



# หน่วยที่ 10

วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีด  
เชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์



## หัวข้อเรื่อง (Topics)

10.1 วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

10.2 วงจรควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

10.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบ

10.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดสตาร์ทเย็น





## หัวข้อเรื่อง (Topics)

10.5 วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิด

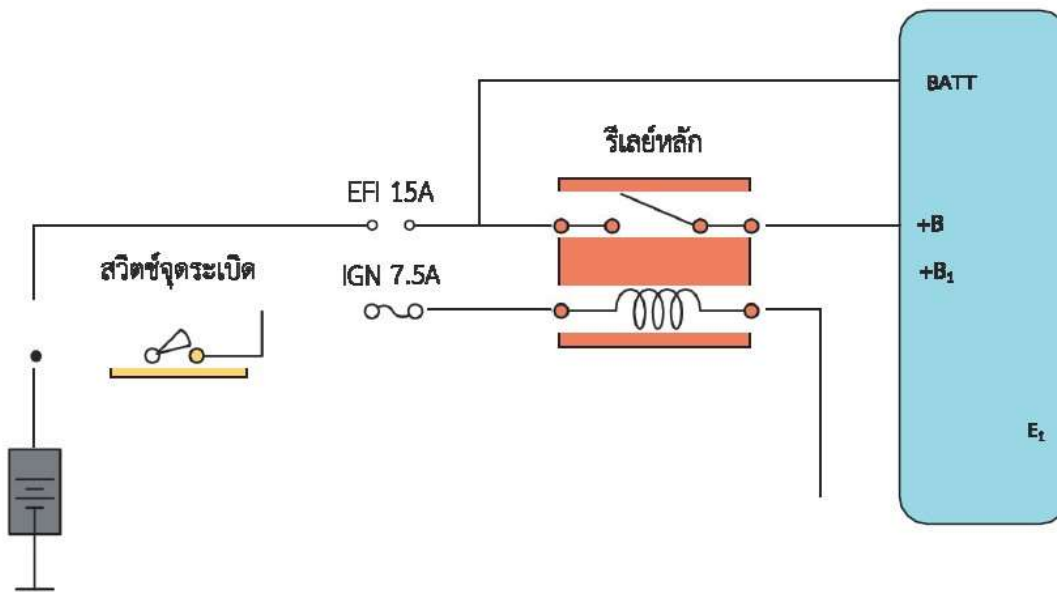
10.6 วงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี





## 10.1 วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ ทำหน้าที่รับสัญญาณจากตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) และสวิตช์ต่าง ๆ เพื่อใช้ประมวลผลในไมโครโปรเซสเซอร์แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมและสั่งการทำงานของอุปกรณ์



วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยควบคุม  
อิเล็กทรอนิกส์





## การทำงานของวงจร

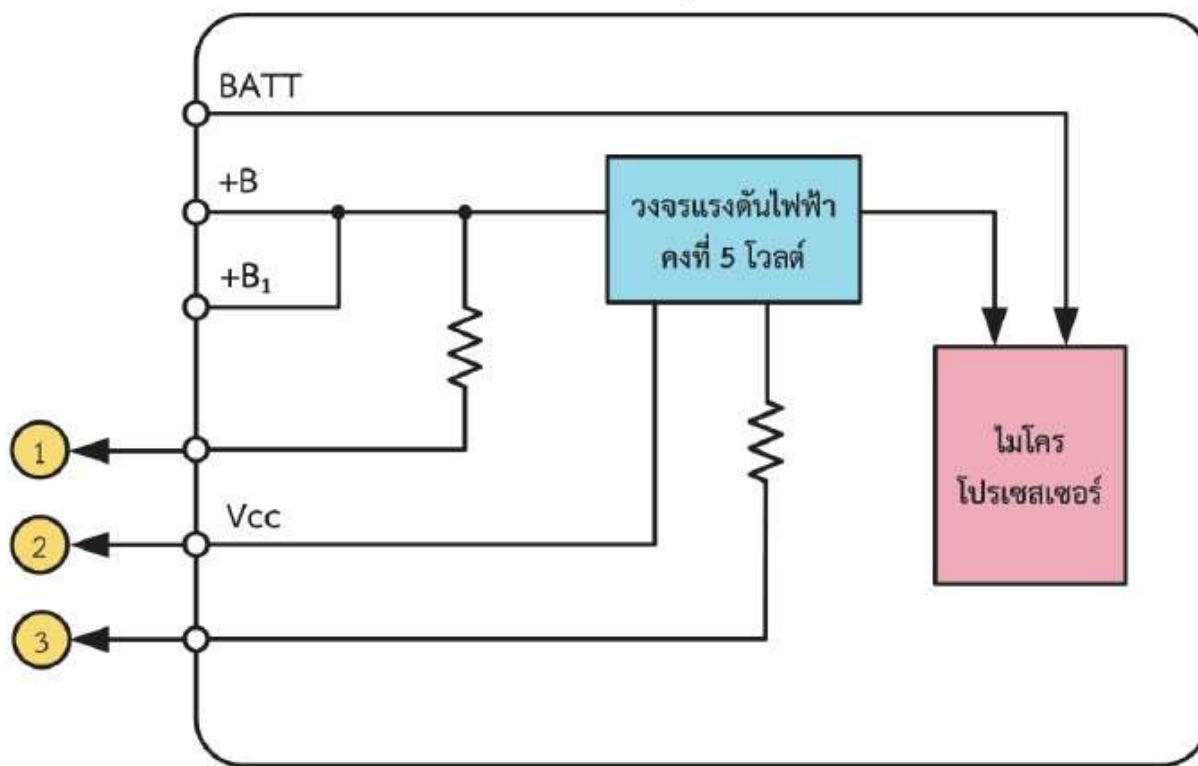
กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ไหลผ่านฟิวส์ EF1 15 A ไปยังขั้ว BATT ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ตลอดเวลาเพื่อเลี้ยงหน่วยความจำสำรองสำหรับการทำงานของระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้อง (Diagnosis System)

เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจจุดระเบิดไปตำแหน่ง ON (ขั้ว AM2 ต่อกับ IG2) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดรีเลย์หลักลงกราวด์ เกิดอำนาจแม่เหล็กในขดลวดรีเลย์ ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ต่อกัน กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลไปยังขั้ว +B และ +B1 ลงกราวด์ครบวงจรที่ขั้ว E1 ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์





## หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



วงจรแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์





วงจรแรงดันไฟฟ้าคงที่ภายในหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จะจ่ายไฟฟ้าแรงดันคงที่ให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์และตัวตรวจจับสนญาณต่าง ๆ 3 วงจร คือ

1. วงจรแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ (เท่ากับแบตเตอรี่) ผ่านความต้านทาน
2. แรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลต์ ไม่ผ่านความต้านทานขั้ว VC หรือ VCC
3. วงจรแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลต์ ผ่านความต้านทาน





## 10.2 วงจรควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

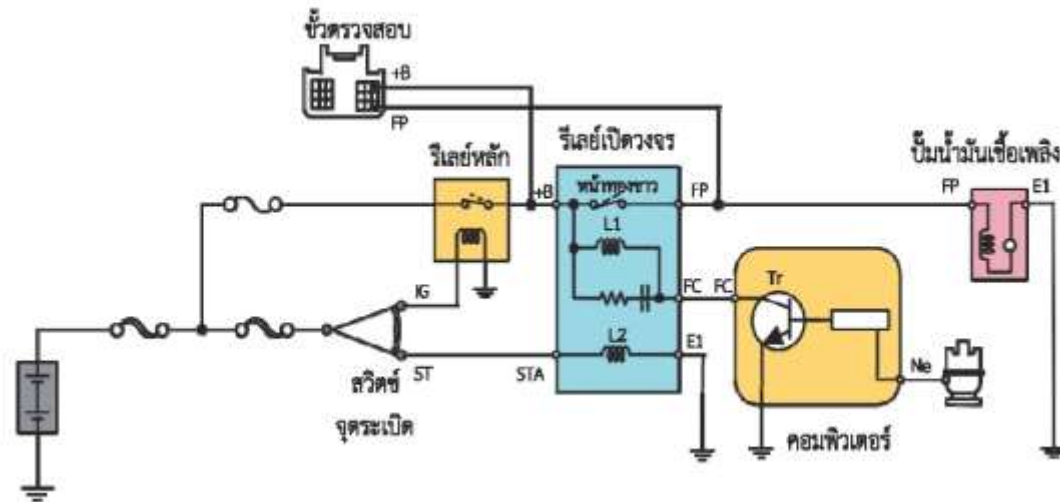
ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบฉีดด้วยอิเล็กทรอนิกส์จะถูกควบคุมให้ทำงานเฉพาะเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและการสึกหรอของปั้ม เครื่องยนต์บางรุ่นยังสามารถควบคุมการทำงานของปั้มให้ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับการทำงานของรอบเครื่องยนต์อีกด้วย

การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงของโตโยต้า มีการควบคุม 2 แบบ คือ การควบคุม การทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ D และแบบ L





## 10.2.1 วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ D



วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมัน

เชื้อเพลิงแบบ D  
การทำงานของวงจร

ขณะเปิดสวิตช์จุดระเบิดตำแหน่ง IG

กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้ว IG ไปผ่านขดลวดของรีเลย์หลักลงกราวด์  
ครบวงจรทำให้รีเลย์ทำงานหน้าสัมผัสรีเลย์ต่อกระแสไฟฟ้าผ่านรีเลย์หลักไป  
ยังขั้ว +B ของรีเลย์เปิดวงจรและขั้วตรวจสอบแต่รีเลย์เปิด วงจรยังไม่ทำงาน  
กรณีที่ต้องการให้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานในขณะนี้





## ขณะสตาร์ทเครื่องยนต์

เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจจุดระเบิดไปยังตำแหน่งสตาร์ท กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้ว ST ผ่านขดลวด L2 ของรีเลย์เปิดวงจรลงกราวด์ที่ขั้ว E มีผลทำให้หน้าทองขาวต่อกระแสไฟ จากขั้วบวก B ไปยังขั้ว FP ไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

## ขณะเครื่องยนต์ติด

เมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทติดแล้ว สวิตช์ระเบิดจะต้องกลับไปตำแหน่ง IG ดังนั้นขั้ว ST และขดลวด L2 จะไม่มีกระแสไฟฟ้า แต่เนื่องจากขณะนี้เครื่องยนต์ได้ติดแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์จะได้รับสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ NE จากจานจ่าย ทำให้ทรานซิสเตอร์ TR เปิดให้กระแสไฟฟ้าผ่านขดลวด L1 ไปยังขั้ว FC ลงกราวด์ที่ขั้ว E1 รีเลย์เปิดวงจรและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานต่อไป

## ขณะเครื่องยนต์ดับและสวิตช์จุดระเบิดยังคงเปิดอยู่

ไมโครโปรเซสเซอร์ไม่ได้รับสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ NE จากจานจ่ายทำให้ทรานซิสเตอร์ TR ปิด ขดลวด L1 ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ทำให้รีเลย์เปิดวงจรและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงหยุดทำงาน

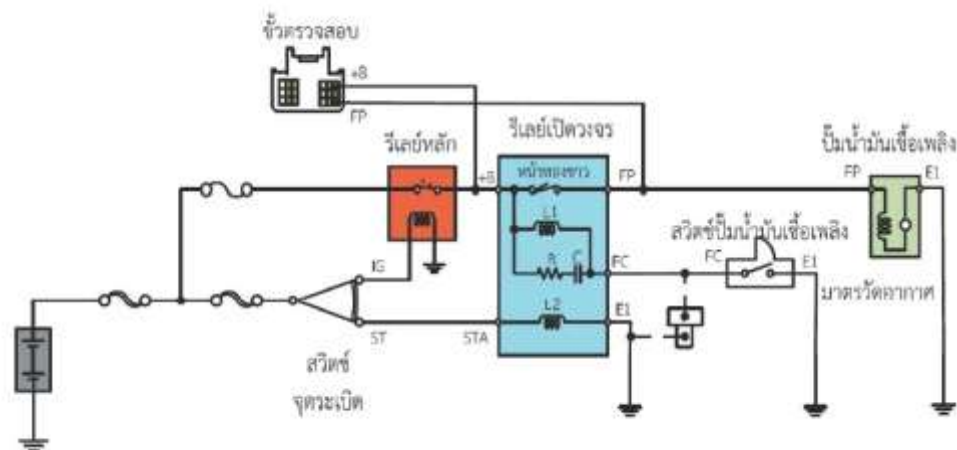




## ขณะปิดสวิตช์จุดระเบิด

รีเลย์หลักหยุดทำงานทำให้รีเลย์เปิดวงจรและปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงหยุด

### FIG. 2-2 วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ L



## วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมัน

### การทำงานของวงจร เชื้อเพลิงแบบ L

การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ L แตกต่างจากแบบ D เพียงการควบคุมการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ L ใช้สวิตช์ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ในมาตรวัดของอากาศ ทำหน้าที่

ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด L1





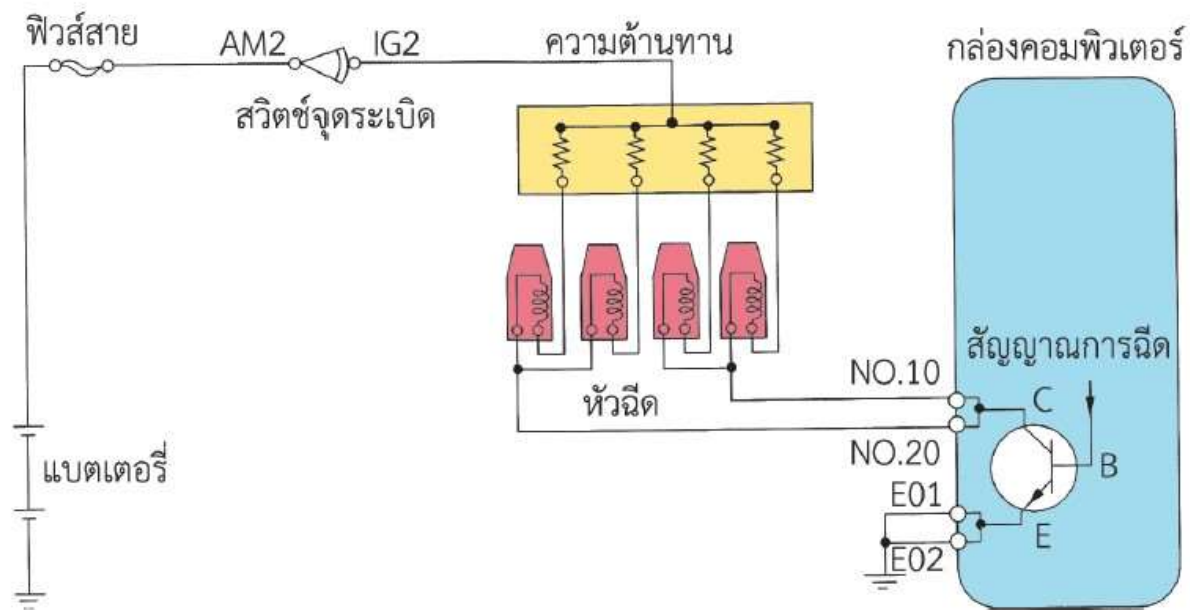
### 10.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดประจำสูบ

ลักษณะวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมหัวฉีดอาจเหมือนหรือแตกต่างกันบ้างตามองค์ประกอบ คือ

1. หัวฉีดเป็นชนิดความต้านทานต่ำหรือความต้านทานสูง
2. การควบคุมทำงานเป็นแบบควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า
3. การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบฉีดเป็นกลุ่ม ฉีดอิสระตามลำดับจุดระเบิด หรือ ฉีดแบบรวมกัน

**การทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดชนิดความต้านทานต่ำ**  
เมื่อสวิตช์จุดระเบิดถูกปิดไปตำแหน่ง ON กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านความต้านทาน และขดลวดโซลินอยด์ของหัวฉีดไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ขั้ว NO.10 และ NO.20 เพื่อรอลงกราวด์ที่ขั้ว E01 และ E02





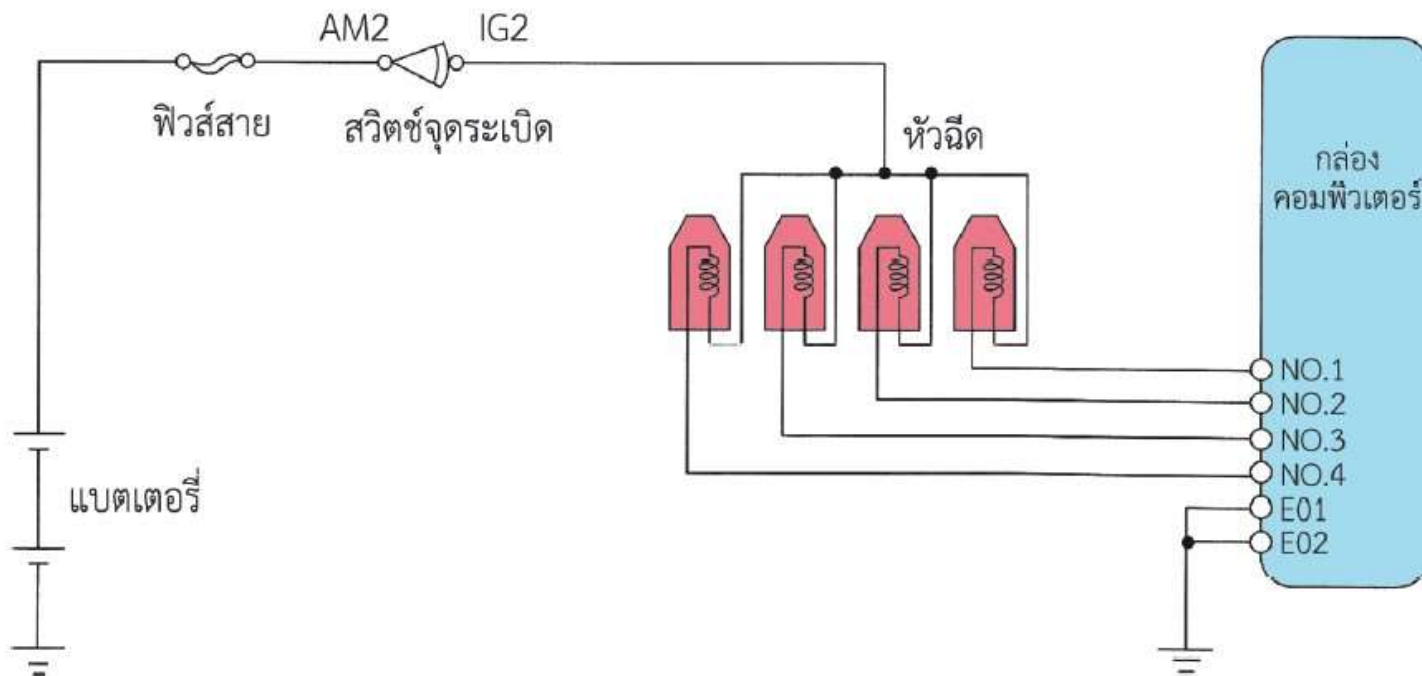
## วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดชนิดความ ต้านทานต่ำ





## การทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดชนิดอิสระ

แสดงวงจรควบคุมการทำงานของหัวฉีด แบบควบคุมจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิสระตามจังหวะการจุดระเบิด (Sequential Injection) ซึ่งหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะควบคุมหัวฉีดให้ทำการฉีดตามจังหวะการทำงาน



วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของหัวฉีดอิสระตามลำดับ



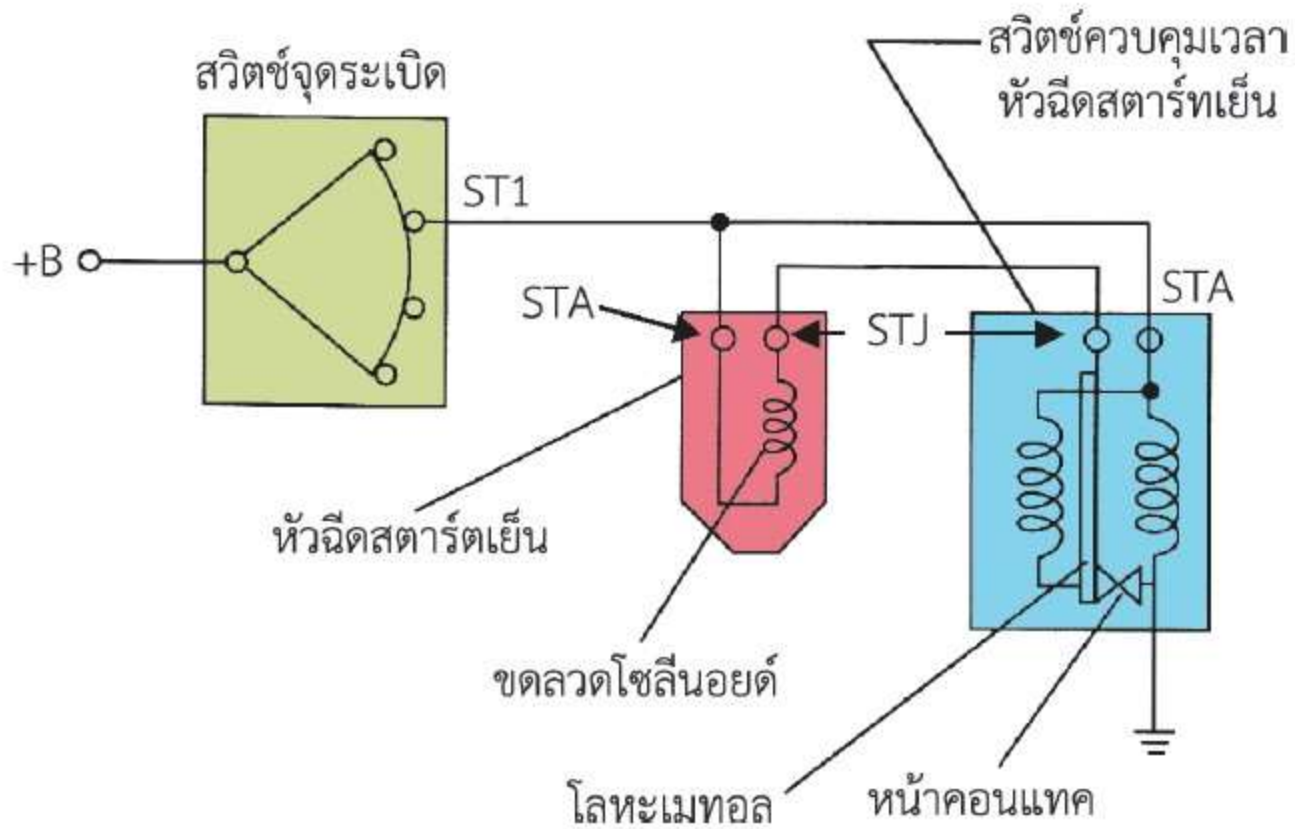


## 10.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดสตาร์ทเย็น

ขณะเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์ต้องการอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่หนาเพื่อให้สตาร์ทติดง่าย ดังนั้นในเครื่องยนต์บางรุ่นจึงได้ติดตั้งหัวฉีดสตาร์ทเย็นไว้ทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มเข้าไปในท่อร่วมไอดีขณะสตาร์ท

การทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็นไม่ได้ควบคุมด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แต่จะควบคุมด้วยสวิตช์ควบคุมเวลาหัวฉีดสตาร์ทเย็น (Cold Start Injector Time Switch) ซึ่งติดตั้งไว้บริเวณทางผ่านของน้ำหล่อเย็น





## วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของหัวฉีด สตาร์ทเย็น





## การทำงานของวอร์

ขณะอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่ำ หน้าสัมผัสของสวิตช์ควบคุมเวลาหัวฉีดสตาร์ทเย็นจะต่อกันอยู่ เมื่อบิดสวิตช์จุดระเบิดให้อยู่ในตำแหน่งสตาร์ท ST1 กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขั้ว +B จะไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ของหัวฉีดสตาร์ทเย็นไปยังขั้ว STJ ผ่านโลหะไบเมทัล (Bimetal) และลงกราวด์ที่สวิตช์ควบคุมเวลาหัวฉีดสตาร์ทเย็น หัวฉีดสตาร์ทเย็นจึงฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมา

เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์นานเกินไปจะทำให้โลหะไบเมทัลโก่งตัวและทำให้หน้าสัมผัสที่สวิตช์ควบคุมเวลาหัวฉีดสตาร์ทเย็นแยกจากกันเป็นผลให้หัวฉีดสตาร์ทเย็นหยุดทำงานเพื่อป้องกันน้ำมันท่วม

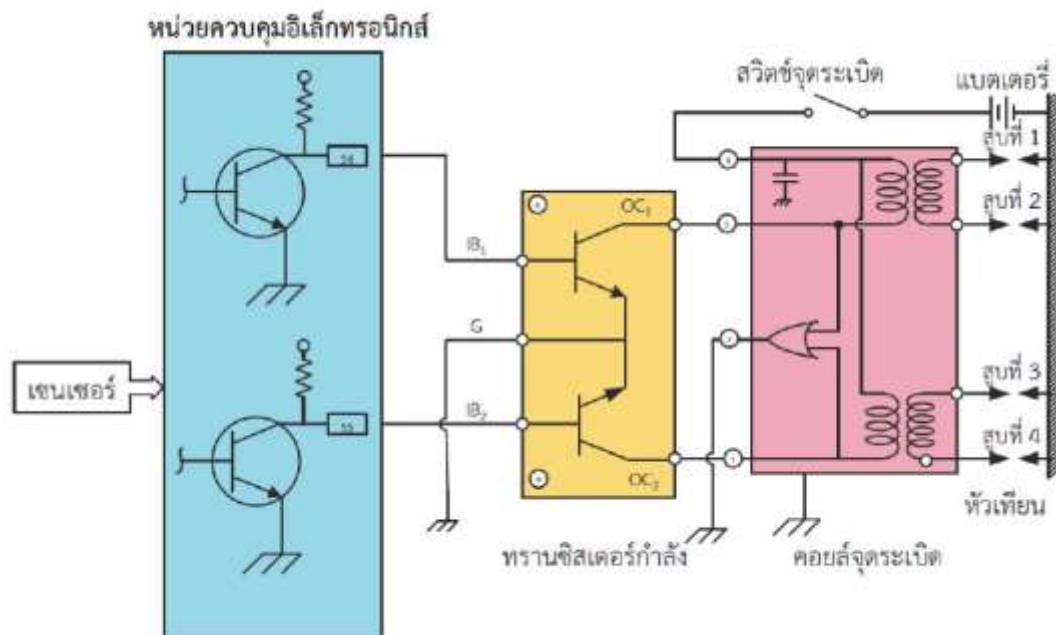
ระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ถ้าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่ำระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะนาน ปริมาณน้ำมันจะมาก



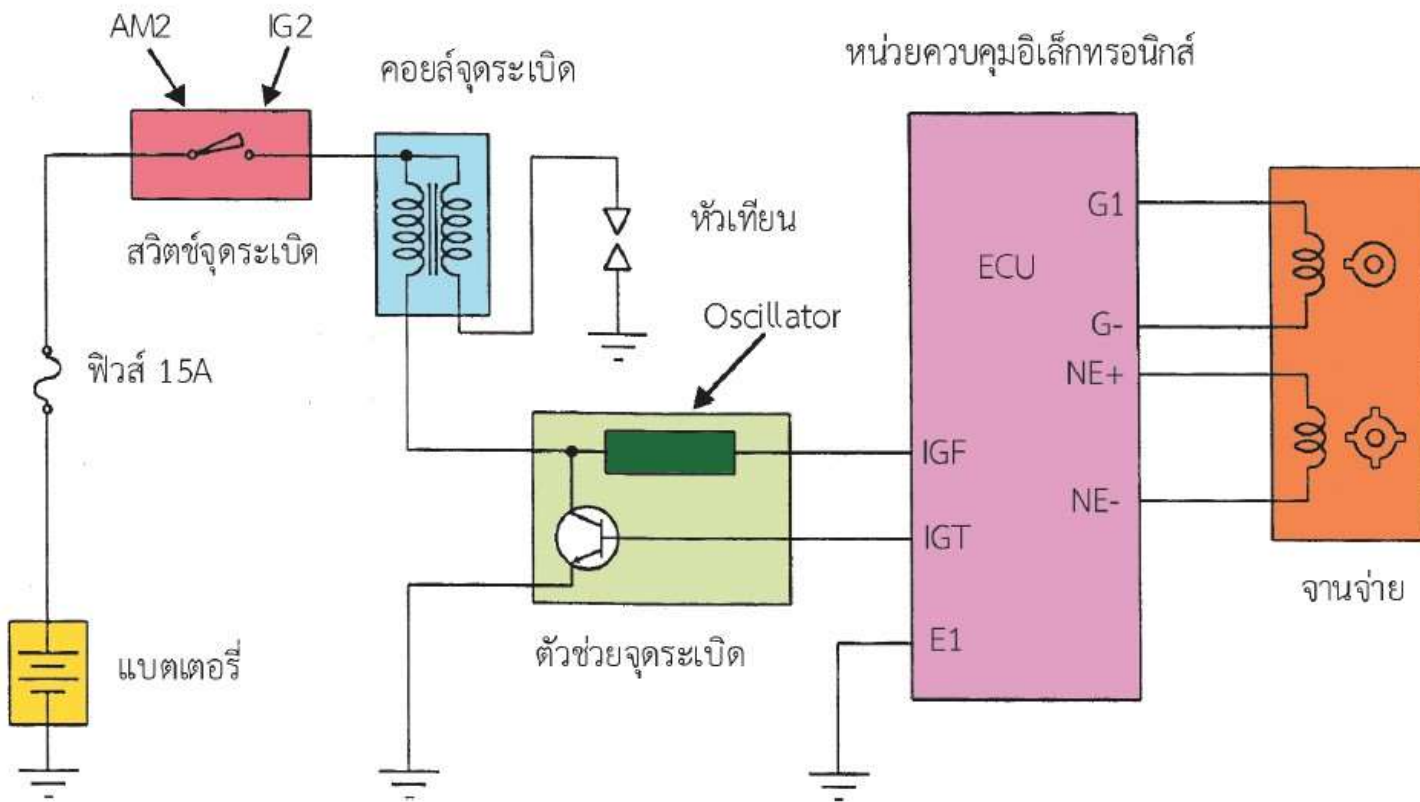
## 10.5

## วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิด

วงจรควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบชิ้นส่วนและการเลือกกระบบ แต่สิ่งที่เครื่องยนต์ทุกรุ่นทุกแบบจะต้องเหมือนกันก็คือ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ หน้ากึ่งตัวนำ



วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิดของมิตซูบิชิ



## วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบจุดระเบิดของโตโยต้า





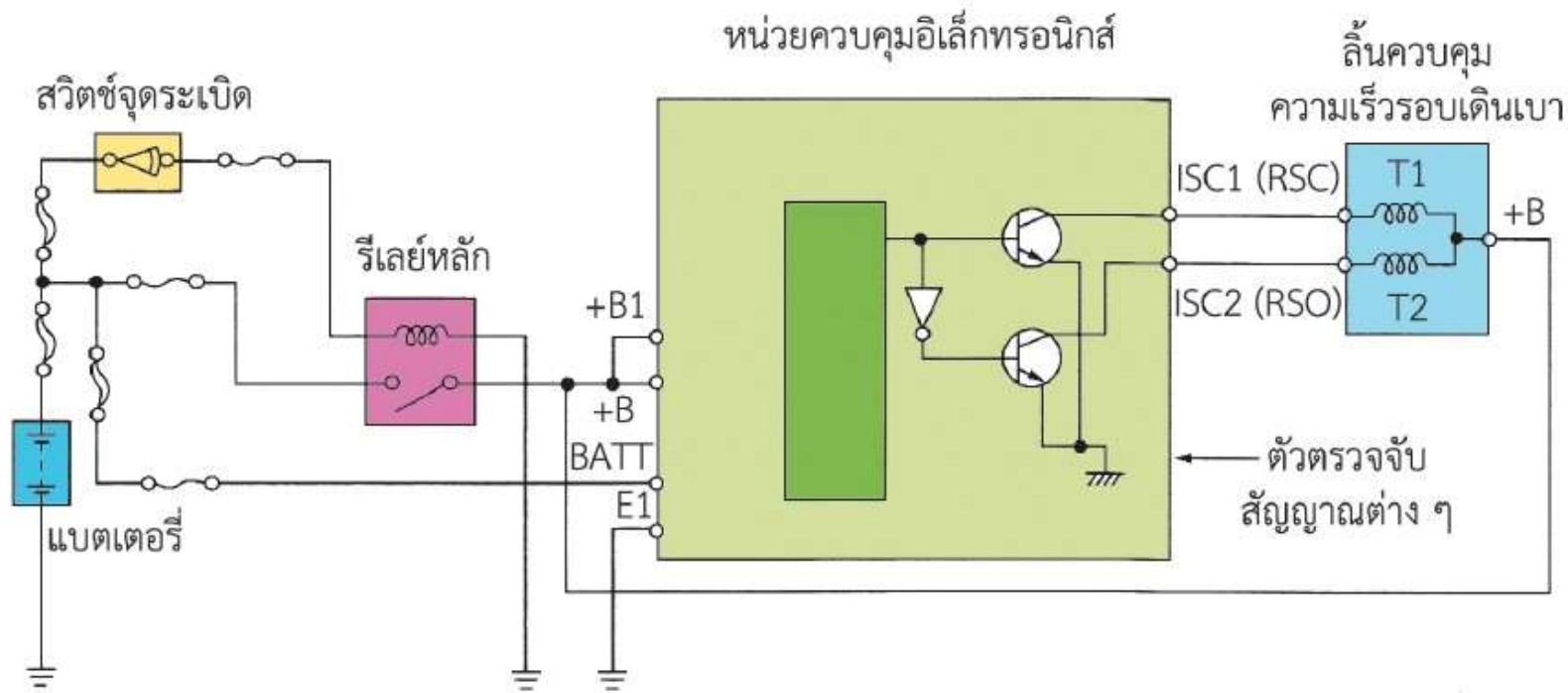
## 10.6

### วงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี

การควบคุมความเร็วรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ จะใช้วาล์วควบคุมปริมาณอากาศที่ผ่านทางช่องทางบายพาส (Bypass) ของวาล์วล้นเร่งซึ่งถูกควบคุมด้วยหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ขณะล้นเร่งอยู่ตำแหน่งเดินเบา

ระบบควบคุมความเร็วรอบเดินเบาที่ใช้ในเครื่องยนต์แต่ละรุ่นอาจแตกต่างกันตามชนิดของวาล์วที่นำมาใช้ควบคุม สำหรับการศึกษานี้ได้แสดงวงจรไฟฟ้าควบคุมรอบเดินเบาแบบใช้วาล์วควบคุมชนิดโรตารีโซลิโนยด์วาล์ว ซึ่งได้รับความนิยมใช้ในเครื่องยนต์หลายรุ่น





## วงจรไฟฟ้าระบบควบคุมความเร็วรอบเดินเบาแบบโรตารีโซลินอยด์





## การทำงานของวงจร

วงจรควบคุมรอบเดินเบาเครื่องยนต์แบบโรตารีโซลินอยด์จะต่อวงจรเข้ากับหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ขั้ว +B ของลื่นควบคุมความเร็วรอบเดินเบา ซึ่งต่อจากรีเลย์หลักจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า ISC วาล์ว (Idle Speed Control) อีกสองขั้วเป็นกระแสไฟฟ้าจากขดลวด T1 และ T2 ไปลงกราวด์ที่ขั้ว ISC1 หรือ RSC และขั้ว ISC2 หรือ RSO เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด ON รีเลย์หลักจะต่อกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังขั้ว +B, +B1 ของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และขั้ว +B ของโรตารีโซลินอยด์ (ISC)

หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็ก T1 และ T2 ให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนเปิด-ปิดช่องบายพาส ซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณอากาศใช้ควบคุมรอบเดินเบาเครื่องยนต์

