะต้องเหมาะสมและถูกต้อง กับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อให้การเผาไหม้ภายในกระบอกสูบสมบูรณ์ เครื่องยนต์ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไปหรือน้อยเกินไป ปริมาณของอากาศ จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งที่เป็นที่รู้จักกันคืออัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงทางทฤษฎี

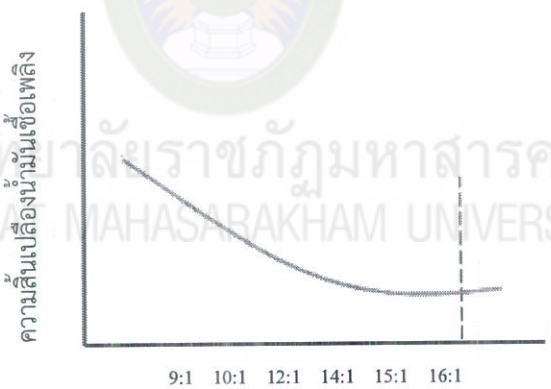
อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงทางทฤษฎี คือ อัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศทางทฤษฎี ที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์ โดยปกติเท่ากับ 14.7:1 โดยน้ำหนัก หมายถึงอากาศจำนวน 14.7 กิโลกรัมผสมกับน้ำมันเบนซิน 1 กิโลกรัม หรือคิดโดยปริมาตร อากาศ 11,500 ลิตร ผสมกับน้ำมันเบนซิน 1 ลิตร



รูปที่ 1.2 กราฟแสดงอัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงทางทฤษฎี

อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างประหยัด

อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างประหยัด คือ อัตราส่วนที่มีการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด สำหรับการให้กำลังงาน อัตราส่วนนี้จะบางกว่า อัตราส่วนทางทฤษฎี (อากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง 16-18: 1)

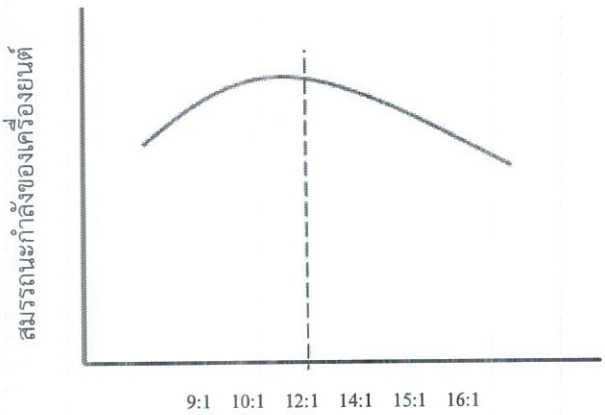


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.3 กราฟแสดงอัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างประหยัด

อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้กำลังงาน

อัตราส่วนผสมอากาศ-เชื้อเพลิงที่ให้กำลังงานคือ อัตราส่วนที่ให้สมรรถนะกำลังงานสูงสุด อัตราส่วนนี้จะหนากว่าอัตราส่วนทางทฤษฎี (อากาศ ต่อเชื้อเพลิง 12-13: 1) ตรงกันข้ามกับอัตราส่วนอย่างประหยัด



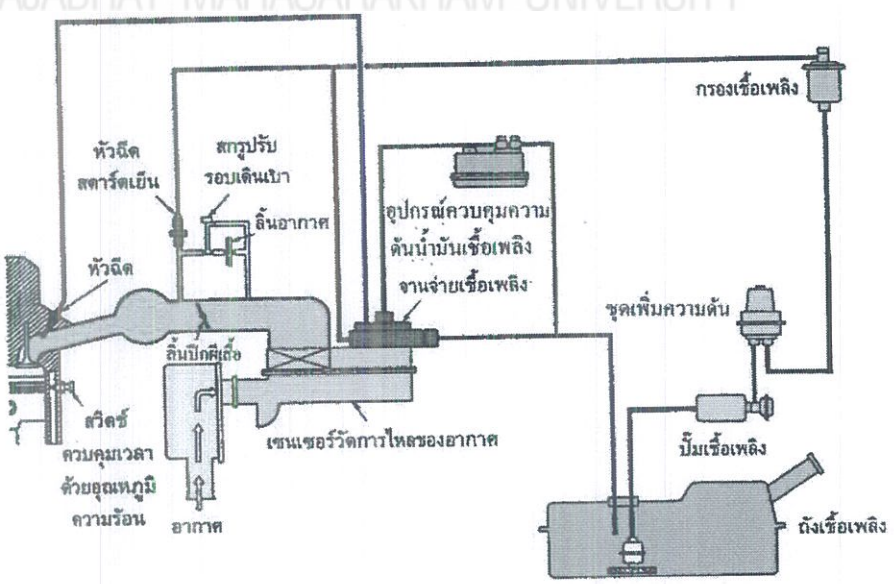
รูปที่ 1.4 กราฟแสดงอัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้กำลังงาน

1.1.3 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ที่มีใช้ในรถยนต์นั่งโดยทั่วๆ ไป จะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แบบควบคุมด้วยกลไก (มีชื่อเรียกว่า K-Jertonic) ลักษณะการฉีดเป็นระบบการฉีดแบบต่อเนื่อง (Fuel Continuous Injection System; CIS)
2. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แบบควบคุมด้วยกลไกร่วมระบบอิเล็กทรอนิกส์ (มีชื่อเรียกว่า KE-Jetronic)
3. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แบบควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆ (มีชื่อเรียกว่า D-Jetronic และ L-Jetronic)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

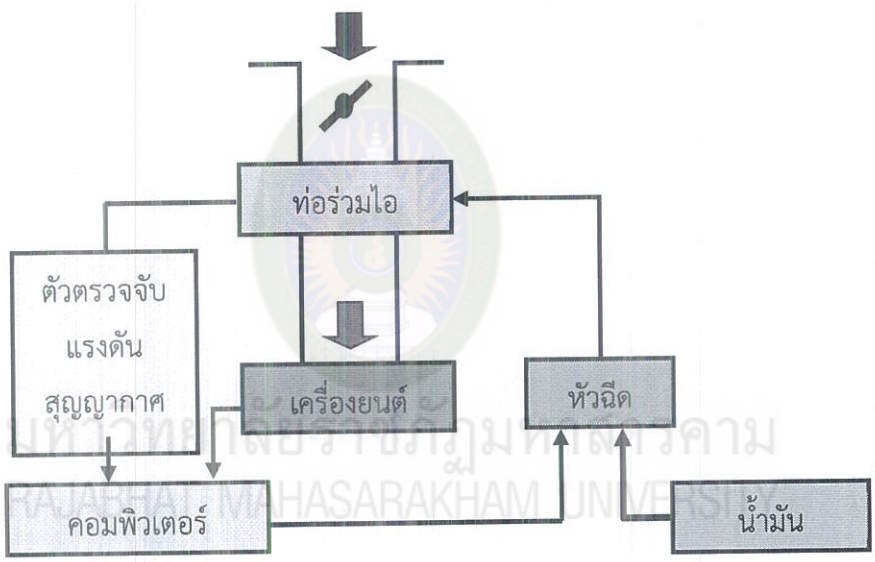


รูปที่ 1.5 โครงสร้างระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แบบควบคุมด้วยกลไก (ระบบ เค เจทรอนิก: K-Jetronic)

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนทั้งหมดนี้ ได้ถูกคิดค้นโดยบริษัทบ๊อช (BOSCH) ประเทศเยอรมัน เครื่องยนต์ของรถยนต์ที่ใช้ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนรุ่นแรกๆ จะเป็นแบบควบคุมด้วยกลไก และได้พัฒนามาเป็นแบบควบคุมด้วยกลไกร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในปัจจุบันได้พัฒนาเป็นแบบที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆ ดังนั้น ชุดการสอนนี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะแบบควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆ เท่านั้นซึ่งสามารถแบ่งตามวิธีการตรวจวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบได้ 2 แบบ ดังต่อไปนี้

1. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ แบบดี (D-Jetronic)

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบนี้ ใช้วิธีวัดแรงดันสุญญากาศภายในท่อร่วมไอดี โดยจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ตัวตรวจจับแรงดันสุญญากาศ (Vacuum Sensor) และส่งสัญญาณปริมาตรของอากาศในรูปของแรงดันไฟฟ้า ไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit: ECU) บางครั้งเรียกสั้นๆ ว่า กล่องคอมพิวเตอร์



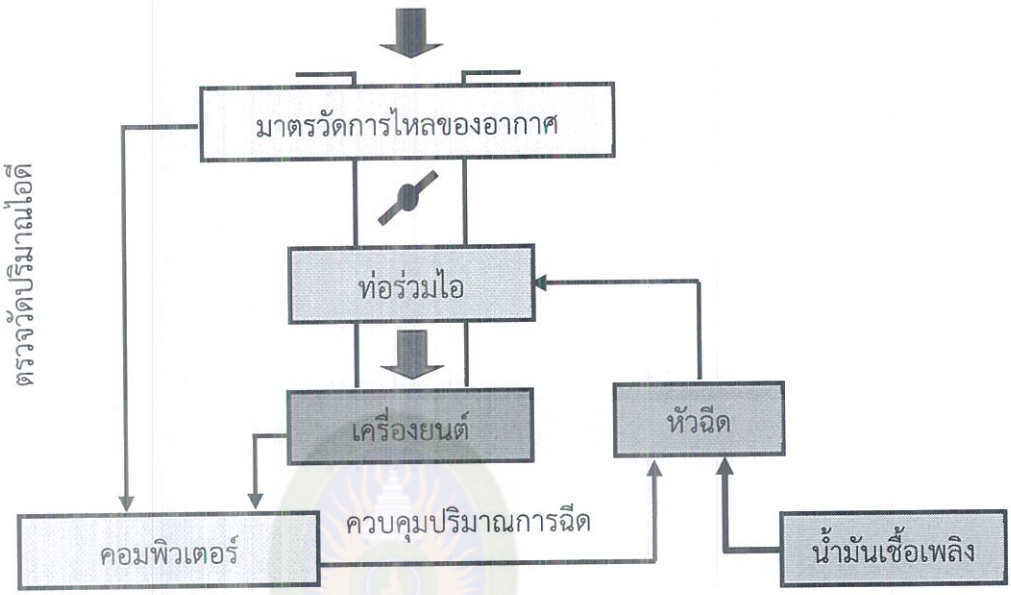
รูปที่ 1.6 โครงสร้างระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ แบบดี (D-Jetronic)

หมายเหตุ D-EFI โดยปกติหมายถึง D-Jetronic อักษร D มาจากภาษาเยอรมันว่า “Druck ” (แรงดัน) และ “Jetronic” หมายถึง หัวฉีด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ แบบแอล (L-Jetronic)

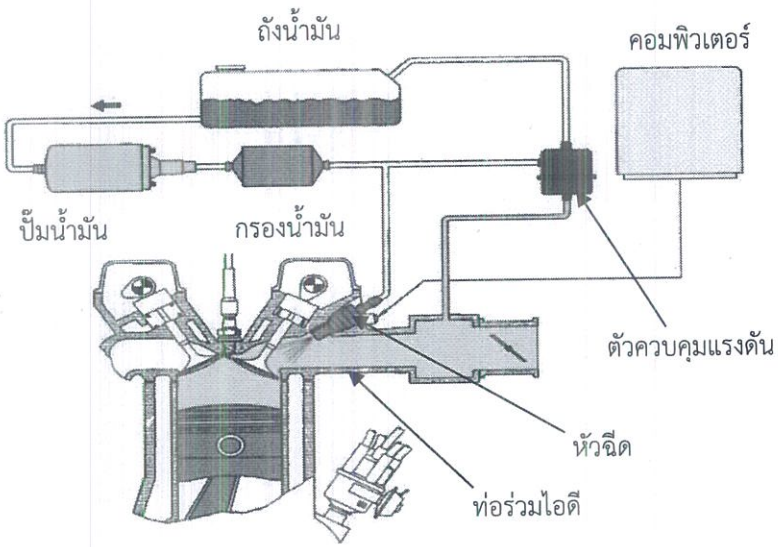
ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบนี้ใช้วิธีการตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศ ที่เข้าไปภายในท่อร่วมไอดีโดยตรง โดยใช้มาตรวัดการไหลของอากาศ (Air Flow Meter) และส่งสัญญาณปริมาตรของอากาศในรูปของแรงดันไฟฟ้า ไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.7 โครงสร้างระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ แบบแอล (L-Jetronic)

หมายเหตุ L-EFI โดยปกติหมายถึง L-Jetronic อักษร “L” มาจากภาษาเยอรมันว่า “Luft” (อากาศ)

หลักการเบื้องต้นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

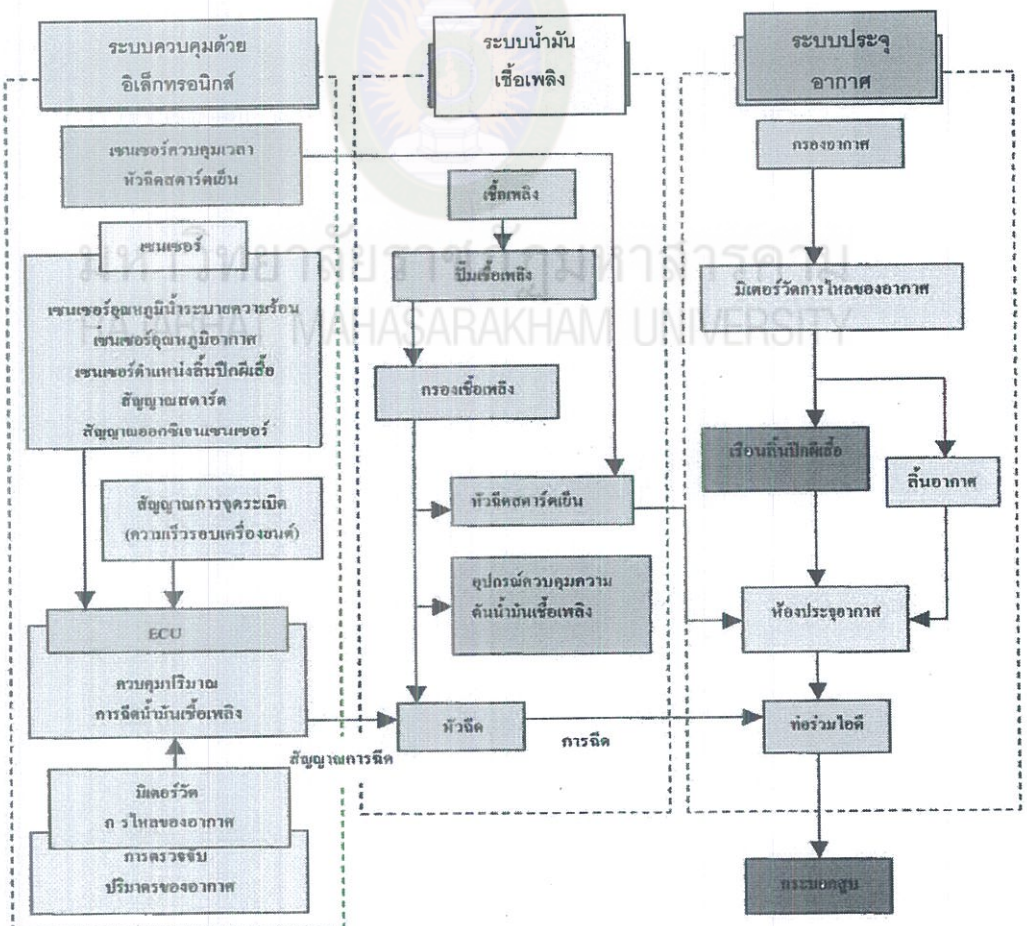


รูปที่ 1.8 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

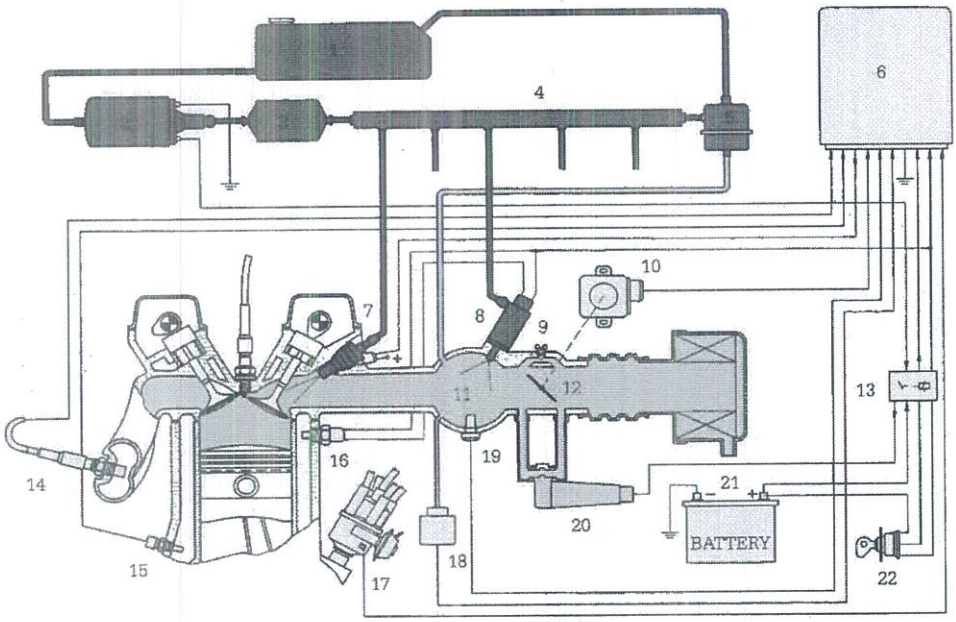
หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ จะใช้หัวฉีดไฟฟ้า ทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อร่วมไอดี โดยทั่วไปจะมีหัวฉีดกระบอกสูบละ 1 หัว หัวฉีดจะฉีดพร้อมกันทุกสูบบางรุ่นก็จะมีการฉีดเป็นกลุ่ม หรือเรียงตามลำดับจุดระเบิด ขึ้นอยู่ตามบริษัทผู้ออกแบบน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดจากถังเก็บ โดยปั๊มน้ำมันแบบใช้ไฟฟ้า ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะสร้างแรงดัน ประมาณ 3 บาร์ หรือ 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และส่งผ่านกรองน้ำมัน ไปยังหัวฉีด ซึ่งติดตั้งไว้ที่บริเวณท่อร่วมไอดี ใกล้กับลิ้นไอดี เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ น้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกฉีดออกมาผสมกับอากาศที่ท่อร่วมไอดี แล้วถูกดูดเข้าห้องเผาไหม้ต่อไป ปริมาณการฉีดจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ถ้ามีระยะเวลาป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าหัวฉีดนาน น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดออกมามาก และในทางกลับกัน หากไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีดเป็นระยะเวลาสั้น น้ำมันเชื้อเพลิงก็จะถูกฉีดออกมาน้อย

ส่วนประกอบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเชื้อเพลิง, ระบบการประจุอากาศ และระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ หรือ สามารถแตกแยกออกไปเป็นอุปกรณ์การฉีดเชื้อเพลิงและอุปกรณ์การแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งแผนภูมิดังต่อไปนี้ได้แสดงถึงลักษณะของอุปกรณ์พื้นฐานและอุปกรณ์การแก้ไขข้อบกพร่อง



รูปที่ 1.9 ส่วนประกอบหลักของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.10 โครงสร้างและอุปกรณ์ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ข้อดีของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

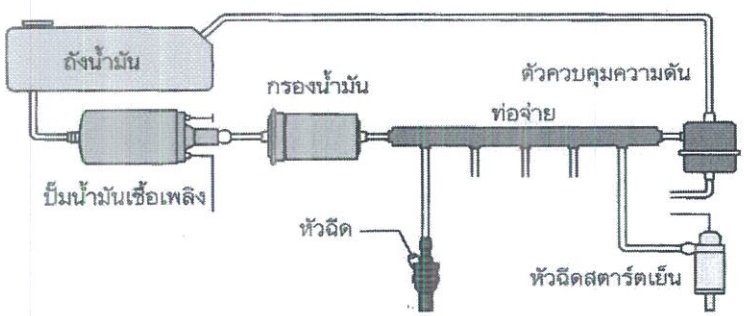
1. สามารถให้ส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละสูบได้เท่ากัน
2. สามารถรักษาอัตราส่วนอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงได้ตลอดทุกย่านความเร็วรอบเครื่องยนต์
3. มีการตอบสนองสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของคันเร่งได้ดี
4. สามารถติดเครื่องได้ง่าย แม้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ
5. มีการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อมีการลดความเร็วรถ ทำให้ลดแก๊สพิษที่ปะปนมากับไอเสีย และช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง
6. การประจุส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

1.2.1 ระบบเชื้อเพลิง

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงจะประกอบไปด้วยมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ คือ ถังน้ำมัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ตัวควบคุมความดัน หัวฉีดหลัก และหัวฉีดสตาร์ทเย็น ดังรูปที่ 1.11



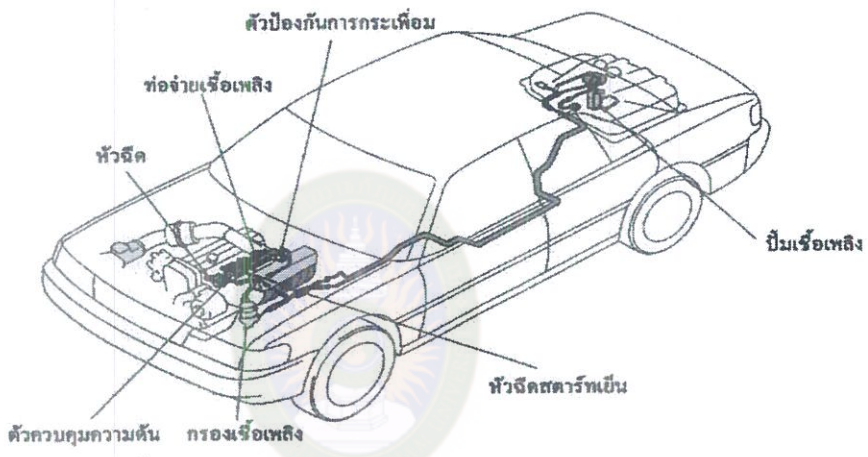
รูปที่ 1.11 โครงสร้างของระบบเชื้อเพลิง

น้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกดูดจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงโดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านท่อส่งน้ำมันเชื้อเพลิง และกรองน้ำมันเชื้อเพลิง ภายใต้การควบคุมความดันของตัวควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการใช้งานจะถูกส่งกลับไปยังถังน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อน้ำมันไหลกลับ

ตัวป้องการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่ดูดซับอาการกระเพื่อมของน้ำมันที่อยู่ในท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

หัวฉีดสตาร์ทเย็น เป็นอุปกรณ์หนึ่งในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าภายในห้องประจุไอดี เพื่อให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายขึ้นในขณะที่น้ำระบายความร้อนยังมีอุณหภูมิต่ำ

หัวฉีดหลัก ทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองภายในห้องประจุไอดี โดยได้รับสัญญาณในการทำงานจากคอมพิวเตอร์ ในรูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง

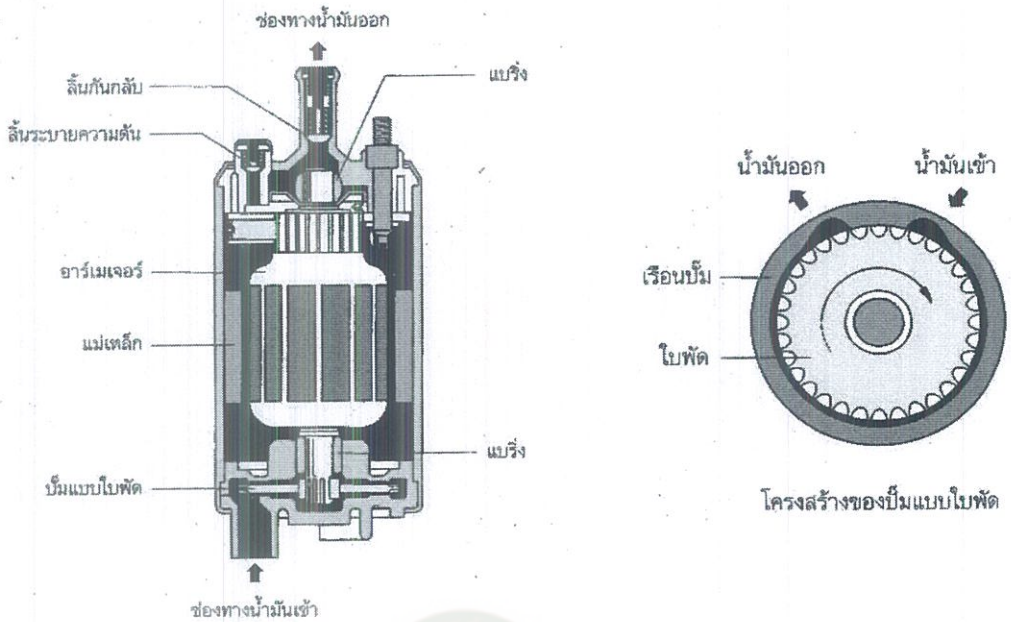


รูปที่ 1.12 ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

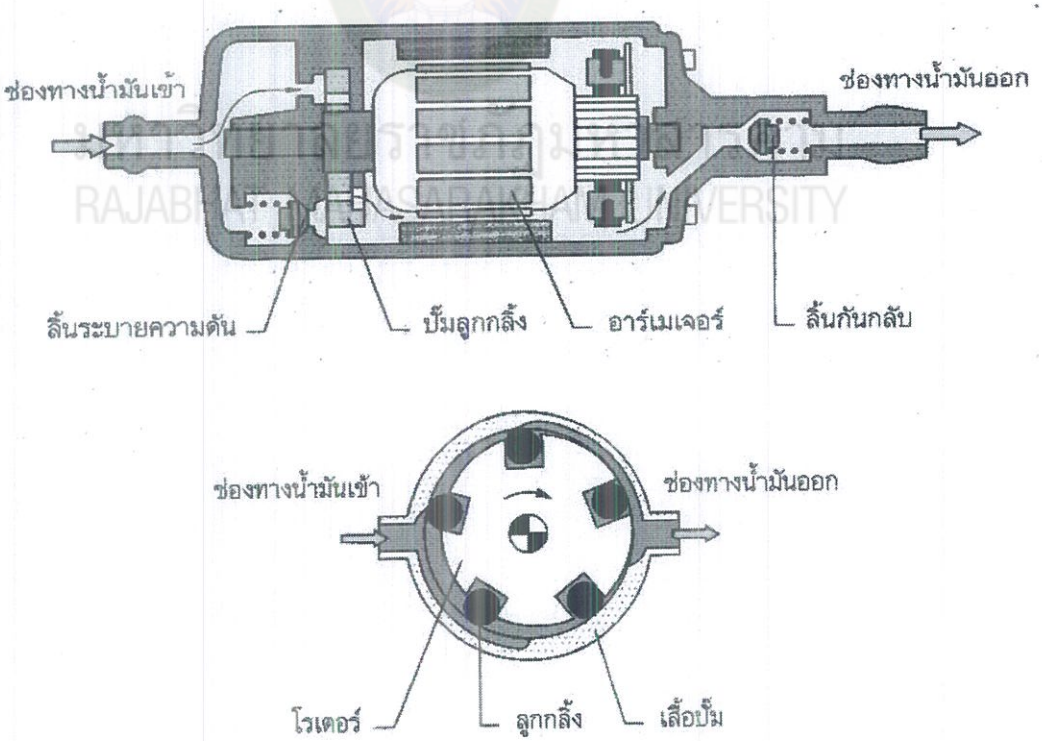
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสตรง แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลท์ ซึ่งจะมีการออกแบบให้ตัวปั๊มน้ำมันกับตัวมอเตอร์ไฟฟ้า อยู่เป็นชุดเดียวกัน เป็นอุปกรณ์ติดตั้งกับรถยนต์ที่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแบ่งชนิดของ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงออกตามลักษณะของการติดตั้งได้ 2 แบบคือ แบบในถัง (In Tank) โครงสร้างของตัวปั๊มจะเป็นลักษณะใบพัด ดังรูปที่ 1.13 และอีกแบบหนึ่งจะเป็น แบบนอกถัง (In Line) โครงสร้างของตัวปั๊มจะเป็นลักษณะลูกกลิ้งดังรูปที่ 1.14 ซึ่งจะมีหลักการทำงานคล้ายกัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานก็ต่อเมื่อเครื่องยนต์ทำงานเท่านั้น ถ้าเปิดสวิตช์จุดระเบิดตำแหน่ง ON เครื่องยนต์ยังไม่ทำงาน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะยังไม่ทำงาน ดังนั้นจึงเป็นคุณลักษณะพิเศษ ในด้านความปลอดภัย ของเครื่องยนต์ที่ใช้ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์



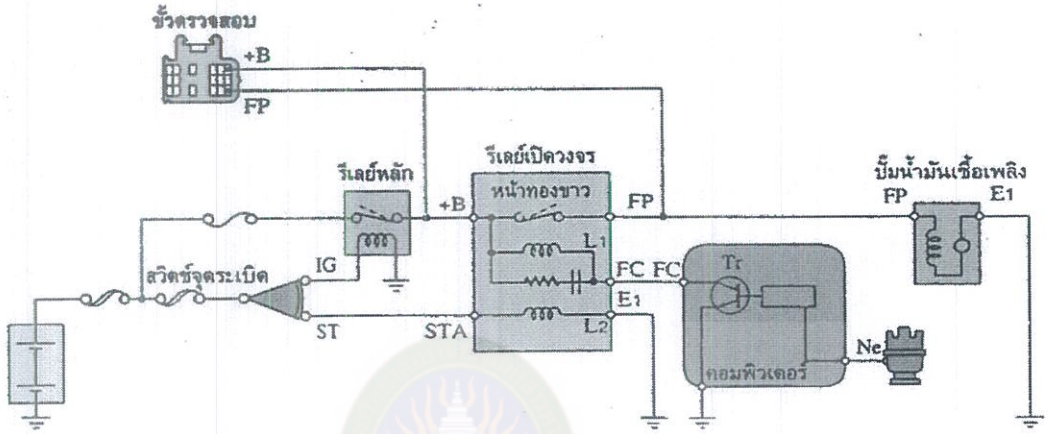
รูปที่ 1.13 โครงสร้างปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใบพัด



รูปที่ 1.14 โครงสร้างปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบลูกกลิ้ง

2.3 การควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี (D-Jetronic)

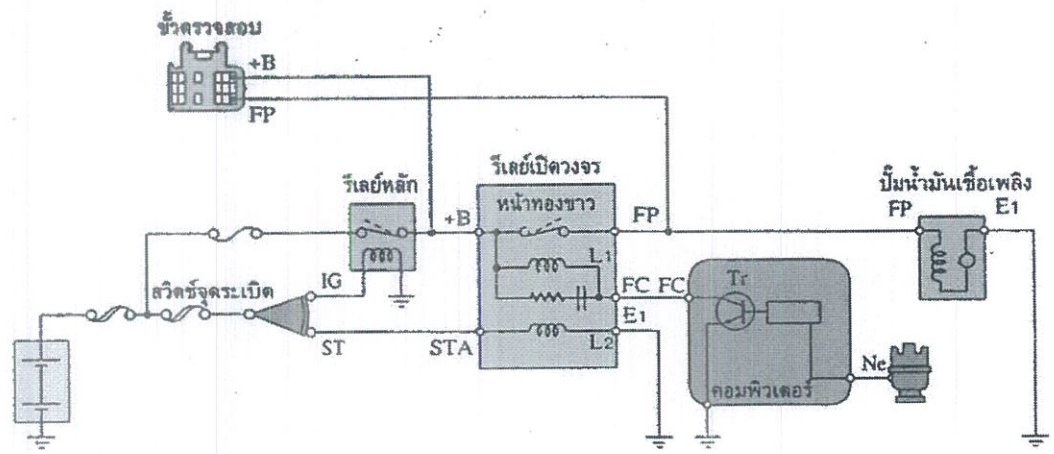
ขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ กระแสไฟจะไหลผ่านขดลวด L2 ในรีเลย์ เกิดอำนาจแม่เหล็กดึงให้หน้าทองขาวต่อวงจร กระแสไฟจะไหลผ่านไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน ในรูปที่ 1.15 แสดงวงจรการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์



รูปที่ 1.15 วงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์

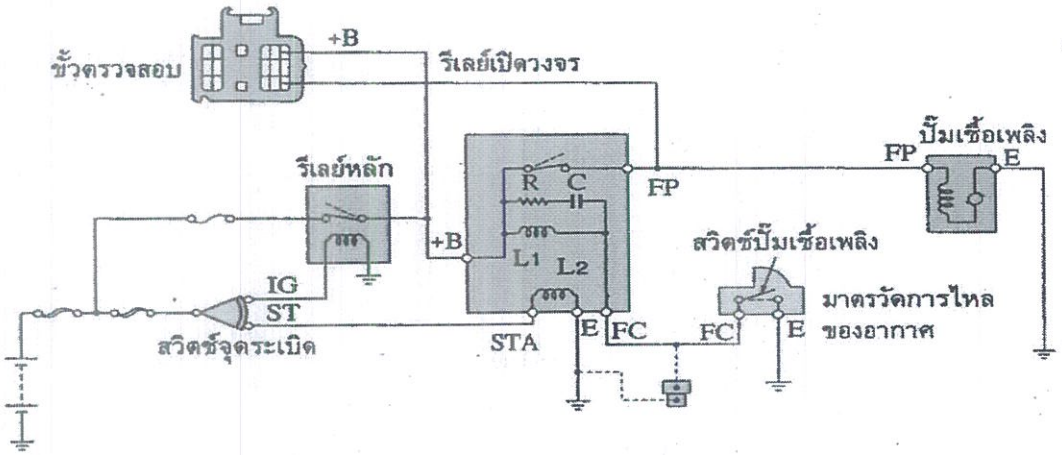
ภายหลังจากสตาร์ทเครื่องยนต์ (เครื่องยนต์ติดแล้ว) เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับสัญญาณ Ne จากจานจ่าย กระแสไฟจะกระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายในคอมพิวเตอร์ทำงานเป็นสาเหตุให้กระแสไฟไหลผ่านขดลวด L1 ของรีเลย์ผ่านทรานซิสเตอร์ลงกราวด์ เกิดอำนาจแม่เหล็กดึงให้หน้าทองขาวต่อวงจรอยู่ตลอดเวลา ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน ในรูปที่ 1.16 แสดงวงจรการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1.16 วงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน

2.4 การควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง แบบ แอล (L-Jetronic)



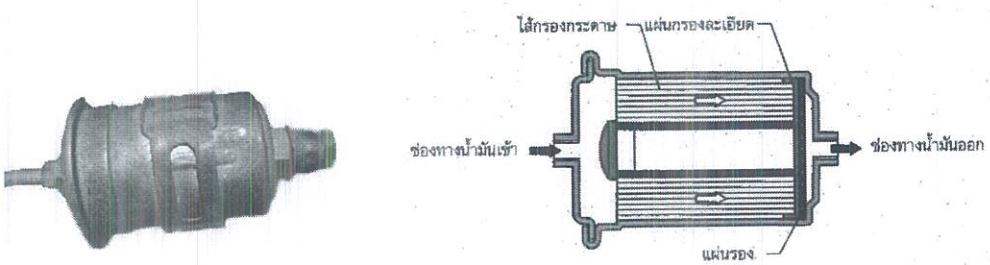
รูปที่ 1.17 วงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบ แอล

การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ L เหมือนกับแบบ D แตกต่างกันแต่เพียงแบบ L จะใช้สวิตช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดอยู่ภายในมาตรวัดการไหลของอากาศ ที่เรียกว่า โพเทนชิมิเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด L1 ขณะที่อากาศไหลผ่านมาตรวัดการไหลของอากาศจะทำให้แผ่นวัดเปิดสวิตช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง จะต่อวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด L1 ลงสายดินหรือกราวด์ครบวงจร รีเลย์เปิดวงจร และปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงาน แต่ถ้าไม่มีอากาศไหลผ่านที่มาตรวัดการไหลของอากาศ สวิตช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะตัดวงจร ทำให้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงหยุดทำงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.5 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

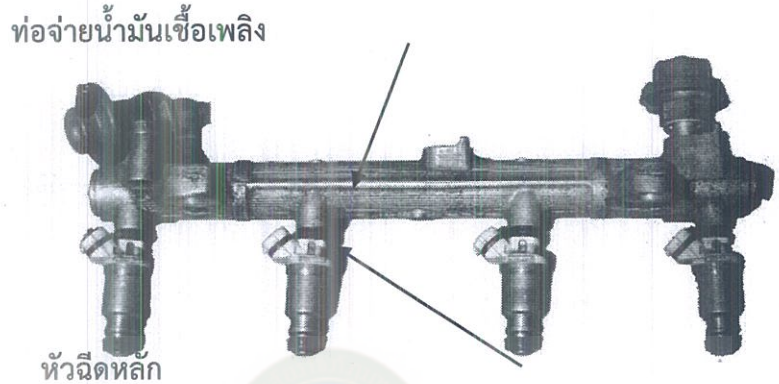
กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่กรองเอาสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงออกไปก่อนจะส่งน้ำมันที่สะอาดแล้วไปยัง หัวฉีดหลัก และหัวฉีดสตาร์ทเย็น การติดตั้งกรองน้ำมันเชื้อเพลิงจะอยู่ระหว่างทางออกของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง กับทางเข้าของท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจะมีรูปร่างดังรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 รูปร่างและโครงสร้างภายในกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

2.6 ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งน้ำมันไปยังหัวฉีด จะมีลักษณะค่อนข้างโตและแข็งแรง เพื่อจะได้ทนแรงดันได้สูง และมีที่มากเพียงพอที่จะเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงไว้สำหรับ หัวฉีดหลัก และหัวฉีดสตาร์ทเย็น จะมีรูปร่างดังภาพข้างล่างนี้

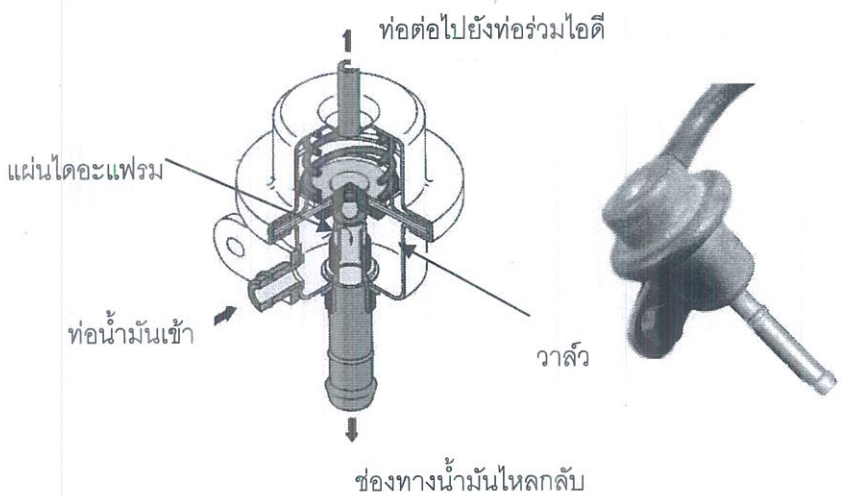


รูปที่ 1.19 รูปร่างของท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

2.7 ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง

ตัวควบคุมแรงดัน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมค่าความแตกต่างระหว่าง ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบกับความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี ให้มีสภาวะคงที่ตลอดเวลา เพื่อให้ปริมาณการการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยเวลามีค่าเท่ากันเสมอ

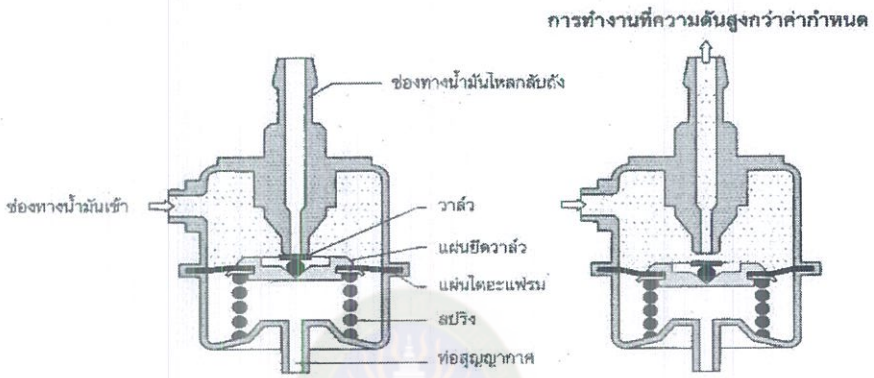
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1.20 รูปร่างของตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง

การทำงานของตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง

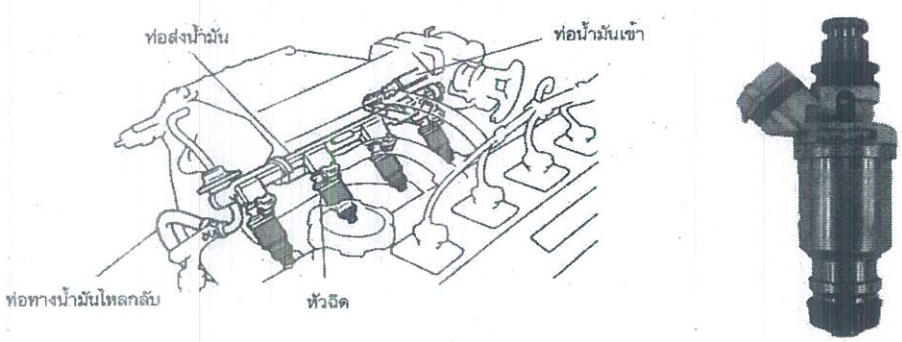
ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง กับท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองตัวนี้จะถูกยึดติดกัน น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลเข้าไปยังท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากแรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้จะเอาชนะแรงดันของสปริง น้ำมันเชื้อเพลิงจะดันให้แผ่นไดอะแฟรมยุบลง แผ่นวาวล์ที่ติดกับแผ่นไดอะแฟรมจะเปิดออก ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิง ไหลออกจากตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง กลับสู่ถังเก็บ ทำให้ค่าของแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ถูกควบคุมไว้ที่ค่า ค่าหนึ่งตามแรงดันของสปริงที่บริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ โดยทั่วไปจะควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ที่ 2.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



รูปที่ 1.21 แสดงหลักการทำงานของตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง

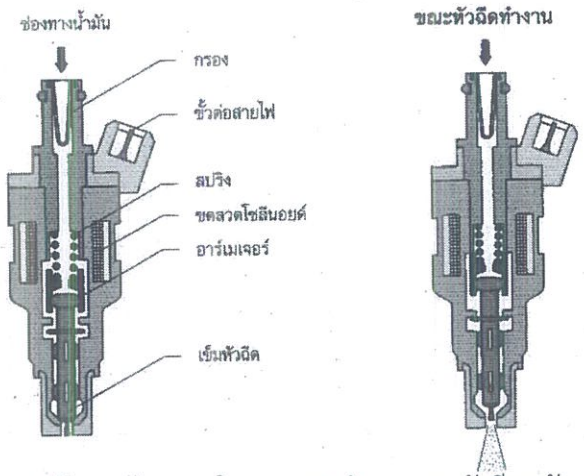
2.8 หัวฉีดหลัก

หัวฉีดหลัก จะเป็นหัวฉีดที่อยู่ประจำสูบ โดยทั่วไป จะติดตั้งไว้กระบอกสูบละ 1 ตัว ที่บริเวณท่อร่วมไอดี การปิดเปิดของลิ้นหัวฉีด จะถูกบังคับด้วยโซลีนอยด์ไฟฟ้า ตำแหน่งการติดตั้ง มีลักษณะดังรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 แสดงตำแหน่งของการติดตั้งหัวฉีดหลักในแต่ละสูบ

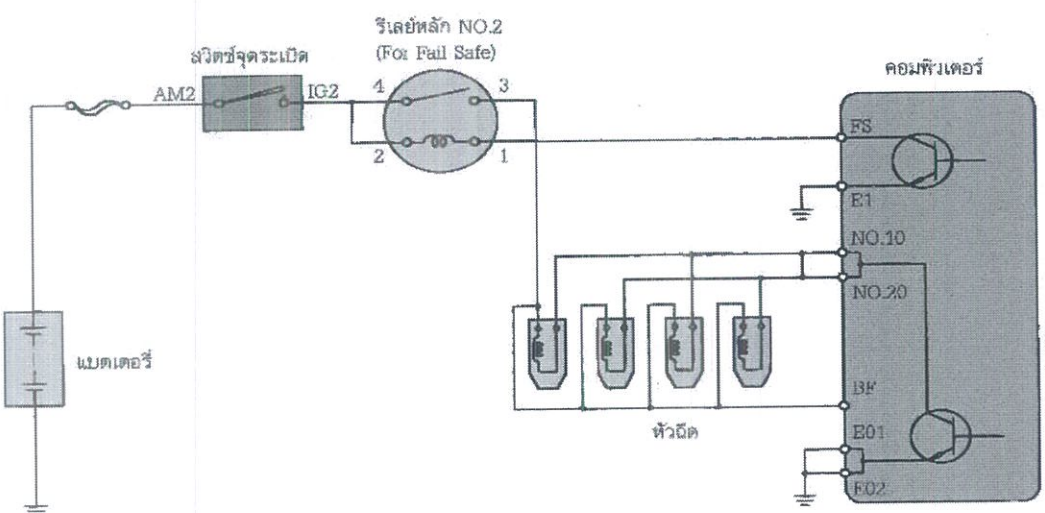
หลักการทำงานของหัวฉีดหลัก



รูปที่ 1.23 โครงสร้างภายในและการทำงานของหัวฉีดหลัก

น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลเข้าหัวฉีดที่ท่อทางเข้าโดยจะไหลผ่านกรองละเอียด ผ่านไปยังเข็มหัวฉีดที่อยู่ด้านล่าง เข็มหัวฉีดจะถูกสปริงดันให้สนิทกับบ่าลิ้น น้ำมันเชื้อเพลิงไม่สามารถไหลออกมาได้ เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากกล่องคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าขดลวดโซลินอยด์ ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กดูดเอาอาเมเจอร์ที่อยู่ตรงกลางยกตัวขึ้น เข็มหัวฉีดซึ่งติดกับอาเมเจอร์ก็จะยกตัวตามขึ้นมาด้วย ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีแรงดันประมาณ 2.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ถูกฉีดออกมาเป็นฝอยละอองผสมกับอากาศในท่อร่วมไอดี ไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ต่อไป ปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลีนอยด์ การปิดเปิดของเข็มหัวฉีดมีความรวดเร็วสูงมาก ประมาณ 1-1.5 มิลลิวินาที (ms)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



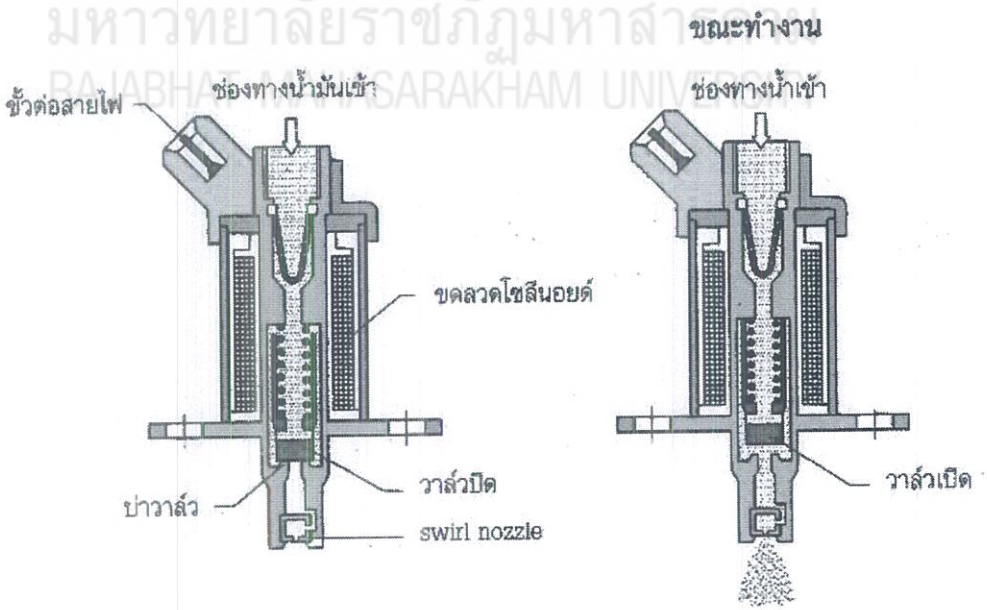
รูปที่ 1.24 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดหลัก

2.9 หัวฉีดสตาร์ทเย็น

เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ขณะที่มีอุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์ต้องการส่วนผสมที่หนากว่าสภาวะการทำงานอื่นๆ การทำให้ส่วนผสมหนาขึ้นได้โดยการทำให้หัวฉีดหลัก แลหัวฉีดสตาร์ทเย็นทำงานพร้อมกัน ซึ่งหัวฉีดสตาร์ทเย็นจะมีในเครื่องยนต์หัวฉีดรุ่นแรกๆเท่านั้น ปัจจุบันไม่มีการใช้แล้ว สำหรับการติดตั้งหัวฉีดสตาร์ทเย็น แสดงไว้ในรูปที่ 1.24 และรูปหลักการทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็นดังรูปที่ 1.25

รูปที่ 1.25 แสดงตำแหน่งของการติดตั้งหัวฉีดสตาร์ทเย็น

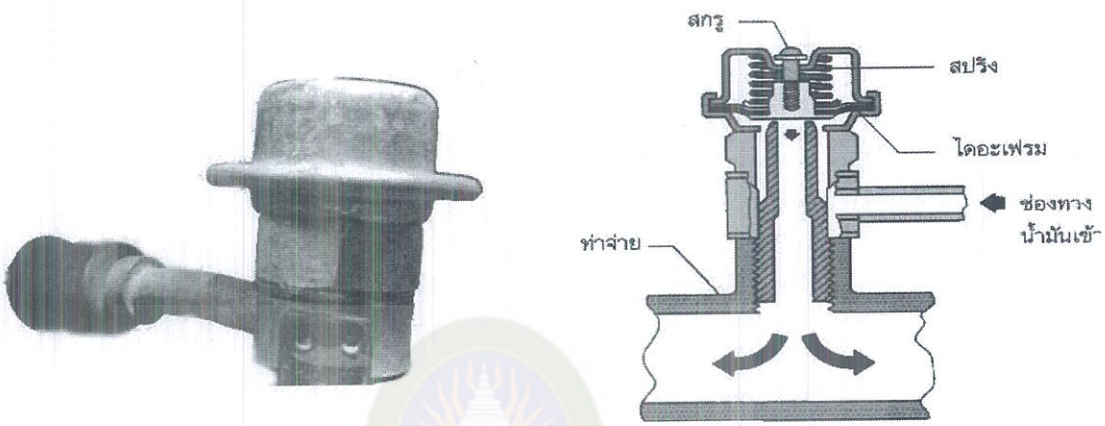
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1.26 แสดงโครงสร้างและการทำงานหัวฉีดสตาร์ทเย็น

2.10 ตัวป้องกันการกระเพื่อม

ขณะที่หัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อจะลดลง ทำให้แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงไม่คงที่ ซึ่งมีผลให้การควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดไม่เที่ยงตรง ตัวป้องกันการกระเพื่อมจะช่วยลดปัญหานี้

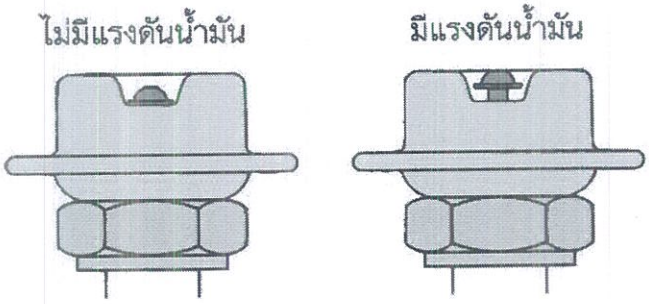


รูปที่ 1.27 แสดงโครงสร้างและการทำงานของตัวป้องกันการกระเพื่อม

วิธีสังเกตแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในท่ออย่างง่าย ๆ คือ สังเกตตำแหน่งหัวสกรูของตัวป้องกันการกระเพื่อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. หัวสกรูยกขึ้นสูง แสดงว่าแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงสูง
2. หัวสกรูลดต่ำลง แสดงว่าแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ



รูปที่ 1.28 แสดงการสังเกตการณ์ทำงานของตัวป้องกันการกระเพื่อม

1.2.2 ระบบการประจุอากาศ

โครงสร้างระบบประจุอากาศ

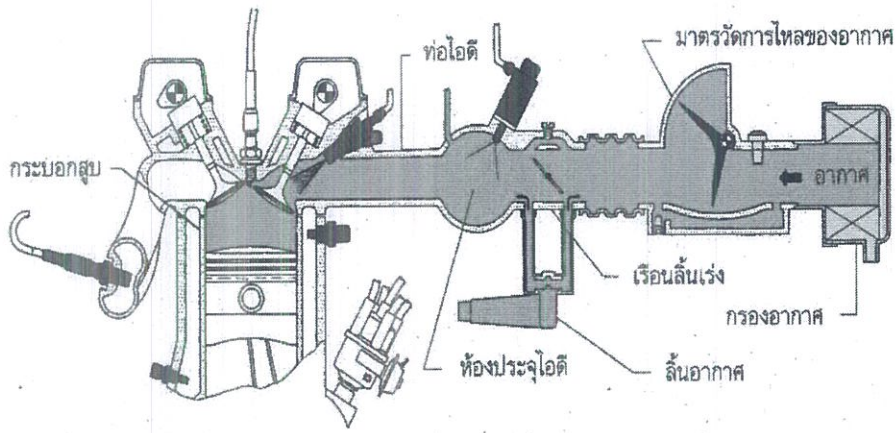
ระบบประจุอากาศเป็นระบบที่สำคัญอีกหนึ่งในสามระบบ ของเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีอุปกรณ์ต่างๆในระบบดังนี้ คือ กรองอากาศ มาตรวัดการไหลของอากาศ เรือนลิ้นเร่ง ลิ้นอากาศ ห้องประจุอากาศ และท่อร่วมไอดี ซึ่งโครงสร้างระบบประจุอากาศได้แสดงดังรูปที่ 1.29

รูปที่ 1.29 โครงสร้างระบบประจุอากาศ

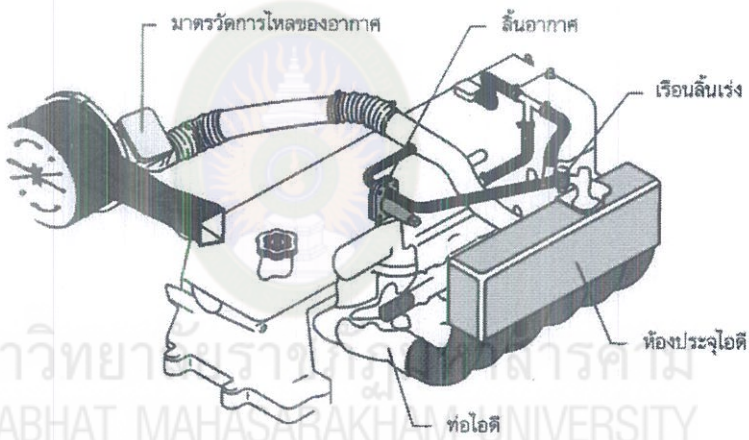
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 การไหลของอากาศเข้ากระบอกสูบ

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์อากาศจะไหลเข้ากระบอกสูบได้ ปริมาตรของอากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบ จะผ่านมาตรวัดการไหลของอากาศ ผ่านเรือนลิ้นเร่ง ซึ่งจะมีลิ้นปีกผีเสื้อ สกรูปรับเดินเบา และลิ้นอากาศ ติดตั้งอยู่ จากนั้นอากาศจะไหลเข้า ห้องประจุอากาศ และท่อร่วมไอดีปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบจะถูกควบคุมด้วยลิ้นปีกผีเสื้อ ก่อนที่จะเข้ากระบอกสูบอากาศจะผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาบริเวณท่อร่วมไอดีก่อน สกรูปรับเดินเบามีไว้สำหรับปรับปริมาณอากาศเข้ากระบอกสูบในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา ขณะเดินเบานั้นลิ้นปีกผีเสื้อจะปิดสนิท ส่วนลิ้นอากาศนั้นมีไว้สำหรับเพิ่มอากาศให้เครื่องยนต์ขณะเดินเบาที่อุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 1.30 โครงสร้างและการไหลของอากาศในระบบประจุอากาศ



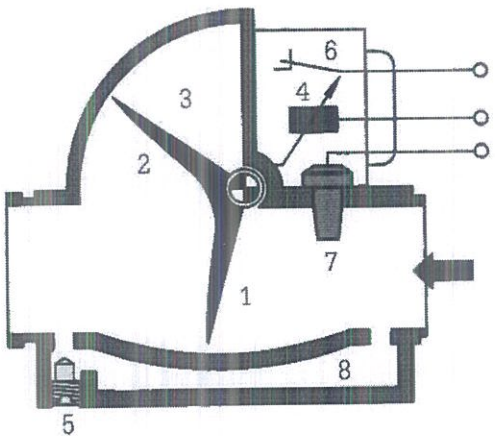
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.31 แสดงอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบประจุอากาศ

3.3 มาตรวัดการไหลของอากาศ

มาตรวัดการไหลของอากาศ เป็นตัวตรวจวัดปริมาณอากาศที่ถูกดูดเข้าห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ โดยจะส่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าไปยังกล่อง ECU (คอมพิวเตอร์) เพื่อจะกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน ของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง มาตรวัดการไหลของอากาศมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้มากที่สุด มีอยู่สองแบบคือ แบบแผ่นวัด (Flap or Vane Type) และแบบคลื่นความถี่ไหลวนคาร์มาน (Karman Vertx Type) สำหรับชุดการสอนนี้ จะขอกล่าวถึงเฉพาะ มาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด เพราะเหตุว่า เครื่องยนต์ฝึกที่ใช้ประกอบการสอน ใช้การตรวจวัดปริมาณอากาศด้วยอุปกรณ์ดังกล่าว

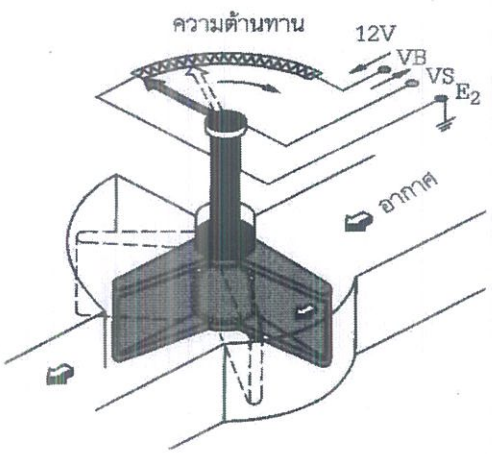
มาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด จะประกอบด้วย 1) แผ่นวัดอากาศ 2) แผ่นชดเชย 3) ห้องป้องกันการสั่นของแผ่นวัด 4) โพเทนซิโอมิเตอร์ 5) สกรูปรับเดินเบา 6) สวิทช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง 7) ตัวตรวจจับอุณหภูมิของอากาศ 8) ช่องบายพาส (Bypass)



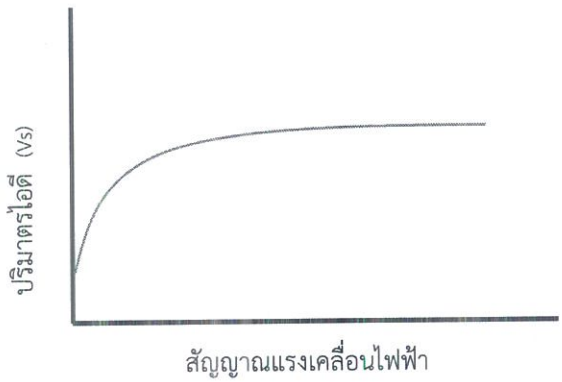
รูปที่ 1.32 แสดงโครงสร้างมาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด

หลักการทำงาน

เมื่อลิ้นปีกผีเสื้อเปิด ปริมาณของอากาศจะถูกดูดเข้ากระบอกสูบ โดยที่ปริมาตรของอากาศจะถูกดูด จะผ่านมาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด อากาศจะดันให้แผ่นวัดอากาศเปิดเอาชนะแรงสปริงดึงกลับ แผ่นวัดอากาศและโพเทนซิโอมิเตอร์ จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน ด้วยเหตุนี้อัตราของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามมุมของแผ่นวัดอากาศ โดยที่ภายในโพเทนซิโอมิเตอร์จะมี ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้ คอมพิวเตอร์จะตรวจจับสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้ว Vs จากการเปิดของแผ่นวัดอากาศ และค่าความต้านทานในโพเทนซิโอมิเตอร์ ในรูปแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านเข้ามาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด กับสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



รูปที่ 1.33 การทำงานร่วมกันของแผ่นวัดอากาศ กับโพเทนซิโอมิเตอร์



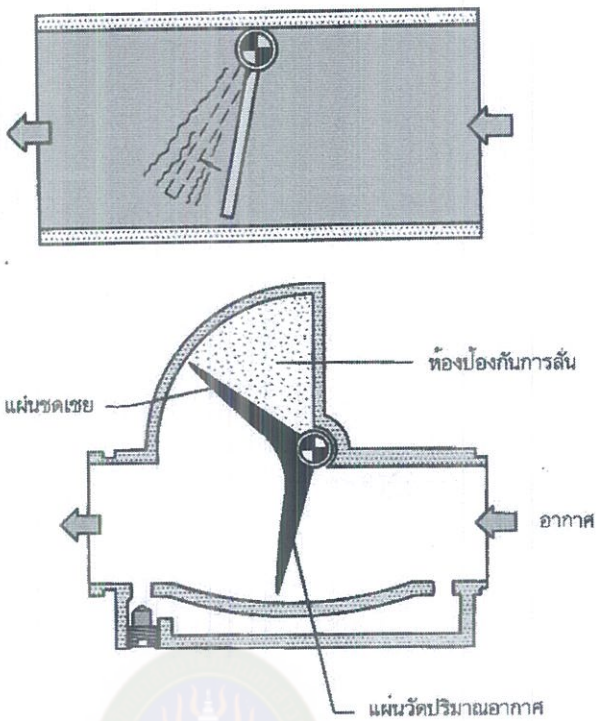
รูปที่ 1.34 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของไอดีที่ไหลผ่าน

มาตรวัดการไหลของอากาศกับสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

เมื่อความต้านทานจาก P1 ถึง P5 มีค่าความต้านทานที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะต่อกันเป็นวงจรอนุกรม และเมื่อจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลต์ เข้าในวงจร ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ P5 เท่ากับ 12 โวลต์, ที่ P4 เท่ากับ 9 โวลต์, ที่ P3 เท่ากับ 6 โวลต์, ที่ P2 เท่ากับ 3 โวลต์ และจะไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ P1 ในขณะที่ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงของโพเทนซิโอมิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของแผ่นวัดอากาศ และจะส่งสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปยังคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผ่นทดแทนการสั่นและห้องป้องกันการกระเพื่อมของอากาศ ทำหน้าที่รักษาสภาพการทำงานของแผ่นวัดอากาศ ให้สมดุลจากการที่อากาศไหลผ่านแผ่นวัดอากาศ ซึ่งจะทำให้แผ่นวัดอากาศเกิดการสั่น เป็นสาเหตุให้ไม่สามารถวัดปริมาตรของไอดีที่ไหลเข้าไปได้อย่างแม่นยำ ดังนั้น ที่แผ่นวัดอากาศจึงติดตั้งแผ่นทดแทนการสั่นเข้ากับแผ่นวัดอากาศ เพื่อให้การเคลื่อนที่เป็นไปพร้อมกับแผ่นวัดอากาศ ซึ่งจะทำงานควบคู่กับ ห้องป้องกันการกระเพื่อมของอากาศเป็นการช่วยดูดซับอาการสั่นของแผ่นวัดอากาศเช่นเดียวกับโช้คอัปซอร์บเบอร์

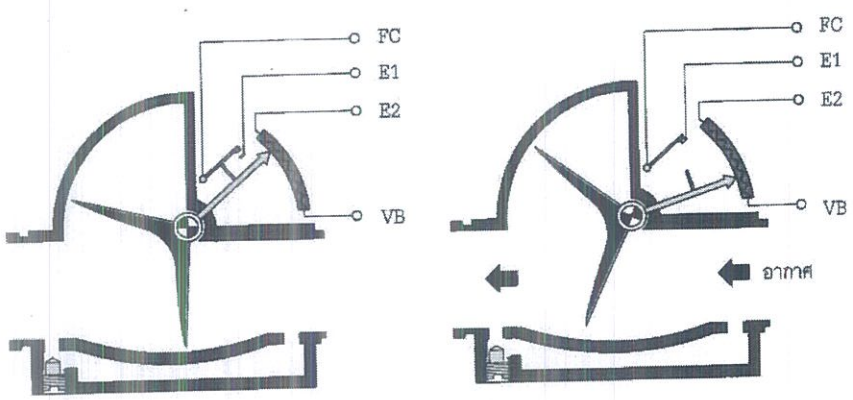


รูปที่ 1.35 การทำงานของห้องป้องกันการกระเพื่อมของอากาศ และลดการสั่นของแผ่นวัดอากาศ เมื่อเปรียบกับแผ่นวัดอากาศที่ไม่มีห้องป้องกันการกระเพื่อมของอากาศ

3.4 สวิทช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด จะมีสวิทช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงติดตั้งอยู่ด้วย โดยจะควบคุมปั๊มให้ทำงานเฉพาะตอนที่เครื่องยนต์ติดเท่านั้น เมื่อแผ่นวัดอากาศเปิด หน้าคอนแทคสวิทช์ปั๊มน้ำมันจะต่อกัน และเมื่อเครื่องยนต์ดับ หน้าคอนแทคสวิทช์ปั๊มน้ำมัน ก็จะแยกจากกัน แสดงไว้ดังรูปที่ 1.37

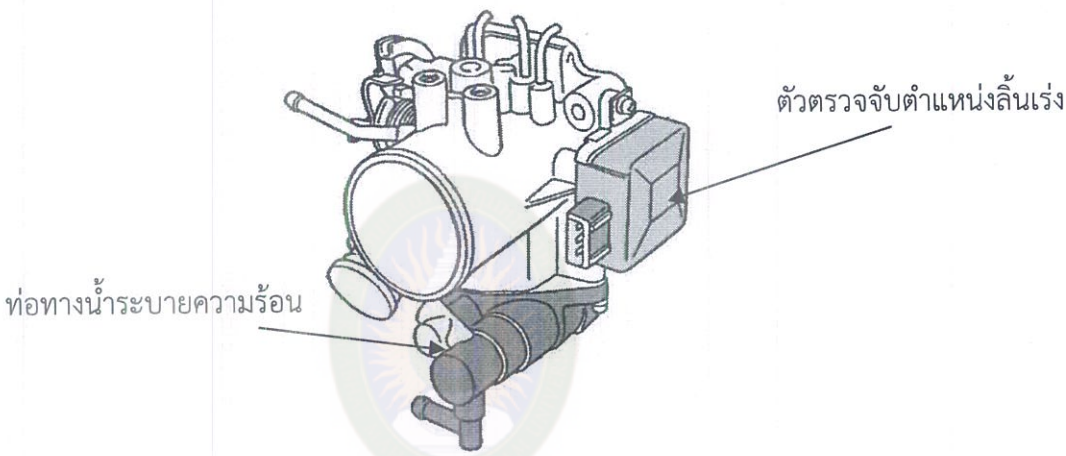


ตำแหน่งเครื่องยนต์ดับ ตำแหน่งเครื่องยนต์ทำงาน

รูปที่ 1.37 การทำงานของสวิทช์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

3.4 เรือนลิ้นเร่ง

เรือนลิ้นเร่ง ประกอบด้วยลิ้นปีกผีเสื้อ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ และลิ้นอากาศ ลิ้นปีกผีเสื้อ จะติดตั้งอยู่ภายในตัวเรือนลิ้นเร่ง เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาตรของอากาศที่ไหลเข้าเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งติดตั้งอยู่ที่แกนลิ้นปีกผีเสื้อ และจะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อ และส่งเป็นสัญญาณพัลส์ไปยังคอมพิวเตอร์ ลิ้นอากาศทำหน้าที่ควบคุมการไหลของอากาศ เข้าท่อร่วมไอดีในขณะความเร็วรอบเดินเบา หรือเดินเบาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูง เรือนลิ้นเร่งจะมีท่อน้ำหล่อเย็นไหลผ่าน เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันการจับเป็นคราบน้ำแข็งขณะที่มีอากาศเย็น จากรูปแสดงส่วนประกอบของเรือนลิ้นเร่ง

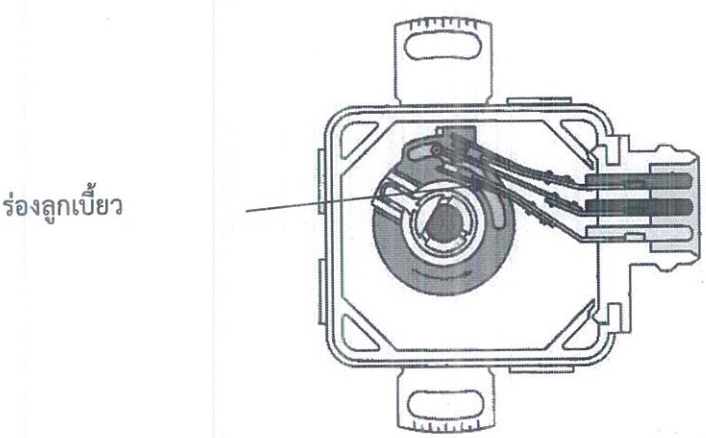


รูปที่ 1.38 รูปร่างเรือนลิ้นเร่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

3.5 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นปีกผีเสื้อโดยจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อตามภาระของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.39 โครงสร้างภายในตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อแบบเปิด-ปิด

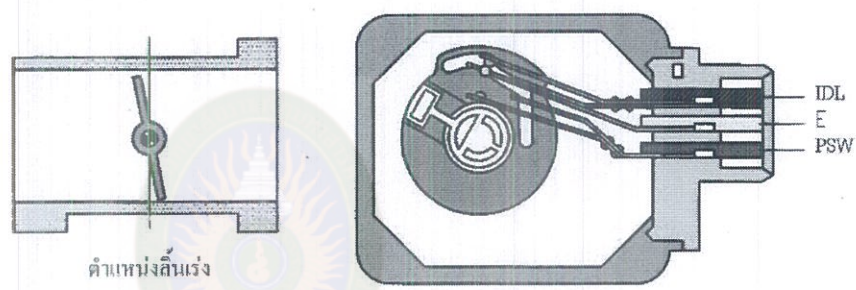
ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ จะมีสัญญาณที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและการตัดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่งไปยังคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 สัญญาณด้วยกันคือ

1. สัญญาณ IDL จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมการตัดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

2. สัญญาณ PSW จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมปริมาตรการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตำแหน่งกำลังความเร็วของเครื่องยนต์ให้เพิ่มขึ้น

การทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

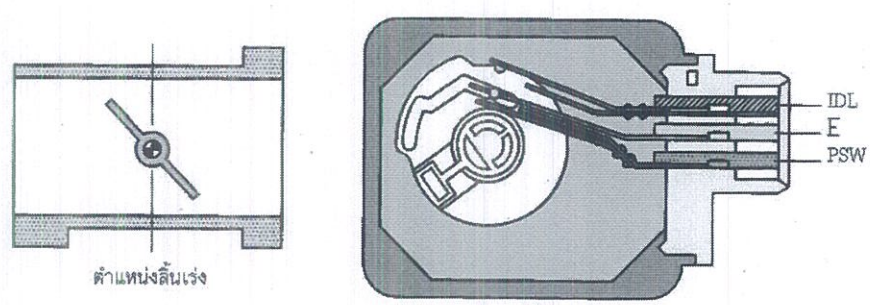
ตำแหน่งเดินเบา เมื่อลิ้นปีกผีเสื้อปิดสนิท หน้าทองขาวที่เคลื่อนที่และหน้าทองขาวตำแหน่งเดินเบา (IDL) จะสัมผัสกัน ซึ่งจะเป็นการส่งสัญญาณตำแหน่งการเดินเบาของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์ จากสัญญาณตำแหน่งเดินเบานี้ เชื้อเพลิงจะถูกตัดการฉีดเข้าในกระบอกสูบเมื่อผู้ขับขี่ถอนคันเร่ง



รูปที่ 1.41 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อในตำแหน่งเดินเบา

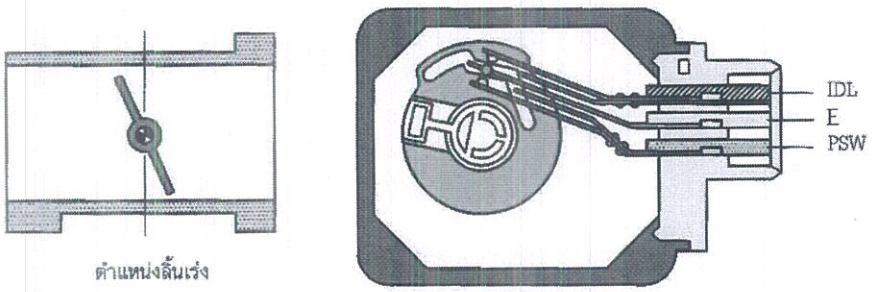
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตำแหน่งกำลัง เมื่อลิ้นปีกผีเสื้อถูกเปิดขึ้นประมาณ 70 องศา (จากตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อปิด) หน้าทองขาวที่เคลื่อนที่สัมผัสกับหน้าทองขาวกำลัง (PSW) เป็นการส่งสัญญาณข้อมูลตำแหน่งภาระสูงสุด ไปยังคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.42 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อในตำแหน่งกำลัง

ตำแหน่งว่าง หน้าทองขาว จะอยู่ในตำแหน่งไม่สัมผัสกับหน้าทองขาวของตำแหน่งใด ทั้งสิ้น



รูปที่ 1.43 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อในตำแหน่งว่าง

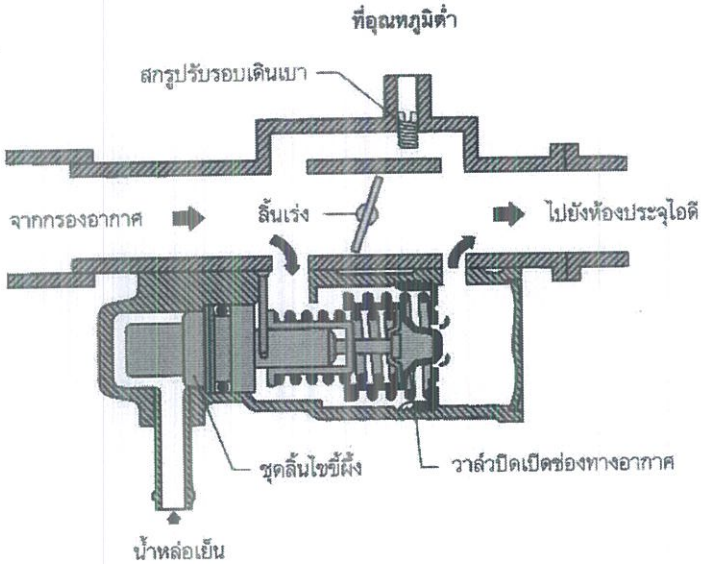
วงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ เป็นการต่อวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อกับคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

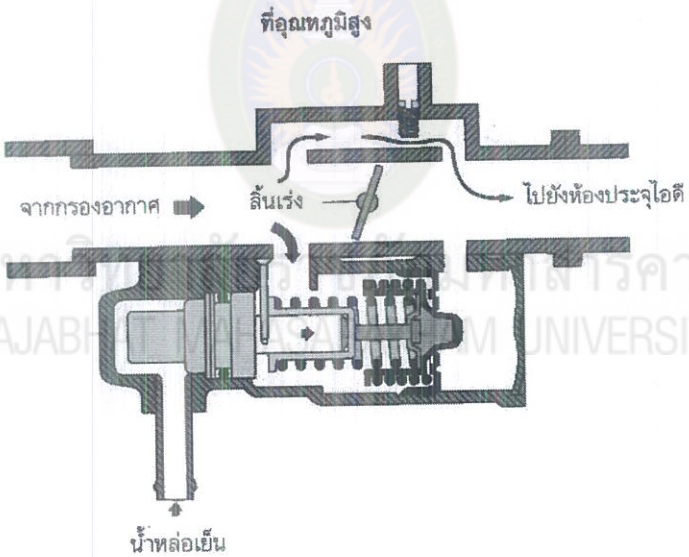
รูปที่ 1.44 การต่อวงจรตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อกับคอมพิวเตอร์

3.6 ลิ้นอากาศ

ทำหน้าที่เพิ่มความเร็วรอบเดินเบา ในขณะที่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อช่วยอุ่นเครื่องยนต์และทำให้เครื่องยนต์เดินเบารอบสูง ภายในลิ้นอากาศบรรจุไว้ ด้วยขี้ผึ้ง (WAX) ซึ่งเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ ขี้ผึ้งหดตัว ลิ้นอากาศจะเปิดให้อากาศไหลเข้าเครื่องยนต์ทำให้ความเร็วรอบเดินเบาสูงขึ้น ลิ้นอากาศจะเปิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเครื่องยนต์เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงขึ้น ขี้ผึ้งขยายตัว ลิ้นอากาศจะค่อยๆ ปิดลงทำให้ความเร็วรอบเดินเบาลดลง และจะปิดสนิทเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงขึ้นอุณหภูมิทำงาน ทำให้ความเร็วรอบเดินเบาลดลงจนเป็นปกติ



รูปที่ 1.45 การทำงานของลิ้นอากาศขณะอุณหภูมิต่ำ

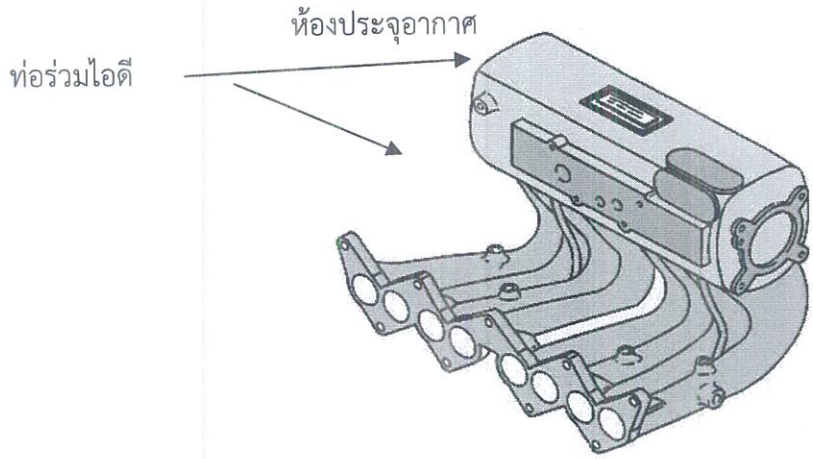


มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
RAJABHAT SUAN SUNANDHA UNIVERSITY

รูปที่ 1.46 การทำงานของลิ้นอากาศขณะอุณหภูมิสูง

3.7 ห้องประจุอากาศ

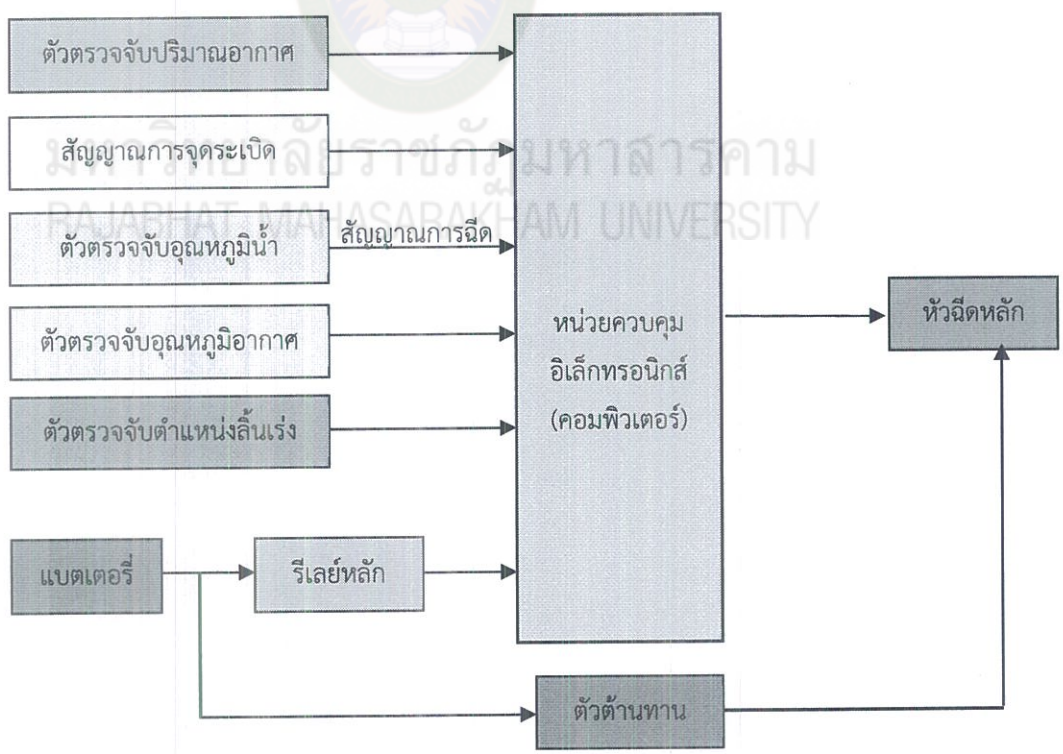
ห้องประจุอากาศ ทำหน้าที่ป้องกันการกระเพื่อม ของอากาศที่ไหลเข้ามาก่อนเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ เพราะอากาศจะถูกดูดเข้าเป็นช่วงๆตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้การตรวจจับปริมาณอากาศไม่แน่นอน จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีการออกแบบให้ห้องประจุอากาศมีขนาดใหญ่เพื่อจะสะสมอากาศไว้ได้ปริมาณมาก เครื่องยนต์สามารถดูดอากาศเข้าไปใช้โดยไม่มีอาการสะดุด



รูปที่ 1.47 ห้องประจุอากาศ

1.2.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

โครงสร้างระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.48 โครงสร้างและส่วนประกอบระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบไปด้วยตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งคอยตรวจสอบสภาวะต่างๆ ของเครื่องยนต์ และกล่อง ECU (คอมพิวเตอร์) ซึ่งทำหน้าที่คำนวณปริมาณการฉีด (คำนวณออกมาเป็นระยะเวลาในการฉีด) ตามสัญญาณที่ได้รับจากตัวตรวจจับสัญญาณต่างๆ

ตัวตรวจจับสัญญาณ ทำหน้าที่ตรวจจับ ปริมาตรการประจุอากาศ ภาระของเครื่องยนต์ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น อุณหภูมิไอดี สัญญาณการเร่งเครื่องยนต์หรือลดความเร็วและส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับสัญญาณจะทำการคำนวณหาระยะเวลาในการฉีดที่ถูกต้องและส่งสัญญาณที่คำนวณได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าไปยังหัวฉีด หัวฉีดจะทำการฉีดเชื้อเพลิงที่อยู่ภายใต้แรงดันเข้าไปยังท่อร่วมไอดี ปริมาตรการฉีดขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ได้รับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์

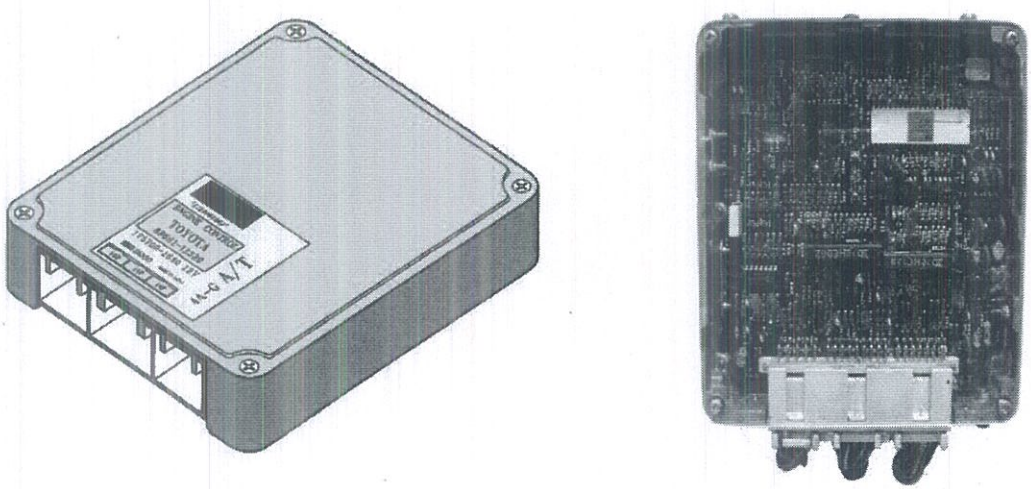
หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (คอมพิวเตอร์)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญทำหน้าที่รับสัญญาณจากตัวตรวจจับและสวิทช์ต่างๆ นำมาประมวลผลในไมโครโปรเซสเซอร์แล้วส่งสัญญาณไปยังตัวทำงานต่างๆ

ข้อควรระวัง

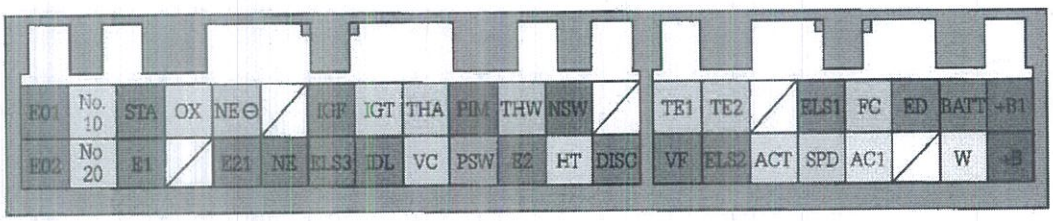
1. ไม่ควรถอดหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ถ้าไม่จำเป็นเพราะ
   1.1 สิ่งสกปรกจะเข้าไปทำความเสียหายหรือเกิดการลัดวงจร
   1.2 อาจเกิดชำรุดขึ้นโดยบังเอิญ
   1.3 หน้าสัมผัสของขั้วจะหลวม
   1.4 ประจุไฟฟ้าสถิตในร่างกายเป็นอันตรายต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
2. ก่อนถอดหรือประกอบหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ต้องปิดสวิทช์จุดระเบิดเพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ
3. อย่าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์โดนน้ำเพราะจะทำให้ไฟฟ้าลัดวงจร
4. อย่าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์กระทบกระเทือนรุนแรง
5. เก็บหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในที่สะอาด แห้ง อุณหภูมิต่ำ ห่างไกลจากสนามแม่เหล็กและอุปกรณ์ที่มีความถี่สูง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1.49 รูปร่างหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (กล่อง ECU)

ตำแหน่งและชื่อขั้วของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.51 แสดงตำแหน่งและชื่อขั้วต่างๆ ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ความหมายของขั้ว

A/C	สัญญาณเครื่องปรับอากาศ
+B, +B1, BATT	แบตเตอรี่
BRK, STP	สัญญาณการเบรก
E1, E2, E21, E01, E02	กราวด์
ELS	สัญญาณภาระทางไฟฟ้า
FC	สัญญาณควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
HT	สัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยง
IDL	ตัวทำความร้อนของตัวตรวจจับออกซิเจน
IGF	สัญญาณสวิทช์เดินเบา
IGT	สัญญาณยืนยันการจุดระเบิด
ISC1, ISC2, V-ISC	สัญญาณควบคุมความเร็วรอบเดินเบา
NE	สัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์
#10, #20	สัญญาณหัวฉีด
NSW	สัญญาณสวิทช์สตาร์ทเกียร์ว่าง
OX	สัญญาณปริมาณออกซิเจน
PSW	สัญญาณสวิทช์กำลัง
PIM	สัญญาณท่อความดันในท่อร่วมไอดี
R-P	สัญญาณชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง
SPD	สัญญาณความเร็วรถ
STA	สัญญาณการสตาร์ท
T	ขั้วตรวจสอบ
THA	สัญญาณอุณหภูมิไอดี
THW	สัญญาณอุณหภูมิน้ำ
VAF	สัญญาณแรงดันไฟฟ้าควบคุมอัตราส่วนผสม
VCC, VC	สัญญาณแรงดันไฟฟ้าคงที่
VF	สัญญาณแรงดันไฟฟ้าป้อนกลับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

VS สัญญาณแรงดันไฟฟ้าปริมาณอากาศ

W สัญญาณไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์

วงจรจ่ายไฟฟ้าหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

4.3.1 กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลไปยังขั้ว BATT ตลอดเวลา เพื่อเลี้ยงหน่วยความจำรหัสวิเคราะห์ปัญหา

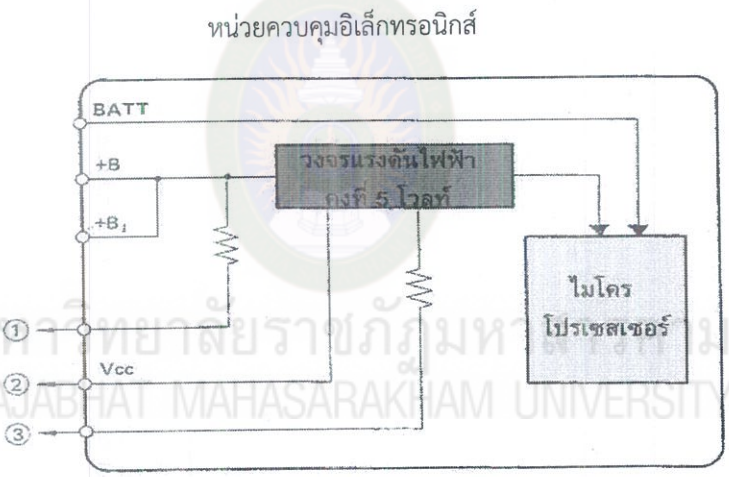
4.3.2 เมื่อเปิดสวิทช์จุดระเบิดกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดรีเลย์หลัก เกิดอำนาจแม่เหล็กทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์หลักต่อกัน กระแสไฟฟ้าไหลไปยังขั้ว +B และ +B1

4.3.3 วงจรแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์ จะจ่ายไฟฟ้าแรงดัน 5 โวลท์ คงที่ให้ไมโครโปรเซสเซอร์และตัวตรวจจับสัญญาณต่างๆ 3 วงจรคือ

1) วงจรแรงดันไฟฟ้า 12 โวลท์ (เท่ากับแบตเตอรี่) ผ่านความต้านทาน

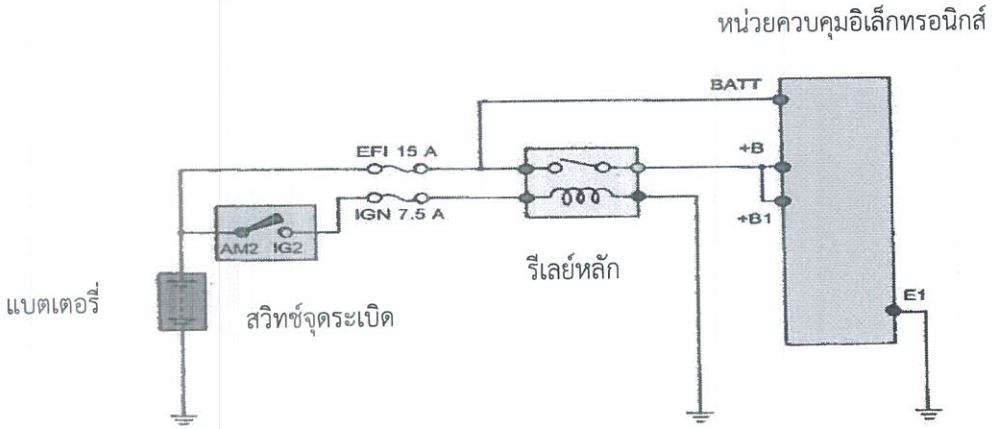
2) วงจรแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์ ไม่ผ่านความต้านทานหรือวงจร VC

3) วงจรแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์ ผ่านความต้านทาน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

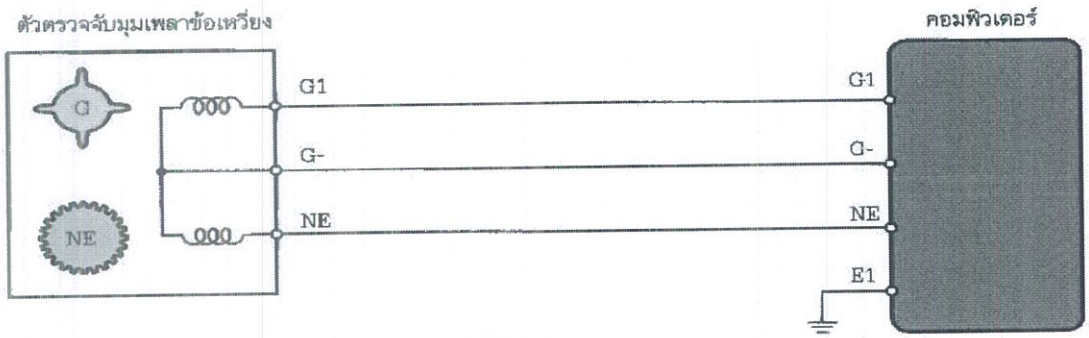
รูปที่ 1.52 แสดงวงจรภายในหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.53 วงจรไฟฟ้าจ่ายให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

4.4 ตัวกำเนิดสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงและตัวกำเนิดสัญญาณความเร็วรอบ

ตัวกำเนิดสัญญาณทั้งสองนี้อยู่ภายในจานจ่าย ประกอบด้วย ไทม์มิ่งโรเตอร์ (TIMING ROTOR) และขดลวดกำเนิดสัญญาณ (PICKUP COIL) เมื่อไทม์มิ่งโรเตอร์หมุนจะมีการเหนี่ยวนำทำให้เกิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 1.54 วงจรไฟฟ้าตัวกำเนิดสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงและตัวกำเนิดสัญญาณความเร็วรอบ

สัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยง

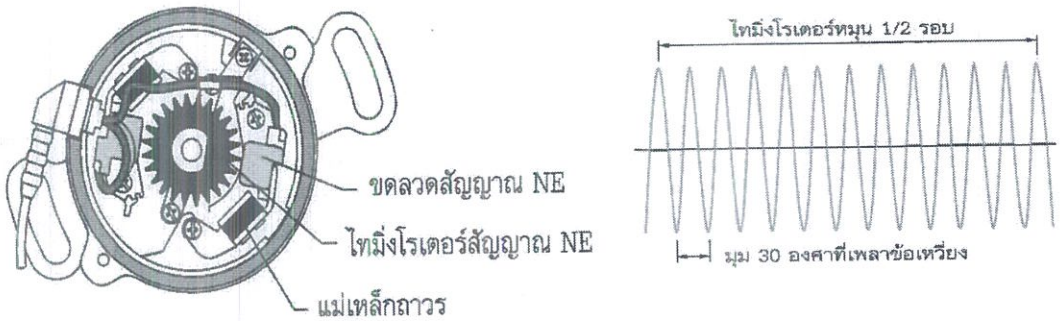
สัญญาณนี้ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อบอกถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนของลูกสูบ ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์ จะใช้กำหนดจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และจังหวะการจุดระเบิด ไทม์มิ่งโรเตอร์มีฟันจำนวน 4 ฟัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.55 แสดงสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยง

สัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์

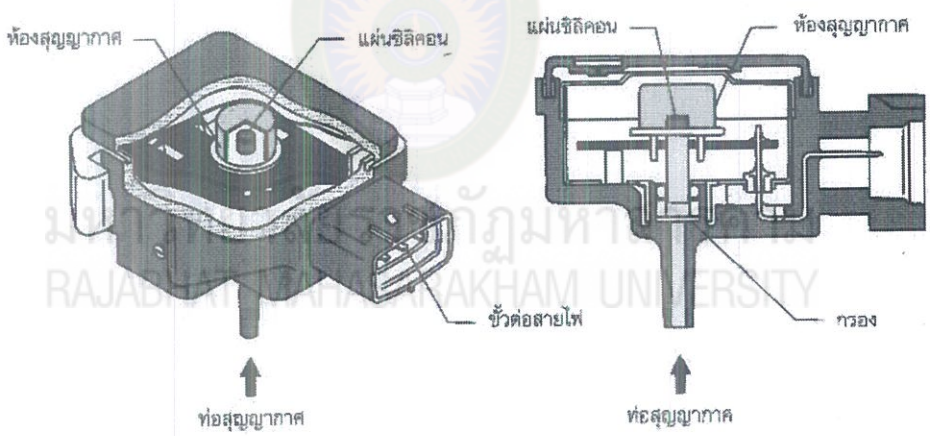
สัญญาณนี้ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อบอกถึงความเร็วรอบเครื่องยนต์ และตำแหน่งลูกสูบที่เปลี่ยนไปทุกๆ 30 องศา ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์ จะใช้สัญญาณนี้ร่วมกับสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยง ในการกำหนดจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและจังหวะการจุดระเบิด ไทม์มิ่งโรเตอร์มีฟันจำนวน 24 ฟัน



รูปที่ 1.56 แสดงสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์

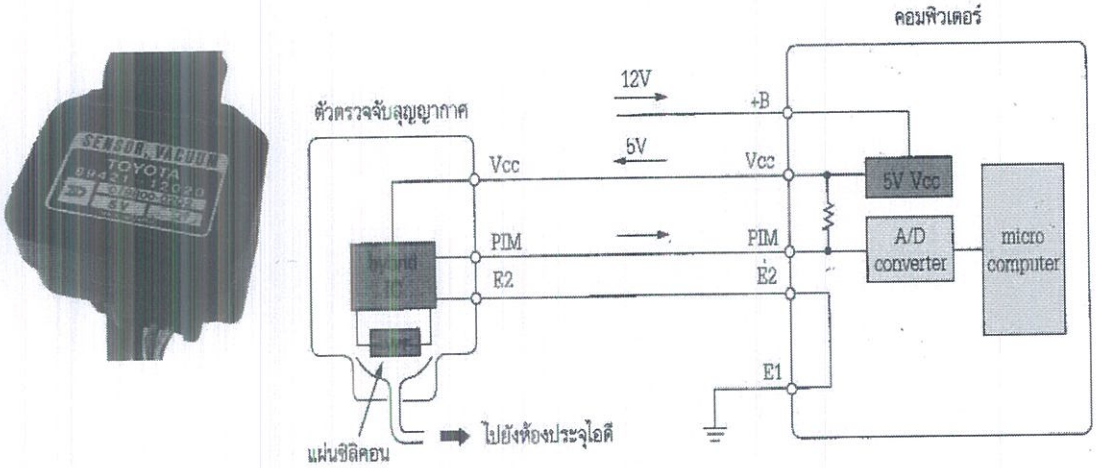
4.5 ตัวตรวจจับความดันในท่อร่วมไอดี

ตัวตรวจจับความดันในท่อร่วมไอดี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับปริมาตรอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบอีกแบบหนึ่ง ซึ่งใช้กับระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนแบบ ดี (D-Jetronic) ภายในโครงสร้าง จะประกอบด้วย แผ่นซิลิกอน และห้องสุญญากาศ



รูปที่ 1.57 แสดงโครงสร้างภายในตัวตรวจจับความดันสุญญากาศ

ซิลิคอนชิพที่จะโก่งตัวตามความดันในท่อร่วมไอดีซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การโก่งตัวของชิพ ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลง และถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าโดยไอซี ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ขั้ว PIM (Pressure Intake Manifold) ไมโครโปรเซสเซอร์จะใช้สัญญาณนี้กำหนดช่วงเวลาการฉีดน้ำมัน และจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้า ขั้ว VC (Voltage Constant) ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์โดยไม่ผ่านความต้านทานให้กับไอซี จึงควรระมัดระวังอย่าให้เกิดการลัดวงจร เพราะจะทำให้วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลท์และหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ชำรุด

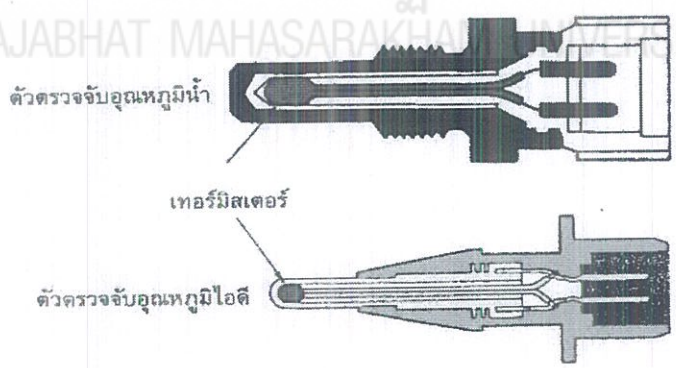


รูปที่ 1.58 วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับความดันสุญญากาศ

4.6 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ และตัวตรวจจับอุณหภูมิไอดี

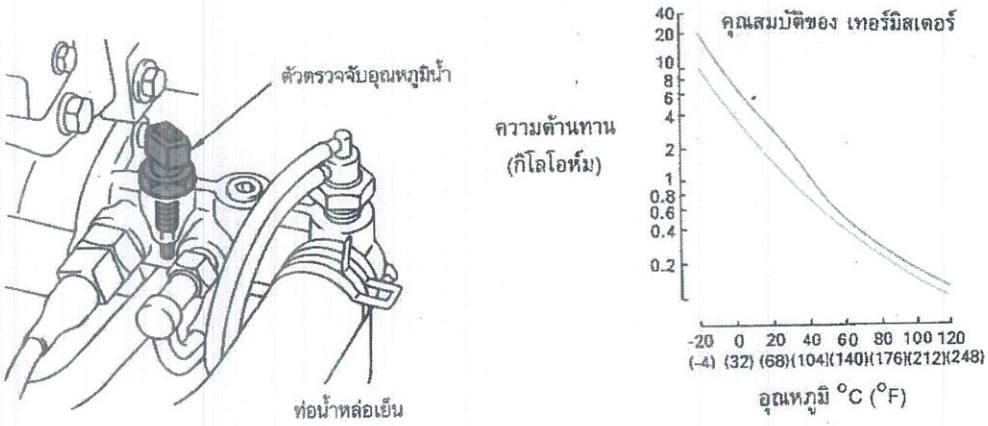
ตัวตรวจจับทั้งสองนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญและการทำงานเหมือนกัน เทอร์มิสเตอร์ (THERMISTOR) ที่อยู่ในตัวตรวจจับ จะมีความต้านทานเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันคงที่ 5 โวลท์ ซึ่งจ่ายผ่านความต้านทานออกมาจากหน่วย ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ขั้ว THW หรือ THA จะไหลไปผ่านเทอร์มิสเตอร์ ลงกราวด์ ดังนั้น แรงดันไฟฟ้านี้จะมีค่าสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์หรืออุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

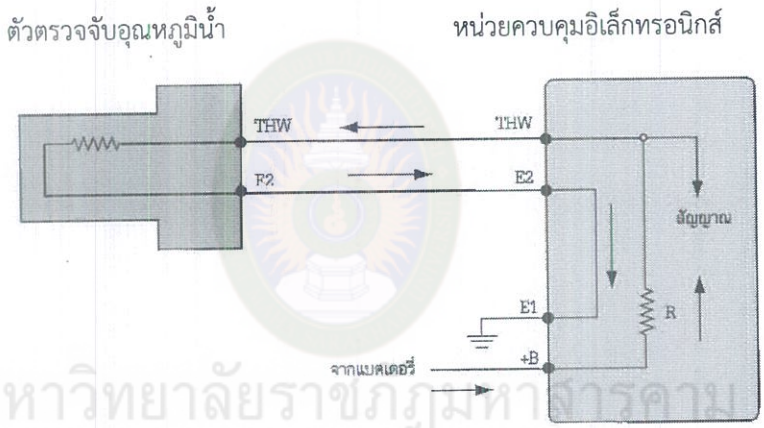


รูปที่ 1.59 แสดงโครงสร้างภายในตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำและตัวตรวจจับอุณหภูมิไอดี

แรงดันไฟฟ้านี้คือสัญญาณที่ส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้รู้ถึงอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ และอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าเครื่องยนต์ ตัวอย่างเช่นขณะที่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ น้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่อยู่ภายในตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำจะมีค่าสูง กระแสไฟฟ้าจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ไหลผ่านเทอร์มิสเตอร์ลงกราวด์ได้น้อย แรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว THW จึงมีค่าสูงทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์รู้ว่า ขณะนี้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ

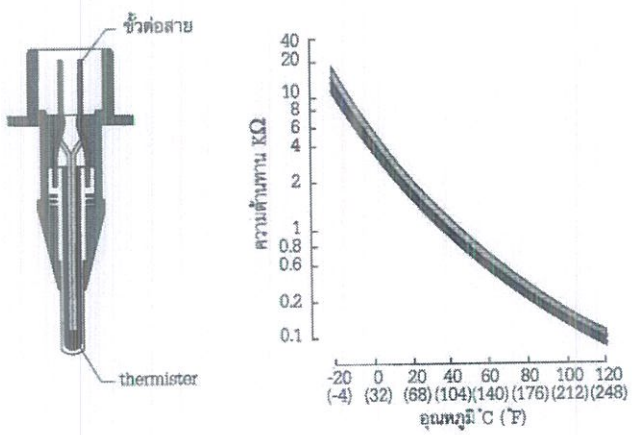


รูปที่ 1.60 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และกราฟคุณสมบัติ ของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ

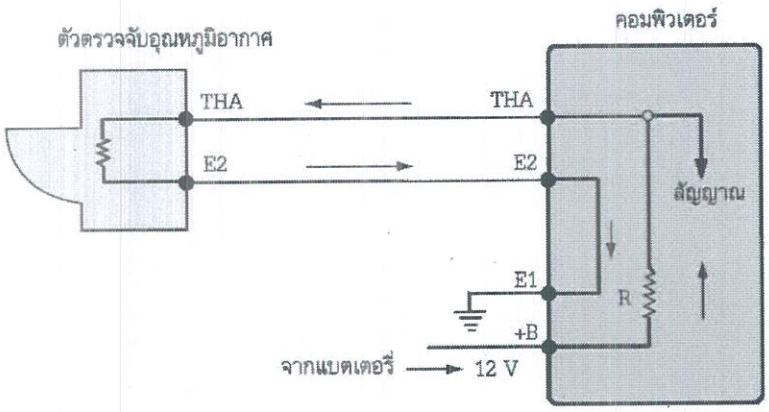


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.61 วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ



รูปที่ 1.62 แสดงโครงสร้างภายในและกราฟคุณสมบัติของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ



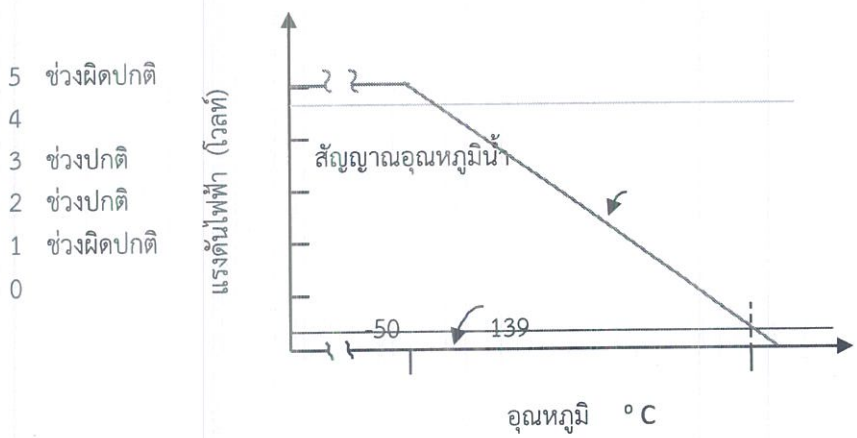
รูปที่ 1.63 วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ

1.3 ระบบวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

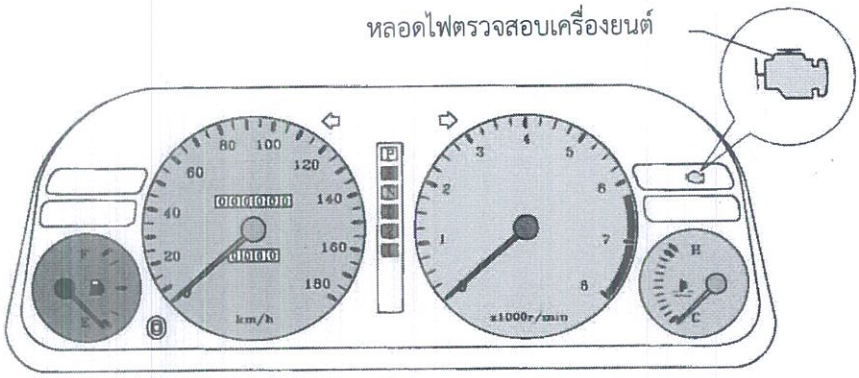
1.3.1 หลักการวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ไมโครโปรเซสเซอร์ที่อยู่ในหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ได้รับแรงดันไฟฟ้าจากตัวตรวจจับต่างๆ ซึ่งแต่ละสัญญาณจะมีแรงดันไฟฟ้าที่เป็นค่าเฉพาะ เช่น สัญญาณอุณหภูมิน้ำ จะมีแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 0.1-4.8 โวลท์เท่านั้น ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะวิเคราะห์ว่าสัญญาณอุณหภูมิน้ำนั้นผิดปกติ และจะทำให้ไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์สีเหลืองที่อยู่ในแผงหน้าปัดสว่างขึ้น เพื่อแสดงให้ผู้ขับขี่ทราบว่าขณะนี้มีความผิดปกติกับระบบควบคุมเครื่องยนต์ ควรนำรถยนต์ไปยังศูนย์บริการ เพื่อให้ช่างเทคนิคได้ตรวจซ่อมขณะเดียวกันไมโครโปรเซสเซอร์จะบันทึกรหัสวิเคราะห์ปัญหาของสัญญาณอุณหภูมิน้ำไว้ในหน่วยความจำ (RAM) เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ปัญหาของช่างเทคนิค ก่อนที่จะนำไปดำเนินการตรวจซ่อมต่อไป

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY



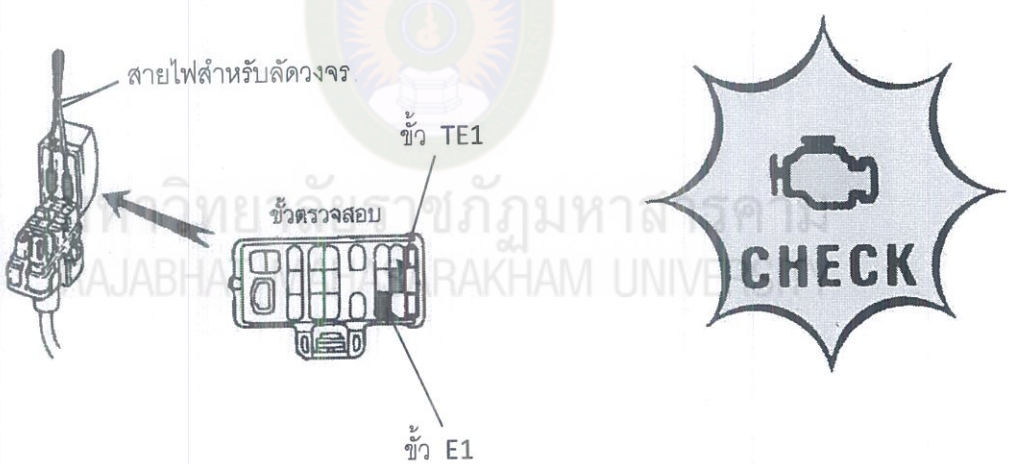
รูปที่ 1.64 กราฟแสดงคุณสมบัติตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน



รูปที่ 1.65 แผงหน้าปัดรถยนต์ที่มีหลอดไฟตรวจสอบเครื่องยนต์

1.3.2 การอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ช่างเทคนิคจะสามารถอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาได้ โดยใช้สายไฟตรวจสอบต่อระหว่างขั้ว TE1 และ E1 ที่ขั้วตรวจสอบเปิดสวิตช์จุดระเบิด อ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหา โดยนับจำนวนครั้งที่ไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์กระพริบและตรวจสอบรายละเอียดของปัญหาจากตารางรหัสวิเคราะห์ปัญหา และดำเนินการตรวจซ่อมต่อไป



รูปที่ 1.66 แสดงการต่อสายไฟทดสอบ ระหว่างขั้ว TE1 และ E1

รหัสปกติ

รหัส 12

รหัส 12 และ 14

รูปที่ 1.67 รูปรหัสสัญญาณแสดงด้วยการติด-ดับของหลอดไฟเตือนเครื่องยนต์

ข้อสังเกต

1. ขณะดับเครื่องยนต์ เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์จะติด เพื่อยืนยันว่าหลอดไฟไม่ขาด

2. ขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ ไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์จะติดจนกว่าเครื่องยนต์จะมีความเร็วรอบสูงกว่า 500 รอบต่อนาที

3. ถ้ามีรหัสวิเคราะห์ปัญหามากกว่า 1 รหัส รหัสจะแสดงออกมาเรียงตามลำดับจากรหัสที่มีค่าน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุด

4. รหัสวิเคราะห์ปัญหาจะแสดงออกมาซ้ำ ๆ กันตลอดเวลาที่สายไฟตรวจสอบต่อระหว่างขั้ว TE1 และ E1 ที่ขั้วตรวจสอบ และเปิดสวิตช์จุดระเบิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 1.1 รหัสวิเคราะห์ปัญหา

รหัส	รายละเอียดของปัญหา
12	สัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงหรือสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระยะเวลานานกว่า 2 นาทีหลังจากที่มีสัญญาณการสตาร์ทแล้ว
13	สัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระยะเวลานานกว่า 50 มิลลิวินาที ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูงกว่า 1,000 รอบต่อนาที
14	สัญญาณการจุดระเบิดบกพร่องไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ขณะที่มีสัญญาณจังหวะจุดระเบิด 4 ครั้งติดต่อกัน
22	สัญญาณอุณหภูมิน้ำผิดปกติหรือไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระยะเวลานานกว่า 0.5 วินาที
24	สัญญาณอุณหภูมิไอดีผิดปกติหรือไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระยะเวลานานกว่า 0.5 วินาที
31	สัญญาณความดันในท่อร่วมไอดีผิดปกติหรือไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เป็นระยะเวลานานกว่า 0.5 วินาที
41	สัญญาณสวิตช์เดินเบา และสัญญาณสวิตช์กำลังส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในเวลาเดียวกันเป็นระยะเวลานานกว่า 0.5 วินาที
43	สัญญาณการสตาร์ทไม่ส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในระหว่างการสตาร์ทเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์ติด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ

1. รหัสวิเคราะห์ปัญหาอาจแตกต่างกันไปตามรุ่นของเครื่องยนต์ เพื่อความถูกต้องควรดูจากคู่มือซ่อมเครื่องยนต์รุ่นนั้นๆ
2. รหัสในตารางข้างต้นนี้เป็นตัวอย่างบางส่วน ซึ่งอ้างอิงจากรหัสวิเคราะห์เครื่องยนต์โตโยต้า รุ่น 4A-GE แสดงรหัสเป็นเลขสองหลัก
3. เครื่องยนต์บางรุ่น แสดงรหัสเป็นเลขหนึ่งหลัก

1.3.3 การแก้ไขข้อขัดข้องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ขั้นตอนการแก้ไขข้อขัดข้อง

1. ทำความเข้าใจปัญหา
   - เครื่องยนต์ดับ
   - สตาร์ทไม่ติดหรือสตาร์ทติดยาก
   - รอบเดินเบาผิดปกติ
   - สมรรถนะไม่ดี

2. ตรวจสอบขั้นต้น
   - สายพาน น้ำมัน น้ำมันเครื่อง และน้ำหล่อเย็น
   - กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง และแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
   - กรองอากาศ ท่ออากาศ ลิ้นเร่ง ลิ้นอากาศ และลิ้นควบคุมอากาศต่าง ๆ
   - สายไฟ ขั้นต่อ ฟิวส์ และรีเลย์ต่าง ๆ
   - แบตเตอรี่ และแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
   - หัวเทียน สายไฟแรงสูง และจานจ่าย
   - จังหวะจุดระเบิด และความเร็วรอบเดินเบา
3. ตรวจหาสาเหตุ
   - รหัสวิเคราะห์ปัญหา
   - วงจรไฟฟ้า
   - ตัวตรวจจับ
   - เปิดตารางปัญหาข้อขัดข้องและหาสาเหตุที่เป็นไปได้
4. แก้ไขปัญหา
   - ซ่อมแซม
   - ปรับแต่ง
   - เปลี่ยนชิ้นส่วน
   - ลบรหัสวิเคราะห์
5. ตรวจสอบขั้นสุดท้าย
   - รหัสวิเคราะห์ปัญหาปกติ
   - เครื่องยนต์ทำงานเป็นปกติ

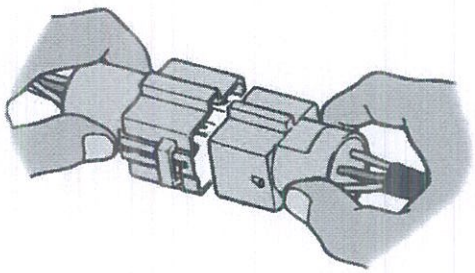
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การตรวจสอบขั้นต้น หรือการวิเคราะห์ปัญหาโดยรหัสวิเคราะห์ปัญหา ไม่สามารถหาสาเหตุของปัญหาได้แล้ว ควรใช้ตารางข้างล่างนี้ แต่ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุด ควรดูจากคู่มือซ่อมเครื่องยนต์รุ่นนั้นๆ สาเหตุข้อขัดข้องบางอย่างไม่สามารถหาสาเหตุได้โดยรหัสวิเคราะห์ปัญหา แต่ถ้าได้ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าและตัวตรวจจับต่างๆ ว่าเป็นปกติแล้ว อาจสรุปได้ว่าปัญหาข้อขัดข้องเกิดจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็น ๆ หาย ๆ เป็นปัญหาที่หาสาเหตุและแก้ไขได้ยาก เพราะปัญหาเกิดเป็นช่วง ๆ ไม่แน่นอน ต้องใช้ความชำนาญหรือประสบการณ์มาก สิ่งที่ควรทำคือศึกษาสถานการณ์ขณะที่เกิดปัญหา และจำลองสถานการณ์นั้น

สาเหตุของปัญหาที่เป็น ๆ หาย ๆ ส่วนมากเกิดจากขั้วต่อของสายไฟ และชุดสายไฟไม่ดี ควรตรวจสอบดังนี้

1. ตรวจว่าขั้วต่อสายไฟ และชุดสายไฟ ไม่บิดหักงอหรือตึงจนเกินไป
2. ตรวจว่าขั้วต่อสายไฟถูกดันเข้าจนสุด และถูกล็อกจนแน่น



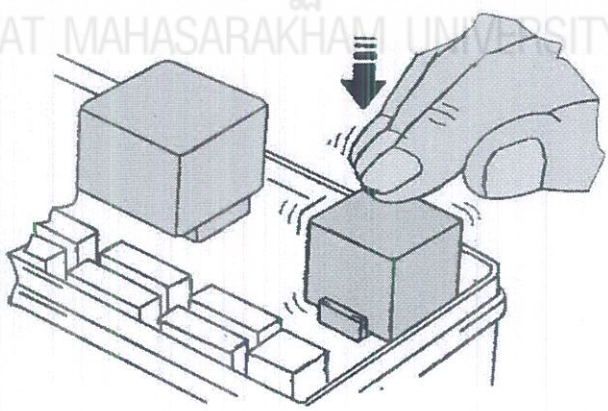
รูปที่ 1.68 การตรวจสอบการล็อกของชุดสายไฟฟ้า

3. เขย่าขั้วต่อสายไฟ และชุดสายไฟเบา ๆ

รูปที่ 1.69 การตรวจสอบการ หลวมของชุดสายไฟฟ้า

4. ใช้นิ้วเคาะชิ้นส่วนเบา ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



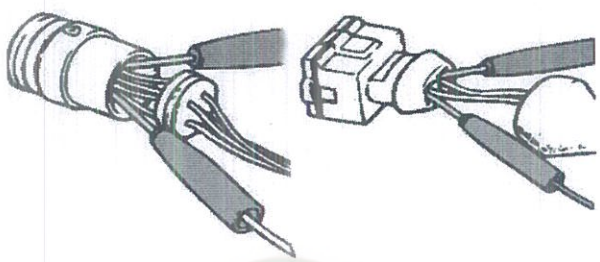
รูปที่ 1.70 การตรวจสอบการหลวมของรีเลย์ต่างๆ

5.4 ข้อควรระวังในการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง

1. พยายามตรวจหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องจนสุดความสามารถก่อนที่จะเปลี่ยนหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูง และราคาแพง

2. ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจวัดวงจรไฟฟ้า และตัวตรวจจับต่างๆ

3. ในการตรวจสอบขั้วต่อสายไฟ ให้สอดสายวัดของมัลติมิเตอร์ทางด้านสายไฟ อย่าสอดทางด้านหน้าเพราะจะทำให้ขั้วหลวม



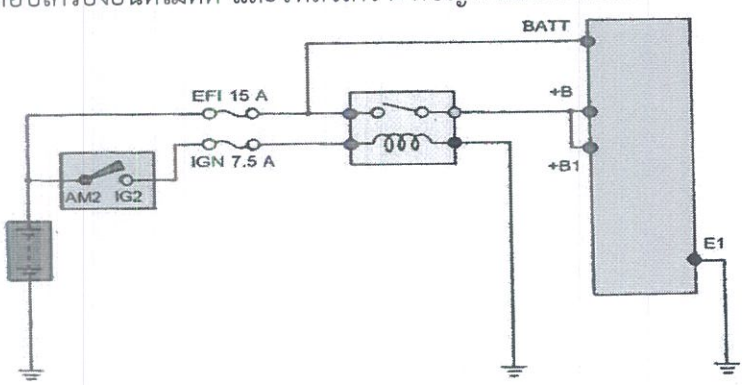
รูปที่ 1.71 การตรวจสอบชุดสายไฟฟ้าโดยใช้มัลติมิเตอร์

4. ใช้ออสซิสโลสโคป ตรวจดูรูปคลื่นสัญญาณของตัวตรวจจับต่างๆ
5. สาเหตุส่วนมากของปัญหาส่วนใหญ่ คือ ขั้วต่อสายไฟไม่ดี
6. ปิดสวิตช์จุดระเบิด หรือถอดขั้วแบตเตอรี่ออก ก่อนที่จะถอดขั้วต่อสายไฟ
7. ปลดล็อกก่อนที่จะถอดขั้วต่อสายไฟ โดยจับดึงที่ปลั๊กเสียบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.5 การลบรหัสวิเคราะห์ปัญหา

เมื่อทำการตรวจซ่อม เสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องลบรหัสวิเคราะห์ปัญหา ออกจากหน่วยความจำ โดยการถอดฟิวส์ EFI ขนาด 15 A ออกนานกว่า 10 วินาที เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าที่เลี้ยงหน่วยความจำ หลังจากลบรหัสวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ควรทำการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งเพื่อความแน่ใจว่าไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์ไม่ติด และรหัสวิเคราะห์ปัญหาเป็นรหัสปกติ



รูปที่ 1.72 ฟิวส์ EFI 15 A ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 1

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

1.1 วิทยากรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม เกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติและรถยนต์ของจริง โดยวิทยากรคอยกระตุ้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดจากการใช้งาน และให้ผู้เข้าอบรมตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเน้นการถาม และให้ดูปัญหาที่เกิดขึ้นในรถยนต์และวิทยากรให้ความรู้ เนื้อหาสาระใหม่ๆ

1.2 วิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรมร่วมสนทนาในสิ่งต่างๆที่เป็นอยู่ในรถยนต์และชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ในประเด็น เช่น

- ปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหายมีอะไรบ้าง
- สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหายมาจากสาเหตุอะไร
- เหตุใดจึงระบุว่าสิ่งนั้นเป็นปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหาย อธิบายได้อย่างไร
- วิธีการแก้ไขปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหาย

ขั้นตอนที่ 2 ระบุปัญหาและวิเคราะห์

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นแบบระดมสมองเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหายมีอะไรบ้าง มีวิธีการตรวจเช็คและแก้ไขปัญหา โดยวิทยากรคอยให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดวิธีการเรียนรู้

นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดวิธีการเรียนรู้จากสถานการณ์ พร้อมศึกษาหาความรู้และข้อมูลเพิ่มเติม โดยการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ เช่น ใบความรู้ หนังสือตำรา คู่มือซ่อมรถยนต์ อินเตอร์เน็ต เครื่องวิเคราะห์ปัญหารถยนต์ (Scan Tool) และเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มาตอบปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 แนวทางการปฏิบัติ

4.1 คณะวิทยากรคอยให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ รวมทั้งจัดหา หนังสือ ตำรา คู่มือซ่อมรถยนต์ เครื่องวิเคราะห์ปัญหารถยนต์ คอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูล

4.2 ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ความรู้เพียงพอสมบูรณ์ พร้อมทั้งปฏิบัติกิจกรรมใบงานที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Rajabhat Maha Sarakham University

ขั้นตอนที่ 5 นำเสนอผลงาน

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่ได้จากการค้นคว้า และผลการปฏิบัติใบงานที่ 1 กลุ่มละ 5-10 นาที และผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถซักถามกันได้

ขั้นตอนที่ 6 อภิปรายสรุป

6.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์

6.2 คณะวิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรม ร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปความรู้ที่ได้ วิธีการตรวจเช็ค แนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้

7.1 แบบฝึกหัด

7.2 ตรวจผลการปฏิบัติใบงานที่ 1

สื่อการอบรม

1. ชุดสาธิต
2. Powerpoint
3. เอกสารประกอบการอบรมใบเนื้อหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบหน่วยที่ 1

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 10 ข้อ

.....

1. บริษัทที่พัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนให้เข้าห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์โดยตรงรายแรก คือ

ก. บริษัท SEMEN ข. บริษัท BMW

ค. บริษัท BENZE ง. บริษัท BOSCH

2. อัตราส่วนผสมอากาศ-น้ำมันเชื้อเพลิงทางทฤษฎี ที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์ โดยปกติมีค่าเท่าไร

ก. 14.5 ต่อ 1 ข. 16.7 ต่อ 1

ค. 14.7 ต่อ 1 ง. 15.5 ต่อ 1

3. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนแบบควบคุมด้วยกลไก เรียกอีกชื่อว่าอะไร

ก. แบบ KE-Jetronic ข. แบบ K-Jetronic

ค. แบบ E-Jetronic ง. แบบ D-Jetronic

4. อุปกรณ์ควบคุมกำลังดันของน้ำมันเชื้อเพลิงจะรักษากำลังดันให้คงอยู่ที่

ก. 2.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ข. 2.95 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ค. 3.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ง. 3.95 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5. ถ้าสัญญาณวัดแรงดันในท่อร่วมไอดีผิดปกติ (PIM) ระบบอะไรจะช่วยให้เครื่องยนต์ทำงานต่อไป

ก. Fail Safe ข. Back-up

ค. ISC ง. ESA

6. ถ้าไม่มีไฟเลี้ยงกล่อง ECU ที่ขั้ว +B, B1 เครื่องยนต์จะเป็นอย่างไร

ก. เครื่องยนต์เดินเบาไม่เรียบ ข. เครื่องยนต์ไม่มีกำลัง

ค. เร่งสะดุด ง. เครื่องยนต์ไม่ติด

7. เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ในกล่อง ECU วิเคราะห์ว่าสัญญาณของเซนเซอร์ผิดปกติ จะเกิดอะไรขึ้น

ก. ไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์สีเหลืองที่อยู่ในแผงหน้าปัดสว่างขึ้น

ข. ไฟเตือนตรวจสอบเครื่องยนต์สีเหลืองที่อยู่ในแผงหน้าปัดดับ

ค. มีสัญญาณเสียงเตือนออกมาที่อยู่ในแผงหน้าปัด

ง. ไม่เกิดอะไรขึ้นยังปกติเหมือนเดิม

8. ข้อใดคือวิธีการยกเลิกโค้ดวิเคราะห์ปัญหาออกจากหน่วยความจำ

ก. ถอดฟิวส์ IGN ข. ถอดรีเลย์ EFI

ค. ถอดรีเลย์เปิดวงจร ง. ถอดฟิวส์ EFI นานกว่า 10 วินาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

9. ข้อใดคือสาเหตุใดที่รอบเดินเบาผิดปกติ รอบเดินเบาต่ำเกินไป
   ก. ลิ้นควบคุมความเร็วรอบเดินเบาปิดค้าง
   ข. ตัวตรวจจับความดันในท่อร่วมไอดีทำงานบกพร่อง
   ค. สัญญาณเครื่องปรับอากาศ สัญญาณเกียร์ว่างผิดปกติ
   ง. ถูกทุกข้อ
10. ข้อใดคือสาเหตุใดที่รอบเดินเบาผิดปกติ รอบเดินเบาสูงเกินไป
   ก. ท่ออากาศรั่วหรือลิ้นเร่งปิดไม่สนิท
   ข. ลิ้นควบคุมความเร็วรอบเดินเบาเปิดค้าง
   ค. ตัวตรวจจับควบคุมดันในท่อร่วมไอดีทำงานบกพร่อง
   ง. ถูกทุกข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 1

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 10 ข้อ

.....

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

	ใบงาน **หน่วยที่ 1**
	หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

คำสั่ง ให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (15 นาที/คน/ครั้ง)

วัตถุประสงค์

วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

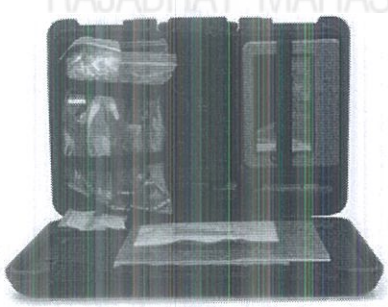
ทักษะพื้นฐาน

1. การใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหารถยนต์
2. การใช้คู่มือซ่อมรถยนต์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์รถยนต์ (Scan Tool Launch รุ่น X-431 PRO)
2. รถยนต์รุ่น Honda City 2015

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



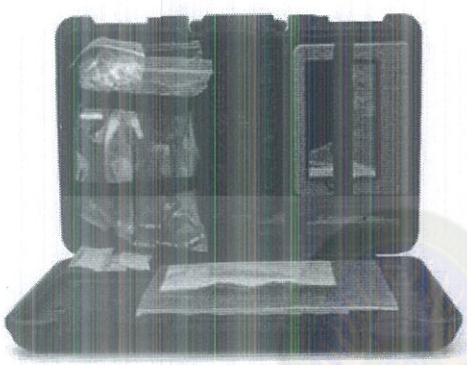
Scan Tool Launch รุ่น X-431

รถยนต์รุ่น Honda City 2015

ใบงาน
หน่วยที่ 1

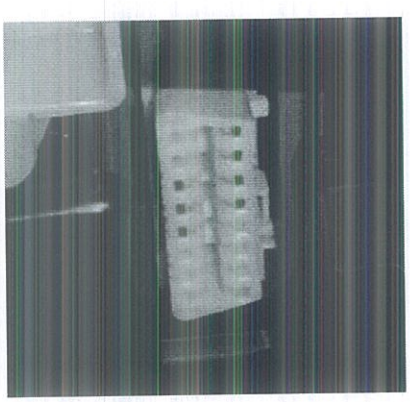
หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



เครื่องวิเคราะห์รถยนต์
(Scan Tool Launch รุ่น X-431 PRO)
วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ปลั๊กเชื่อมต่อข้อมูล OBD2 16 Pin
แบบไร้สาย ระหว่างเครื่องวิเคราะห์รถยนต์ (Scan Tool Launch รุ่น X-431 PRO) กับปลั๊ก DLC แบบ 16 Pin



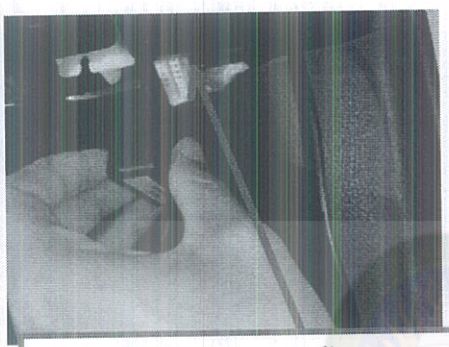
ปลั๊ก DLC แบบ 16 Pin
ตำแหน่งอยู่ที่ใต้คอพวงมาลัยของรถยนต์ที่ต่อมาจาก ECU ของเครื่องยนต์

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

การใช้เครื่องวิเคราะห์รถยนต์



เสียบปลั๊ก OBD2 เข้ากับขั้วตรวจสอบ

1. เสียบปลั๊ก OBD2 ของเครื่องวิเคราะห์รถยนต์ เข้ากับขั้วตรวจสอบ (ปลั๊ก DLC) อยู่ใต้คอพวงมาลัย จากนั้นทำการเปิดสวิตช์จุดระเบิด ไปยังตำแหน่ง ON

กดเข้าไปยังโปรแกรม

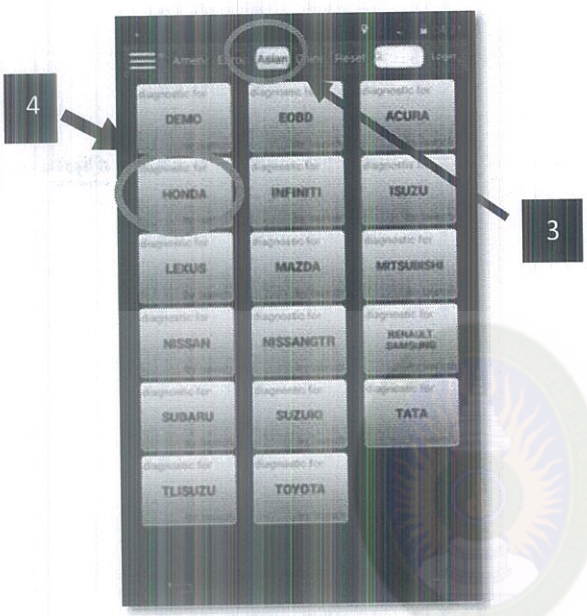
2. เปิดเครื่องวิเคราะห์รถยนต์ (Scan Tool Launch รุ่น X-431 PRO) โดยกดที่ปุ่ม Power ด้านข้าง จากนั้นกดเข้าไปยังโปรแกรมวิเคราะห์รถนยนต์ ตามที่ลูกศรชี้เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูล

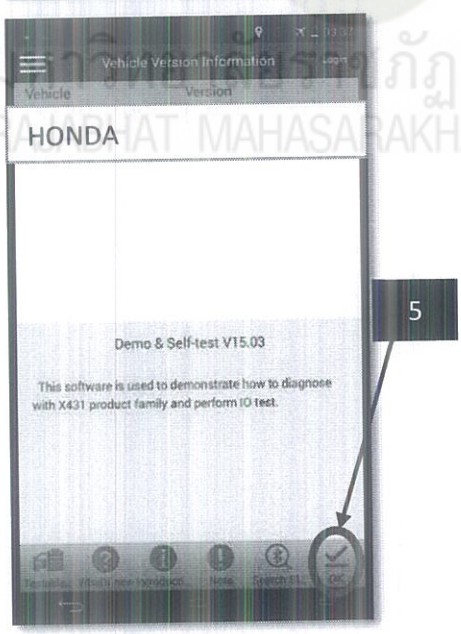
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน





3. เมื่อกดเข้าโปรแกรมแล้วจะเข้ามายังหน้าต่างดั่งที่เห็นในภาพ แล้วกดเข้าไปที่หน้าต่าง เลือกเขตพื้นที่ที่ใช้รถยนต์ ณ ขณะนั้น เลือกAsian

4. กดเลือกยี่ห้อรถยนต์ โดยที่ปุ่มยี่ห้อ HONDA เมื่อเข้ามาหน้าต่างนี้ กดเข้าไปที่หน้า HONDA V15.03 และทำการกดปุ่ม OK เพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ จะทำการลิงค์ข้อมูลเข้ากับรถยนต์

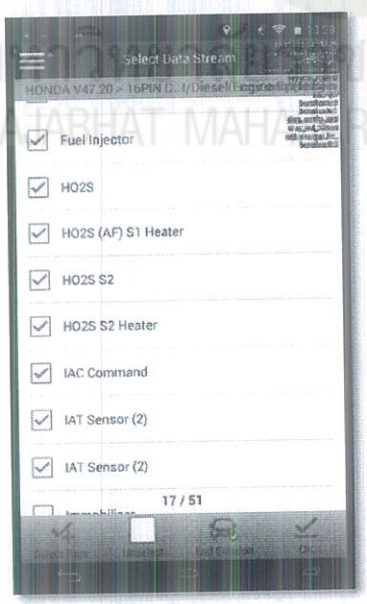
5.จากนั้นเลือกปุ่ม OK

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



5. เข้ามายังหน้าต่างนี้แล้ว กดเข้าไปยัง System Selection เพื่อเข้าไปในหน้าถัดไปว่าเราจะต้องการเข้าไปดูค่าต่างๆ ในระบบ

6. เข้ามายังหน้าต่างนี้แล้ว กดเข้าไปยัง Data Steam เพื่อเข้าไปในหน้าถัดไป ว่าเราจะต้องการเข้าไปดูค่าต่างๆ ในระบบ

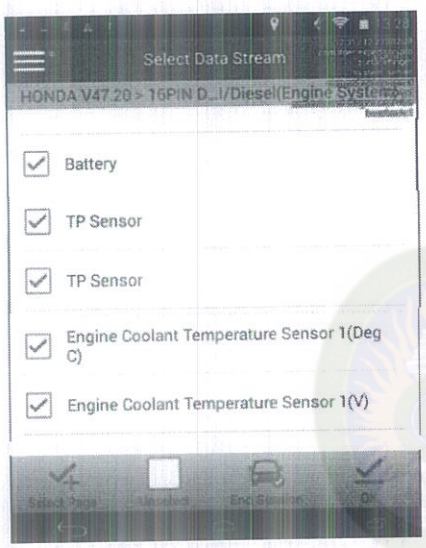
7. กดเลือกค่าที่ต้องการทราบข้อมูล ต้องสตาร์ทรถก่อน ถึงจะอ่านค่า Data Steam ต่างๆ ได้
ค่าที่ตรวจสอบมีดังนี้
- Fuel Injector
- HO2S (AF) S1 Heater
- HO2S S2 Heater
- IAC Command
- IAC Sensor (2)
- IAC Sensor (2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



(ต่อ)
ค่าที่ตรวจสอบมีดังนี้
-Battery
-Knock Retard
-Knock Sensor
-TP Sensor
-Map Sensor

หมายเหตุ
เมื่ออ่านค่าเรียบร้อย ให้ตรวจสอบกับค่ามาตรฐาน ตามคู่มือซ่อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบรายงานผลการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ผลการวิเคราะห์

ค่าที่ตรวจสอบ	ค่าที่วัดได้	ผลการวิเคราะห์	
		ปกติ	ไม่ปกติ
Fuel Injector	Ms		
HO2S (AF) S1 Heater			
HO2S S2 Heater			
IAC Command	%		
IAC Sensor (2)	V		
IAC Sensor (2)	Degree C		
Battery	V		
Knock Retard	Degree C		
Knock Sensor	v		
TP Sensor	Deg		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน 1.1

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ชื่อ.....นามสกุล.....กลุ่มที่.....

ว/ด/ป.....เริ่มเวลา.....เสร็จเวลา.....

จุดประเมินผลการปฏิบัติงาน	คะแนน	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์	1		
2. ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	1		
3. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1		
4. ความถูกต้องขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	1		
5. รายงานผลการปฏิบัติงาน	2		
6. ผลการวิเคราะห์	4		
คะแนนรวม	10		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เวลาที่กำหนด.....**นาที เวลาทำจริง**.....**นาที**

ผู้ตรวจ..... **ว/ด/ป**.....

	ใบงานการปฏิบัติงาน 1.2
	หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

คำสั่ง ให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (15 นาที/คน/ครั้ง)

วัตถุประสงค์

วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ทักษะพื้นฐาน

1. ใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหารถยนต์ได้อย่างถูกต้อง
2. อ่านค่า Data Steam
3. การใช้คู่มือซ่อมรถยนต์

Scan Tool Launch รุ่น X-431

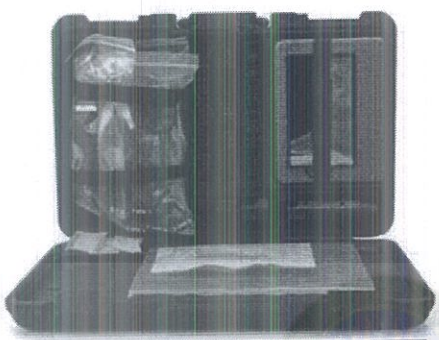
รถยนต์รุ่น Honda City 2003

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

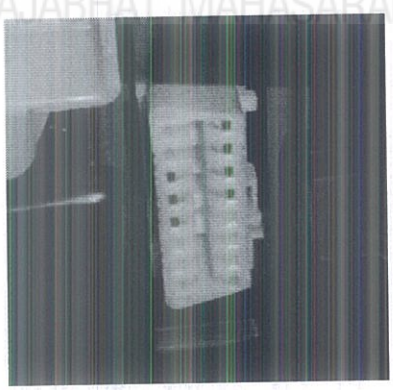
หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



เครื่องวิเคราะห์รถยนต์
(Scan Tool Launch รุ่น X-431 PRO)
วิเคราะห์ข้อขัดข้องของระบบควบคุม
เครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ปลั๊กเชื่อมต่อข้อมูล OBD2 16 Pin
แบบไร้สาย ระหว่างเครื่องวิเคราะห์
รถยนต์ (Scan Tool Launch
รุ่น X-431 PRO) กับปลั๊ก DLC
แบบ 16 Pin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

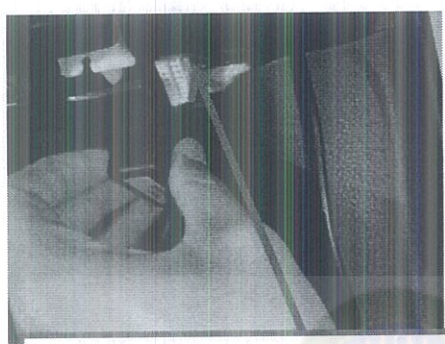


ปลั๊ก DLC แบบ 16 Pin
ตำแหน่งอยู่ที่ใต้คอพวงมาลัย
ของรถยนต์ ที่ต่อมาจาก ECU
ของเครื่องยนต์

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



เสียบปลั๊ก OBD2 เข้ากับขั้วตรวจสอบ

กดเข้าไปยังโปรแกรม

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เสียบปลั๊ก OBD2 เข้ากับขั้วตรวจสอบ (ปลั๊ก DLC) จากนั้นทำการเปิดสวิตช์จุดระเบิดไปตำแหน่ง ON

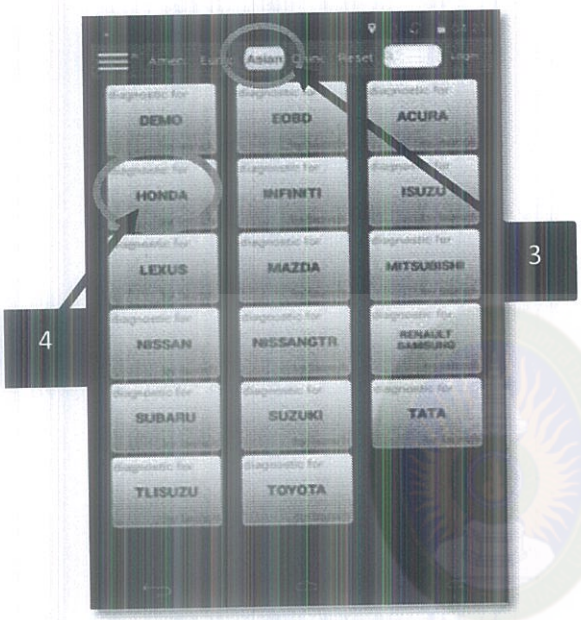
2. เปิดเครื่องวิเคราะห์รถยนต์ (Scan Sool Launch รุ่น X-431 PRO) โดยกดที่ปุ่ม Power ด้านข้าง จากนั้นกดเข้าไปยังโปรแกรมวิเคราะห์รถยนต์ตามที่ลูกศรชี้เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

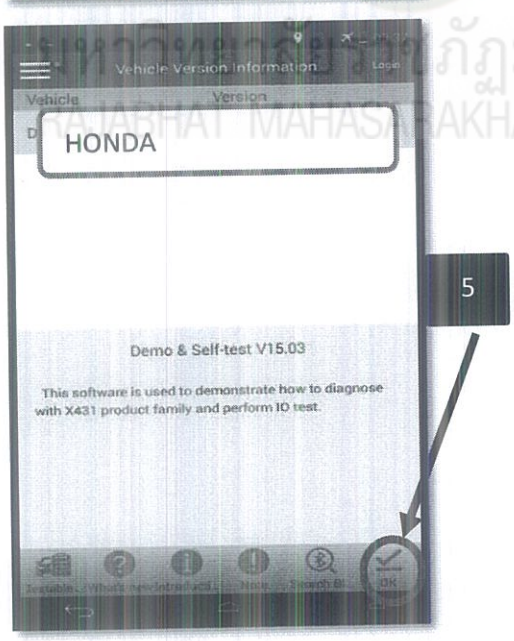
หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



3. เมื่อกดเข้าโปรแกรมแล้วจะเข้ามายังหน้าต่างดั่งที่เห็นในภาพ แล้วกดเข้าไปที่หน้าต่าง เลือกเขตพื้นที่ที่ใช้รถยนต์ ณ ขณะนั้น เลือกAsian

4. กดเลือกยี่ห้อรถยนต์ โดยที่ปุ่มยี่ห้อ HONDA เมื่อเข้ามาหน้าต่างนี้ กดเข้าไปที่หน้า HONDA V15.03 และทำการกดปุ่ม OK เพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ จะทำการลิงค์ข้อมูลเข้ากับรถยนต์



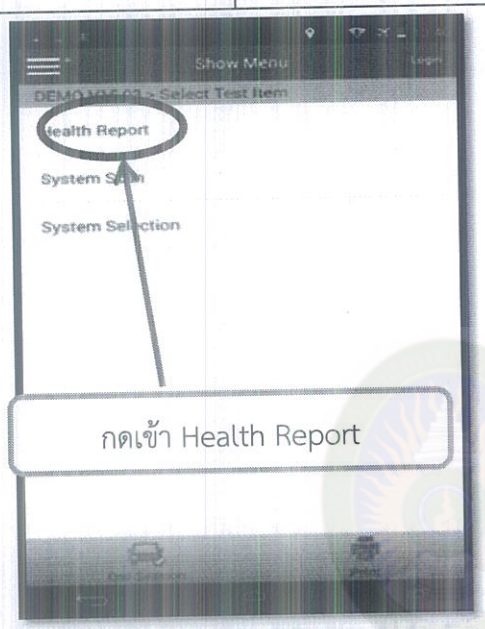
5. จากนั้นเลือกปุ่ม OK

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

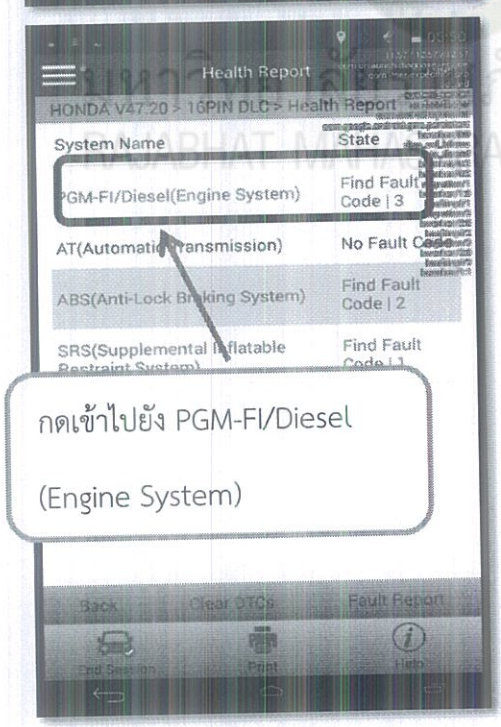
ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



6. เข้ามายังหน้าต่างนี้แล้ว กดเข้าไปยัง Health Report เพื่อเข้าไปในหน้าถัดไป ว่าเราจะต้องการเข้าไปดูระบบ ต่าง ๆ ในตัวรถยนต์



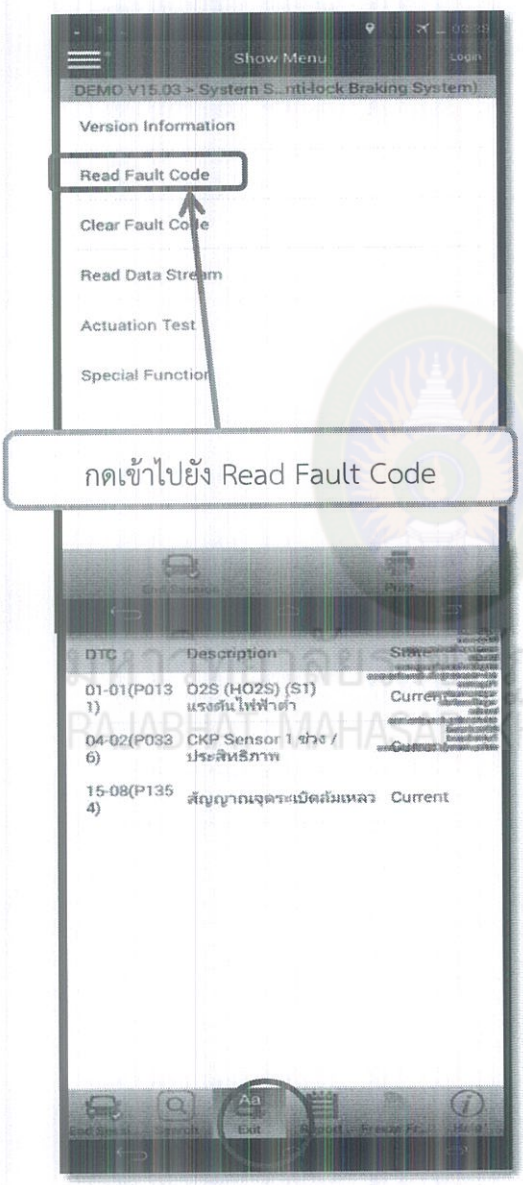
7. กดเข้าไปยัง PGM-FI/Diesel (Engine System) เพื่อเข้าดูโค้ดปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน



8. เมื่อเข้าถึงหน้าต่างนี้ กดเข้า Read Fault Code เพื่ออ่านวิเคราะห์ปัญหาของเครื่อง

โค้ชปัญหาตัวอย่างมีดังนี้

01-01(P0131) O2S (HO2S) (S1) แรงดันฟ้าต่ำ

04-02(P0336) senser 1 ช่วง/9 ประสิทธิภาพ

15-08(P1350) สัญญานการจุดระเบิดล้มเหลว

9. เมื่อเข้ามายังหน้าต่างนี้แล้ว ทำการอ่านโค้ชปัญหา แล้วก็ทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับในรถยนต์ จากนั้นก็กดปุ่มย้อนกลับ

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

10. กดเข้าที่ Clear Fault Code เพื่อลบโค้ชปัญหาออกเมื่อเราทำการแก้ไขปัญหาในตัวรถยนต์เสร็จสิ้น

11. กดที่คำว่า ใช่ เพื่อเป็นการจบสิ้นการลบโค้ดในการแก้ไขปัญหาเสร็จสิ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

	ใบรายงานผลการปฏิบัติงาน 1.2
	หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ผลการปฏิบัติงาน

รหัสปัญหา	รายละเอียด	ผลการวิเคราะห์	
		ปกติ	ไม่ปกติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน 1.2

หลักสูตร เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์
เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ชื่อ.....นามสกุล.....กลุ่มที่.....
ว/ด/ป.....เริ่มเวลา.....เสร็จเวลา.....

จุดประเมินผลการปฏิบัติงาน	คะแนน	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	1		
2. ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	1		
3. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1		
4. ความถูกต้องขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	1		
5. รายงานผลการปฏิบัติงาน	2		
6. ผลการวิเคราะห์	4		
คะแนนรวม	10		

จุดบกพร่องที่พบ

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

เวลาที่กำหนด.....**นาที เวลาทำจริง**.....**นาที**
ผู้ตรวจ..... **ว/ด/ป**.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

เอกราช ไชยเพีย, ณัฏฐชัย จันทชุม และพรทิพย์ วรกุล. (2564). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับครูแผนกช่างยนต์ สำนักงานคณะกรมการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (น. 182-191), *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(3).

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	ว่าที่ร้อยตรีเอกราช ไชยเพีย
วันเกิด	16 ธันวาคม 2518
สถานที่เกิด	275 หมู่ 11 ตำบลโนนท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ตำแหน่ง	อาจารย์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์
พ.ศ. 2551	ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พ.ศ. 2565	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY