



หน่วยที่ 7

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ





หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 7.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ
- 7.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ
- 7.3 ตัวตรวจจับสัญญาณอากาศ
- 7.4 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
- 7.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน





หัวข้อเรื่อง (Topics)

7.6

ตัวตรวจจับการน็อก

7.7

ตัวตรวจจับองศามุมเพลาค้อเหวี่ยง

7.8

ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์





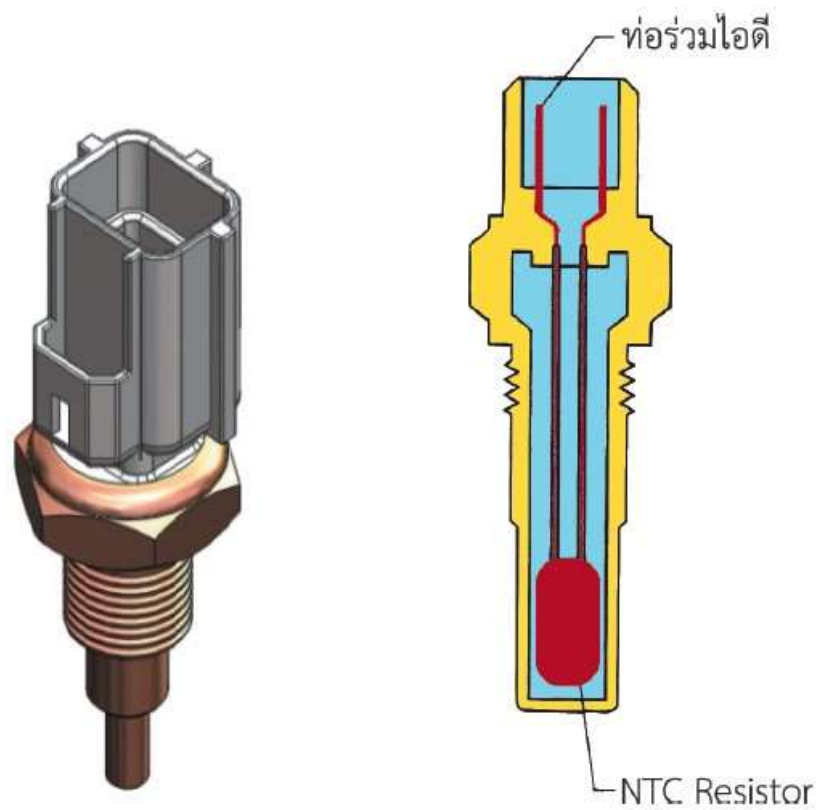
7.1

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหรือเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำ (Water Temperature Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ แล้วส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังกล่องคอมพิวเตอร์ จะติดตั้งอยู่บริเวณช่องทางออกน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์

ขณะเครื่องยนต์เริ่มทำงานและมีอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่ำ ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ในตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำจะมีค่าสูง





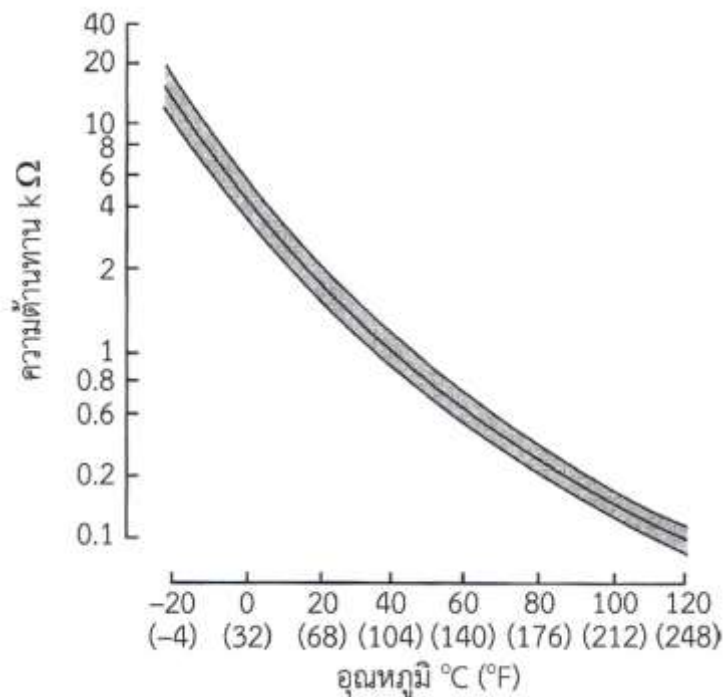
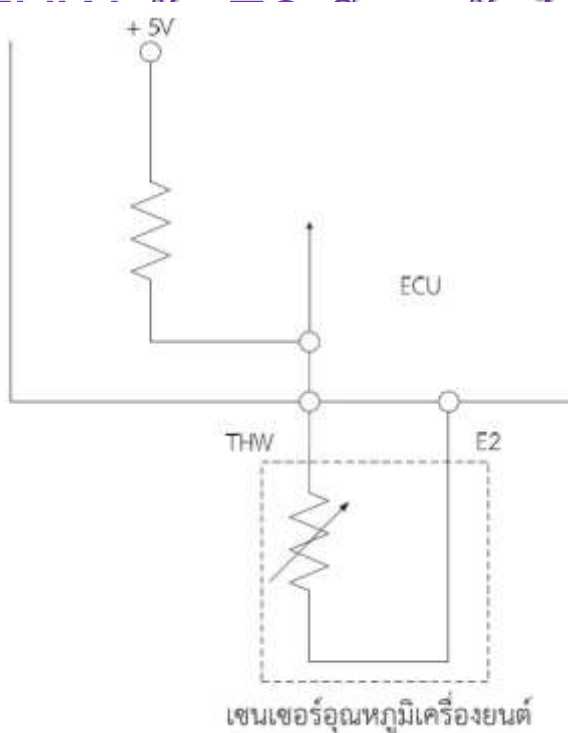
ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ





เมื่ออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะมีค่าลดลง จึงทำให้กระแสไฟฟ้าจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เข้า THW จะไหลผ่านเทอร์มิสเตอร์ลงกราวด์ได้มากขึ้นทำให้

ไฟฟ้าตกคร่อม



วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิ

คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์อุณหภูมิ





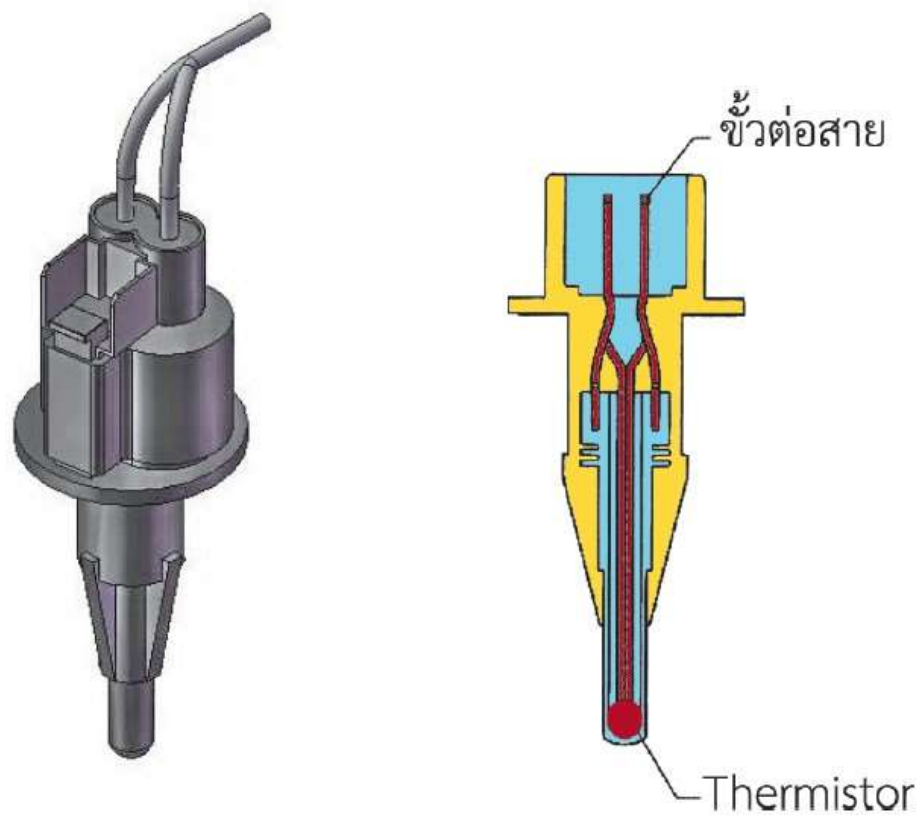
7.2

ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ

การทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ กล่าวคือภายในประกอบด้วย เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) โดยความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง มีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้ว THA กับ E2 เปลี่ยนแปลง

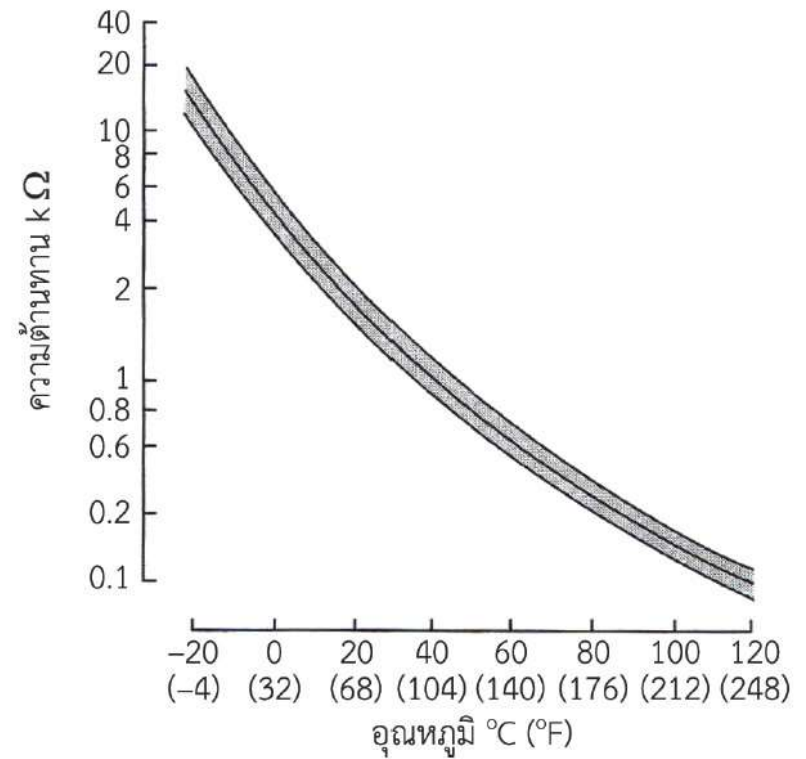
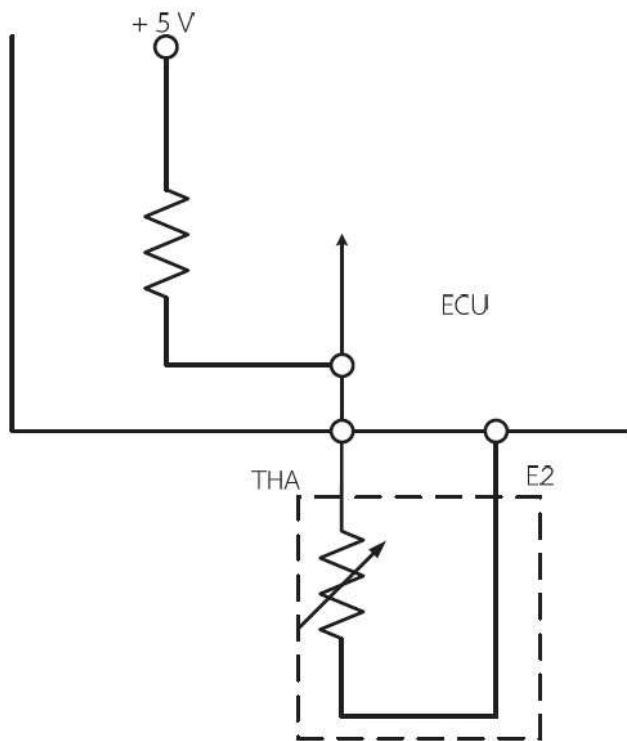
ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศใช้หลักการทำงานเหมือนกับตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ เพียงแต่สัมผัสอยู่กับอากาศที่ถูกดูดผ่านกรองอากาศ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้การอ้างอิงอุณหภูมิอากาศพื้นฐานที่ 20°C ถ้าอุณหภูมิอากาศต่ำกว่า 20°C หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง





ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ





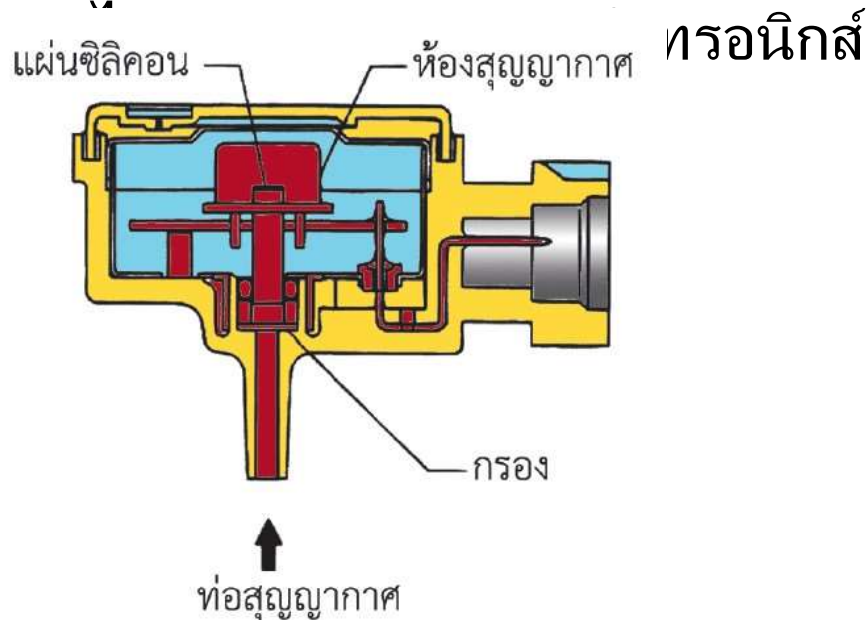
วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์อุณหภูมิอากาศ



7.3

ตัวตรวจจับสุญญากาศ

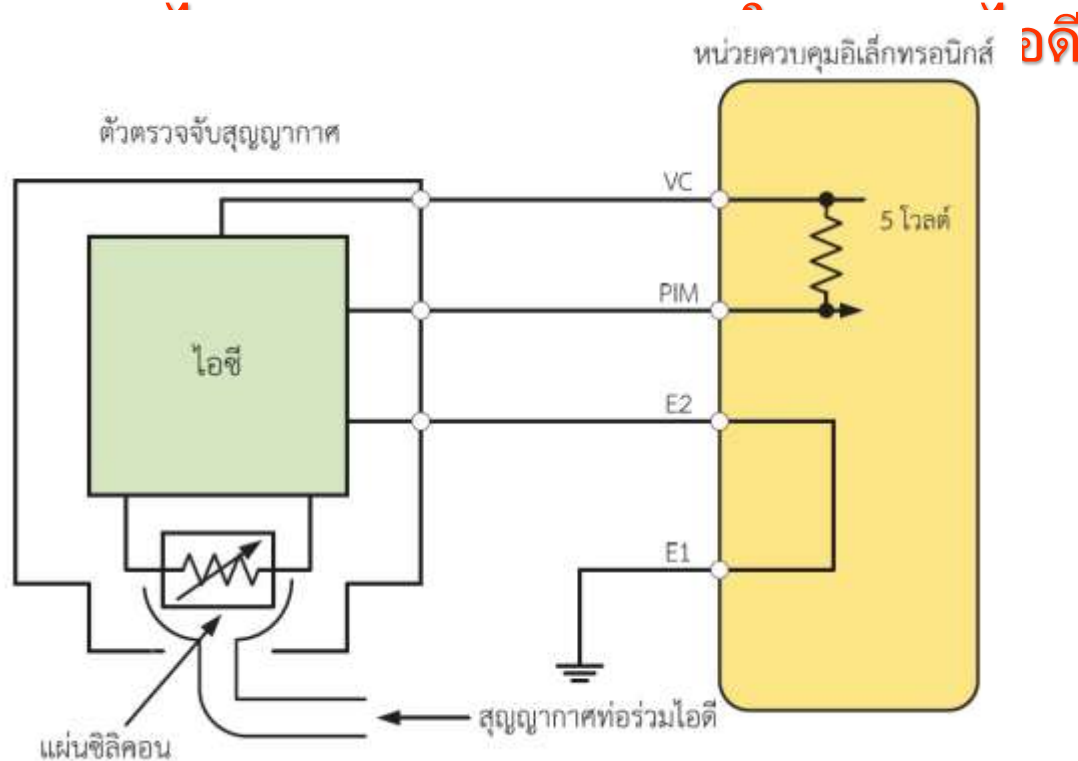
ตัวตรวจจับสุญญากาศ (Vacuum Sensor) บางครั้งเรียกว่า ตัวตรวจจับแรงดันในท่อร่วมไอดี (Intake Manifold Pressure Sensor) จะมีใช้กับเครื่องยนต์หัวฉีดแบบ D-Jetronic ทำหน้าที่ตรวจจับสุญญากาศในท่อร่วมไอดี



โครงสร้างของตัวตรวจจับสุญญากาศ



เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในท่อร่วมไอดีเนื่องจากการ
ทำางงานของเครื่องยนต์
จะทำให้แผ่นซิลิคอนมีการบิดตัว ซึ่งมีผลทำให้ค่าความต้านทานใน
วงจรไฟฟ้าเปลี่ยน



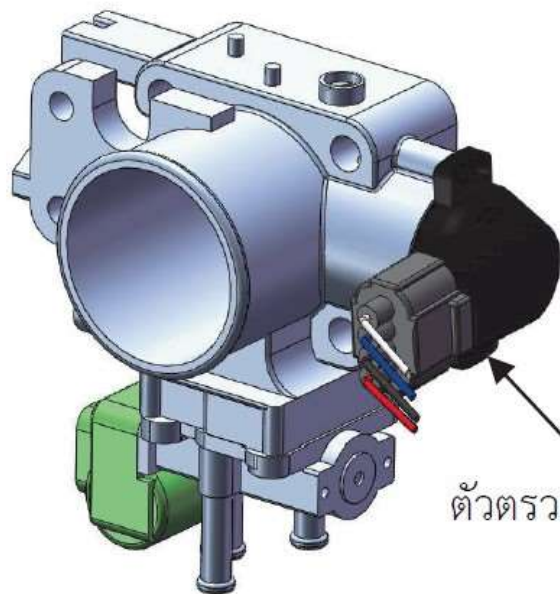
วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับสัญญาณ



7.4

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor) ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งมุมการเปิดของลิ้นเร่ง แล้วส่งเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

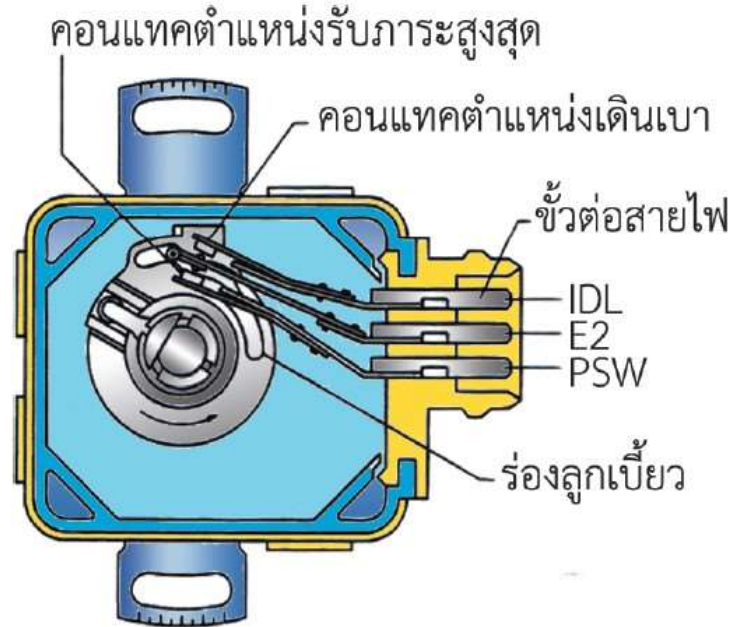


ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง

ตำแหน่งการติดตั้งของตัวตรวจจับตำแหน่ง
ลิ้นเร่ง



7.4.1 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบหน้าสัมผัสเปิด-ปิด (ON-OFF Type)



ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบ
หน้าสัมผัสเปิด-ปิด

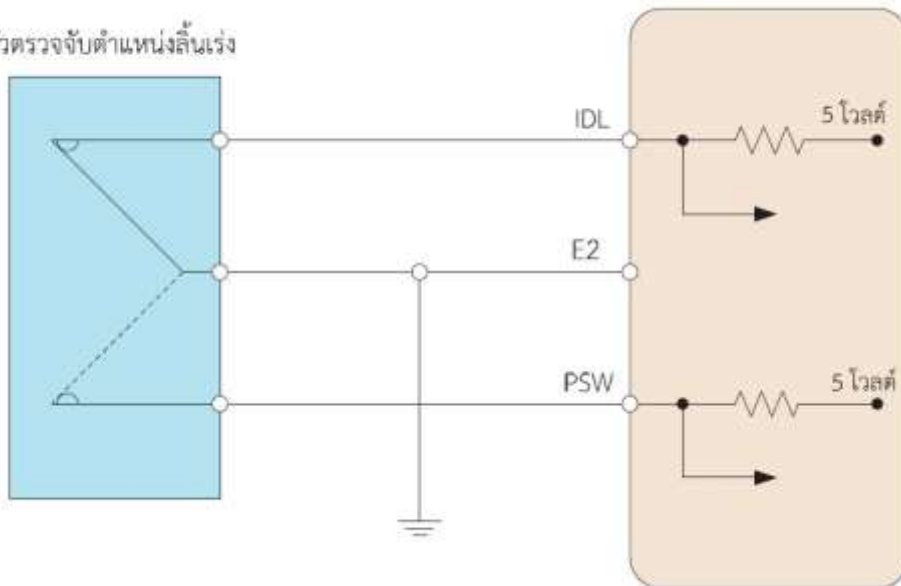




โครงสร้างภายในประกอบด้วยแผ่นจานกลมที่มีร่องโค้งเป็นลูกเบี้ยว ซึ่งยึดติดอยู่กับแกนของลิ้นเร่ง เมื่อลิ้นเร่งเคลื่อนที่ แผ่นจานกลมจะหมุนไปด้วย ร่องลูกเบี้ยวจะบังคับให้หน้าสัมผัสของขั้วต่อสายไฟเกิดการปิด-เปิด

1. ตำแหน่งสัญญาณสวิทช์เดินเบา (Idle Switch : IDL) ขณะลิ้นเร่ง อยู่ ใน ตำแหน่ง เดิน เบา (ลิ้นเร่งปิดสุด) หน้าสัมผัส IDL และ E2 จะสัมผัสกันทำให้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์
หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านหน้าสัมผัสลงกราวด์ ขั้ว IDL

จ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง



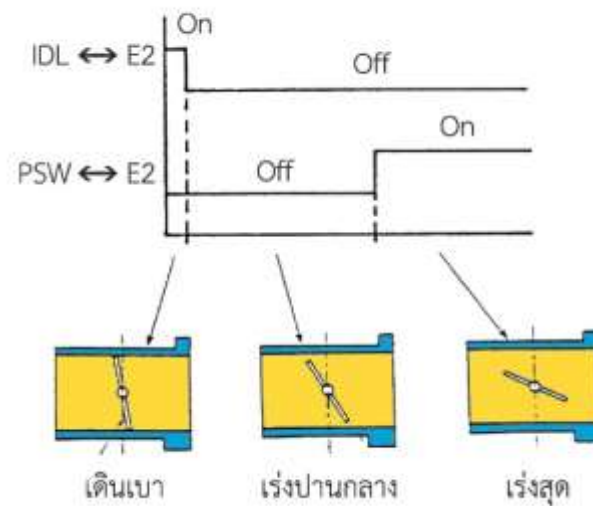
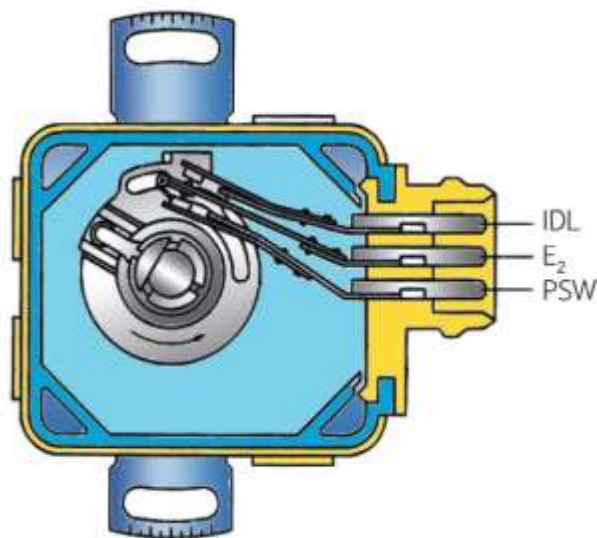
วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเปิด-ปิด





2. ตำแหน่งว่าง ลื่นเร่งเปิดประมาณ 15-50 องศา ตำแหน่งนี้ หน้าสัมผัสตัวกลาง E2 จะไม่ต่อกับคอนแทคตัวอื่นเป็นตำแหน่งการะปานกลาง (Part Load) จะไม่มีสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

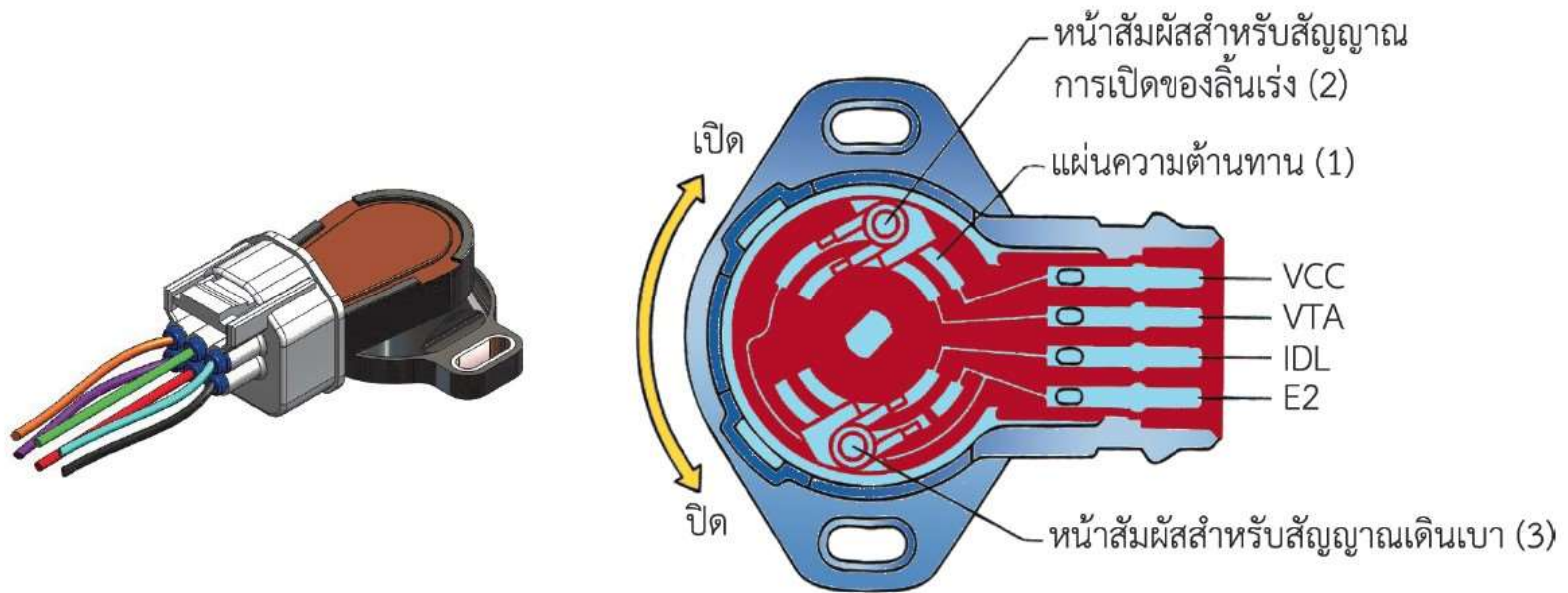
3. ตำแหน่งสวิตช์กำลัง (Power Switch : PSW) เมื่อลื่นเร่งอยู่ในตำแหน่งเร่งสุด (Full Load) หรือเปิดมากกว่า 50 องศา หน้าสัมผัส PSW และ E2 จะควบคุมให้ไฟฟ้า 0 โวลต์



ตำแหน่งการทำงานของลื่นเร่งแบบเปิด-ปิด



7.4.2 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น (Linear Type)



ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

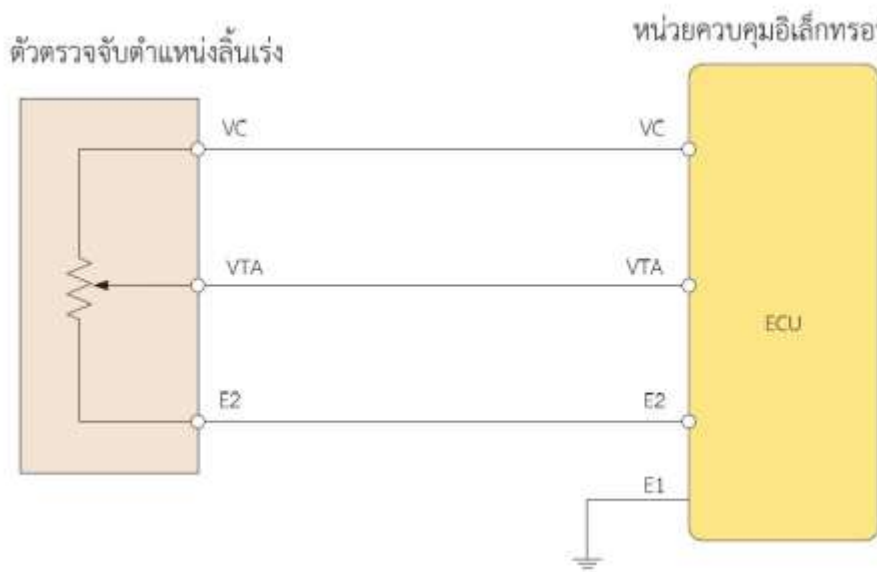
โครงสร้างภายในประกอบด้วยแผ่นความต้านทาน หมายเลข (1)
หน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณการเปิดของลิ้นเร่ง หมายเลข (2) ชุดหน้าสัมผัสสัญญาณเดินเบา หมายเลข (3)



เมื่อเครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งปิด ชุดหน้าสัมผัสสัญญาณเดินเบาจะต่อวงจร ขั้ว IDL และ E2ชุดหน้าสัมผัสสัญญาณการเปิดของลิ้นเร่ง หมายเลข ((22)) จะต่อ ขั้ว VTA และ VCC ในตำแหน่งนี้ ความต้านทานระหว่างขั้ว VCC และ VTA จะมีมากทำให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านจากขั้ว VCC

ปัจจุบันเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์บางรุ่น ตัวตรวจจะไม่มีขั้ว IDL แรงดันไฟฟ้าขึ้น

ตัวตรวจจะไม่มีขั้ว IDL แรงดันไฟฟ้าขึ้น



ซึ่งจะส่งสัญญาณ

วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

ชนิด 3 ขั้ว





7.5

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor or Lambda Sensor)

ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (O₂) ในแก๊สไอเสียของรถยนต์ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ที่มีการฉีดเชื้อเพลิงในไอเสีย



ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

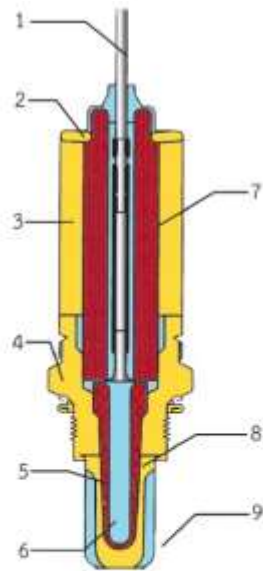
ตำแหน่งติดตั้งของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน





ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เซรามิกพิเศษที่ทำจากสารเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (Zirconium Dioxide : ZrO_2) เคลือบผิวทั้งสองด้านด้วยแพลทินัม (Platinum) เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีทำให้

วในการตรวจจับออกซิเจนยิ่งขึ้น



ส่วนประกอบของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

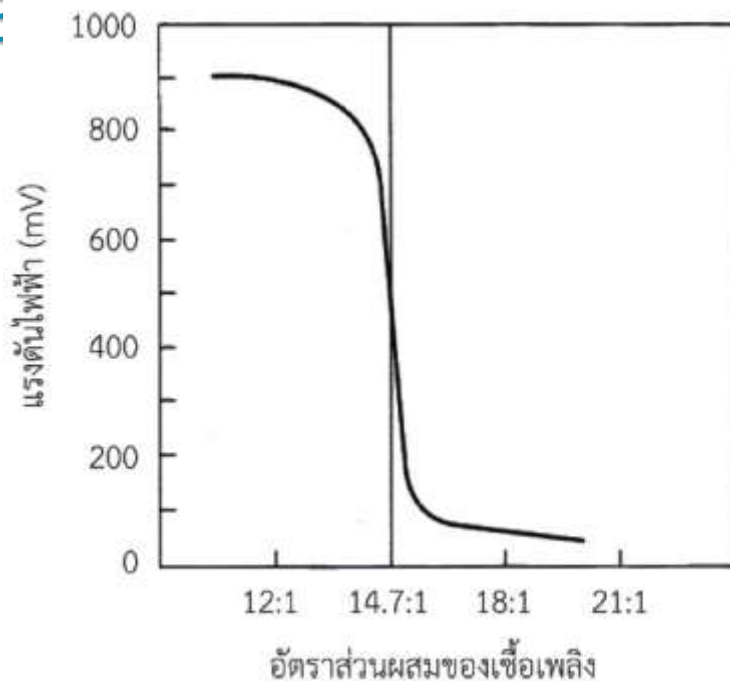
- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. สายสัญญาณ | 6. แผ่นแพลทินัม (-) |
| 2. สปริง | 7. วัสดุป้องกันเซรามิก |
| 3. ปลอกป้องกัน | 8. เซรามิก |
| 4. ตัวเรือน | 9. ปลอกป้องกันเซรามิก |
| 5. แผ่นแพลทินัม (+) | |





สัญญาณปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor OX)

การทำงานของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนจะอาศัยความแตกต่างของจำนวนอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นแพลทินัมที่เคลือบไว้ทั้งสองด้านของแท่งเซรามิก เมื่อเซรามิกได้รับออกซิเจนและความร้อนจากแก๊สไอเสีย (ที่อุณหภูมิประมาณ 300-400°C) จะเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตกระแสไฟฟ้า

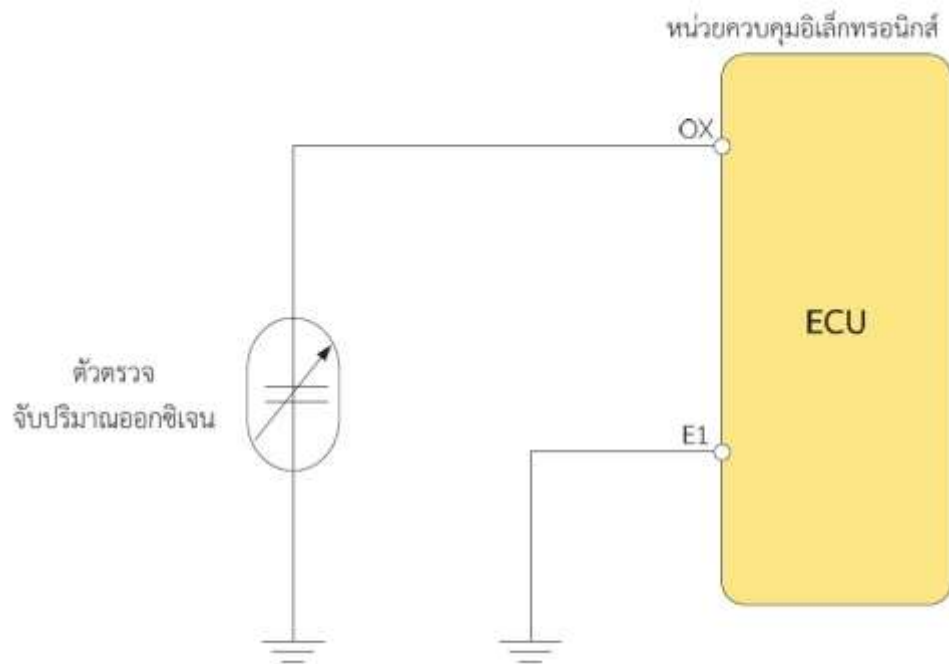


กราฟค่าแรงดัน ไฟฟ้าของตัวตรวจจับ
ปริมาณออกซิเจน





แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับอัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงจะเห็นว่าหากค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีค่าสูง เป็นผลจากส่วนผสมที่หนา และค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดต่ำลง เมื่ออัตราส่วนผสมบางลง ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อใช้ในการปรับระยะเวลาใน



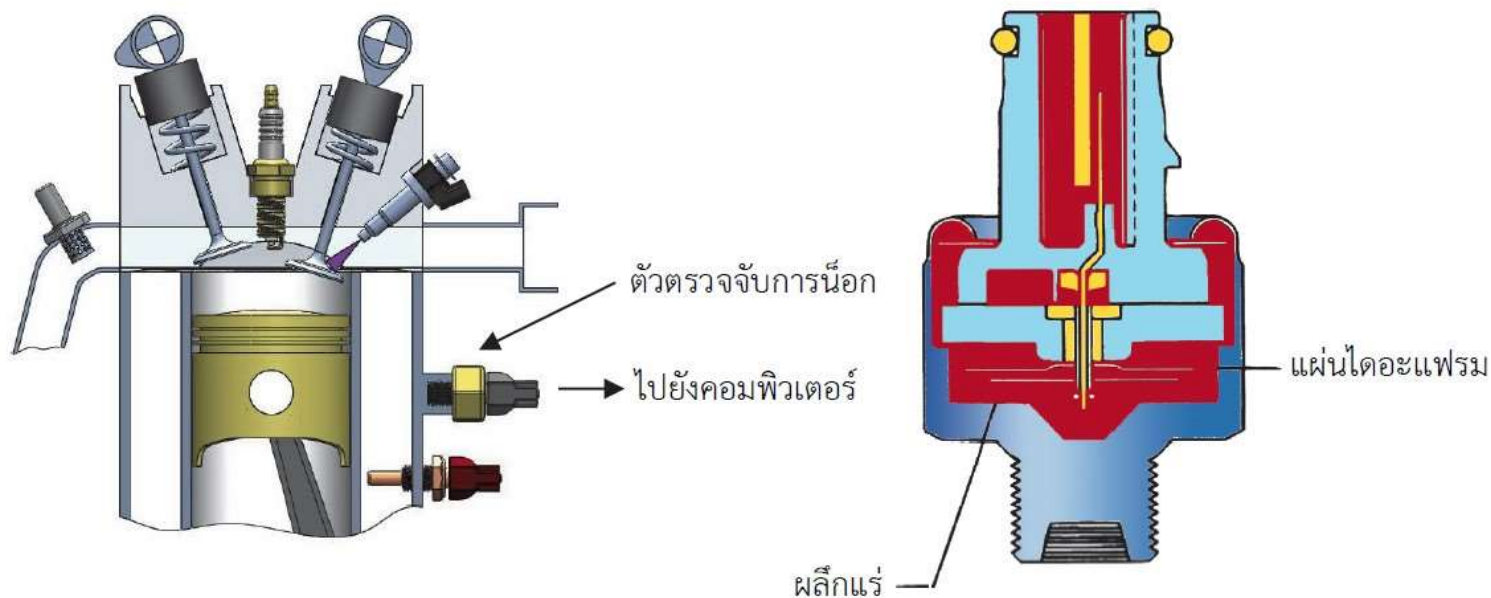
วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน



7.6

ตัวตรวจจับสนั่น

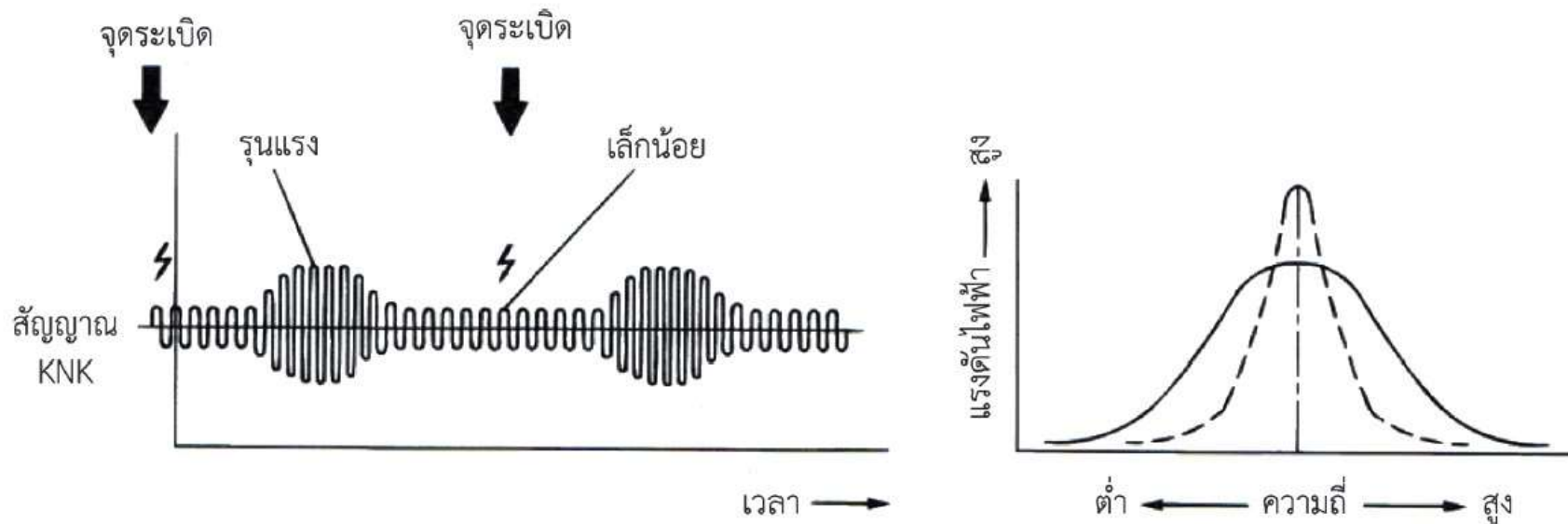
ตัวตรวจจับสนั่น (Knock Sensor) ติดตั้งอยู่ด้านข้างเสื้อสูบ เครื่องยนต์มีไว้สำหรับตรวจจับสนั่นสะเทือนที่เกิดจากการน็อกของเครื่องยนต์ที่มาจากจังหวะเปิดล่วงหน้าก่อนกำหนด แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังหน่วย



ตำแหน่งติดตั้งและโครงสร้างตัว
ตรวจจับสนั่น

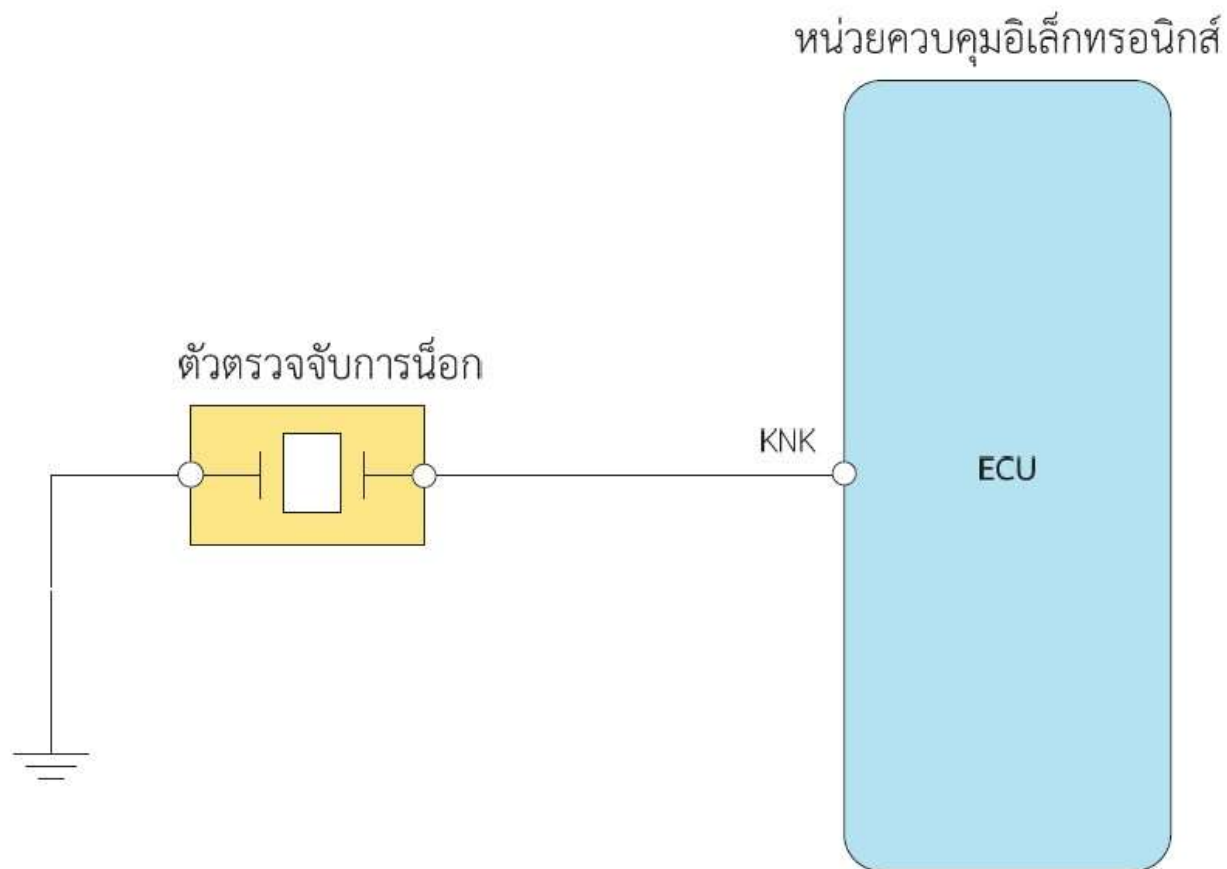


โครงสร้างภายในของตัวตรวจจับการน็อก ประกอบด้วยแผ่น
ไดอะแฟรมและผลึกแร่ (Piezoelectric Element) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือ
สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าออกมาเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการจุด
ระเบิด



สัญญาณการน็อก





วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับการน็อก





7.7

ตัวตรวจจับองศามุมเพลาช้อเหวี่ยง

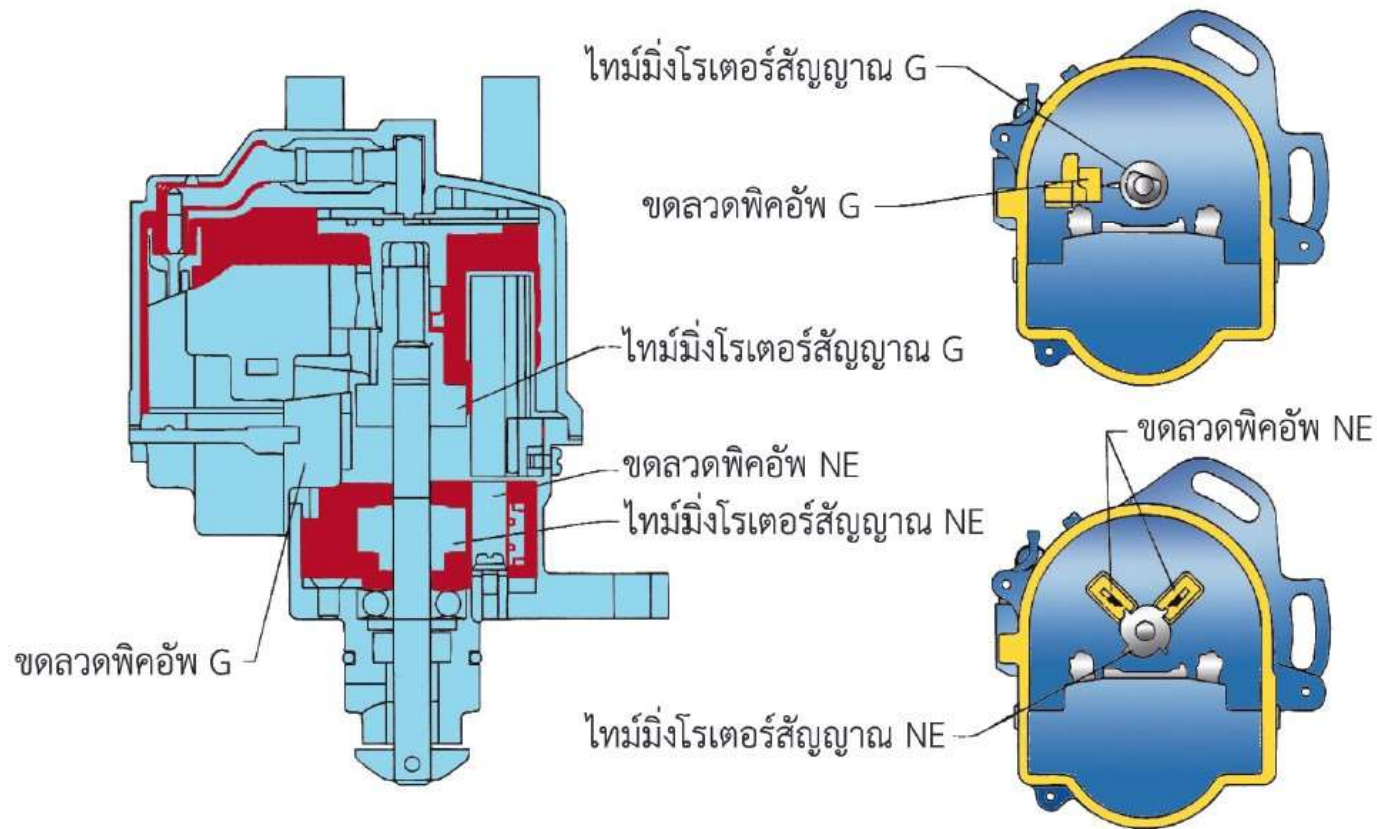
ตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยง (Crank Shaft Angle Sensor) ทำหน้าที่ ส่งสัญญาณตำแหน่งมุมเพลาช้อเหวี่ยงและความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐาน หรือกำหนดจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้า

ชุดกำเนิดสัญญาณของตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยงมีหลายลักษณะ ต ตา ม ม ต่ ตา แ แ ห่ น่ น ง ที่ ท ตี ตด ด ต้ ตง แต่โครงสร้างพื้นฐานและหลักการทำงานเหมือนกัน





7.7.1 ตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวียงแบบ โรเตอร์ G 1 ฟัน NE 4 ฟัน



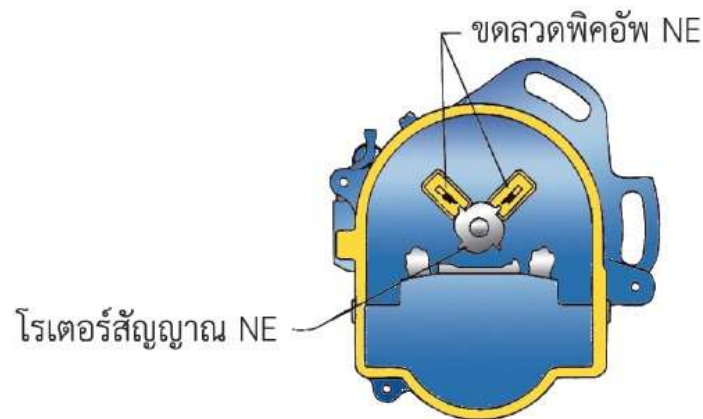
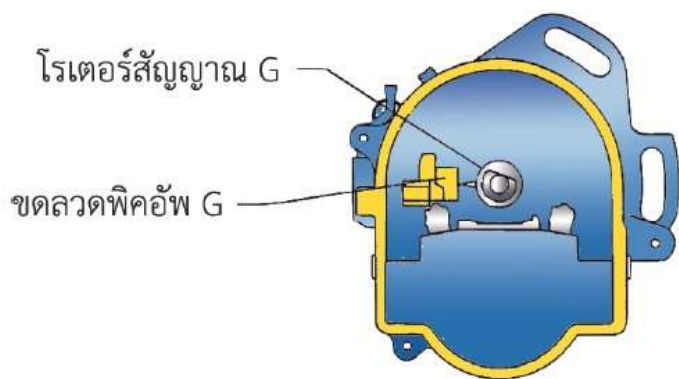
ตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวียงแบบโรเตอร์ G 1
ฟัน NE 4 ฟัน





เป็นตัวตรวจจับมุมเพลาช่อเหวี่ยงที่มีอยู่ในชุดจานจ่าย ประกอบด้วย ไทมมิ่งโรเตอร์ 2 ชุด ชุดบนเรียกว่าไทมมิ่งโรเตอร์สัญญาณ G มีจำนวน 1 ฟัน และชุดด้านล่างเรียกว่าโรเตอร์สัญญาณ NE มีจำนวน 4 ฟัน โรเตอร์ทั้งสองติดตั้งอยู่บนเพลาจานจ่ายเดียวกัน

การทำงานของตัวตรวจจับมุมเพลาช่อเหวี่ยงอาศัยหลักการของ สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวดตัวนำจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวด เมื่อ ไทมมิ่งโรเตอร์ สัญญาณมุมเพลาช่อเหวี่ยง สัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ ของ แกน

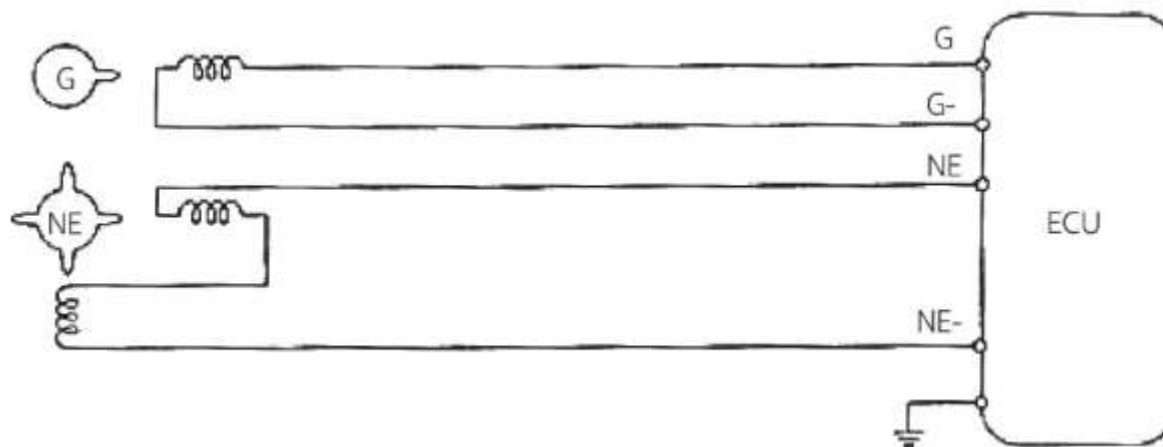


รูปคลื่นสัญญาณจากขดลวดฟิคอัพ G และ NE





(ต่อ) รูปคลื่นสัญญาณจากขดลวดฟิคอัพ G และ NE



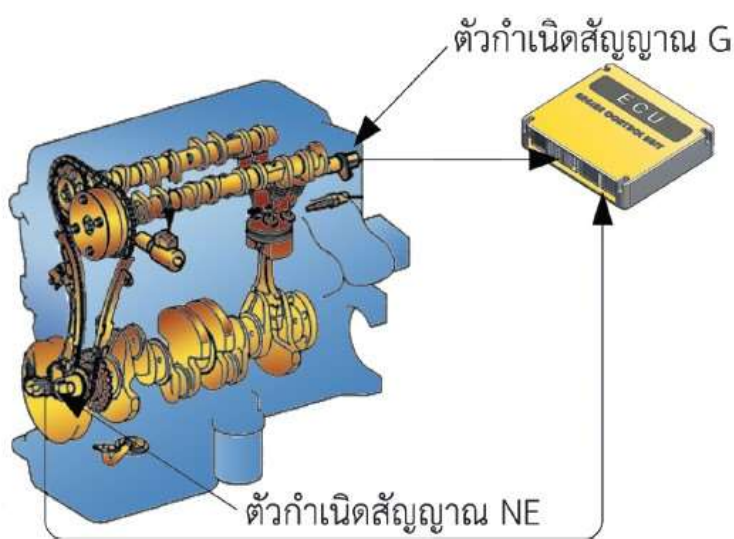
วงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาค้อเหวี่ยง





7.7.2 ตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยงแบบแมกเนติกพิกอัพ (Magnetic Pickup)

ตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยงแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่อทดแทนตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยงแบบเดิมที่ติดตั้งอยู่ในจานจ่ายไฟของระบบจุดระเบิด เนื่องจากเครื่องยนต์ในปัจจุบันเป็นแบบไดเรคคอยล์ (Direct coil) ไม่มีตำแหน่งใหม่



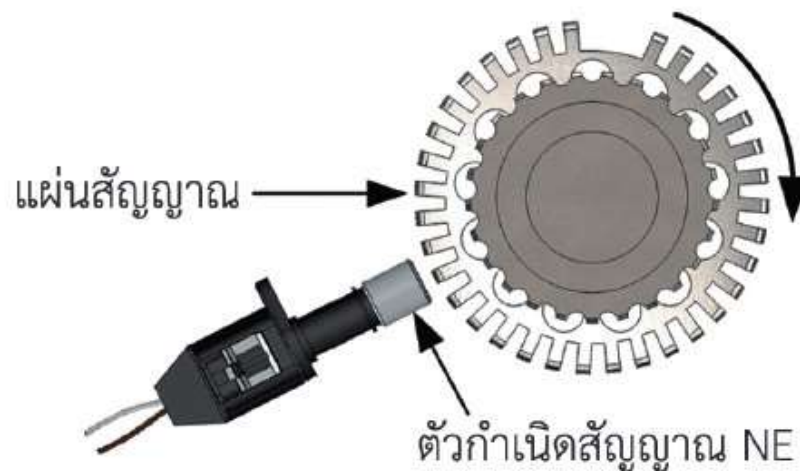
ตำแหน่งติดตั้งตัวตรวจจับมุมเพลาช้อเหวี่ยงแบบแมกเนติกพิกอัพ





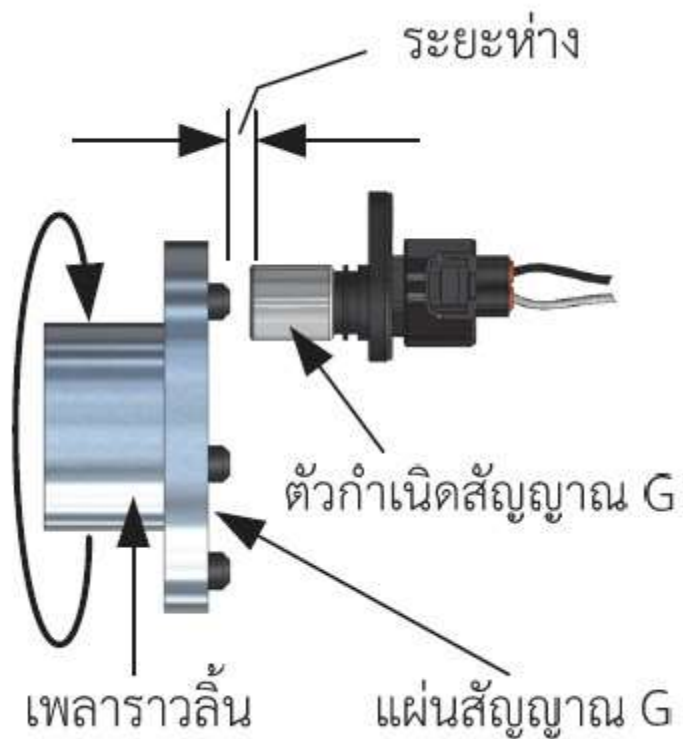
แผ่นสัญญาณ (Signal Plate) มีซี่ล้ออยู่จำนวน 34 ซี่ ติดตั้งอยู่กับเพลาช่อเหวี่ยง เมื่อเครื่องยนต์หมุนครบจำนวน 1 รอบ ขดลวดพิกอัพ (Pickup Coil) จะส่งสัญญาณ NE 34 ครั้ง และหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) จะทำการตรวจจับค่ามุม

าน G



แผ่นสัญญาณและตัวตรวจจับมุมเพลาช่อเหวี่ยงแบบแมกเนติกพิกอัพ



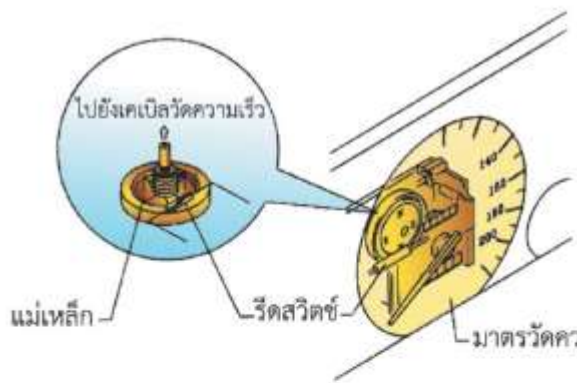


แผ่นสัญญาณที่เพลาราวล้นและตัวกำเนิด
สัญญาณ G

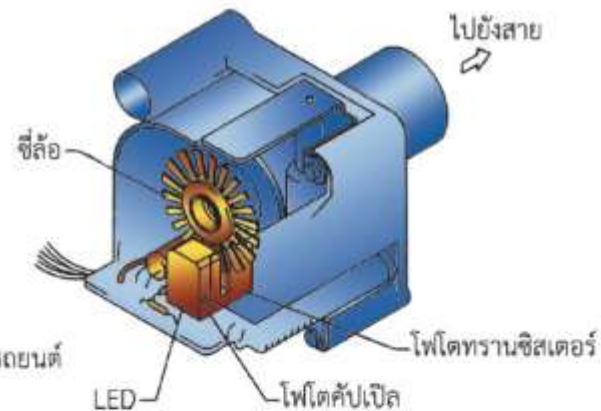


ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์ (Vehicle Speed Sensor) ทำหน้าที่ตรวจจับความเร็วของรถยนต์ส่งไปยังมาตรวัดความเร็วและทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้ควบคุมการทำงานของระบบเดินเบา ควบคุมการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันขณะเพิ่มหรือลดความเร็วรถยนต์ ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์มีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

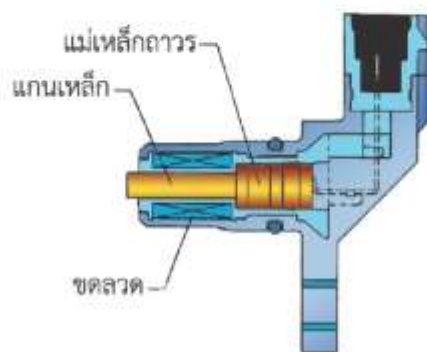
1. แบบรีดสวิตช์ (Reed Switch Type)
2. แบบใช้ชุดตรวจจับแสง (Photo Couple Type)
3. แบบขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Pickup Type)
4. แบบใช้สาร MRE (Magnetic Resistance Element Type)



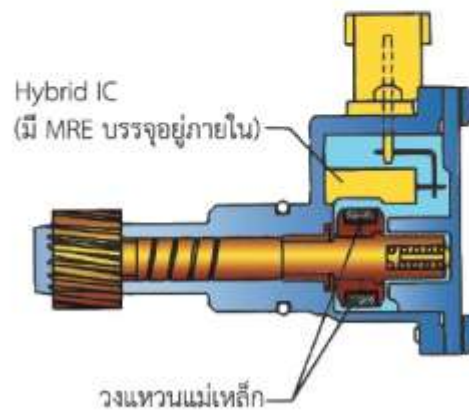
(1) แบบรีดสวิตช์ (Reed Switch Type)



(2) แบบใช้ชุดตรวจจับแสง (Photo Couple Type)



(3) แบบขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
(Electromagnetic Pickup Type)



(4) แบบใช้สาร MRE
(Magnetic Resistance Element Type)

โครงสร้างของตัวตรวจจับความเร็วรถ แบบต่าง ๆ



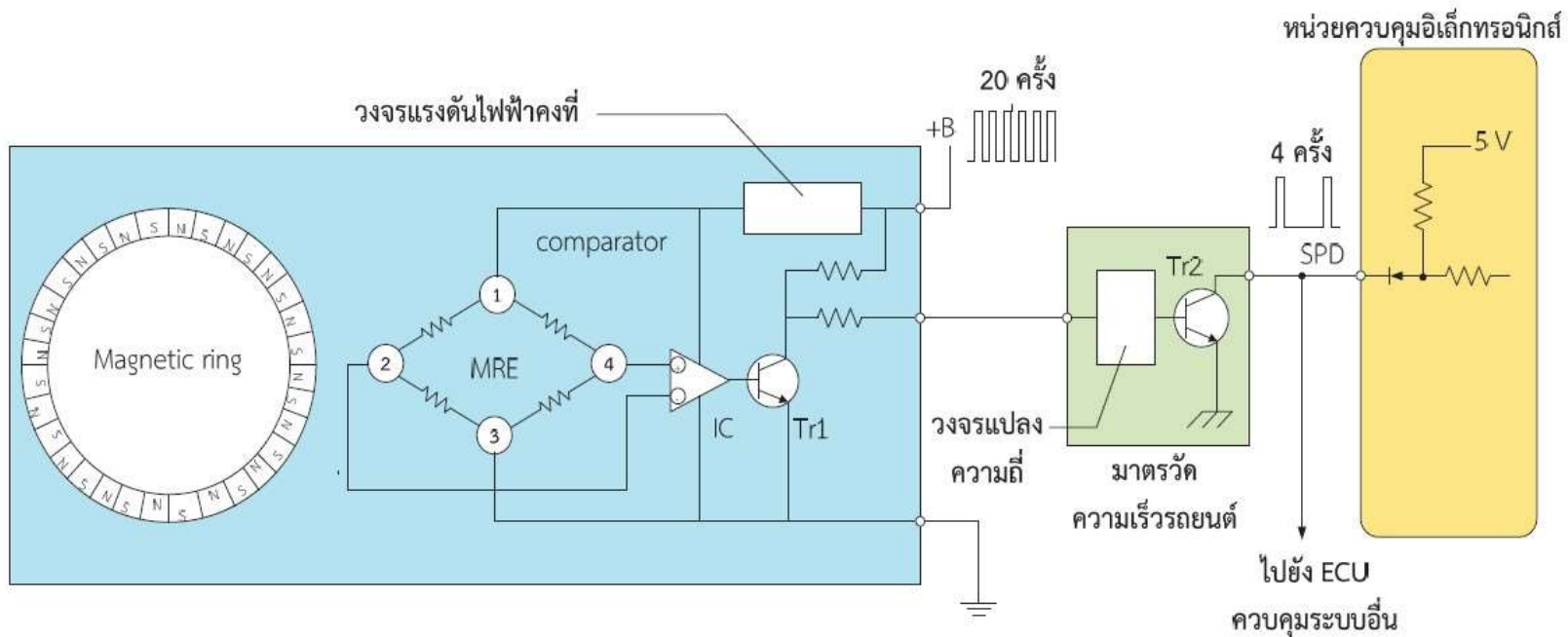


ตัวตรวจจับความเร็วรถยนต์แบบ MRE

โครงสร้างของตัวตรวจจับแบบนี้ประกอบด้วย ไฮบริดไอซี (Hybrid IC) ซึ่งมีสารต้านทานแม่เหล็ก (Magnetic Resistance Element : MRE) ต่อวงจรอยู่ภายในและมีวงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic Ring) ที่มีขั้วแม่เหล็กเหนือใต้วางสลับกัน

การทำงานใช้หลักการเหนี่ยวนำของวงแหวนแม่เหล็กกับสาร MRE โดยทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นที่สาร MRE เป็นไฟฟ้ากระแสสลับส่งเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator IC) ไอซีจะเปลี่ยนคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับเป็นดิจิตอล





หลักการทำงานและวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับความเร็วแบบ MRE

