แผนการสอน
งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
(๒๐๑๐๑-๒๐๑๓)

โดย

อ.สุทัศน์ โวงประโคน

สาขาวิชา ช่างยนต์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย หลักการพื้นฐานและโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน	สอนครั้งที่ 1-2/18
ชื่อเรื่อง หลักการพื้นฐานและโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
1.1 หลักการเบื้องต้นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	-
1.2 หลักการทำงานเบื้องต้น	
1.3 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	
1.4 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แก๊สโซลีน	

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานและโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
2. ตรวจสอบวงจรจ่ายกระแสไฟให้กล่อง ECU

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. อธิบายหลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แก๊สโซลีนได้
2. จำแนกชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แก๊สโซลีนได้
3. บอกส่วนประกอบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แก๊สโซลีนได้
4. บอกชื่อเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ งานตรวจสอบวงจรจ่ายกระแสไฟให้กล่อง ECU ได้
5. อธิบายวงจรจ่ายกระแสไฟให้กล่อง ECU ได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง/ค่านิยม

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระ

1.1 หลักการเบื้องต้นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

วิธีการผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นเครื่องต้นกำลังงานจะมีวิธีการผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง 2 แบบ คือ

1.1.1 แบบใช้คาร์บูเรเตอร์ (Carburator)

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่จ่ายส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่กระบอกสูบในอัตราส่วนผสมต่างๆที่เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามสภาพการขับขี่ของรถยนต์ ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ไม่สามารถที่จะจ่ายเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ เพราะมีข้อจำกัด บางประการ เช่น อัตราเร่งล่าช้าเพราะเชื้อเพลิง ผสมกันที่คอคอด (Venturi) จากนั้นจึงไหลเข้าไปในกระบอกสูบ และในกระบอกสูบที่มีความยาวของท่อร่วมไอดีมาก ก็ได้รับปริมาณเชื้อเพลิงไม่เท่ากัน เป็นต้น

1.1.2 แบบใช้หัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หรือเรียกว่า ระบบ EFI (Electronic Fuel Injection System)

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fuel Injection System) หรือเรียกว่า ระบบ EFI คือการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์โดยใช้หัวฉีด (Injector) ที่มีการควบคุมการทำงานด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit) หรือเรียกว่า กล่อง ECU

หลักการของระบบฉีด จะใช้หัวฉีด (Injector) ทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อร่วมไอดี (intake manifold)

1.2 หลักการทำงานเบื้องต้น

น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังจะถูกทำให้มีแรงดันสูงขึ้นประมาณ 2.5 Kg/cm^2 หรือ 2.5 bar ด้วยปั๊มไฟฟ้า เมื่อสัญญาณการฉีดจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ป้อนไปยังหัวฉีด น้ำมันที่มีความดันจะถูกฉีดเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี แล้วถูกดูดเข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์ ปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีด จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าหัวฉีด (สัญญาณการฉีด) โดยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะใช้เซนเซอร์ต่าง ๆ ตรวจจับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อคำนวณปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและสั่งหัวฉีด ให้ฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสม

1.3 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3.1 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

จากรูป หลักการเบื้องต้นของระบบ EFI แบบ D–Jetronic คอมพิวเตอร์จะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจจับสุญญากาศ และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และระบบ EFI แบบ L–Jetronic คอมพิวเตอร์จะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากมาตรวัดการไหลของอากาศและสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ สัญญาณไฟฟ้าทั้งสองที่ป้อนคอมพิวเตอร์ จะเป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ระยะเวลาในการฉีดที่ได้จากสัญญาณทั้งสองนี้ จะเรียกว่า ระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน (Basic Injection Time) ซึ่งเป็นระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ได้อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมัน–เชื้อเพลิงตามทฤษฎี

1.3.2 การเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ทำให้อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่จ่ายให้กับเครื่องยนต์ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะการทำงานเหล่านั้นด้วย ซึ่งทำให้อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ที่ได้จากระยะเวลาในการฉีดพื้นฐานไม่สามารถตอบสนองการทำงานของเครื่องยนต์ในทุกสภาวะได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขระยะเวลาในฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มากขึ้น เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่หนาเพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ ด้วยเหตุนี้ในระบบ (EFI) จะมีอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ที่เรียกว่าเซนเซอร์ (Sensor) เป็นตัวส่งข้อมูลการทำงานของเครื่องยนต์ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าในระบบคอมพิวเตอร์ ให้เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

1.4 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แก๊สโซลีน

1.4.1 แบ่งตามบริษัทผู้ผลิตรายใหญ่ ได้แก่ บริษัท Robert Bosch จากประเทศเยอรมนี ดังนี้

1. แบบควบคุมด้วยกลไก (K–Jetronic)

2. แบบกลไกร่วมกับแบบอิเล็กทรอนิกส์ (KE–Jetronic)

ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนแบบ K และ KE เรียกอีกอย่างว่า ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบต่อเนื่อง (Continuos Injection System : CIS) แบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น 3 ด้านใหญ่ ๆ ได้แก่

(1) การวัดการไหลของอากาศ (air flow measurement) จำนวนของอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในเครื่องยนต์ถูกควบคุมโดยลิ้นปีกผีเสื้อ และวัดปริมาณของอากาศโดยเซนเซอร์วัดการไหลของอากาศ (Air–Flow sensor)

(2) การจ่ายเชื้อเพลิง (Fuel Supply) เชื้อเพลิงจะถูกดูดจากถังเชื้อเพลิงโดยปั๊มเชื้อเพลิงไฟฟ้าไปยังหน่วยควบคุมส่วนผสม ผ่านไปยังกล่องเก็บสะสมเชื้อเพลิง และชุดกรองเชื้อเพลิง หน่วยควบคุมส่วนผสมจะจัดแบ่งปริมาณของเชื้อเพลิงไปยังลิ้นหัวฉีดเชื้อเพลิงในท่อร่วมไอดีของกระบอกสูบ

(3) การแบ่งจ่ายเชื้อเพลิง (Fuel Induction) จำนวนของอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในเครื่องยนต์จะสอดคล้องกับตำแหน่งของแผ่นปีกผีเสื้อ และเพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการตรวจวัดเชื้อเพลิงที่เข้าไปในแต่ละกระบอกสูบ จำนวนของอากาศที่ถูกดูดโดยเครื่องยนต์จะถูกตรวจวัดโดยเซนเซอร์วัดการไหลของอากาศ และเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมโดยจานจ่ายเชื้อเพลิง

3. แบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (D–Jetronic, L–Jetronic & Motronic)

สำหรับ ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้กันมากในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในปัจจุบัน จะมีความแตกต่างกันตามวิธีตรวจจับปริมาณอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ คือ

(1) ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D–Jetronic หรือ EFI แบบ D เป็นระบบฉีดที่มีการควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด โดยวิธีการวัดแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดีด้วยตัวตรวจจับสุญญากาศแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดของหัวฉีด ที่เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ

(2) ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ L–Jetronic หรือ EFI แบบ L เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบ EFI แบบ D–Jetronicซึ่งมีการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบจากแรงดันอากาศในท่อร่วมไอดี แต่เนื่องจากปริมาตรกับแรงดันของอากาศมีสัดส่วนแปรผันไม่คงที่แน่นอน กล่าวคือ ปริมาตรของอากาศไม่แปรผันตรงกับแรงดัน ทำให้การวัดปริมาณอากาศจากค่าแรงดันไม่ค่อยเที่ยวตรง จึงเป็นเหตุให้คอมพิวเตอร์กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขาดความเที่ยงตรงไปด้วย

(3) ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ Motronic หรือเรียกว่าระบบควบคุมเครื่องยนต์ โดยใช้กล่องควบคุม หรือ กล่อง ECU ทำหน้าที่ในการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ควบคุมการจุดระเบิดและควบคุมรอบเดินเบา เป็นต้น

1.4.2 แบ่งตามลักษณะการฉีดเชื้อเพลิงได้ 3 แบบ

1. การฉีดเชื้อเพลิงแบบจุดเดียว (Throttle Body Fuel Injection : TBI) นี้หัวฉีดจะติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง อาจมีหัวเดียวหรือ สองหัวก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2. การฉีดเชื้อเพลิงแบบติดตั้งที่ท่อไอดี (Port Fuel Injection : PFI) หัวฉีดจะถูกติดตั้งอยู่ที่หน้าลิ้นไอดีหรือช่องไอดี

3. แบบติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบ หรือ การฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรง (Gasoline Direct Injection : GDI)

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 1/18, คาบที่ 1–7/126)

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน

2. ครูให้หนังสือเรียน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน

4. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 1.1 – 1.4

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

8. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย

2. แบบทดสอบหลังเรียน

3. รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ/อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ศึกษาข้อมูลความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนของรถยนต์ในปัจจุบันระดับประเทศ

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. คะแนนการทำแบบฝึกหัด
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์** (20101–2013) นนทบุรี :

ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย หลักการพื้นฐานและโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซล	สอนครั้งที่ 2/18
ชื่อเรื่อง หลักการพื้นฐานและโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซล		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
2.1 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซล 2.2 ลักษณะพิเศษของระบบคอมมอนเรล 2.3 ลักษณะการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 2.4 โครงสร้างของระบบคอมมอนเรล 2.5 ส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล 2.6 การทำงานเบื้องต้นของระบบคอมมอนเรล 2.7 หลักการควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 2.8 การควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 2.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากล่องคอมพิวเตอร์ 2.10 ขั้นตอนการตรวจสอบ	-

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซล
2. วัดแรงดันไฟฟ้าเข้ากล่องคอมพิวเตอร์ระหว่างขั้ว +B –E1, ขั้ว IGSW–E1 และขั้ว MREL–E1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกหลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซลได้

2. บอกโครงสร้างและส่วนประกอบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซลได้
3. อธิบายการควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซลได้
4. บอกชื่อเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ งานตรวจสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากล่องได้
5. บอกวิธีการตรวจสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากล่องคอมพิวเตอร์ได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง/ค่านิยม

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระ

2.1 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล มีการใช้ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากมีการกำหนดให้มีการควบคุมมลพิษจากไอเสีย (มาตรฐาน EURO) จึงทำให้ต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องยนต์ดีเซล ให้มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยมลพิษ น้อยที่สุด

2.1.1 ระบบ ECD (Electronic Control Distribution)

ใช้ปั๊มดีเซล แบบ VE พร้อมชุด AMPLIFIER CONTROL หรือ ใช้ปั๊มดีเซล แบบ VE พร้อมชุด TIMING CONTROL แรงดันในการฉีดเชื้อเพลิง ประมาณ 100–1,000 bar

2.1.2 ระบบรางร่วม หรือ CRS (COMMONRAIL SYSTEM)

ใช้ปั๊มแรงดันสูง ส่งน้ำมันไปสะสมไว้ที่รางร่วม จากนั้นจะใช้ ECU ในการสั่งการให้หัวฉีดทำงาน แรงดันในการฉีดเชื้อเพลิง แบ่งออกเป็น 4 ระดับตามการพัฒนา เริ่มตั้งแต่ 1,350 bar, 1600 bar, 1,800 bar และ 2,000 bar ซึ่งเป็นระบบที่เกือบทุกบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ ได้นำมาใช้ในปัจจุบัน เพื่อประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและลดการปล่อยมลพิษ

2.2 ลักษณะพิเศษของระบบคอมมอนเรล

ระบบคอมมอนเรลจะใช้แบบห้องสะสมที่เรียกว่าท่อคอมมอนเรลเพื่อเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงไว้และหัวฉีดซึ่งจะมีโซเลนอยด์วาล์วควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เพื่อฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงเข้าไปในกระบอกสูบ เพราะ ECU เครื่องยนต์จะควบคุมระบบการฉีด (แรงดันการฉีด อัตราการฉีด และจังหวะการฉีด) ระบบการฉีดจะเป็นแบบอิสระและด้วยเหตุนี้จึงไม่มีผลกระทบต่อภาระหรือความเร็วรอบเครื่องยนต์ ระบบนี้จะทำให้แรงดันการฉีดคงที่ตลอดเวลาโดยเฉพาะในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ และจะลดปริมาณควันดำที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ดีเซลขณะสตาร์ตและเร่งความเร็วอย่างรวดเร็ว เป็นผลทำให้ก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกมาลดลงและไร้มลพิษ และได้กำลังสูง

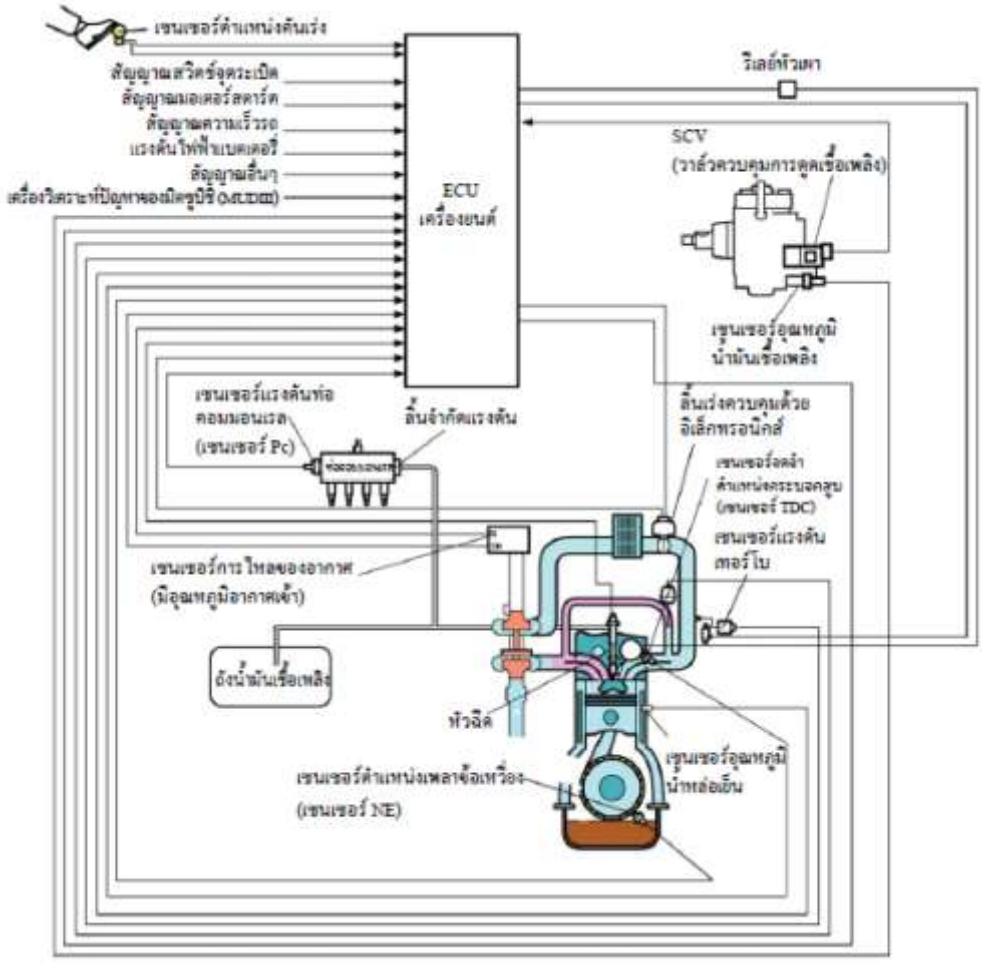
2.3 ลักษณะการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

1. การควบคุมแรงดันการฉีด มีความสามารถในการฉีดแรงดันสูงแม้ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำและควบคุมเขม่า และการปล่อย NOx ให้น้อยที่สุด

2. การควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถควบคุมการปรับตั้งเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพตามสภาวะการขับขี่

3. การควบคุมอัตราการฉีด การควบคุมการฉีดนำร่องจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณเล็กน้อยก่อนการฉีดหลัก

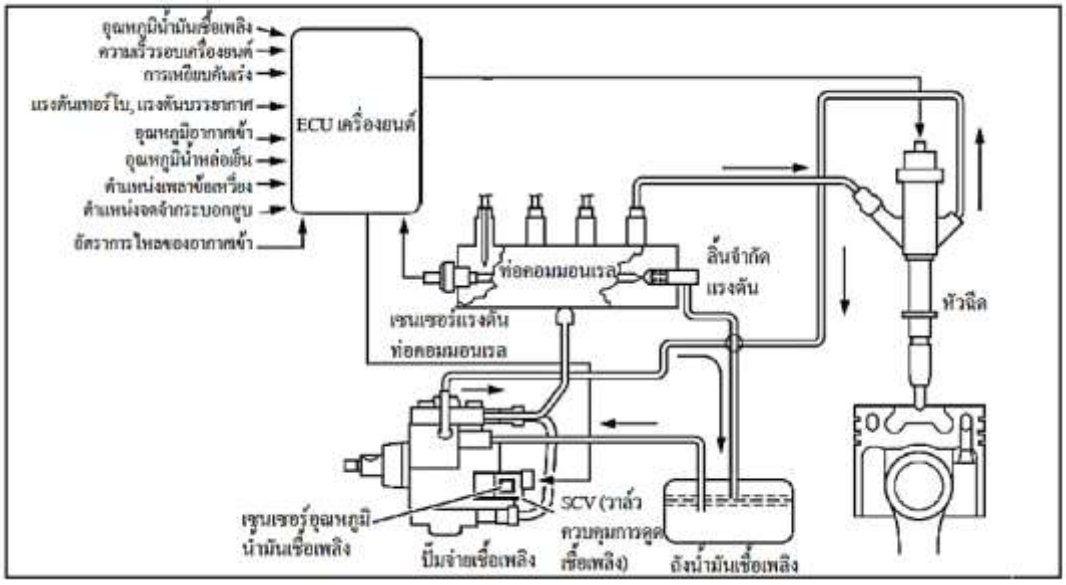
2.4 โครงสร้างของระบบคอมมอนเรล



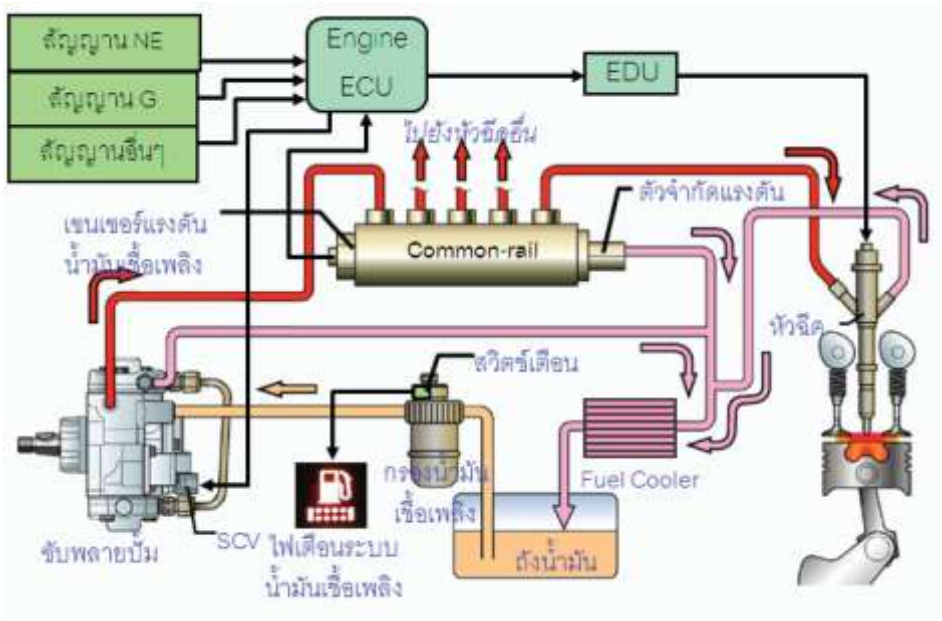
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของระบบคอมมอนเรล เครื่องยนต์ 4D-56

2.5 ส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล

ระบบคอมมอนเรล ประกอบด้วย ปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง ท่อคอมมอนเรล หัวฉีดและ ECU เครื่องยนต์



ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล เครื่องยนต์ 4D-56



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล เครื่องยนต์ 1KD-FTV

2.6 การทำงานเบื้องต้นของระบบคอมมอนเรล

2.6.1 ปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง (HP3) ปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงจะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง และปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงไปที่ท่อคอมมอนเรล ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่จ่ายจากปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงจะควบคุมแรงดันในท่อคอมมอนเรล ซึ่ง SCV (วาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิง) ในปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงจะมีผลกับการควบคุมนี้ตามคำสั่งที่ได้รับจาก ECU เครื่องยนต์

2.6.2 ท่อคอมมอนเรล ท่อคอมมอนเรลจะติดตั้งอยู่ระหว่างปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงกับหัวฉีด และทำหน้าที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงไว้

2.6.3 หัวฉีด (ชนิด G2) หัวฉีดนี้จะใช้แทนหัวฉีดแบบเดิม และทำให้การฉีดเหมาะสมที่สุดโดยมีผลกับการควบคุมตามสัญญาณต่าง ๆ จาก ECU เครื่องยนต์ ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ จาก ECU เครื่องยนต์จะกำหนดระยะเวลาและจังหวะที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังหัวฉีด และยังกำหนดปริมาณ จังหวะ และอัตราน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะถูกฉีดจากหัวฉีด

2.6.4 ECU เครื่องยนต์ ECU เครื่องยนต์จะคำนวณข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อสรุปการควบคุมปริมาณการฉีด จังหวะ และแรงดันเช่นเดียวกับ EGR (การหมุนเวียนก๊าซไอเสีย)

2.6.5 ระบบเชื้อเพลิง ระบบนี้ประกอบด้วยเส้นทางการไหลของน้ำมันดีเซลจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านท่อคอมมอน–เรลไปยังปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงและถูกฉีดผ่านทางหัวฉีด เช่นเดียวกับเส้นทางผ่านที่น้ำมันเชื้อเพลิงไหลกลับไปยังถังน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านท่อทางไหลกลับ

2.6.6 ระบบควบคุม ในระบบนี้ ECU เครื่องยนต์จะควบคุมระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตามสัญญาณที่ได้รับจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ชิ้นส่วนประกอบของระบบนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดกว้าง ๆ ดังนี้

1. **เซนเซอร์** ทำหน้าที่ตรวจจับสภาวะการขับขี่และเครื่องยนต์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

2. ECU เครื่องยนต์ ทำการคำนวณตามสัญญาณไฟฟ้าที่รับจากเซนเซอร์ต่าง ๆ และส่งไปอุปกรณ์ปฏิบัติการ (Actuator) ในการทำงานเพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุด

3. อุปกรณ์ปฏิบัติการหรือตัวกระตุ้น (Actuator) ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้าที่ได้รับจาก ECU ซึ่งการควบคุมระบบการฉีดจะทำงานโดยทำการควบคุมอุปกรณ์ปฏิบัติการ ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ปริมาณและจังหวะการฉีดจะถูกกำหนดโดยการควบคุมระยะเวลาและจังหวะที่กระแสไฟฟ้าถูกจ่ายไปยัง TWV (วาล์ว 2 ทาง) ในหัวฉีด แรงดันการฉีดจะถูกกำหนดโดยการควบคุม SCV (วาล์วควบคุมการดูด) ในปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง

2.7 หลักการควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบนี้จะมีผลต่อการควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกับจังหวะการฉีดที่เหมาะสมมากกว่าไทม์เมอร์หรือกัฟเวอร์เนอร์ควบคุมด้วยกลไกที่ใช้ในปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป ECU เครื่องยนต์จะทำการคำนวณความจำเป็นตามเซนเซอร์ต่างๆ ที่ติดตั้งบนเครื่องยนต์และตัวรถ จากนั้นจะควบคุมจังหวะและระยะเวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังหัวฉีดต่าง ๆ เพื่อให้ทั้งจังหวะการฉีดและการฉีดเหมาะสมที่สุด มีรายละเอียดดังนี้

1. ฟังก์ชั่นควบคุมอัตราการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง การควบคุมการฉีดนำร่องจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณเล็กน้อยก่อนการฉีดหลัก

2. ฟังก์ชั่นควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เปลี่ยนจากฟังก์ชั่นกัฟเวอร์เนอร์ทั่วไปเป็นฟังก์ชั่นควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ฟังก์ชั่นนี้จะควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อให้ปริมาณการฉีดเหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับความเร็วรอบเครื่องยนต์และสัญญาณตำแหน่งคันเร่ง

3. ฟังก์ชั่นควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เปลี่ยนจากฟังก์ชั่นไทม์เมอร์ทั่วไปเป็นฟังก์ชั่นควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ฟังก์ชั่นนี้จะควบคุมการฉีดเพื่อให้ จังหวะเหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับความเร็วรอบเครื่องยนต์และปริมาณการฉีด

4. ฟังก์ชั่นควบคุมแรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (ฟังก์ชั่นควบคุมแรงดันท่อคอมมอนเรล) ฟังก์ชั่นควบคุมแรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (ฟังก์ชั่นควบคุมแรงดันท่อคอมมอนเรล) จะควบคุมปริมาตรการอัดของปั๊มโดยทำการวัดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงที่เซนเซอร์แรงดันท่อคอมมอนเรลแล้วป้อนกลับไปที่ ECU ซึ่งจะทำให้เกิดการควบคุมการป้อนแรงดันกลับเพื่อให้ปริมาตรการอัดตรงกับค่า (คำสั่ง) ที่ตั้งไว้ตามความเร็วรอบเครื่องยนต์และปริมาณการฉีด

2.8 การควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

2.8.1 การควบคุมจังหวะการฉีดนำร่องและการฉีดหลัก

1. จังหวะการฉีดหลัก ECU เครื่องยนต์จะคำนวณจังหวะการฉีดพื้นฐานตามความเร็วรอบเครื่องยนต์และปริมาณการฉีดครั้งสุดท้าย และเพิ่มชนิดการปรับแก้ต่าง ๆ เพื่อกำหนดจังหวะการฉีดหลักให้เหมาะสมที่สุด

2. จังหวะการฉีดนำร่อง (ช่วงการฉีดนำร่อง) (Pilot Injection Timing) จะถูกควบคุมโดยทำการเพิ่มช่วงการฉีดนำร่องจนถึงจังหวะการฉีดหลักช่วงการฉีดนำร่องจะถูกคำนวณตามปริมาณการฉีดครั้งสุดท้าย, ความเร็วรอบเครื่องยนต์, อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น, อุณหภูมิภายนอกและแรงดันบรรยากาศ (การปรับแก้แผนภูมิ) ช่วงการฉีดนำร่อง ณ เวลาที่สตาร์ตเครื่องยนต์จะถูกคำนวณจากอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นและความเร็วรอบเครื่องยนต์

2.8.2 แรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ECU เครื่องยนต์จะกำหนดแรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับปริมาณการฉีดครั้งสุดท้าย และความเร็วรอบเครื่องยนต์แรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ณ เวลาที่สตาร์ตเครื่องยนต์จะถูกคำนวณจากอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นและความเร็วรอบเครื่องยนต์

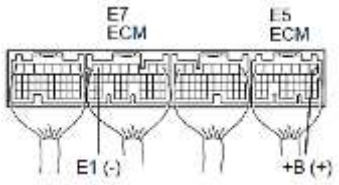
2.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากล่องคอมพิวเตอร์

เมื่อบิดสวิตช์จุดระเบิด ON แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่จะถูกจ่ายไปที่ขั้ว IGSW ของ ECM สัญญาณออก MREL ของ ECM ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปที่ขดลวด ปิดหน้าคอนแท็คของรีเลย์ EFI แล้วจึงส่งกระแสไฟฟ้าไปยังขั้ว +B ของ ECM

2.10 ขั้นตอนการตรวจสอบ

2.10.1 ตรวจ ECM (แรงดันไฟฟ้า +B)

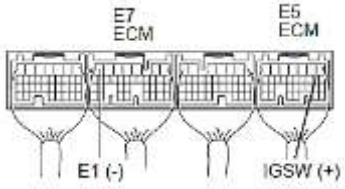
1. บิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง ON
2. วัดแรงดันไฟฟ้าของขั้วต่อ ECM ระหว่างขั้ว +B – E1



ภาพที่ 2.13 วัดแรงดันไฟฟ้าของขั้วต่อ ECM ระหว่างขั้ว +B – E1

2.10.2 ตรวจ ECM (แรงดันไฟฟ้า IGSW)

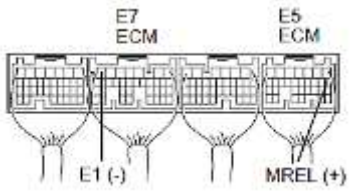
1. บิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง ON
2. วัดแรงดันไฟฟ้าของขั้วต่อ ECM ระหว่างขั้ว IGSW – E1



ภาพที่ 2.14 วัดแรงดันไฟฟ้าของขั้วต่อ ECM ระหว่างขั้ว IGSW – E1

2.10.3 ตรวจ ECM (แรงดันไฟฟ้า MREL)

1. บิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง ON
2. วัดแรงดันไฟฟ้าของขั้วต่อ ECM ระหว่างขั้ว MREL – E1



กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 2/18, คาบที่ 8–14/126)

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. ครูให้หนังสือเรียน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน
4. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 2.1 – 2.10
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ/อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ศึกษาข้อมูลความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนของรถยนต์ในปัจจุบันระดับประเทศ

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. คะแนนการทำแบบฝึกหัด

2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 2

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** นนทบุรี :

ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(.....) (.....)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	**หน่วยที่ 3**
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	สอนครั้งที่ 3-4/18
ชื่อเรื่อง ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน		จำนวน 14 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
3.1 อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง 3.2 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ทำงาน 3.3 กำลังงานกับความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.4 ข้อจำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์	**ใบงานที่ 1** งานตรวจสอบการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบแอล–เจ็ททรอนิกส์ **ใบงานที่ 2** งานตรวจสอบการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี–เจ็ททรอนิกส์ **ใบงานที่ 3** งานตรวจสอบการทำงานของตัวควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิง

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. ตรวจสอบการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบแอล–เจ็ททรอนิกส์ตามคู่มือ

3. ตรวจสอบการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี–เจ็ททรอนิกส์ตามคู่มือ

4. ตรวจสอบการทำงานของตัวควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิงตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกองค์ประกอบสำคัญในการผลิตกำลังงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้
2. อธิบายอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ของกำลังงานกับความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้
4. บอกข้อจำกัดของคาร์บูเรเตอร์ได้

ด้านทักษะ

1. อธิบายการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบแอล–เจ็ททรอนิกส์ได้
2. ตรวจสอบการทำงานวงจรควบคุมปั๊มมันเชื้อเพลิงแบบ แอล–เจ็ททรอนิกส์ได้
3. อธิบายการควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี–เจ็ททรอนิกส์ได้
4. ตรวจสอบการทำงานวงจรควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี–เจ็ททรอนิกส์ได้
5. ติดตั้งเกจวัดความดันน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับเครื่องยนต์ได้
6. อ่านค่าความดันน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ทำงานได้ถูกต้อง
7. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันสุญญากาศกับความดันน้ำมันเชื้อเพลิงได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง/ค่านิยม

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระ

3.1 อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง

3.1.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

3.1.2 อัตราส่วนผสมบาง

3.1.3 อัตราส่วนผสมหนา

3.2 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ทำงาน

3.2.1 ขณะสตาร์ต

3.2.2 ขณะเดินเบา

3.2.3 ขณะอุณหภูมิต่ำ

3.2.4 ขณะเครื่องยนต์รับภาระปานกลางใช้ความเร็วสม่ำเสมอ

3.2.5 ขณะเร่งเครื่องเครื่องยนต์

3.2.6 ขณะความเร็วสูงหรือภาระงานหนัก

3.3 กำลังงานกับความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานของเครื่องยนต์กับอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงที่แสดงในกราฟจะพบว่ากำลังงานของเครื่องยนต์จะสูงสุด ที่อัตราส่วนผสม 12.6 : 1 ถ้าเครื่องยนต์ได้รับส่วนผสมที่หนากว่านี้ เช่น 11 : 1 หรือ 10 : 1 จะทำให้กำลังงานลดลงแต่ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น พบว่าอัตราส่วนผสมที่ทำให้ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำสุด คืออัตราส่วนผสม 15.4 : 1 ซึ่งคือสภาวะรถยนต์รับภาระปานกลางใช้ความเร็วสม่ำเสมอ และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ไม่เกิน 2,000 รอบต่อนาที

1.4 ข้อจำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์

ข้อจำกัดในการทำงานหลายประการ เช่น

1. ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็นกลไกจำนวนมาก เกิดความล่าช้าในการจ่ายส่วนผสมส่งผลให้การตอบสนองการเร่งเครื่องยนต์ไม่ดีเท่าที่ควร

2. วงจรการจ่ายส่วนผสมมีหลายวงจร เช่นวงจรความเร็วรอบเดินเบา วงจรความเร็วรอบปกติ วงจรปั๊มเร่ง วงจรความเร็วรอบสูง ฯลฯ ขณะเปลี่ยนแปลงวงจรการทำงานจะต้องมีการจ่ายส่วนผสมที่หนาเผื่อไว้เพื่อป้องกันเครื่องยนต์เกิดอาการสะดุด จึงเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3. กรณีเครื่องยนต์มีคาร์บูเรเตอร์ตัวเดียว ความยาวของท่อไอดีแต่ละกระบอกสูบที่ไม่เท่ากันทำให้ส่วนผสมที่บรรจุเข้าในแต่ละกระบอกสูบไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อกำลังเครื่องยนต์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 3/18, คาบที่ 15–21/126)

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน

2. ครูให้หนังสือเรียน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน

4. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 3.1 – 3.2

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

7. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 1-2 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม และตรวจผลงานภาคปฏิบัติ

8. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 4/18, คาบที่ 22–28/126)

1. เตรียมความพร้อมและถามทบทวนเนื้อหา

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน

3. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 3.3-3.4

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

6. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 3 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่มและตรวจผลงานภาคปฏิบัติ

7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ/อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบประเมินตามใบงานที่ 1–3	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ศึกษาข้อมูลความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนของรถยนต์ในปัจจุบันระดับประเทศ

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. คะแนนการทำแบบฝึกหัด
2. ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 1-3

3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 3

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(.....) (นายสุทัศน์ โวงประโคน)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	**หน่วยที่ 4**
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน	สอนครั้งที่ 5-6/18
ชื่อเรื่อง ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน		จำนวน 14 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
4.1 การพัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 4.2 ข้อดีของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 4.3 หลักพื้นฐานระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 4.4 โครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 4.5 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน	**ใบงานที่ 4** งานตรวจสอบการทำงานของมาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด **ใบงานที่ 5** งานตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ **ใบงานที่ 6** งานตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ **ใบงานที่ 7** งานตรวจสอบการทำงานของตัว

4.6 ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D–Jetronic 2.7 ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L–Jetronic	ตรวจจับสุญญากาศ

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน
2. ตรวจสอบการทำงานของมาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัดตามคู่มือ
3. ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำตามคู่มือ
4. ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศตามคู่มือ
5. ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับสุญญากาศตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกข้อดีของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้
2. อธิบายหลักพื้นฐานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้
3. อธิบายโครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้
4. บอกความแตกต่างระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนแบบ D และแบบ L ได้

ด้านทักษะ

1. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของมาตรวัดการไหลอากาศแบบแผ่นวัดได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเปิดแผ่นวัดปริมาณอากาศกับแรงดันไฟฟ้าได้
3. วัดค่าความต้านทานและค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิน้ำได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิน้ำได้
6. วัดค่าความต้านทานและค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศได้
7. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานกับอุณหภูมิอากาศได้
8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิอากาศได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง/ค่านิยม

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ไม่หยดนิ่งที่จะแก้ปัญหา ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ

เนื้อหาสาระ

4.1 การพัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (Electronic Fuel Injection System : EFI) มีการพัฒนามาตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2455 โดยบริษัทบ๊อช (BOSCH) ประเทศเยอรมนี โดยเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงรุ่นแรก ๆ จะเป็นแบบควบคุมการฉีดด้วยกลไกและพัฒนามาเป็นแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ดังในปัจจุบัน

(ก) ระบบคาร์บูเรเตอร์ (ข) ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (ค) ระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์

รูป การพัฒนาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

4.2 ข้อดีของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

1. ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ท่อร่วมไอดีจะไม่มีคอคอด (Venturi) มาขัดขวางการไหลของอากาศ ทำให้อากาศไหลเข้าห้องเผาไหม้ได้เต็มที่ ส่งผลให้เครื่องยนต์มีกำลังสูง
2. การจ่ายปริมาณเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและแน่นอนทุกช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์
3. มีการตอบสนองขณะเร่งเครื่องยนต์ได้ดี เนื่องจากหัวฉีด (Injector)
4. ความลาดเอียงของถนนไม่มีผลต่อการจ่ายส่วนผสมเชื้อเพลิง
5. ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3 หลักพื้นฐานระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (Electronic Fuel Injection System : EFI) คือการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์โดยใช้หัวฉีด (Injector) ที่มีการควบคุมการทำงานด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit) หรือบางครั้งเรียกว่า กล่อง ECU

4.4 โครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

โครงสร้างของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ ประกอบด้วยสัญญาณด้านอินพุต (Input) ซึ่งได้แก่ตัวตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ เช่น ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ ตรวจจับอุณหภูมิไอดี ตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง เป็นต้น มีหน่วยประมวลผล (Processor) ซึ่งได้แก่ ECUและมีสัญญาณด้านส่งออกเอาต์พุต (Output) ได้แก่ อุปกรณ์ที่ถูก ECU กระตุ้นให้ทำงานหรือส่วนแสดงผล

4.5 ชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

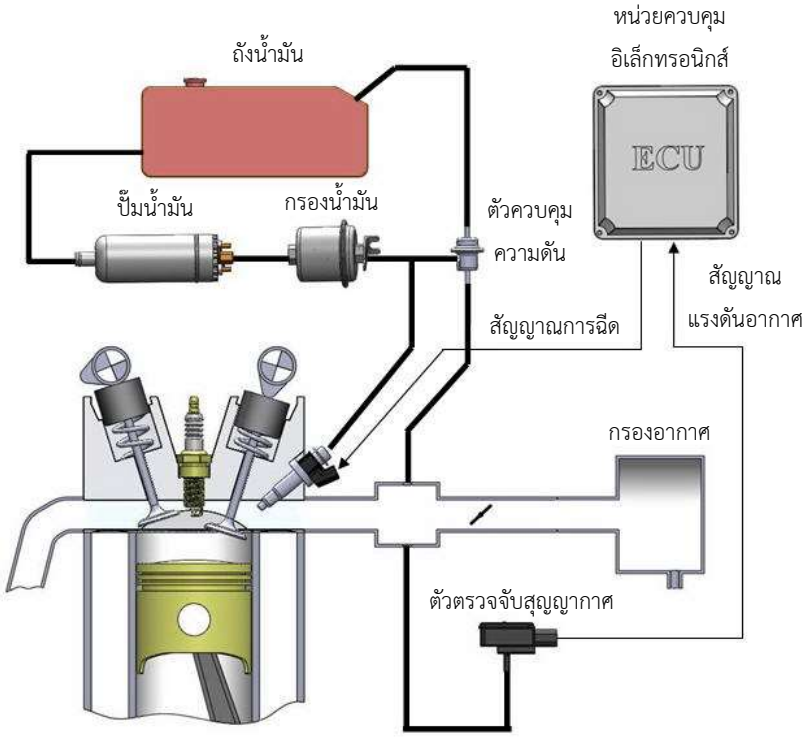
ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่ใช้ในรถยนต์มี 3 แบบ คือ

1. ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบควบคุมด้วยกลไก มีชื่อเรียกว่า K–Jetronic

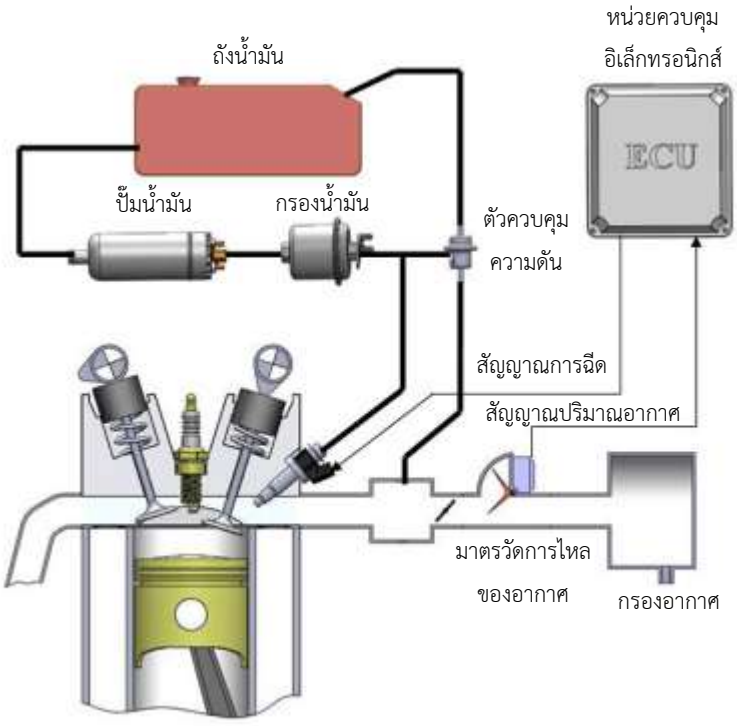
2. ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบควบคุมด้วยกลไกร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์มีชื่อเรียกว่า KE–Jetronic

3. ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fuel Injection) มีชื่อเรียกว่าระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบ D–Jetronic และแบบ L–Jetronic

4.6 ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D–Jetronic



4.7 ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L–Jetronic



กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 5/18, คาบที่ 22–28/126)

1. ครูขานชื่อตรวจสอบความพร้อมในการเรียน
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน
3. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 4.1 – 4.3
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 4–5 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม และตรวจผลงานภาคปฏิบัติ
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลและครูมอบหมายงานเป็นการบ้าน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 6/18, คาบที่ 29–35/126)

1. เตรียมความพร้อมและถามทบทวนเนื้อหา
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน
3. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 4.4–4.7
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 6–7 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่มและตรวจผลงานภาคปฏิบัติ
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล

(ใช้เครื่องมือ)	(นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 4–7 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 4–7
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 4

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	**หน่วยที่ 5**
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบเชื้อเพลิง	สอนครั้งที่ 7-8/18
ชื่อเรื่อง ระบบเชื้อเพลิง		จำนวน 14 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
5.1 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง 5.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง 5.3 การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง 5.4 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง 5.5 ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	**ใบงานที่ 8** งานตรวจสอบตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง **ใบงานที่ 9** งานตรวจสอบคอยล์จุดระเบิด **ใบงานที่ 10** งานตรวจสอบระยะห่างระหว่างโรเตอร์กับขดลวดกำเนิดสัญญาณ NE

5.6 ตัวควบคุมแรงดันเชื้อเพลิง

5.7 หัวฉีด

5.8 หัวฉีดสตาร์ตเย็น

5.9 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบเชื้อเพลิง
2. ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งตามคู่มือ
3. ตรวจสอบคอยล์จุดระเบิดตามคู่มือ
4. ตรวจสอบระยะห่างระหว่างโรเตอร์กับขดลวดกำเนิดสัญญาณ NE ตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. อธิบายส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงได้
2. บอกชนิดของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. บอกหน้าที่ของกรองน้ำมันเชื้อเพลิงได้
4. บอกหน้าที่ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงได้
5. อธิบายการทำงานของตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงได้
6. อธิบายการทำงานของหัวฉีดประจำสูบได้
7. อธิบายการทำงานของหัวฉีดสตาร์ตเย็นได้
8. อธิบายการทำงานตัวป้องกันการกระเพื่อมน้ำมันเชื้อเพลิงได้

ด้านทักษะ

1. ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเปิดลิ้นเร่งกับค่าความต้านทานได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเปิดลิ้นเร่งกับค่าแรงดันไฟฟ้าได้
4. วัดความต้านทานระหว่างขั้วบวกและขั้วลบขดลวดปฐมภูมิได้
5. วัดความต้านทานระหว่างขั้วบวกและขั้วไฟแรงเคลื่อนสูงขดลวดทุติยภูมิได้
6. วัดระยะห่างระหว่างโรเตอร์กับขดลวดกำเนินสัญญาณ NE ได้
7. ปรับตั้งระยะห่างระหว่างโรเตอร์กับขดลวดกำเนิดสัญญาณ NE ได้

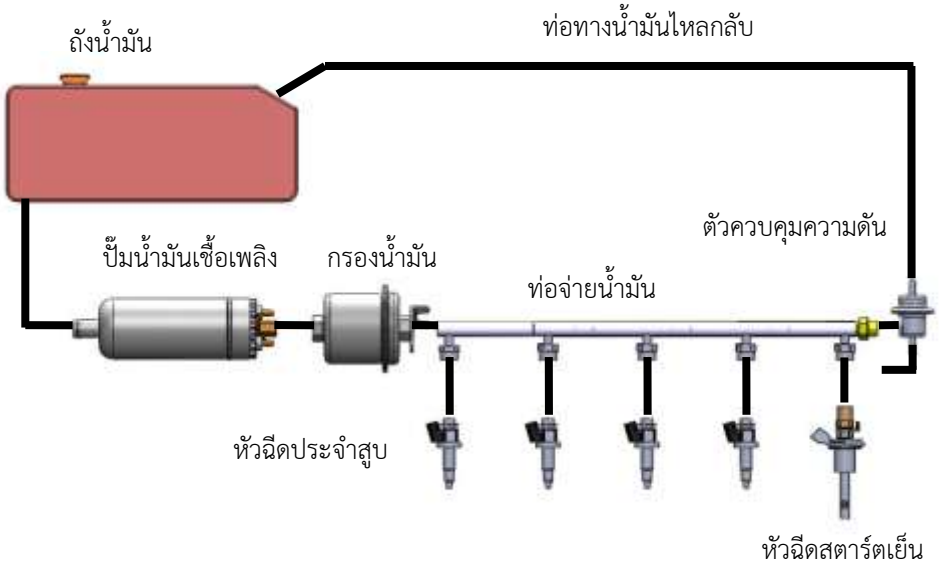
ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

5.1 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง

ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงประกอบด้วย ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Tank) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Filter) ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Delivery Pipe) ตัวควบคุมความดัน (Pressure Regulator) ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pulsation Damper) หัวฉีดสตาร์ตเย็น (Cold Start Injector) และหัวฉีดประจำสูบ (Injector) ดังแสดงในรูป



รูป ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง

5.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

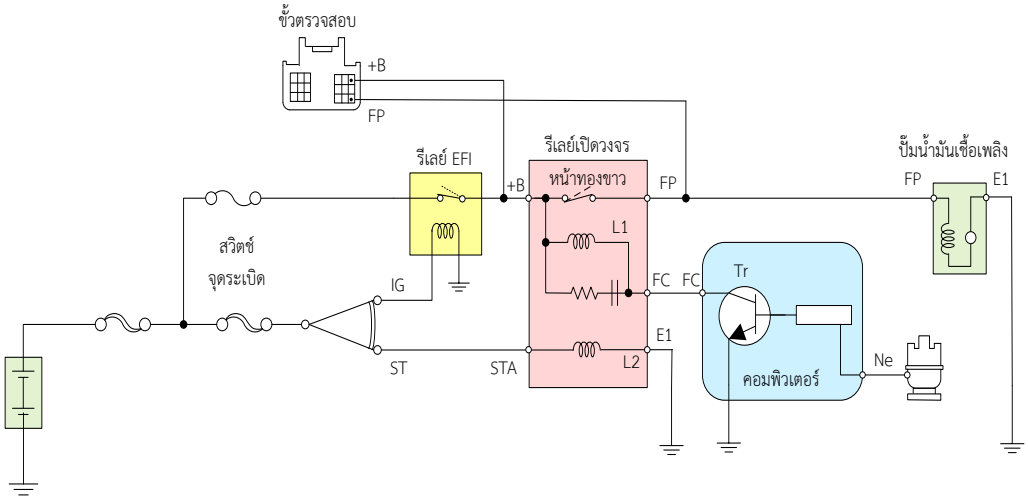
3.2.1 ปั๊มน้ำมันติดตั้งนอกถังแบบโรลเลอร์เซลล์ (Roller Cell Pump)

3.2.2 ปั๊มน้ำมันติดตั้งในถังแบบใบพัด (Turbine Pump)

5.3 การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

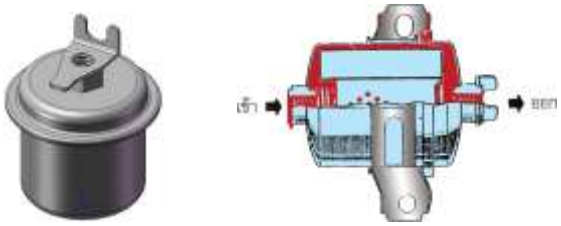
3.3.1 วงจรควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบแอล–เจ็ททรอนิกส์ (L–Jetronic Fuel Pump Control)

3.3.2 วงจรควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดี–เจ็ททรอนิกส์ (D–Jetronic Fuel Pump Control)



5.4 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกแปลกปลอมและฝุ่นผงที่อาจปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนส่งไปยังหัวฉีด ติดตั้งอยู่ทางด้านแรงดันสูงที่ส่งออกจากปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง



5.5 ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

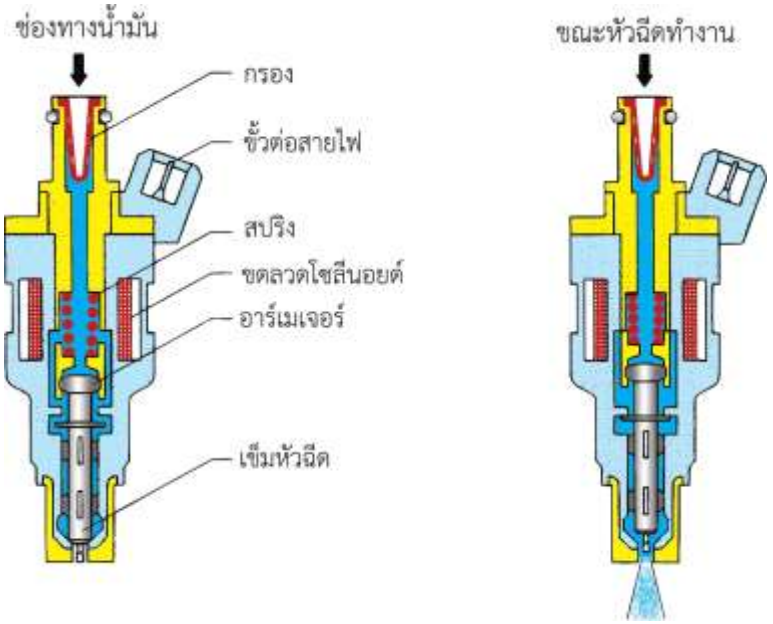
5.6 ตัวควบคุมแรงดันเชื้อเพลิง

ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pressure Regulator) ทำหน้าที่ควบคุมความแตกต่างระหว่างแรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบกับค่าแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดีให้คงที่

5.7 หัวฉีด

หัวฉีด (Injector) ของเครื่องยนต์ปัจจุบันทั่วไปจะมีการติดตั้งประจำสูบละ 1 หัว ในตำแหน่งใกล้กับลิ้นไอดีทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเข้าผสมกับอากาศในท่อร่วมไอดี แต่รถยนต์บางรุ่นมีการออกแบบโดยใช้หัวฉีดมากกว่าหนึ่งหัวต่อกระบอกสูบ การเปิดปิดเข็มหัวฉีด (Needle Valve) ใช้โซลิ

นอยด์ไฟฟ้า (Solenoid) ซึ่งได้รับสัญญาณไฟฟ้ามาจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) โครงสร้างและส่วนประกอบของหัวฉีด ดังรูป



5.8 หัวฉีดสตาร์ตเย็น

การสตาร์ตเครื่องยนต์ขณะอุณหภูมิเครื่องยนต์ต่ำ เครื่องยนต์จะต้องการส่วนผสมเชื้อเพลิงที่หนากว่าสภาวะการทำงานปกติ เครื่องยนต์บางรุ่นจึงติดตั้งหัวฉีดอีกหนึ่งตัวเพื่อทำการฉีดน้ำมันเพิ่มเข้าไปในท่อร่วมไอดี การทำงานของหัวฉีดสตาร์ตเย็นถูกควบคุมด้วยสวิตช์ควบคุมหัวฉีดสตาร์ตเย็น (Cold Start Injector Time Switch) แต่สำหรับเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงในรถยนต์รุ่นใหม่ ๆ จะไม่มีหัวฉีดสตาร์ตเย็นให้เห็น เนื่องจากการฉีดส่วนผสมเชื้อเพลิงให้เพิ่มขึ้นทำได้โดยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ควบคุมให้หัวฉีดประจำสูบจ่ายน้ำมันเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ ซึ่งตรวจจับได้จากตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature Sensor)

5.9 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 7/18, คาบที่ 43–49/126)

1. ครูขานชื่อตรวจสอบความพร้อมในการเรียน
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน
3. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 5.1 – 5.4
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
4. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

5. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 8–9 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่มและตรวจผลงานภาคปฏิบัติ

6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลและครูมอบหมายงานเป็นการบ้าน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 8/18, คาบที่ 50–56/126)

1. เตรียมความพร้อมและถามทบทวนเนื้อหา
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียน
3. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 5.5–5.9
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 10 ขณะนักเรียนทำใบงาน ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่มและตรวจผลงานภาคปฏิบัติ
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 8–10 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%

4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 8–10 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** นนทบุรี :

ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	**หน่วยที่ 6**
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบประจุอากาศ	สอนครั้งที่ 9/18
ชื่อเรื่อง ระบบประจุอากาศ		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	ปฏิบัติ
6.1 กรองอากาศ	**ใบงานที่ 11** งานตรวจสอบและปรับตั้งองศาการจุดระเบิด
6.2 มาตรวัดการไหลของอากาศ	**ใบงานที่ 12** งานตรวจสอบชุดช่วยจุดระเบิด
6.3 เรือนลิ้นเร่ง	
6.4 ห้องประจุไอดีและท่อร่วมไอดี	

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบประจุอากาศ
2. ตรวจสอบและปรับตั้งองศาการจุดระเบิดตามคู่มือ
3. ตรวจสอบชุดช่วยจุดระเบิดตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกชื่ออุปกรณ์ระบบประจุอากาศได้
2. อธิบายการทำงานมาตรวัดการไหลอากาศแบบแผ่นวัดได้
3. อธิบายการทำงานมาตรวัดการไหลอากาศแบบออพติคัลคาร์มานวอร์เทกซ์ได้
4. อธิบายการทำงานมาตรวัดการไหลอากาศแบบขดลวดความร้อนได้
5. อธิบายการทำงานของลิ้นอากาศได้
6. บอกชนิดของห้องประจุไอดีได้

ด้านทักษะ

1. ตรวจสอบมุมการจุดระเบิดได้
2. ปรับตั้งมุมการจุดระเบิดได้
3. ตรวจสอบชุดจุดระเบิดโดยใช้โวลต์มิเตอร์ได้
4. สรุปผลการตรวจสอบเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคู่มือซ่อมได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

6.1 กรองอากาศ

กรองอากาศ (Air Filter) ทำหน้าที่กรองเศษฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกก่อนที่อากาศจะถูกบรรจุเข้ากระบอกสูบ หากกรองอากาศเกิดการอุดตันจะเป็นสาเหตุให้เครื่องยนต์สตาร์ตติดยาก ไม่มีกำลัง เดินเบาไม่

เรียบ และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กรองอากาศจึงต้องได้รับการตรวจสอบทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ และควรได้รับการเปลี่ยนตามกำหนดระยะเวลา

6.2 มาตรวัดการไหลของอากาศ

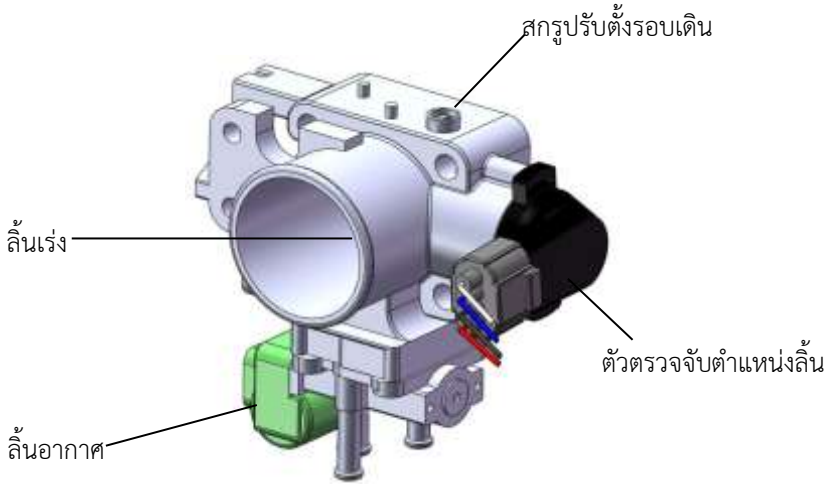
6.2.1 มาตรวัดการไหลของอากาศแบบแผ่นวัด (Flap Type)

6.2.2 มาตรวัดการไหลของอากาศแบบออปติคัลคาร์มานวอร์เทกซ์

6.2.3 มาตรวัดการไหลอากาศแบบขดลวดความร้อน (Hot Wire Type)

6.3 เรือนลิ้นเร่ง

เรือนลิ้นเร่งของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจะมีลักษณะรูปร่างดัง แสดงดังรูป เรือนลิ้นเร่งเป็นทางผ่านอากาศไปยังท่อร่วมไอดี ติดตั้งอยู่ก่อนปากทางเข้าห้องประจุไอดี



6.4 ห้องประจุไอดีและท่อร่วมไอดี แบ่งเป็น 2 แบบ คือ ห้องประจุไอดีแบบรวม (Integrated Type) ห้องประจุไอดีแบบแยก (Separated Type)

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 9/18, คาบที่ 57–63/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ)
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 11-12

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 11-12
6. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
5. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 11–12 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 11–12 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(. นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	**หน่วยที่ 7**
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ

	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ	สอนครั้งที่ 10/18
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
7.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ 7.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ 7.3 ตัวตรวจจับสุญญากาศ 7.4 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง 7.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน 7.6 ตัวตรวจจับการน็อก 7.7 ตัวตรวจจับองศามุมเพลาข้อเหวี่ยง 7.8 ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์	**ใบงานที่ 13** งานวัดค่าความต้านทานขั้วกำเนิดสัญญาณ NE, G1, G–

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ
2. วัดค่าความต้านทานขั้วกำเนิดสัญญาณ NE, G1, G– ตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำได้
2. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศได้
3. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับสุญญากาศได้
4. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งได้
5. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนได้
6. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับการน็อกได้
7. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับองศาเพลาข้อเหวี่ยงได้
8. อธิบายการทำงานของตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์ได้

ด้านทักษะ

1. วัดความต้านทานระหว่าง NE และ G– ได้
2. วัดความต้านทานระหว่าง G1 และ G– ได้

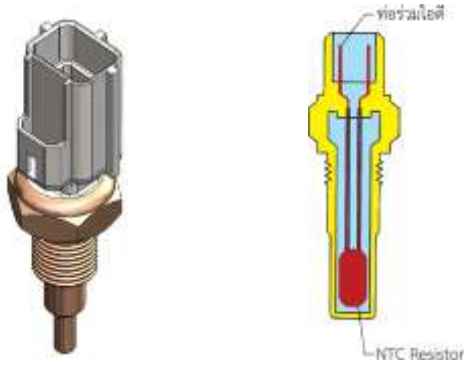
ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

7.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหรือเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ (Water Temperature Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ แล้วส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังกล่องคอมพิวเตอร์ จะติดตั้งอยู่บริเวณช่องทางออกน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ ภายในประกอบด้วย เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) ซึ่งเป็นความต้านทานที่มีคุณสมบัติไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่สัมผัสอยู่ เมื่ออุณหภูมิน้ำของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลง ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนแปลงด้วย กระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันคงที่ 5 โวลต์ ซึ่งจ่ายผ่านความต้านทานออกมาจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ขั้ว THW จะไหลผ่านตัวเทอร์มิสเตอร์กลับไปลงกราวด์ที่กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แรงดันไฟฟ้านี้จะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์



7.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ

การทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ กล่าวคือ ภายในประกอบด้วย เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) โดยความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง มีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้ว THA กับ E2 เปลี่ยนแปลง

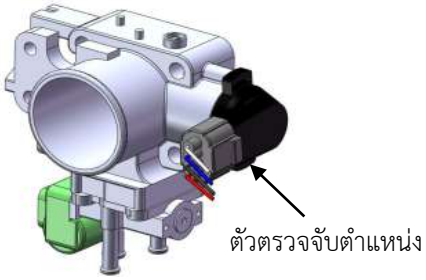
ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศใช้หลักการทำงานเหมือนกับตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ เพียงแต่สัมผัสอยู่กับอากาศที่ถูกดูดผ่านกรองอากาศ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้การอ้างอิงอุณหภูมิอากาศพื้นฐานที่ 20 °C ถ้าอุณหภูมิอากาศต่ำกว่า 20 °C หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศจะติดตั้งบริเวณช่องทางอากาศเข้ากระบอกสูบ เช่น บริเวณหม้อกรองอากาศ หรือท่อร่วมไอดี เป็นต้น

7.3 ตัวตรวจจับสุญญากาศ

ตัวตรวจจับสุญญากาศ (Vacuum Sensor) บางครั้งเรียกว่า ตัวตรวจจับแรงดันในท่อร่วมไอดี (Intake Manifold Pressure Sensor) จะมีใช้กับเครื่องยนต์หัวฉีดแบบ D–Jetronic โครงสร้างประกอบด้วยตัวต้านทานซึ่งทำจากแผ่นซิลิคอนต่อร่วมกับวงจรตัวไอซี (Integrate Circuit: IC) ดังรูปที่ 5.8 ทำหน้าที่ตรวจจับสุญญากาศในท่อร่วมไอดีแล้วส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

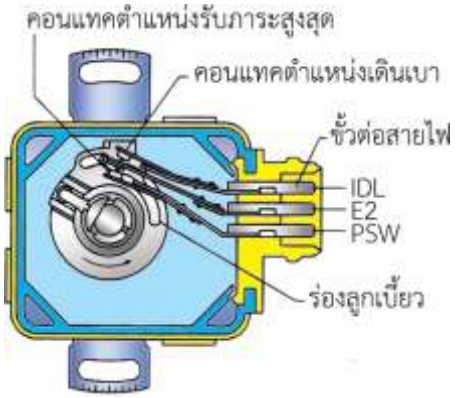
7.4 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor) ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งมุมการเปิดของลิ้นเร่ง แล้วส่งเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้สัญญาณนี้กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ใช้กำหนดตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และใช้ปรับองศาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งมีหลายชนิด



7.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

7.4.1 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบหน้าสัมผัสเปิด–ปิด (ON–OFF Type)



7.4.2 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น (Linear Type)

7.6 ตัวตรวจจับการน็อก

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor or Lambda Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (O_2) ในแก๊สไอเสียของรถยนต์ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ที่มีการติดตั้งเครื่องฟอกไอเสีย (Catalytic Converter) เพื่อลดก๊าซพิษในไอเสีย แต่เครื่องฟอกไอเสียจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมตลอดเวลา ตำแหน่งติดตั้งตัวตรวจจับออกซิเจนอยู่ช่วงตอนต้นของท่อไอเสีย ทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณของก๊าซออกซิเจนในไอเสียที่เหลือจากการเผาไหม้ แล้วส่งสัญญาณไปยังไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อปรับระยะปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

7.7 ตัวตรวจจับองศามุมเพลาข้อเหวี่ยง

ตัวตรวจจับการน็อก (Knock Sensor) ติดตั้งอยู่ด้านข้างเสื้อสูบเครื่องยนต์มีไว้สำหรับตรวจจับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการน็อกของเครื่องยนต์ที่มาจากการจุดระเบิดล่วงหน้าก่อนกำหนด แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดองศาของการจุดระเบิดล่วงหน้าให้หน่วงลง

7.8 ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์

7.8.1 ตัวตรวจจับมุมเพลาข้อเหวี่ยงแบบ โรเตอร์ G 1 ฟัน NE 4 ฟัน

7.8.2 ตัวตรวจจับมุมเพลาข้อเหวี่ยงแบบแมกเนติกพิคอัพ (Magnetic Pickup)

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 10/18, คาบที่ 64–70/126)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7
2. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ)
4. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 13
5. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 13
6. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
8. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 13 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 13 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วบอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	สอนครั้งที่ 11/18
ชื่อเรื่อง หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
6.1 การควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิง 6.2 การควบคุมวิธีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 6.3 การควบคุมช่วงเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 6.4 การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 6.5 การควบคุมการจุดระเบิดขณะสตาร์ตและหลังสตาร์ต 6.6 การควบคุมการปรับแก้การจุดระเบิดล่วงหน้า 6.7 การควบคุมความเร็วรอบเดินเบา 6.8 วาล์วควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ 6.9 ระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้อง	**ใบงานที่ 14** งานตรวจสอบการควบคุมตำแหน่งการจุดระเบิดจากความเร็วรอบเครื่องยนต์ **ใบงานที่ 15** งานตรวจสอบวงจรจ่ายไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
2. ตรวจสอบการควบคุมตำแหน่งการจุดระเบิดจากความเร็วรอบเครื่องยนต์ตามคู่มือ
3. ตรวจสอบวงจรจ่ายไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกวิธีการฉีดน้ำมันของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนได้
2. อธิบายการควบคุมระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐานได้
3. อธิบายการควบคุมระยะเวลาการฉีดที่ปรับแก้ตามสภาวะต่าง ๆ ได้
4. อธิบายการควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
5. บอกโครงสร้างระบบควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
6. อธิบายการควบคุมการจุดระเบิดขณะสตาร์ตและหลังสตาร์ตได้
7. อธิบายระบบควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ได้

8. ตรวจสอบรหัสข้อขัดข้อง (Diagnostic Code) ได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ

1. ทดสอบการควบคุมตำแหน่งการจุดระเบิดจากความเร็วรอบเครื่องยนต์
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเครื่องยนต์กับตำแหน่งการจุดระเบิดได้
3. วัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว +B +B1 ของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
4. วัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว BATT ของกล่องหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
5. วัดความต่อเนื่องของสายไฟ ขั้ว E1 ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และกราวด์ได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

8.1 การควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิง

หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะคอยตรวจจับสัญญาณการจุดระเบิดเพื่อเป็นข้อมูลกำหนดจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งปกติเครื่องยนต์ 4 สูบ จะมีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี 2 ครั้ง ต่อ 1 รอบการทำงานของเครื่องยนต์ สัญญาณการจุดระเบิดที่ได้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) เกิดเป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมใช้สำหรับควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

8.2 การควบคุมวิธีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ปัจจุบันนั้นหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์มีความสามารถควบคุมได้หลายวิธี ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. การฉีดแบบตามลำดับ (Sequential Injection) น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกแยกฉีดเข้าในแต่ละกระบอกสูบ จำนวนหนึ่งครั้งต่อการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงทุก 2 รอบ
2. การฉีดแบบเป็นกลุ่ม (Group Injection) น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในแต่ละกลุ่มหนึ่งครั้งต่อการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงทุก 2 รอบ
3. การฉีดแบบพร้อมกัน (Simultaneous Injection) น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในทุกกระบอกสูบพร้อมกัน จำนวนหนึ่งครั้งต่อการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงทุก 1 รอบ

8.3 การควบคุมช่วงเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

8.3.1 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐาน

หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะทำการคำนวณหาระยะเวลาในการฉีดพื้นฐานโดยใช้สัญญาณปริมาณไอดีจากมาตรวัดอากาศหรือตัวตรวจจับสุญญากาศ และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐานให้ได้อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (14.7 : 1) โดยไม่คำนึงถึงภาระของเครื่องยนต์

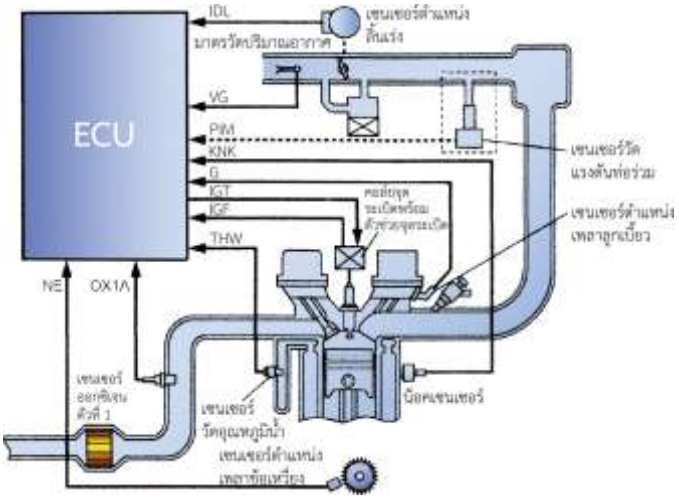
$$\text{ระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน} = K \frac{\text{ปริมาณไอดี}}{\text{ความเร็วรอบของเครื่องยนต์}}$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การปรับแก้

8.3.2 การควบคุมระยะเวลาการฉีดที่ปรับแก้

8.4 การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์

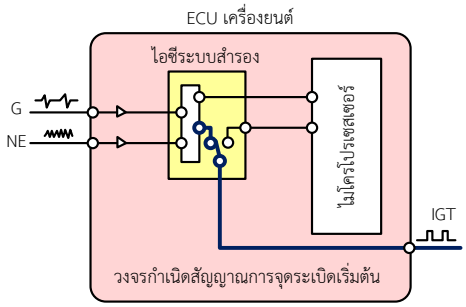
การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Spark Advance) หรือ ESA คือระบบควบคุมการจุดระเบิดที่ใช้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมตำแหน่งของการจุดระเบิดล่วงหน้าแทนชุดควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไก (Mechanical Advance) หรือชุดควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ (Vacuum Advance)



8.5 การควบคุมการจุดระเบิดขณะสตาร์ตและหลังสตาร์ต

การควบคุมจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ประกอบด้วยการควบคุมจังหวะการจุดระเบิดพื้นฐาน 2 อย่าง คือ

8.5.1 การควบคุมการจุดระเบิดขณะสตาร์ต



8.5.2 การควบคุมการจุดระเบิดหลังการสตาร์ต

8.6 การควบคุมการปรับแก้การจุดระเบิดล่วงหน้า

8.6.1 การปรับแก้ขณะอุ่นเครื่องยนต์

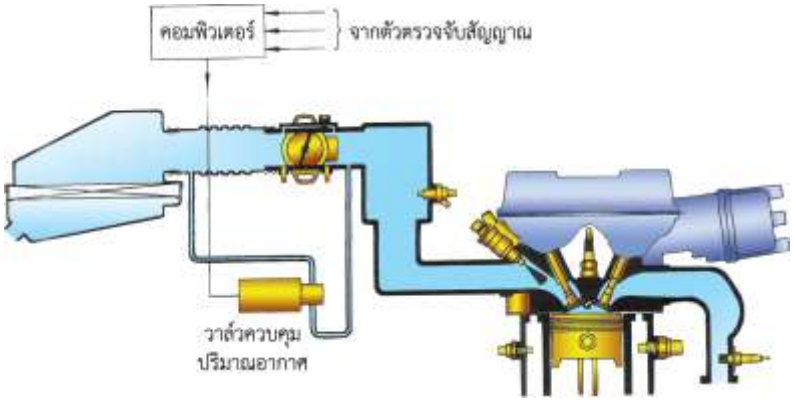
8.6.2 การปรับแก้เมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป

8.6.3 การปรับแก้รอบเดินเบาให้สม่ำเสมอ

8.6.4 การปรับแก้จากการน็อก

8.7 การควบคุมความเร็วรอบเดินเบา

การควบคุมความเร็วรอบเดินเบา (Idle Speed Control : ISC) ของเครื่องยนต์ คือการควบคุมปริมาณอากาศที่จะเข้าสู่เครื่องยนต์ในขณะลิ้นเร่งปิดสนิท โดยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) จะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปควบคุมวาล์วควบคุมความเร็วรอบเดินเบา (Idle Speed Control Valve : ISCV) ให้เปิดอากาศผ่านช่องทางบายพาสของลิ้นเร่ง ดังรูป



8.8 วาล์วควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์

8.9 ระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้อง

ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้อง (Diagnosis System) จะถูกโปรแกรมไว้ในหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ในการตรวจสอบความบกพร่องของตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) รวมถึงวงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับสัญญาณ เมื่อระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องตรวจพบความผิดปกติในการทำงานของตัวตรวจจับสัญญาณ จะแสดงผลความผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยไฟตรวจสอบเครื่องยนต์ (Check Engine Warning Lamp) แสดงเป็นรูปเครื่องยนต์ หรือคำว่า “CHECK ENGINE” ปรากฏที่มาตรวัดรวม เมื่อหลอดไฟติดสว่างขึ้นจะทำให้เจ้าของรถทราบว่าเกิดปัญหาต้องนำรถเข้ารับการตรวจซ่อม

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 11/18, คาบที่ 71–77/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ)
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 14-15
4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 14-15

5. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 8

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	**การประเมินผล**
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 14-15 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 14-15 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2104).** ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์	สอนครั้งที่ 12-13/18
ชื่อเรื่อง ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์		จำนวน 14 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
9.1 ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ 9.2 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ 9.3 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบมีจานจ่าย 9.4 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีจานจ่าย	**ใบงานที่ 16** งานตรวจสอบรีเลย์ **ใบงานที่ 17** งานตรวจสอบรีเลย์เปิดวงจร **ใบงานที่ 18** งานตรวจสอบปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง **ใบงานที่ 19** งานตรวจสอบวงจรควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. ตรวจสอบรีเลย์หลักตามคู่มือ
3. ตรวจสอบรีเลย์เปิดวงจรตามคู่มือ
4. ตรวจสอบปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงตามคู่มือ
5. ตรวจสอบวงจรควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. อธิบายหลักการเกิดไฟฟ้าแรงสูงของระบบจุดระเบิดได้
2. บอกส่วนประกอบของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ได้
3. อธิบายการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ได้
4. บอกส่วนประกอบของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้
5. อธิบายการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้
6. ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดได้

ด้านทักษะ

1. วัดความต่อเนื่องของขั้วต่าง ๆ ของรีเลย์หลักได้
2. ทดสอบการทำงานของรีเลย์หลักได้

3. ตรวจสอบรีเลย์เปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง
4. วัดค่าความต้านทานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
5. ตรวจสอบการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
6. ตรวจวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าวงจรควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
7. ตรวจสอบการทำงานของปั๊มมันเชื้อเพลิงได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความรักสามัคคีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

9.1 ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์

9.1.1 คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

คอยล์จุดระเบิดทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำ 12 โวลต์ ของแบตเตอรี่ให้เป็นไฟฟ้าแรง–เคลื่อนสูงประมาณ 20,000–30,000 โวลต์ เพื่อกระโดดข้ามช่องว่างของเขี้ยวหัวเทียน ภายในคอยล์จุดระเบิดประกอบด้วยขดลวดไฟแรงต่ำปฐมภูมิ (Primary Coil) และขดลวดไฟแรงสูงทุติยภูมิ (Secondary Coil) การเกิดไฟแรงสูงอาศัยหลักการเหนี่ยวนำตัวเองและการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันของขดลวดภายในคอยล์ คอยล์ระบบจุดระเบิดอาจมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ดังรูป

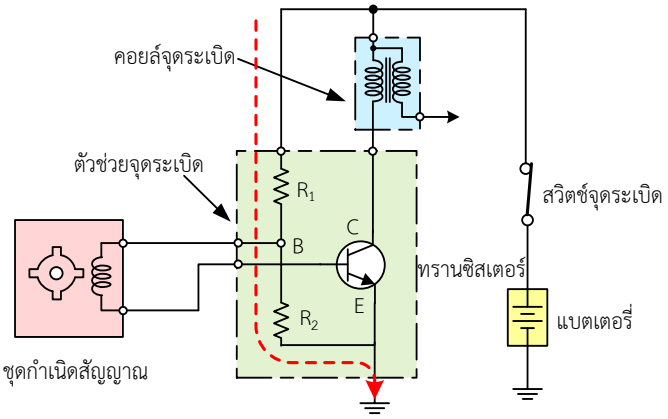
9.1.2 ตัวช่วยจุดระเบิด (Igniter)

7.1.3 ชุดกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator)

9.2 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์

9.2.1 ขณะเปิดสวิตช์กุญแจ

กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลผ่าน R1 และ R2 ลงกราวด์ขณะนี้ทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงาน เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไปกระตุ้นขา B ของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟแรงต่ำไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิในคอยล์จุดระเบิด ดังรูป



9.2.2 เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์

9.2.3 เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน

9.3 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบมีจานจ่าย

9.3.1 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบจานจ่ายแยกกับชุดคอยล์จุดระเบิด

9.3.2 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบรวมชุดคอยล์จุดระเบิดไว้ในจานจ่าย

9.4 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีจานจ่าย

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 12/18, คาบที่ 78–84/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ) หัวข้อ 9.1-9.2
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 16-17
4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 16-17
5. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 13/18, คาบที่ 85–91/126)

1. ครูทบทวนเนื้อหา
2. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ) หัวข้อ 9.3-9.4
4. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 18-19

5. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 18-19
6. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
8. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 9

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 16-19 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 16-19 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	สอนครั้งที่ 14/18
ชื่อเรื่อง วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
10.1 วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ 10.2 วงจรควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง 10.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบ 10.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดสตาร์ตเย็น 10.5 วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิด 10.6 วงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่	**ใบงานที่ 20** งานตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบ **ใบงานที่ 21** งานตรวจสอบวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิด

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
2. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบตามคู่มือ
3. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. อธิบายวงจรไฟฟ้าระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
2. ตรวจสอบวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
3. ตรวจสอบการทำงานรีเลย์เปิดวงจรได้
4. ตรวจสอบการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
5. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงได้
6. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบได้

7. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดได้
8. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าลิ้นควบคุมรอบเดินเบาได้
9. ตรวจสอบการทำงานของลิ้นควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ได้

ด้านทักษะ

1. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้หัวฉีดประจำสูบได้
2. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้ว #10 และ #20 ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
3. วัดความต่อเนื่องสายไฟที่ขั้ว E01, E02, #10 และ #20 ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้
4. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้คอยล์จุดระเบิดได้
5. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้ว IGT ได้
6. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้ว IGF ได้

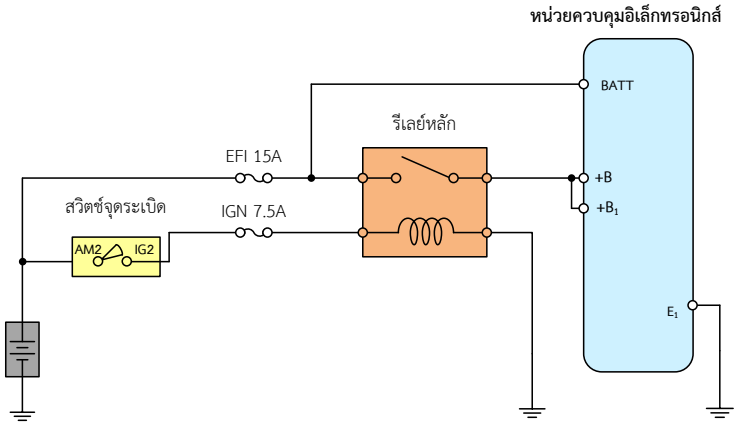
ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความสนใจใฝ่รู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

10.1 วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ ทำหน้าที่รับสัญญาณจากตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) และสวิตช์ต่าง ๆ เพื่อใช้ประมวลผลในไมโครโปรเซสเซอร์แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมและสั่งการทำงานของอุปกรณ์ทำงาน (Actuator) หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะได้รับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ จากแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์จุดระเบิดและรีเลย์หลัก ดังรูป



10.2 วงจรควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบฉีดด้วยอิเล็กทรอนิกส์จะถูกควบคุมให้ทำงานเฉพาะเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและการสึกหรอของปั๊ม เครื่องยนต์บางรุ่นยังสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มให้ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับการทำงานของรอบเครื่องยนต์อีกด้วย

การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของโตโยต้า มีการควบคุม 2 แบบ คือ การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ D และแบบ L

10.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบ

การควบคุมหัวฉีดประจำสูบเพื่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องยนต์ถูกกำหนดโดยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประมวลผลจากสัญญาณตรวจจับต่าง ๆ แล้วกระตุ้นให้หัวฉีดทำงาน ลักษณะวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมหัวฉีดอาจเหมือนหรือแตกต่างกันบ้างตามองค์ประกอบ คือ

1. หัวฉีดเป็นชนิดความต้านทานต่ำหรือความต้านทานสูง
2. การควบคุมทำงานเป็นแบบควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า
3. การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบฉีดเป็นกลุ่ม ฉีดอิสระตามลำดับจุดระเบิดหรือฉีดพร้อมกัน

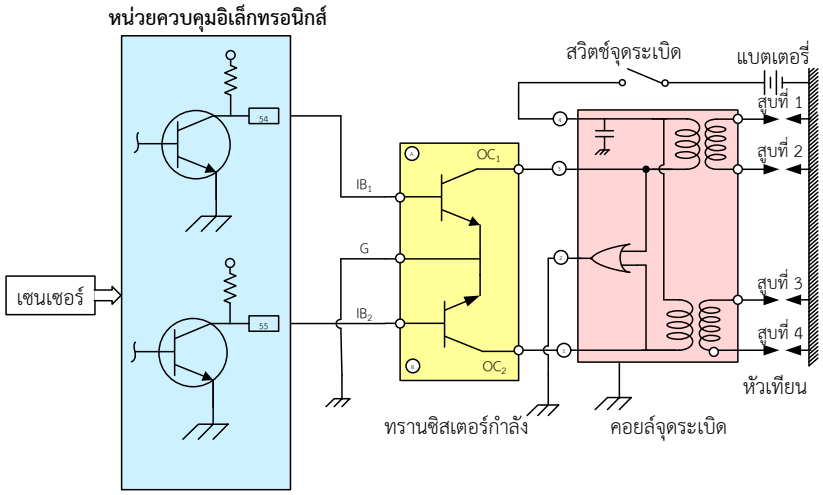
10.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดสตาร์ตเย็น

ขณะเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์ต้องการอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่หนาเพื่อให้สตาร์ตติดง่าย ดังนั้นในเครื่องยนต์บางรุ่นจึงได้ติดตั้งหัวฉีดสตาร์ตเย็นไว้ทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มเข้าไปในท่อร่วมไอดีขณะสตาร์ต

การทำงานของหัวฉีดสตาร์ตเย็นไม่ได้ควบคุมด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แต่จะควบคุมด้วยสวิตช์ควบคุมเวลาหัวฉีดสตาร์ตเย็น (Cold Start Injector Time Switch) ซึ่งติดตั้งไว้บริเวณทางผ่านของน้ำหล่อเย็น

10.5 วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิด

วงจรควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบชิ้นส่วนและการเลือกระบบ แต่สิ่งที่เครื่องยนต์ทุกรุ่นทุกแบบจะต้องเหมือนกันก็คือ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะพิจารณาว่าจะต้องจุดระเบิดที่สูบใด และจุดล่วงหน้ากี่องศา โดยพิจารณาจากสัญญาณตัวตรวจจับต่าง ๆ เพื่อให้การจุดระเบิดเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ โดยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะสั่งทรานซิสเตอร์เกิดการทำงาน รูปที่ 8.8 แสดงวงจรควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์มิตซูบิชิ 4 สูบ แบบใช้คอยล์จุดระเบิด 2 ตัว



10.6 วงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่

การควบคุมความเร็วรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ จะใช้วาล์วควบคุมปริมาณอากาศที่ผ่านทางช่องทางบายพาส (Bypass) ของเรือนลิ้นเร่งซึ่งถูกควบคุมด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ขณะลิ้นเร่งอยู่ตำแหน่งเดินเบา

ระบบควบคุมความเร็วรอบเดินเบาที่ใช้ในเครื่องยนต์แต่ละรุ่นอาจแตกต่างกันตามชนิดของวาล์วที่นำมาใช้ควบคุม สำหรับการศึกษาในหน่วยนี้ได้แสดงวงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบใช้วาล์วควบคุมชนิดโรตารี่โซลินอยด์วาล์ว ซึ่งได้รับความนิยมใช้ในเครื่องยนต์หลายรุ่น

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 14/18, คาบที่ 92–98/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ)
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 20-21
4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 20-21
5. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 10

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 20-21 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 10	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 20-21 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อควบคุมด้วยเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(นายสุทัศน์ โวงประโคน)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	สอนครั้งที่ 15-16/18
ชื่อเรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์		จำนวน 14 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
11.1 ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 11.2 ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 11.3 รางร่วมคอมมอนเรล 11.4 หัวฉีด 11.5 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง 11.6 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง 11.7 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว 11.8 เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง 11.9 เรือนลิ้นเร่ง 11.10 มาตรวัดการไหลของอากาศ 11.11 เซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จ 11.12 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ	**ใบงานที่ 22** งานตรวจสอบลิ้นควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ **ใบงานที่ 23** งานตรวจสอบและอ่านโค้ดวิเคราะห์ปัญหา **ใบงานที่ 24** งานตรวจสอบรีเลย์หลักอีเอฟไอ

11.13 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
2. ตรวจสอบลิ้นควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ตามคู่มือ
3. ตรวจสอบและอ่านโค้ดวิเคราะห์ปัญหาตามคู่มือ
4. ตรวจสอบรีเลย์หลักอีเอฟไอตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ได้
2. บอกหน้าที่ของชิ้นส่วนประกอบเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลได้
3. อธิบายการทำงานของชิ้นส่วนประกอบเครื่องยนต์ดีเซลระบบคอมมอนเรลได้

ด้านทักษะ

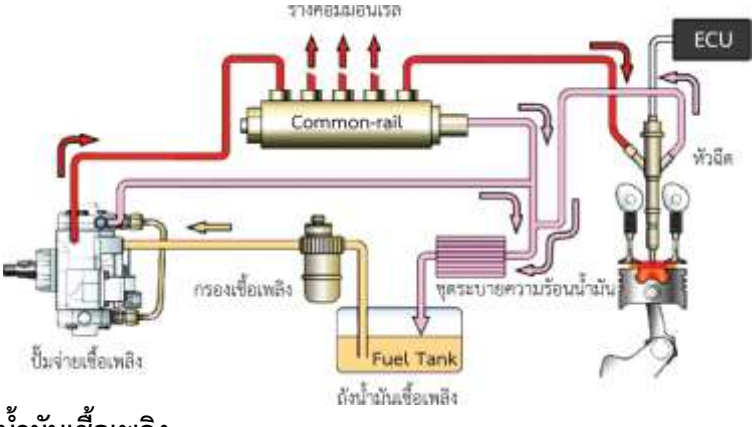
1. ตรวจวัดความต้านทานของลิ้นควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี่โซลินอยด์ได้
2. ตรวจสอบการเปิด–ปิดของลิ้นควบคุมความเร็วรอบเดินเบาได้
3. ตรวจสอบและอ่านโค้ดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ได้
4. ตรวจสอบรีเลย์หลัก EFI ได้ถูกต้อง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความสนใจใฝ่รู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

11.1 ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์



11.2 ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Supply Pump) ทำหน้าที่สร้างแรงดันเชื้อเพลิงให้สูง 135 MPa ถึง 180 MPa (ขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องยนต์) โดยปั๊มจะจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงไปเก็บที่รางร่วม (Common Rail) ECU จะส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุมการเปิด–ปิดหัวฉีด หรือ EDU (Electronic Driver Unit) ควบคุมจังหวะการฉีดและปริมาณการฉีด โดยอาศัยการประมวลผลของกล่อง ECU จากข้อมูลที่ได้รับจากการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ

11.3 รางร่วมคอมมอนเรล

ท่อรางร่วมคอมมอนเรล (Common Rail) ทำหน้าที่สะสมและรักษาแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงที่ส่งมาจากปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงให้มีแรงดันสูงประมาณ 1,377 กิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตร (bar) หรือสูงกว่าขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องยนต์ ทำจากโลหะเหล็กหล่อที่หนาทนแรงดันได้สูง อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับท่อรางร่วมคอมมอนเรลประกอบด้วย 1. เซนเซอร์แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pressure Sensor) 2. ลิ้นจำกัดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Pressure Limiter) 3. ลิ้นระบายแรงดัน (Pressure Discharge Valve)

11.4 หัวฉีด

หัวฉีด (Injector) ประกอบด้วย เข็มหัวฉีด ลูกสูบ และโซลินอยด์วาล์ว โดยลูกสูบและโซลินอยด์วาล์วจะทำหน้าที่เปิดวาล์วตามการเปิดของเข็มหัวฉีด โดยหัวฉีดจะทำงานเมื่อขดลวดโซลินอยด์ได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้า 125 โวลต์ จากกล่องควบคุมหัวฉีด (Electronic Driver Unit : EDU)

11.5 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง

กล่องควบคุมหัวฉีด (Electronic Driver Unit : EDU) จะได้รับสัญญาณการฉีดเชื้อเพลิงจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หรือ ECU เครื่องยนต์ จากนั้นแล้ว EDU จะแปลงแรงดันไฟฟ้า DC/DC ให้แรงดันไฟฟ้าสูงเป็น 125 โวลต์ เพื่อกระตุ้นให้ขดลวดโซลินอยด์หัวฉีดทำงาน กล่องควบคุมหัวฉีดจึงมีหน้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงและมีระบบชาร์จไฟอย่างรวดเร็วสามารถขับหัวฉีดขณะความเร็วสูงภายใต้สภาวะที่แรงดันเชื้อเพลิงที่สูงได้

11.6 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง

เซนเซอร์ตำแหน่งของเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Position Sensor) ประกอบด้วย แม่เหล็กแกนเหล็ก และขดลวดกำเนิดสัญญาณ (Pickup Coil) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงและตำแหน่งศูนย์ตายบนไปยังกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ โรเตอร์จากเพลาข้อเหวี่ยงมีจำนวน 34 ฟันและเว้นระยะห่างอีก 2

ฟัน เมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุน สัญญาณที่เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงที่เรียกว่า พัลส์ (Pulse) จะส่งออกมาทุก 10 องศา และฟันโรเตอร์ 2 ฟัน ที่เว้นระยะห่างกันนั้นใช้กำหนดเป็นตำแหน่งศูนย์ตายบน

11.7 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft Position Sensor) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพลาลูกเบี้ยว ที่พูลเลย์เพลาลูกเบี้ยวจะมีฟันจำนวน 5 ฟัน ซึ่งทุก ๆ 2 รอบการหมุนของเพลาลูกเบี้ยวจะส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) ไปยังกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 สัญญาณ

11.8 เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง

11.9 เรือนลิ้นเร่ง

11.10 มาตรวัดการไหลของอากาศ

11.11 เซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จ

11.12 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ

11.13 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 15/18, คาบที่ 99–105/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ) หัวข้อ 11.1-11.7
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 22-23
4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 22-23
5. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 16/18, คาบที่ 106–112/126)

1. ครูทบทวนเนื้อหา
2. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ) หัวข้อ 11.7-11.13
4. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 24
5. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 24
6. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
7. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
8. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน

9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 11

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	วิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2104)
การวัดผล	**การประเมินผล**
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 22-24 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 11	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 22-24 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(นายสุทัศน์ โวงประโคน)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	หน่วยที่ 12
	ชื่อวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วบอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013)	เวลาเรียนรวม 126 คาบ
	ชื่อหน่วย การตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	สอนครั้งที่ 17/18
ชื่อเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล		จำนวน 7 คาบ

หัวข้อเรื่อง

ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
12.1 การตรวจสอบรีเลย์หลัก EFI 12.2 การตรวจสอบมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศแบบขดลวดความร้อน 12.3การตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 12.4 การตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง 12.5 การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง 12.6 การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลา	**ใบงานที่ 25** งานตรวจสอบมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศ **ใบงานที่ 26** งานตรวจสอบเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง **ใบงานที่ 27** งานตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง **ใบงานที่ 28** งานตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว **ใบงานที่ 29** งานตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิง

ลูกเบี้ยว 12.7 การตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิง (SCV) 12.8 การตรวจสอบหัวฉีด 12.9 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล	**ใบงานที่ 30** งานตรวจสอบหัวฉีด **ใบงานที่ 31** งานตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล
2. ตรวจสอบมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศตามคู่มือ
3. ตรวจสอบเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงตามคู่มือ
4. ตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงตามคู่มือ
5. ตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวตามคู่มือ
6. ตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงตามคู่มือ
7. ตรวจสอบหัวฉีดตามคู่มือ
8. ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ตามคู่มือ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. ตรวจสอบรีเลย์หลัก EFI ได้
2. ตรวจสอบมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศแบบขดลวดความร้อนได้
3. ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นได้
4. ตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงได้
5. ตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงได้
6. ตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวได้
7. ตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิง (SCV) ได้
8. ตรวจสอบหัวฉีดได้
9. ตรวจวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลได้

ด้านทักษะ

1. ตรวจสอบการทำงานของมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศได้
2. ตรวจสอบเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. ตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงได้
4. ตรวจสอบเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวได้
5. ตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงได้

6. ตรวจสอบหัวฉีดได้

7. ใช้สายไฟลัดวงจรขั้ว DLC 3 ได้

8. อ่านโค้ดวิเคราะห์รหัสปัญหาได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกถึงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ความมีวินัย ความสนใจใฝ่รู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

12.1 การตรวจสอบรีเลย์หลัก EFI

การตรวจสอบรีเลย์หลัก EFI มีลำดับขั้นการตรวจสอบดังต่อไปนี้

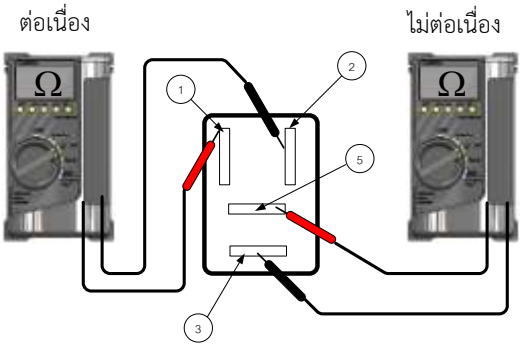
1. เปิดฝาครอบกล่องรีเลย์ออก หาตำแหน่งติดตั้งรีเลย์หลัก EFI

2. ถอดตัวรีเลย์หลัก EFI ออกจากกล่องรีเลย์

3. ใช้โอห์มมิเตอร์วัดการขาดของขดลวดรีเลย์ โดยวัดความต่อเนื่องระหว่างขั้ว 1 กับ 2 ดังรูป

4. ใช้โอห์มมิเตอร์วัดความไม่ต่อเนื่องของหน้าสัมผัสรีเลย์ระหว่างขั้ว 1 กับ ขั้ว 5

5. ตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ขั้ว 1 กับ ขั้ว 2 และใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต่อเนื่องของหน้าสัมผัสรีเลย์



12.2 การตรวจสอบมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศแบบขดลวดความร้อน

12.3 การตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

12.4 การตรวจสอบตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง

12.5 การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง

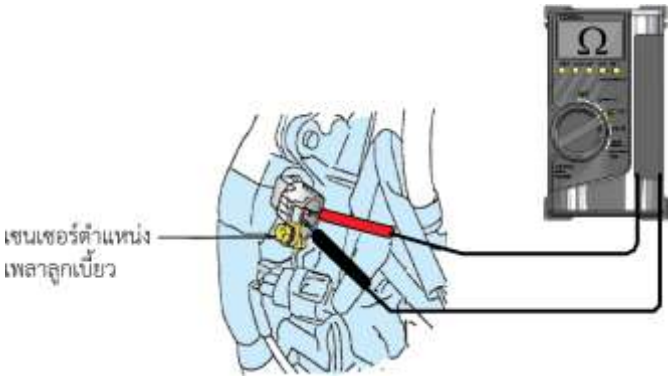
12.6 การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว มีขั้นตอนการตรวจสอบดังต่อไปนี้

1. ปลดขั้วต่อสายไฟตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวออก

2. ใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานระหว่างขั้ว 1 และขั้ว 2 (G+ กับ G–) ดังรูป ค่าความต้านทานขณะเครื่องยนต์เย็นประมาณ 1,630 โอห์ม ถึง 2,740 โอห์ม และขณะเครื่องยนต์ร้อนค่าความต้านทานประมาณ 2,065 โอห์ม ถึง 3,225 โอห์ม

3. สวมขั้วต่อสายไฟตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวกลับเข้าที่เดิม



12.7 การตรวจสอบลิ้นควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิง (SCV)

12.8 การตรวจสอบหัวฉีด

12.9 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 17/18, คาบที่ 113–119/126)

1. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้
2. ครูสอนเนื้อหาสาระ (บรรยาย ถามตอบ สาธิต ฝึกปฏิบัติ) หัวข้อ 12.1-12.9
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมปฏิบัติงานตามใบงานที่ 25-31
4. นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนในใบงานที่ 25-31
5. ครูตรวจผลงานภาคปฏิบัติของนักเรียน
6. ให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และผลการปฏิบัติงาน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 12

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชา งานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์/รถยนต์สำหรับการฝึก/เครื่องยนต์พร้อมฝึกถอดประกอบ

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. ใบงานที่ 25-31 และแบบประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 12	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

1. งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ทบทวนเนื้อทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อเตรียมสอบปลายภาคเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำกิจกรรมตามใบงานที่ 25-31 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พวงชื่น (2562). **งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (20101–2013).** ศูนย์หนังสือ
เมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(.....) (นายสุทัศน์ โวงประโคน)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน