หน่วยที่ 11

วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีด
ด้วยอิเล็กทรอนิกส์

หัวข้อเรื่อง (Topics)

11.1 ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

11.2 ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

11.3 รางร่วมคอมมอนเรล

11.4 หัวฉีด

11.5 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง

หัวข้อเรื่อง (Topics)

11.6 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง

11.7 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

11.8 เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง

11.9 เรือนลิ้นเร่ง

11.10 มาตรวัดการไหลของอากาศ

หัวข้อเรื่อง (Topics)

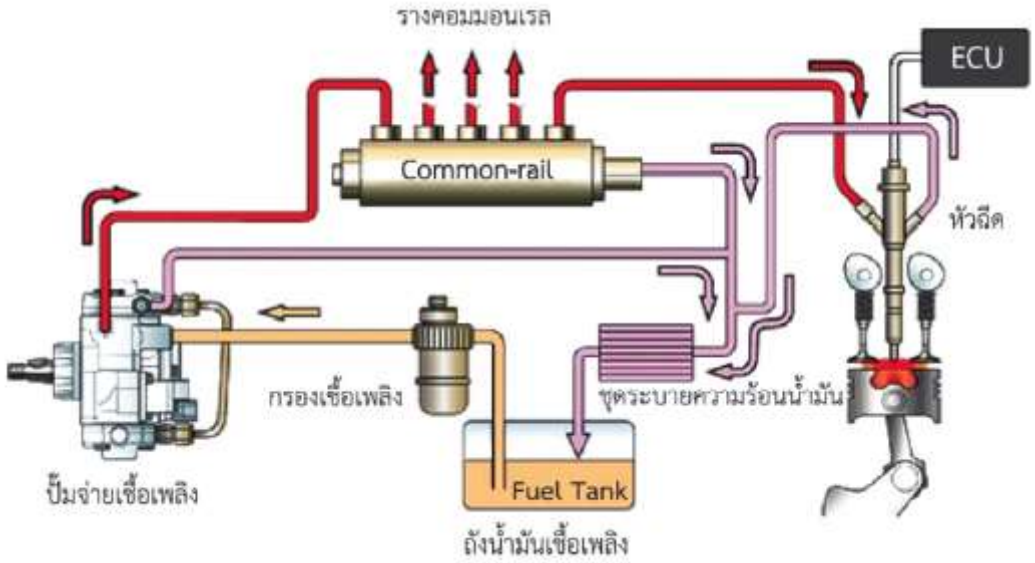
11.11 เซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จ

11.12 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ

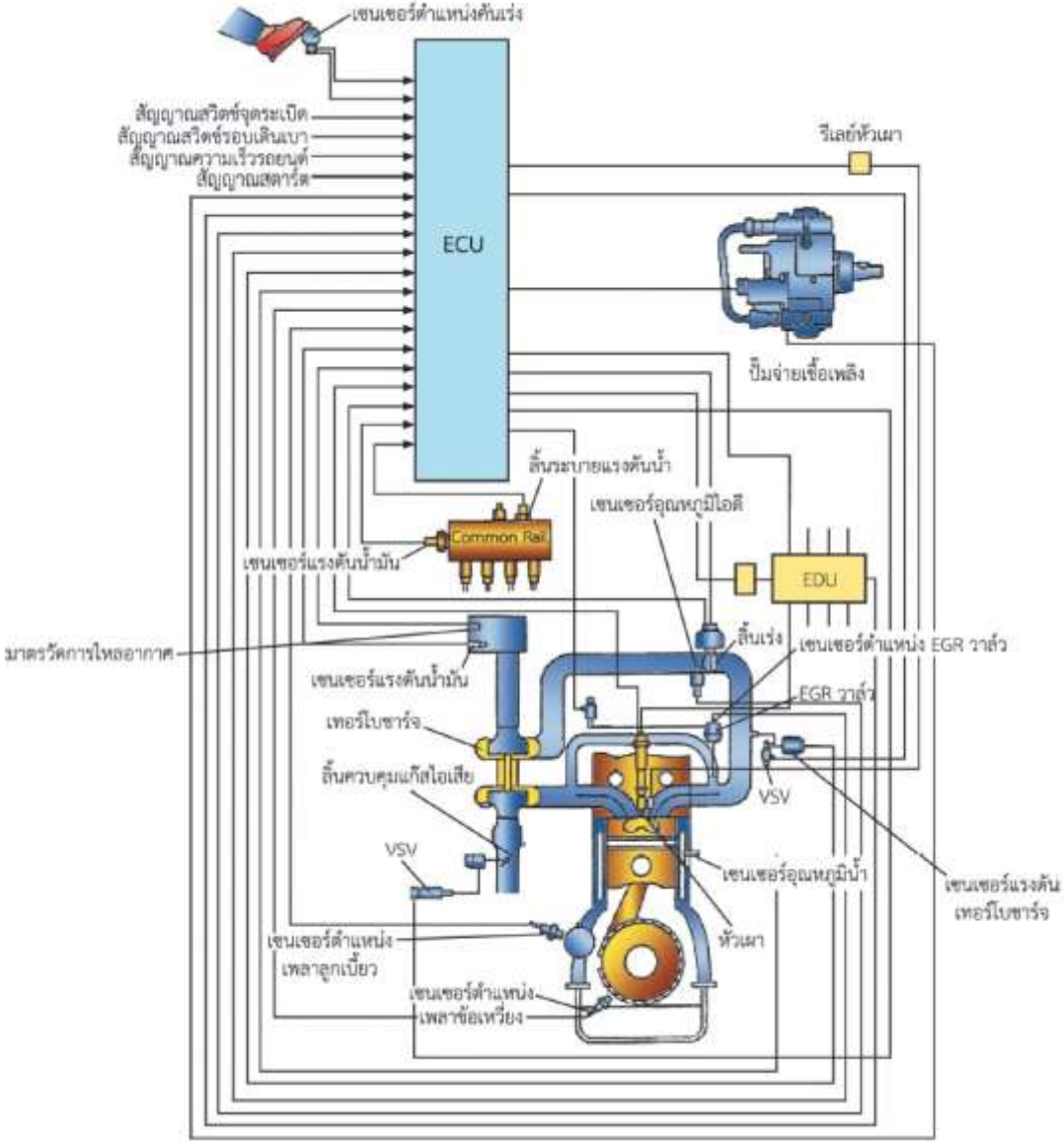
11.13 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

11.1 ส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบการฉีดเชื้อเพลิงแบบคอมมอนเรล (Common Rail Direct Injection : CDI) เป็นระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยการนำเอากล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit : ECU) มาควบคุมจังหวะกา



ส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์



วงจรส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลคอมมอนเรลในปัจจุบันพัฒนาให้สามารถฉีดน้ำมันที่มีความดันสูงถึง 1800 บาร์ หรือ 180 เมกะปาสคาล (1800 bar or 180 MPa) ขึ้นอยู่กับเครื่องยนต์แต่ละรุ่นของบริษัทผู้ผลิต และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาระบบฉีดเชื้อเพลิงให้มีแรงดันสูงกว่านี้ในอนาคต

ส่วนประกอบหลักของระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบคอมมอนเรล ประกอบด้วย

1. ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูง (Fuel Supply) สามารถสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงได้สูงถึง 1800 บาร์ ส่งไปยังรางร่วม

2. รางร่วม (Common Rail) เป็นท่อสะสมแรงดันที่มีความหนาของรางมาก สามารถทนต่อแรงดันสูงรางร่วมนี้จะจ่ายน้ำมันไปยังหัวฉีดทุกหัวด้วยแรงดันในการฉีดเท่ากัน

3. หัวฉีด (Injector) ประกอบด้วยลูกสูบและลิ้นโซลินอยด์ไฟฟ้า การเปิดปิดของเข็มหัวฉีดจะถูกควบคุมด้วยกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

4. กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ทั้งระบบโดยประมวลผลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

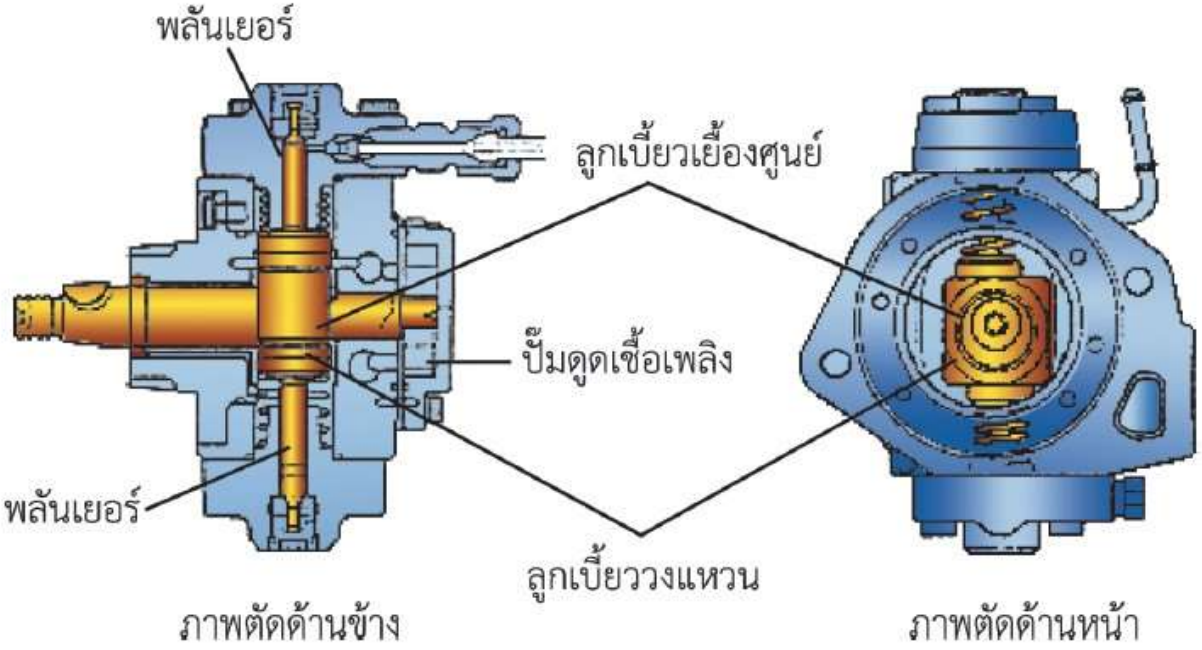
5. เซนเซอร์ต่าง ๆ (Sensor) ทำ[illegible]

11.2 ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

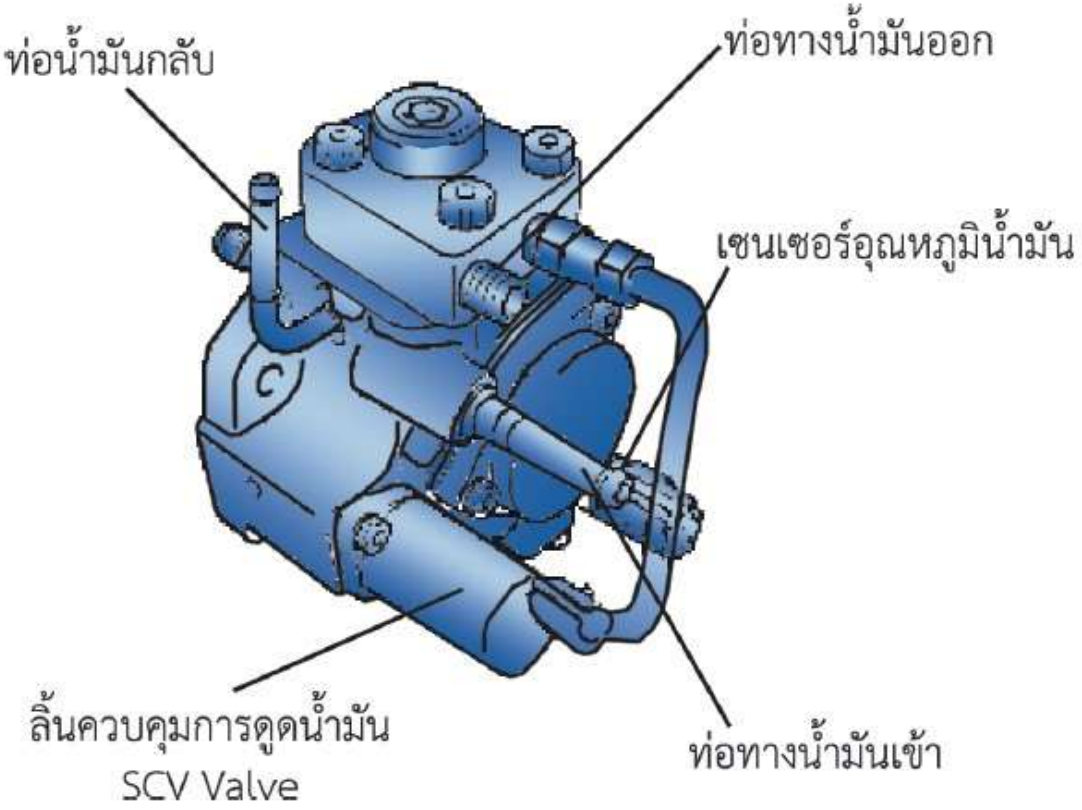
ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Supply Pump) ทำหน้าที่สร้างแรงดันเชื้อเพลิงให้สูง 135 Mpa ถึง 180 Mpa (ขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องยนต์) โดยปั๊มจะจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงไปเก็บที่รางร่วม (Common Rail) ECU จะส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุมการเปิด-ปิดหัวฉีด หรือ EDU (Electronic Driver Unit)

ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง ประกอบด้วย ลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์ (Eccentric Cam) วงแหวนลูกเบี้ยว (Ring Cam) พลันเยอร์ (Plunger) และปั๊มดูดน้ำมันแรงดันต่ำ (Feed Pump) ชิ้นส่วนทั้งหมดประกอบอยู่ภายในเรือนปั๊ม ด้านนอกตัวเรือนยังมีลิ้นควบคุมการดูดเชื้อเพลิง SCV (Suction Control Valve) และ
อุณหภูมิน้ำ



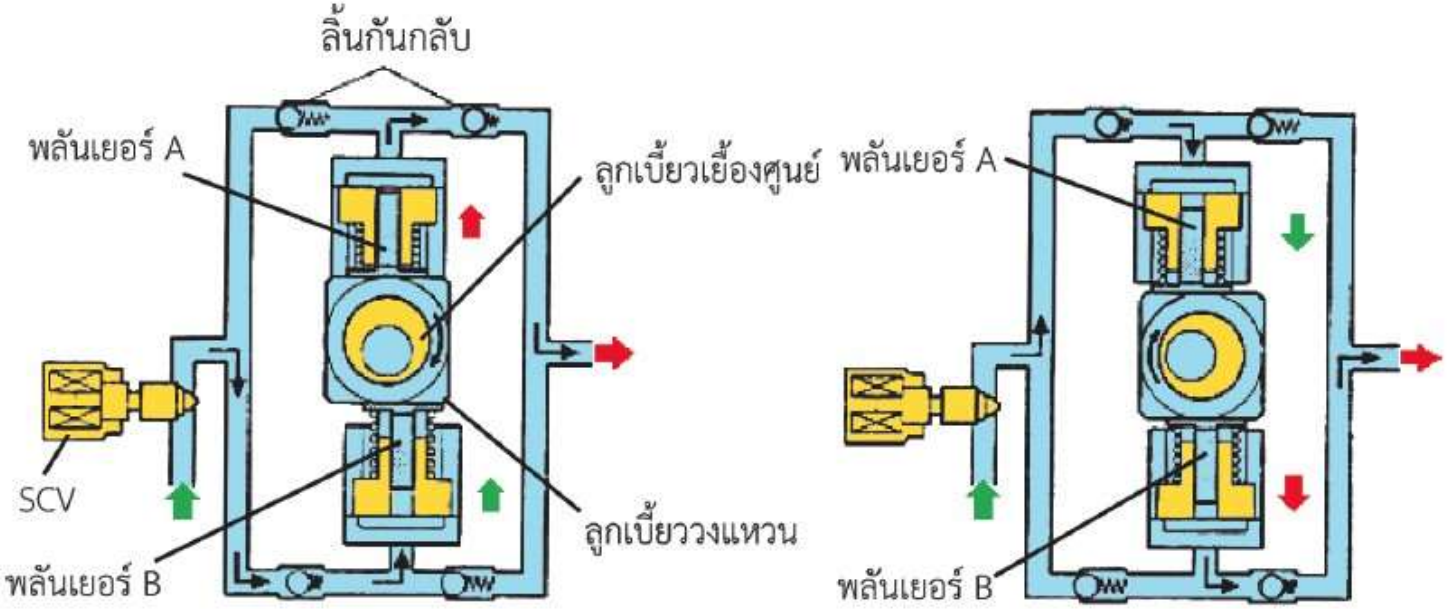
ภาพตัดแสดงส่วนประกอบภายในปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง



ตำแหน่งติดตัวลิ้น SCV และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง

การทำงาน

เมื่อเครื่องยนต์เริ่มหมุนจะทำให้เฟืองที่ขับแกนเพลาปั๊มหมุนให้ลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์ (Eccentric Cam) หมุนด้วย ทำให้ลูกเบี้ยววงแหวน (Ring Cam) เลื่อนขึ้น ดันให้พลันเยอร์ A เลื่อนขึ้น ผลักดันน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านเช็กวาล์วจ่ายไปยังท่อรางร่วมพร้อมกันนี้ พลันเยอร์ B ซึ่งอยู่ตรงข้ากับพลันเยอร์ A จะถูกแรงดันของสปริงพลันเยอร์ดันให้พลันเยอร์ B เลื่อนขึ้นเป็นผลทำให้พลันเยอร์ B ดูดน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านเช็กวาล์วด้านล่างเข้าปั๊ม และพลันเยอร์ A จะจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสลับกันแบบนี้ตลอดเวลาที่ปั๊มเชื้อเพลิงทำงาน



พลันเยอร์ A : สิ้นสุดจังหวะอัดน้ำมัน

พลันเยอร์ B : สิ้นสุดจังหวะดูดน้ำมัน

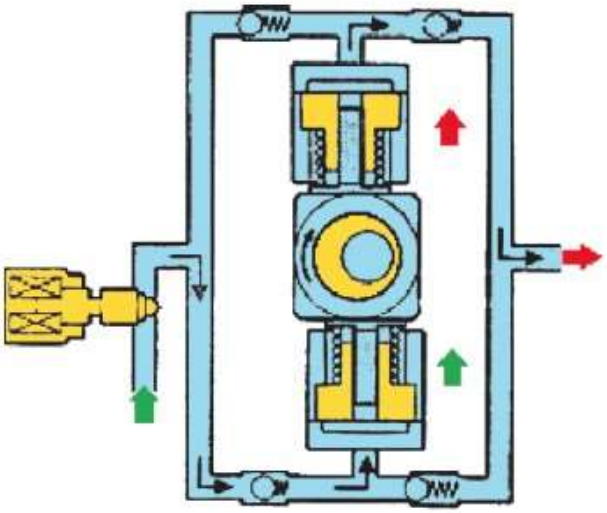
(ก) ตำแหน่งที่ 1

พลันเยอร์ A : เริ่มจังหวะดูดน้ำมัน

พลันเยอร์ B : เริ่มจังหวะอัดน้ำมัน

(ก) ตำแหน่งที่ 2

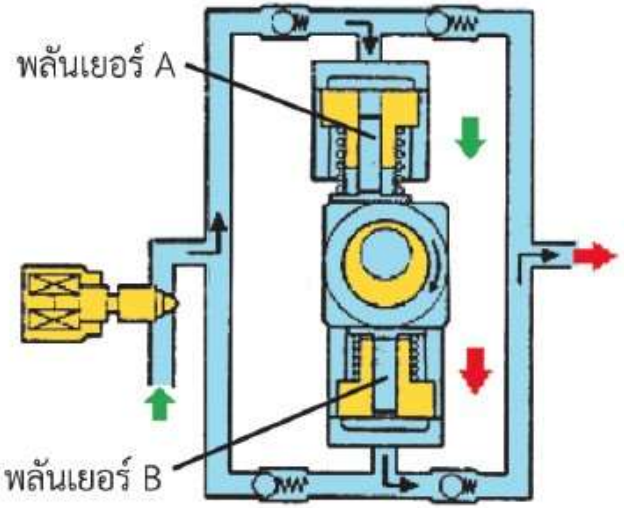
การทำงานของปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง



พลันเยอร์ A : เริ่มจังหวะอัดน้ำมัน

พลันเยอร์ B : เริ่มจังหวะดูดน้ำมัน

(ค) ตำแหน่งที่ 3



พลันเยอร์ A : สิ้นสุดจังหวะดูดน้ำมัน

พลันเยอร์ B : สิ้นสุดจังหวะอัดน้ำมัน

(ง) ตำแหน่งที่ 4

(ต่อ) การทำงานของปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง

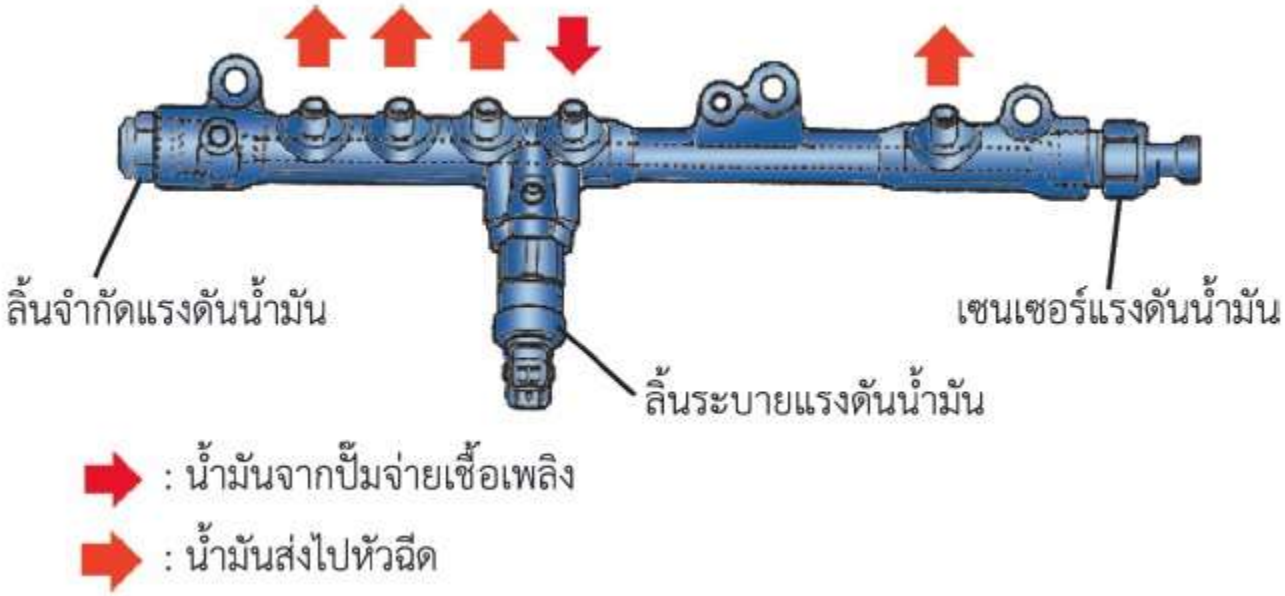
11.3 รางร่วมคอมมอนเรล

ท่อรางร่วมคอมมอนเรล (Common Rail) ทำหน้าที่สะสมและรักษาแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงที่ส่งมาจากปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงให้มีแรงดันสูงประมาณ 1,377 กิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตร (bar) หรือสูงกว่าขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องยนต์ อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับท่อรางร่วมคอมมอนเรลประกอบด้วย

1. เซนเซอร์แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pressure Sensor) ทำหน้าที่คำนวณแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อรางร่วมและส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

2. ลิ้นจำกัดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Pressure Limiter) เมื่อแรงดันน้ำมันในท่อร่วมสูงผิดปกติลิ้นจำกัดแรงดันจะลดแรงดันน้ำมันที่สูงเกินผิดปกติ

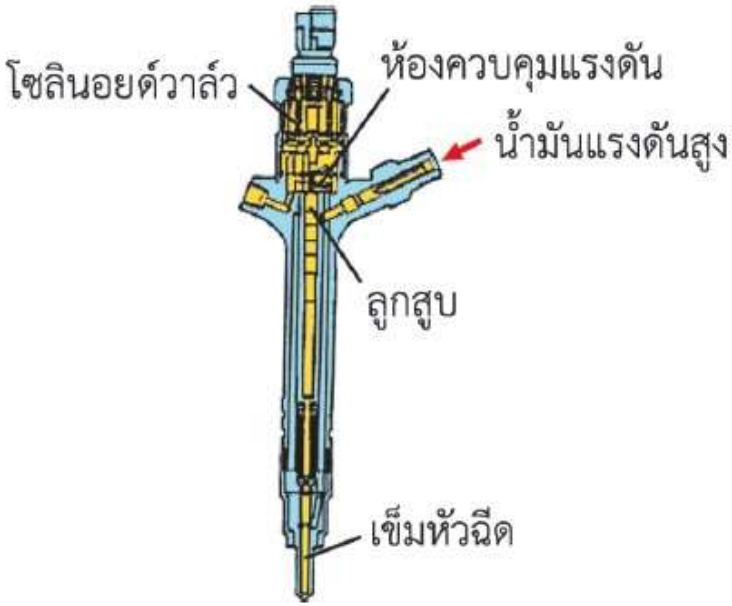
3. ลิ้นระบายแรงดัน (Pressure Discharge Valve) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำมันและรักษาแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อรางร่วมให้คงที่



ท่อรางร่วมคอมมอนเรล

11.4 หัวฉีด

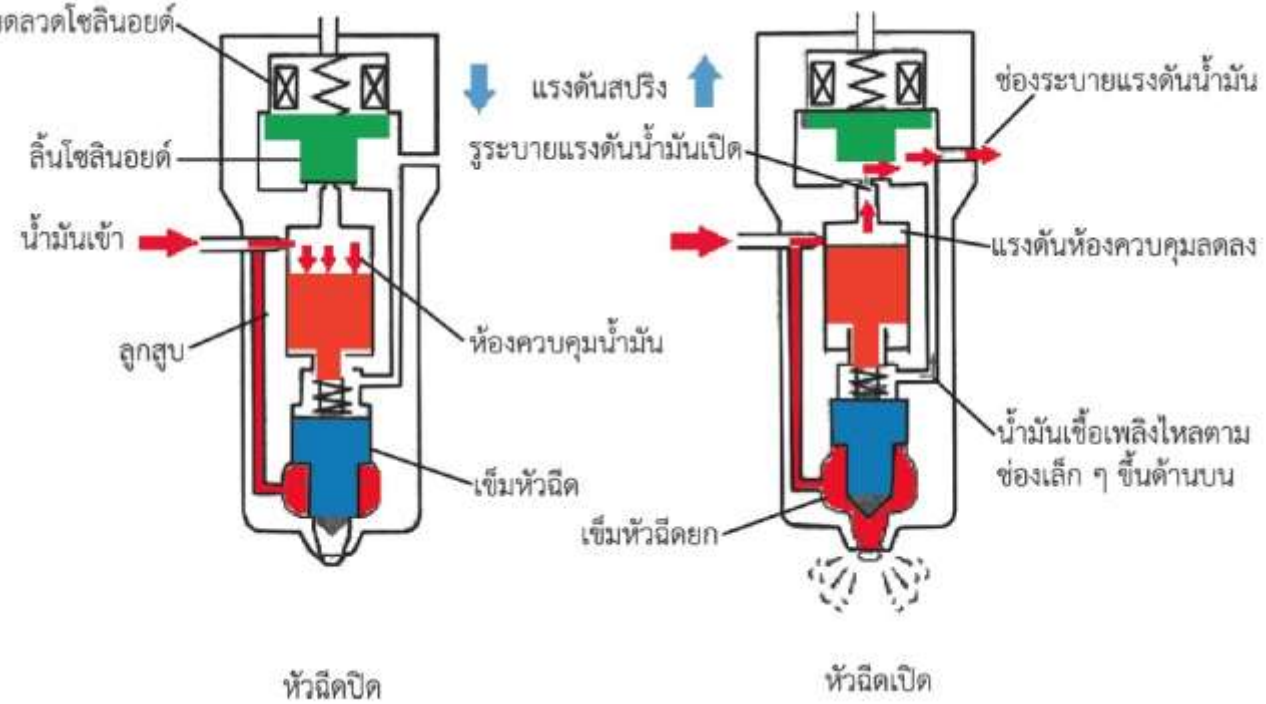
หัวฉีด (Injector) ประกอบด้วย เข็มหัวฉีด ลูกสูบ และโซลินอยด์วาล์ว โดยลูกสูบและโซลินอยด์วาล์ว จะทำหน้าที่เปิดวาล์วตามการเปิดของเข็มหัวฉีด



หัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล

การทำงานของหัวฉีด

เมื่อกล่องควบคุมหัวฉีด EDU จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวดโซลินอยด์ จะเกิดอำนาจแม่เหล็กดูดในโซลินอยด์วาล์วยกขึ้น รูเล็ก ๆ ที่ห้องควบคุมจะเปิดให้น้ำมันเชื้อเพลิงระบายออก ทำให้แรงดันน้ำมันภายในห้องควบค



การทำงานของหัวฉีด

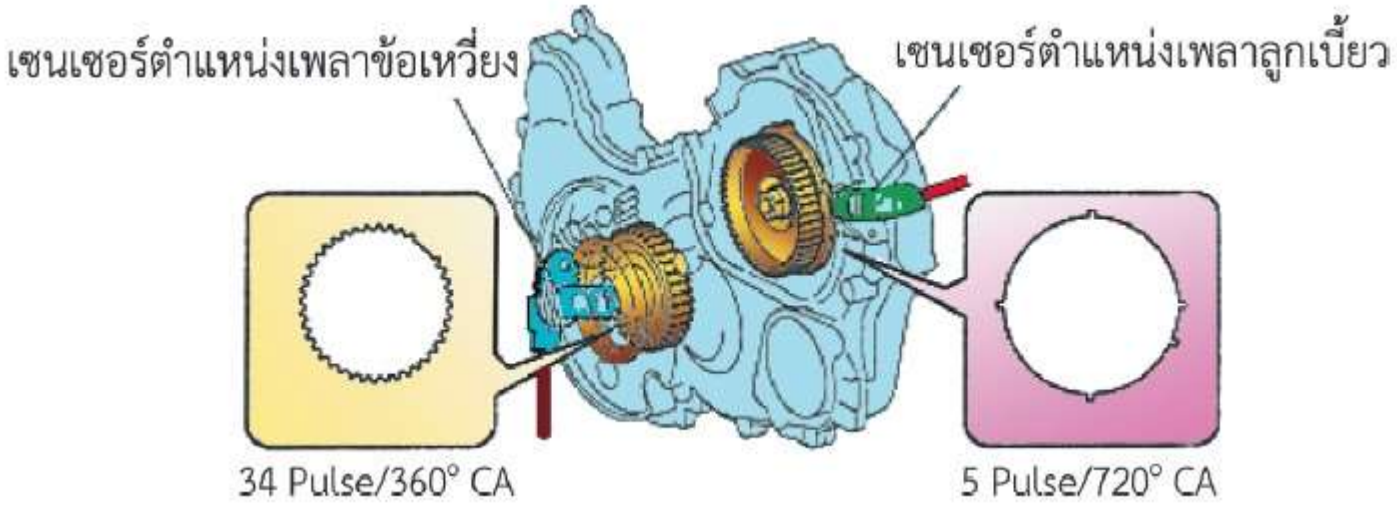
11.5 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง

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

ลักษณะกล่องควบคุมหัวฉีด (EDU)

11.6 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง

เซนเซอร์ตำแหน่งของเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Position Sensor) ประกอบด้วย แม่เหล็กแกนเหล็ก และขดลวดกำเนิดสัญญาณ (Pickup Coil) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงและตำแหน่งศูนย์ตายบน ไปยังกล่

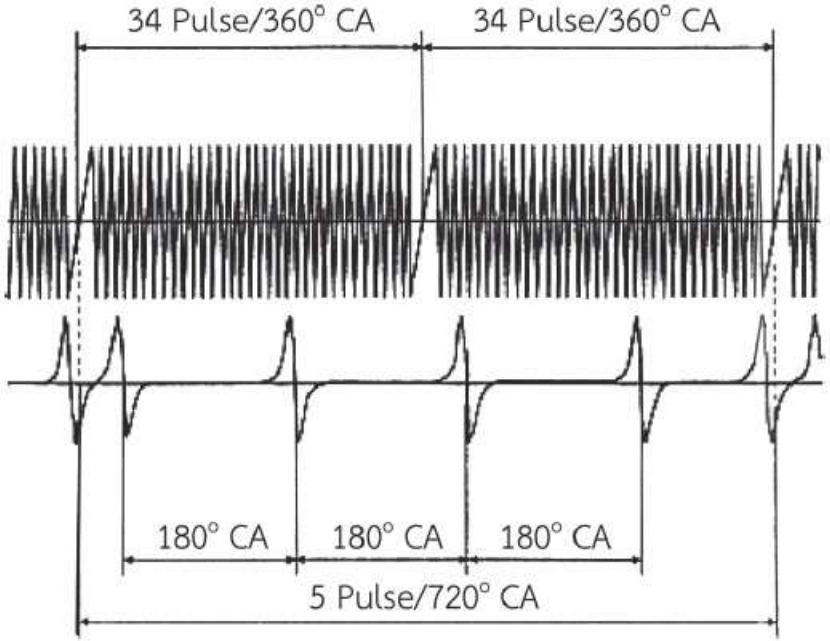


ตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงและเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

11.7 เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

เซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft Position Sensor)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพลาลูกเบี้ยว ที่พูลเลย์เพลาลูกเบี้ยวจะมีฟันจำนวน 5 ฟัน ซึ่งทุก ๆ 2 รอบการหมุนของเพลาลูกเบี้ยวจะส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) ไปยังกล่องควบคุมอิเล็กท

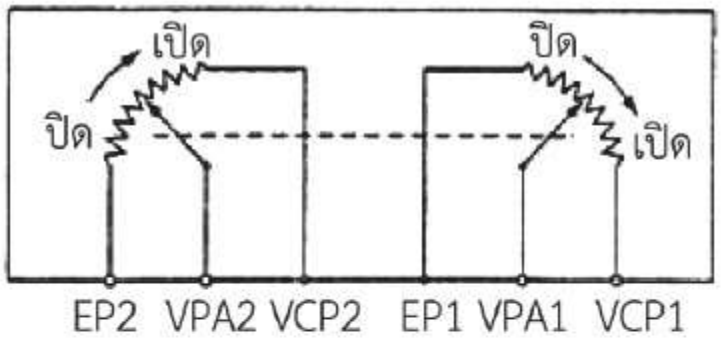


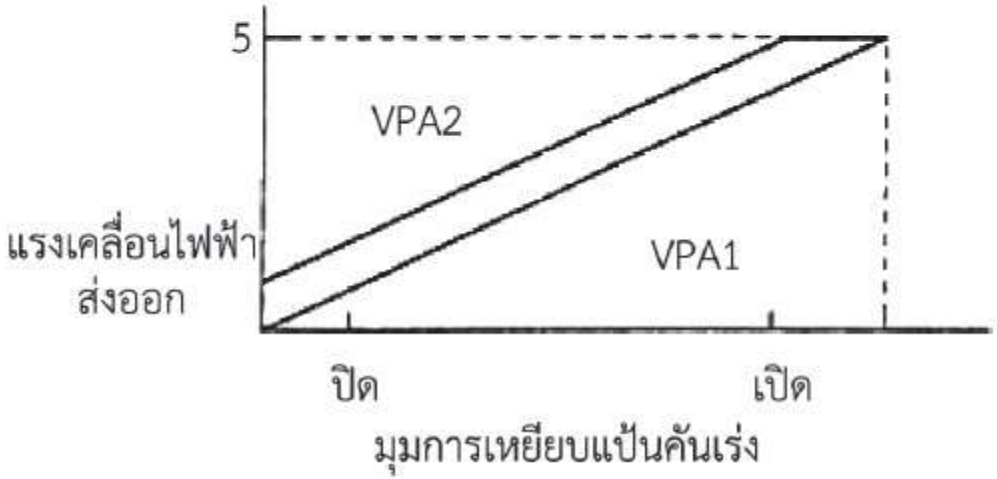
สัญญาณพัลส์จากเซนเซอร์วัดตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงและเซนเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว

11.8 เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง

เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง (Accelerator Pedal Position Sensor) ติดตั้งอยู่ที่แป้นคันเร่ง ทำหน้าที่ตรวจจับมุมการกดของขาคันเร่ง เปลี่ยนเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าส่งไปยัง ECU เครื่องยนต์ ซึ่งมี 2 สัญณาณที่แตกต่างกัน สัญญาณแรก VPA1 จะส่งแรงดั บมุมการกดของขาคันเร่ง สัญญาณที่ ขนานกับสัญญาณ VPA1

เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง

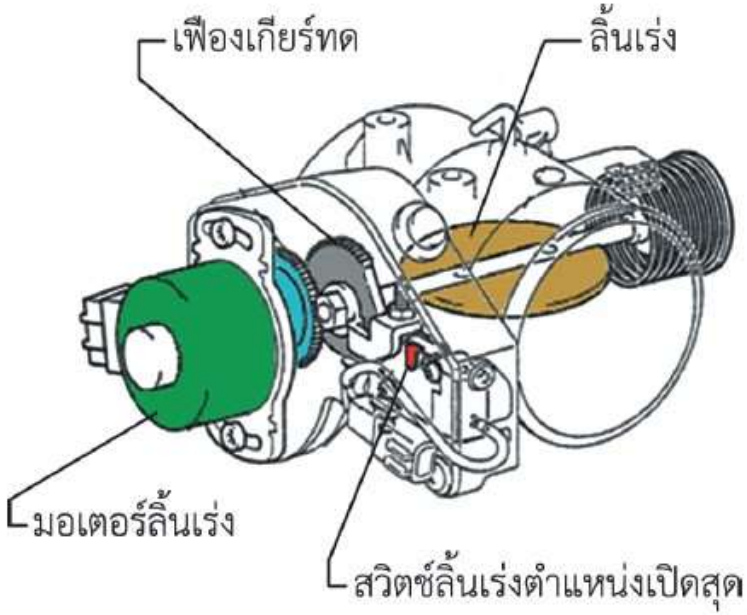




แรงดันไฟฟ้าที่ส่งออกจากการเหยียบคันเร่ง

11.9 เรือนลิ้นเร่ง

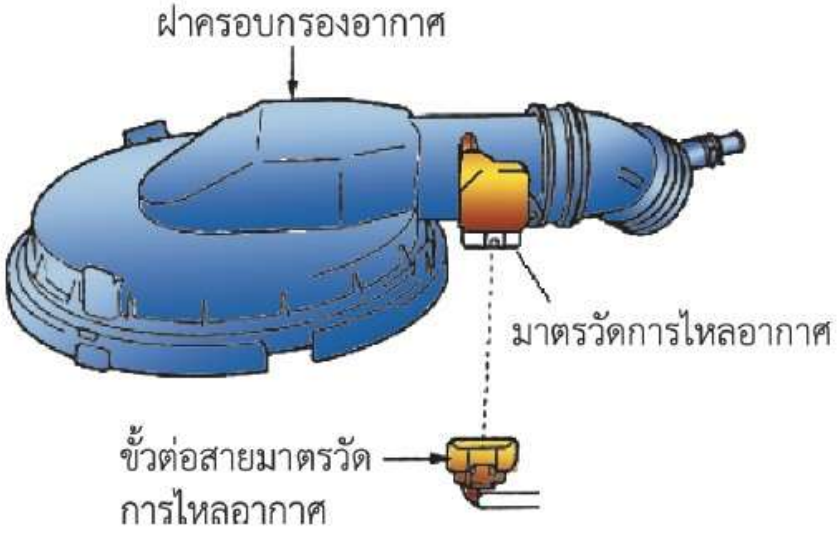
เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ของเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล การทำงานของลิ้นเร่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ EGR วาล์วในการควบคุมและช่วยลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (No.2) ที่เกิดจากอุณหภูมิของห้องเผาไหม้เครื่องย



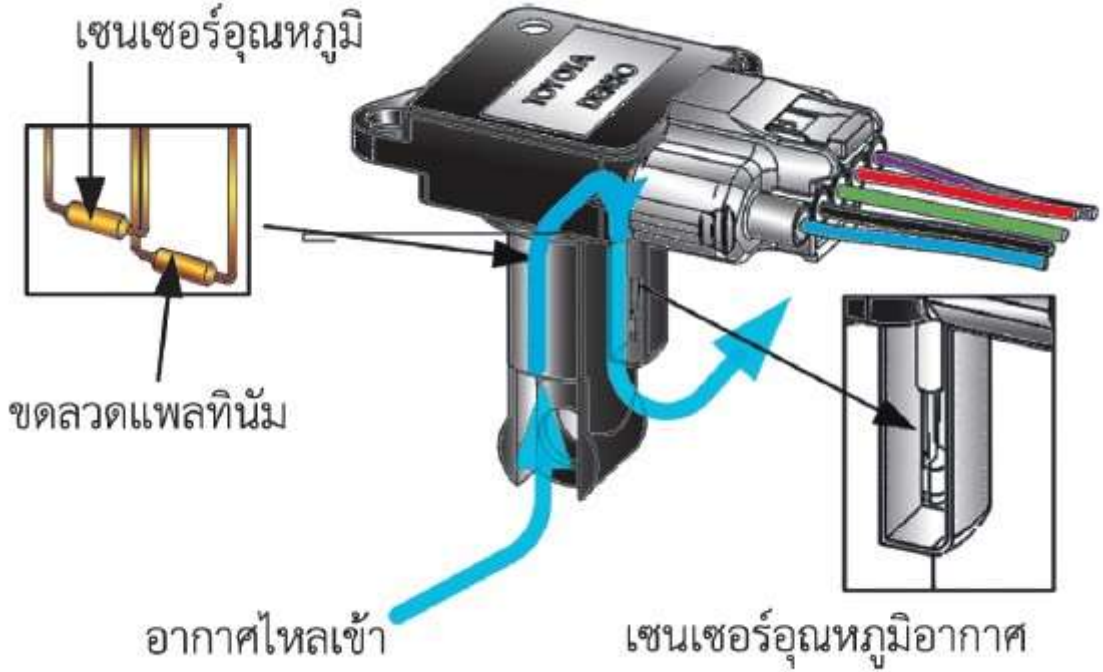
ส่วนประกอบเรือนลิ้นเร่ง

11.10 มาตรวัดการไหลของอากาศ

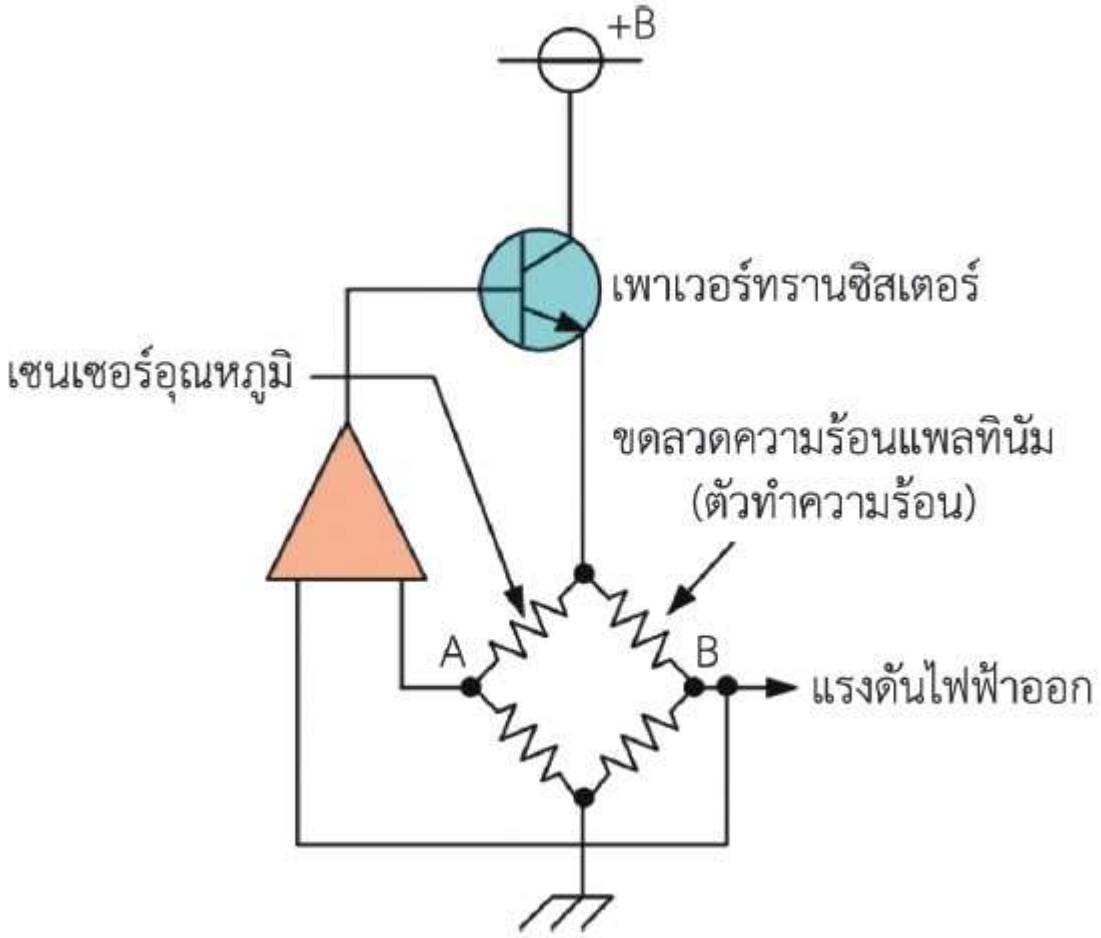
มิเตอร์วัดการไหลของอากาศ (Air Flow Meter) เป็นแบบใช้ขดลวดความร้อน (Hot Wire Platinum) ภายในประกอบด้วยขดลวดแพลทินัม เทอร์มิสเตอร์ และวงจรควบคุมติดตั้งอยู่ในตัวเรือนพลาสติกการทำงานวงจรของขดลวดความร้อนแพลทินัมจะรักษาอุณหภูมิขดลวดที่ถูกตั้งไว้ด้วยการควบคุมกระแสไฟที่ไ



ตำแหน่งติดตั้งมาตรวัดการไหลของอากาศ



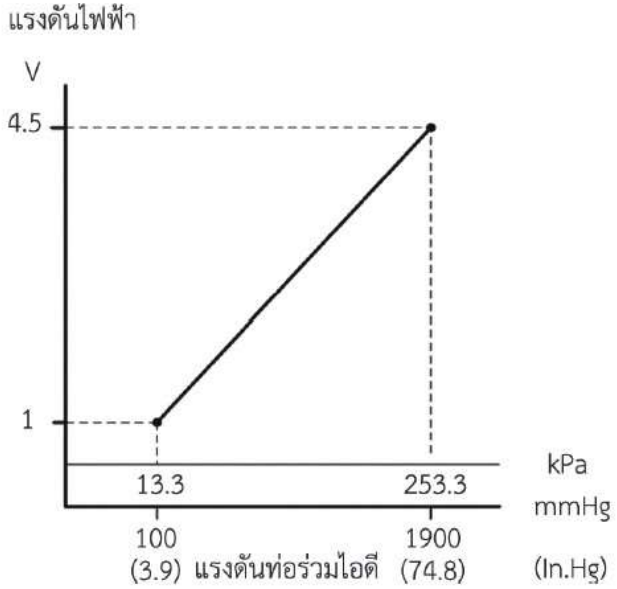
มาตรวัดการไหลของอากาศชนิดขดลวดความร้อน



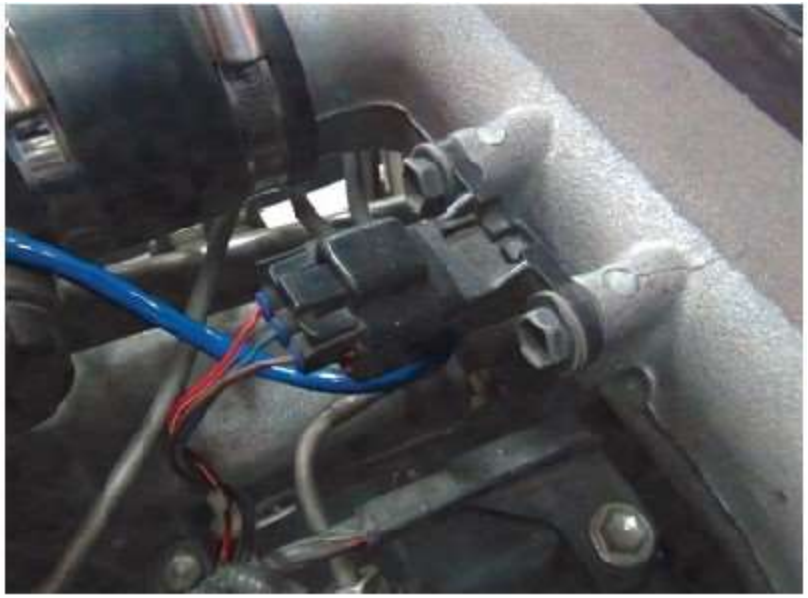
วงจรภายในมาตรวัดการไหลของอากาศ

11.11 เซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จ

เนื่องจากปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล ส่วนใหญ่ติดตั้งเทอร์โบชาร์จเพื่อเพิ่มสมรรถนะเครื่องยนต์ และเหตุผลด้านการลดมลภาวะไอเสีย จึงมีการติดตั้งเซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จต่อเข้ากับท่อร่วมไอดี



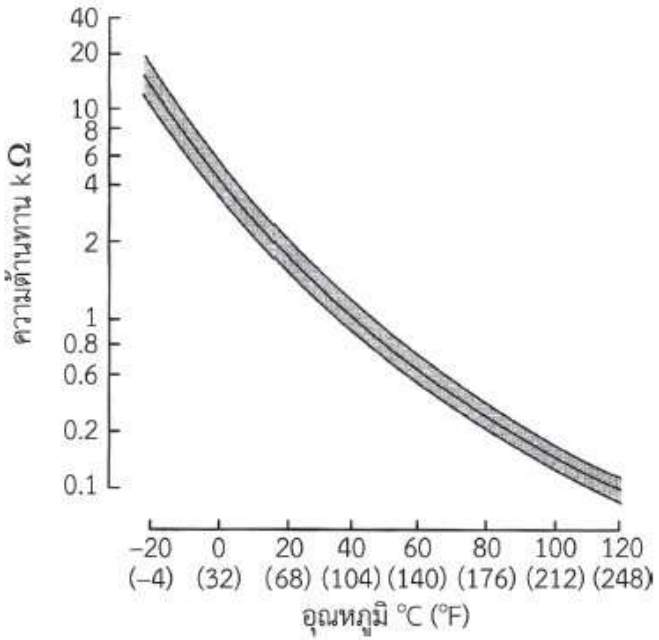
เซนเซอร์แรงดันเทอร์โบชาร์จ



ตำแหน่งติดตั้งตัวเซนเซอร์

11.12 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ

เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิน้ำของเครื่องยนต์ โดยเทอร์มิสเตอร์ที่อยู่ภายในเซนเซอร์จะเปลี่ยนค่าความต้านทานตามอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ยิ่งอุณหภูมิต่ำค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะยิ่งมีมากขึ้น

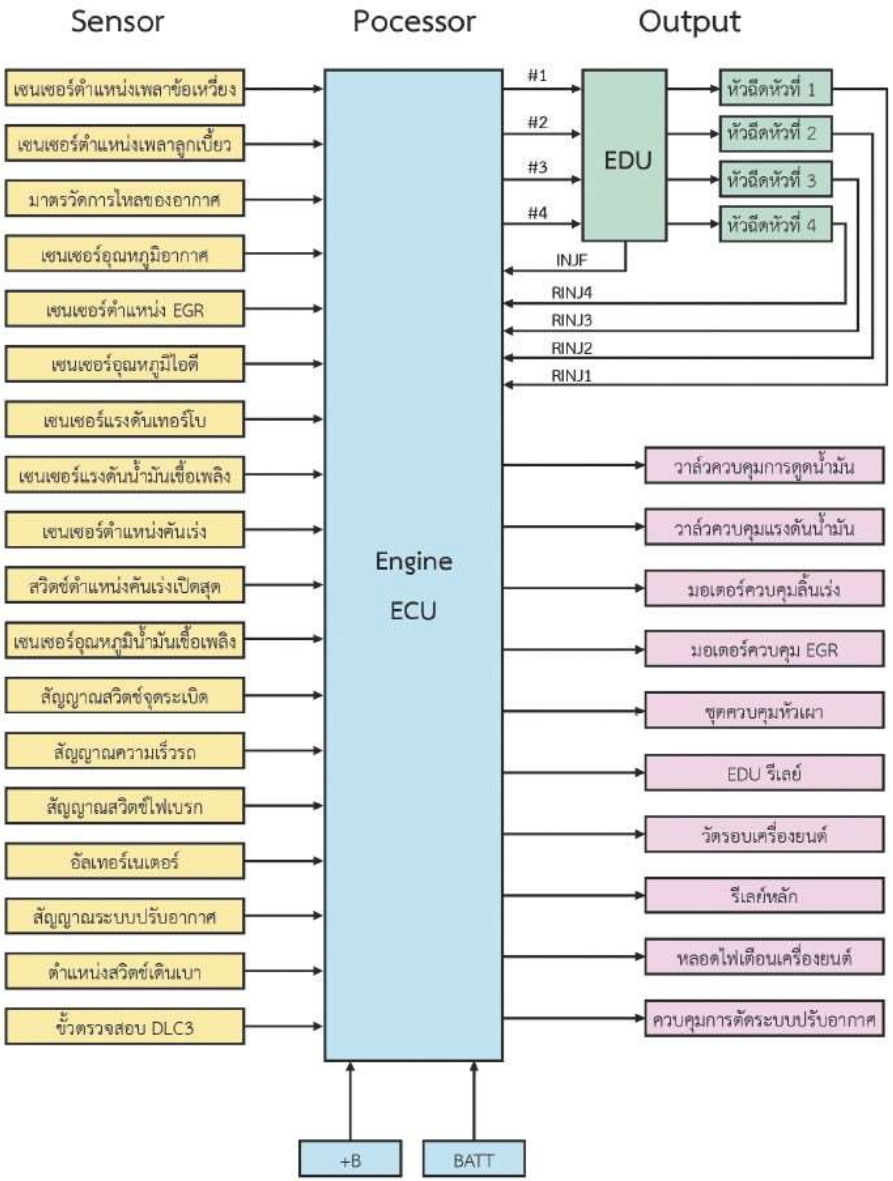


เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ

11.13 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ปริมาณการฉีดเชื้อเพลิง ควบคุมองศาการฉีดเชื้อเพลิง ควบคุมปริมาณการฉีดขณะสตาร์ท ควบคุม องศาการฉีดขณะสตาร์ท ควบคุมการฉีดนำและการฉีดตาม ควบคุมการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง และควบคุมรอบเ

ลักษณะกล่องหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



โครงสร้างการควบคุมของหน่วยควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซล