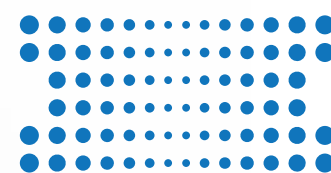


บทเรียนที่

5

ระบบจุดระเบิด เครื่องยนต์เล็ก

งานเครื่องยนต์เล็ก (Small Engine Job)



สาระสำคัญ

ระบบจุดระเบิด เป็นระบบจุดประกายไฟ
สำหรับการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์เล็ก
แก๊สโซลีน ในจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไป
จนเกือบจะถึงศูนย์ตายบน โดยใช้ประกายไฟจากหัวเทียน
ส่วนเครื่องยนต์เล็กดีเซลนั้นเกิดจากการที่อากาศถูกอัดตัว
ความดันและความร้อนสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
เมื่อฉีดละอองน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในอากาศที่ร้อนจัด
จากการอัดตัว ก็จะเกิดการเผาไหม้ขึ้นอย่างทันทีทันใด



สาระการเรียนรู้



1

ระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์เล็ก



2

ประเภทของระบบจุดระเบิด



3

การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบจุดระเบิด



4

การบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบจุดระเบิด

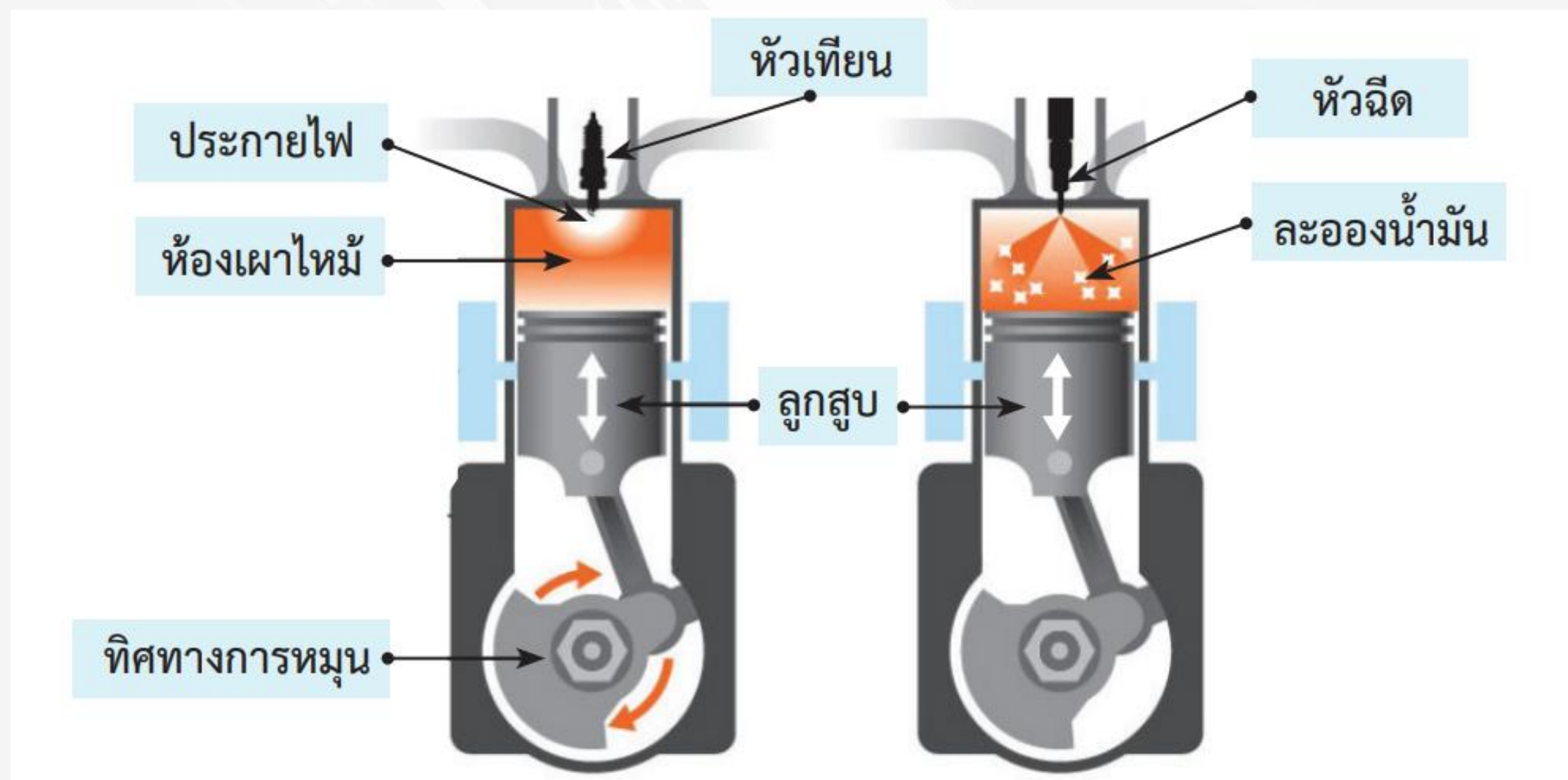


1

ระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์เล็ก



ระบบจุดระเบิด คือ ระบบที่ทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับหัวเทียน ทำการจุดประกายไฟเพื่อใช้จุดระเบิดภายในกระบอกสูบตามจังหวะที่ลูกสูบแต่ละสูบเคลื่อนที่ขึ้นไป ก่อนที่ลูกสูบจะถึงตำแหน่งศูนย์ตายบน ในปลายจังหวะอัดของลูกสูบแต่ละสูบ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำเนิดกำลังไฟ คือ คอยล์จุดระเบิด



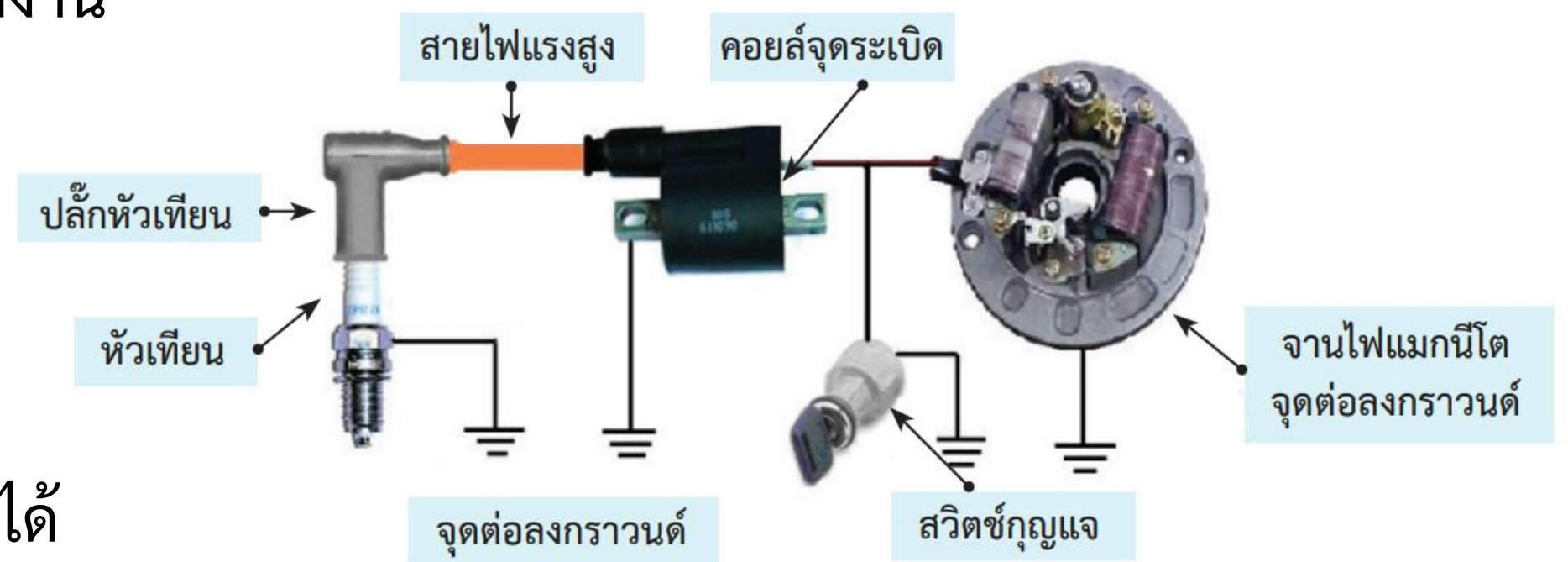
เปรียบเทียบการจุดระเบิดเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เล็กดีเซล

1. การจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (Spark Ignition)

หรือ SI คือ การจ่ายประกายไฟแรงเคลื่อนสูงให้กับหัวเทียน เผาไหม้ไอดีในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ แก๊สโซลีน ระบบจุดระเบิดที่ดีต้องมีประกายไฟแรง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะต้องสูงพอจุดประกายไฟ ระหว่างเขี้ยวหัวเทียนได้ ประกายไฟที่เกิดขึ้นเป็นไฟฟ้าแรงสูงมีค่า 18,000-25,000 โวลต์ การเกิดประกายไฟต้องมีความเข้มข้นและตรงตามเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กำลังสูงสุดและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

องค์ประกอบที่ทำให้เครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนทำงานได้อย่างสมบูรณ์เต็มประสิทธิภาพ ได้แก่

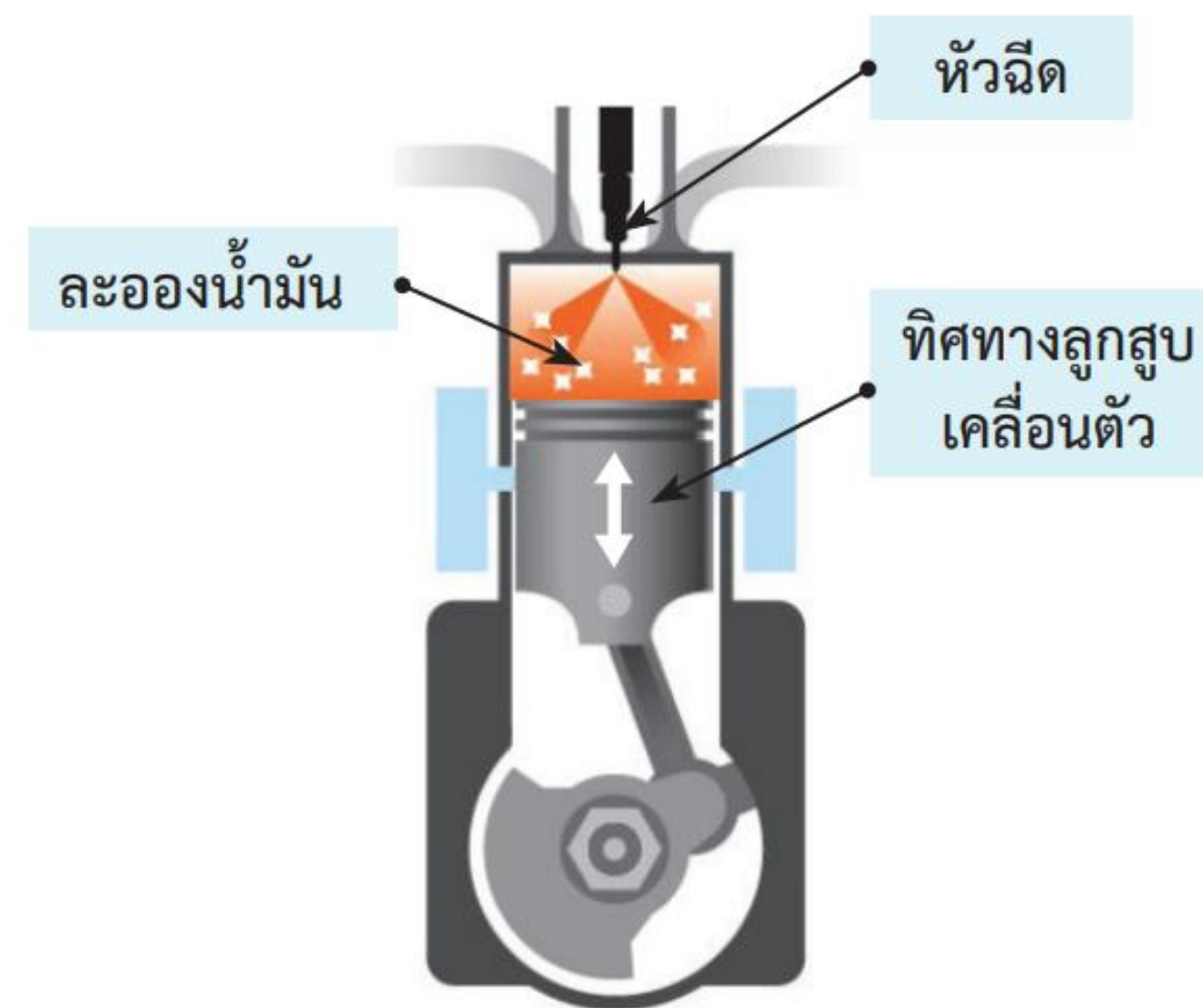
- 1) กำลังอัดของเครื่องยนต์สูง
- 2) จังหวะจุดระเบิดเหมาะสมและประกายไฟแรง
- 3) ส่วนผสมน้ำมันกับอากาศดี
- 4) แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะต้องสูงพอที่จะสามารถจุดประกายไฟระหว่างเขี้ยวหัวเทียนได้



แผนภูมิการจุดระเบิด

2. การจุดระเบิดด้วยการอัด (Compression Ignition)

CI คือ น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าผสมกับอากาศ
หลังจากที่อากาศไหลเข้ากระบอกสูบแล้ว
จะมีอากาศเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบ
อากาศจะถูกอัดในจังหวะอัด
จนมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 538°C ($1,140^{\circ}\text{F}$)
หรือสูงกว่านี้ หลังจากนั้นน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นน้ำมันเบา
จะถูกฉีดเข้ากระบอกสูบและสัมผัสกับอากาศร้อน
และเริ่มการจุดระเบิดเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง



ระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์เล็กดีเซล

2

ประเภทของระบบจุดระเบิด



1. ระบบจุดระเบิดแบบหน้าทองขาว (Contact Point Ignition System)

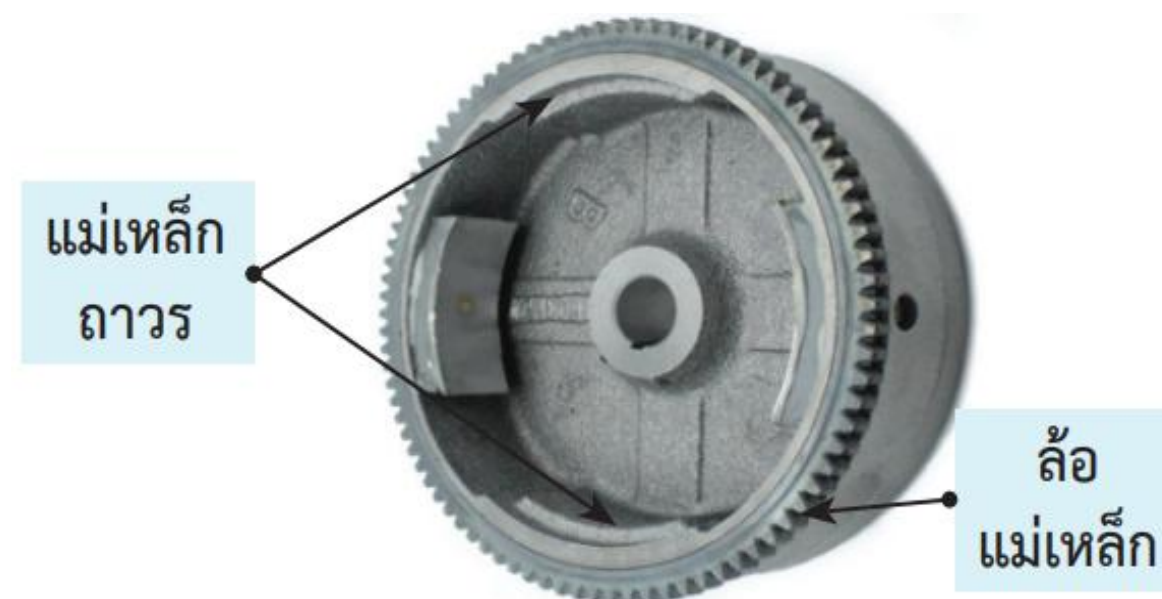


1.1

ส่วนประกอบและหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบ

1.1.1 ล้อแม่เหล็ก (Magnetic Flywheel)

ล้อแม่เหล็กภายในจะประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnets) จำนวน 2 คู่ หมุนตัดกับขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด เกิดการเหนี่ยวนำและสร้างกระแสไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้าแรงสูง กระโดดข้ามที่ขั้วหัวเทียน



ลักษณะของล้อแม่เหล็กเครื่องยนต์ HONDA

1.1.2 หน้าทองขาว (Contact Breaker)

หน้าทองขาวมีหน้าสัมผัส 2 อัน คือ หน้าสัมผัสคงที่ (Stationary Point) และหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Moving Point) ทำหน้าที่ตัดต่อไฟแรงดันต่ำจากขดลวดปฐมภูมิ คอยล์จุดระเบิด โดยได้รับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยว ในการควบคุมการปิด-เปิด โดยเพลาลูกเบี้ยวจะไปเตะตีสหน้าทองขาว การเปิดและปิดของหน้าทองขาวขณะเครื่องยนต์ทำงาน จะอยู่ระหว่าง 800-4,500 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์



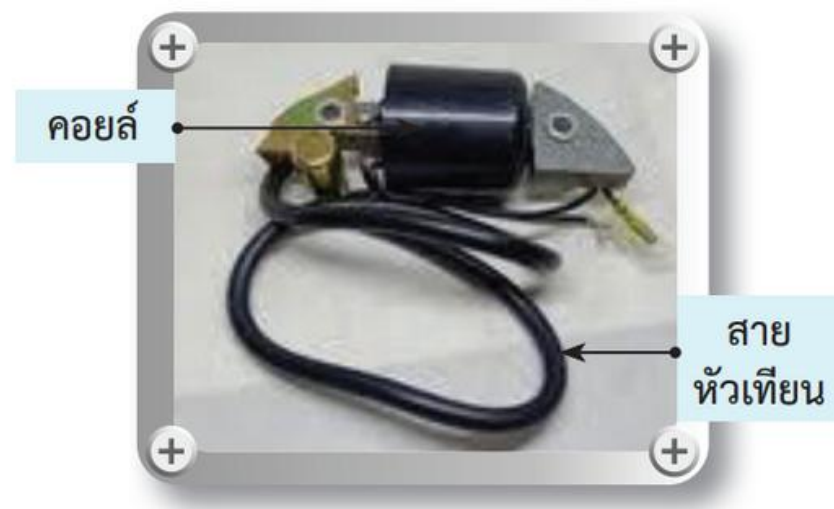
ลักษณะของหน้าทองขาว

1.1.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

ต่อขนานกับหน้าทองขาว ทำหน้าที่จ่ายและเก็บประจุไฟฟ้าป้องกันความเสียหายของหน้าทองขาวและยืดอายุการใช้งาน โดยเมื่อหน้าทองขาวเปิดจะเกิดประจุกระแสไฟฟ้ามากในวงจร ซึ่งจะทำให้เกิดการอาร์กที่หน้าสัมผัสของทองขาว ทำให้เกิดการไหม้ และเมื่อหน้าทองขาวปิด คอนเดนเซอร์ก็จ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรในระบบ

1.1.4 คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

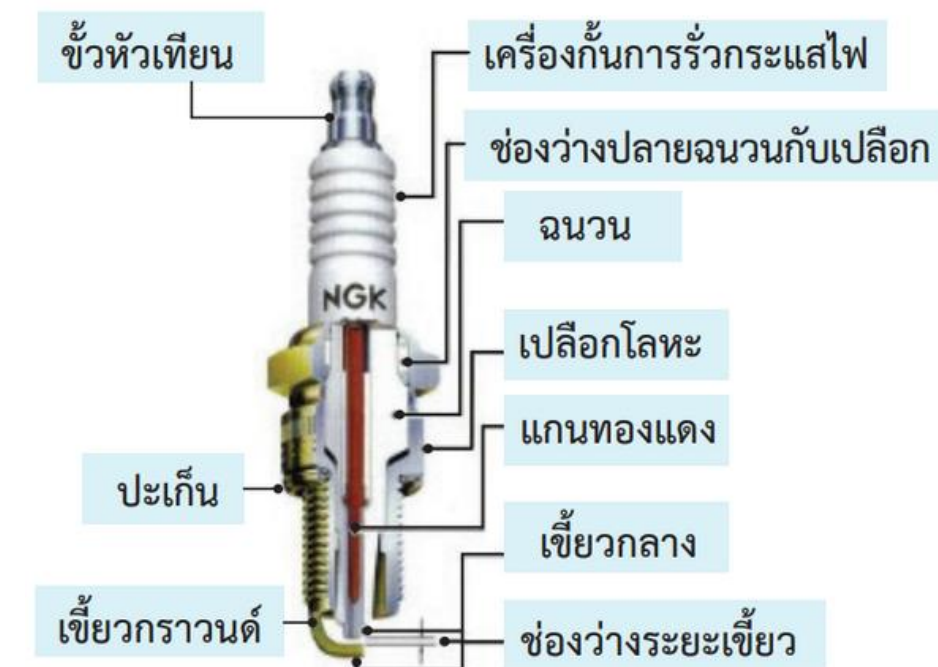
ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำให้เป็นกระแสไฟแรงสูง เพื่อให้สามารถกระโดดข้ามที่เขี้ยวหัวเทียน ตัวคอยล์ประกอบด้วยขดลวดไฟแรงต่ำและขดลวดไฟแรงสูง ขดลวดทั้งสองประเภทนี้จะพันรอบ แกนเหล็กอ่อน



ลักษณะคอยล์จุดระเบิด

1.1.5 หัวเทียน (Spark Plug)

ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูงจากคอยล์จุดระเบิด มาทำให้เกิดประกายไฟ เพื่อจุดส่วนผสมภายในกระบอกสูบ

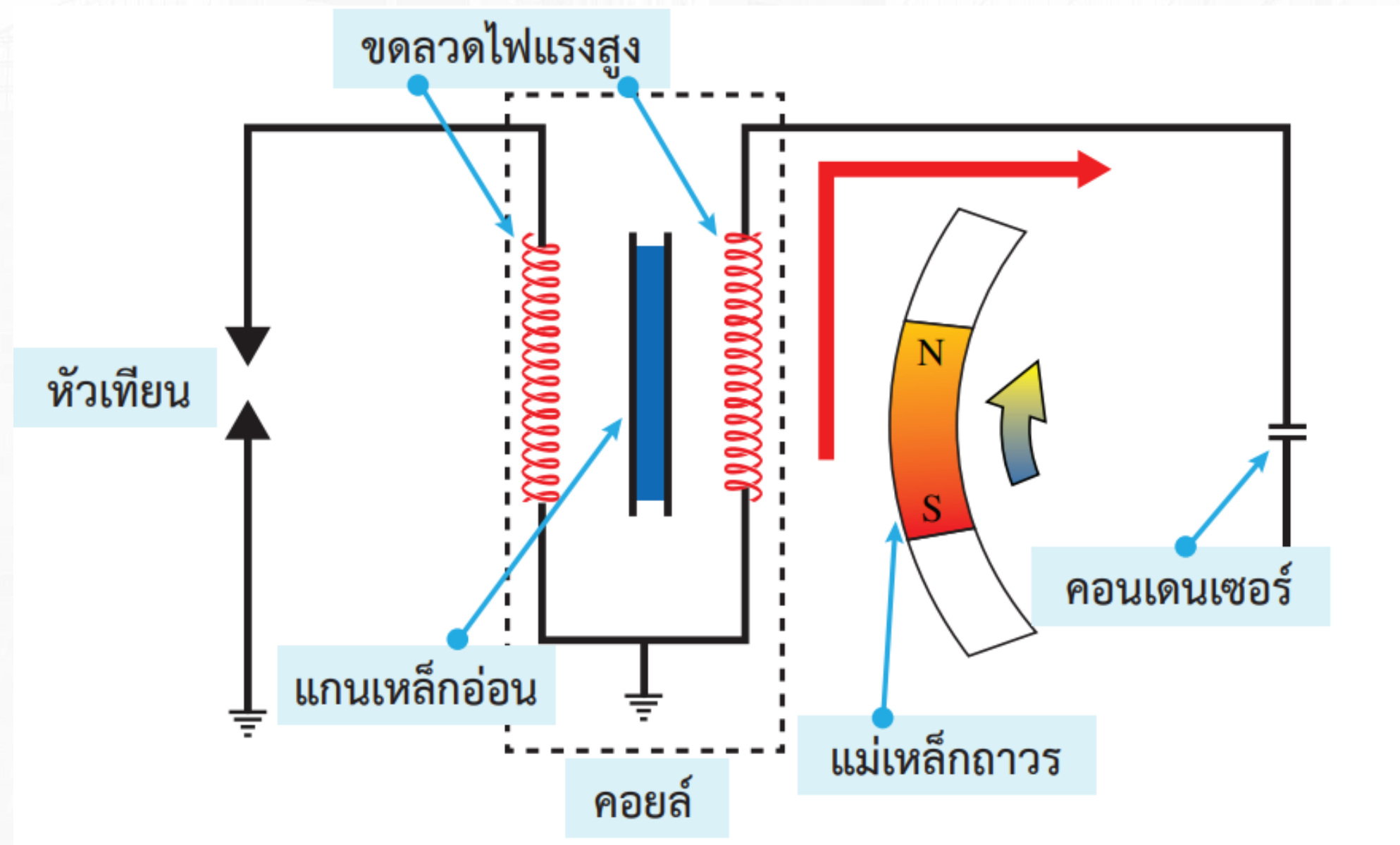


ส่วนประกอบของหัวเทียน



1.2

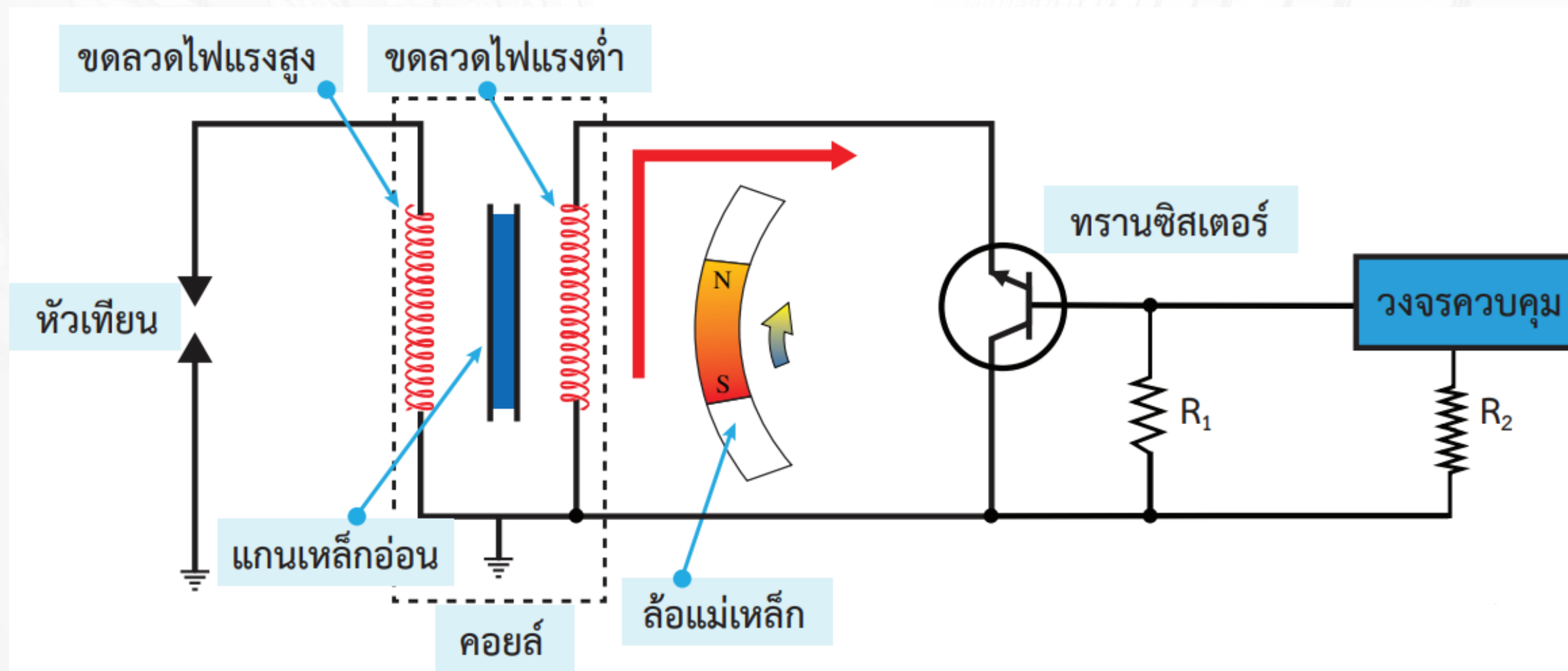
การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบหน้าทองขาว



วงจรจุดระเบิดแบบหน้าทองขาว

2. ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor Ignition System)

ระบบจุดระเบิดแบบเหนี่ยวนำ-คายประจุไฟ ประกอบด้วยวงจรแม่เหล็กที่ใช้แม่เหล็กถาวรและคอยล์จุดระเบิด ทำหน้าที่สร้างประกายไฟแรงสูง มีองค์การจุดระเบิดที่มีความแม่นยำ ไม่ว่าความเร็วของเครื่องยนต์จะเปลี่ยนแปลง การบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก แต่ข้อเสีย คือ เมื่ออุปกรณ์ชิ้นใดเสียหายต้องถอดเปลี่ยนทั้งชุด เนื่องจากเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป



วงจรจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์



2.1

ส่วนประกอบและหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบ

2.1.1 ล้อแม่เหล็ก (Magnetic)

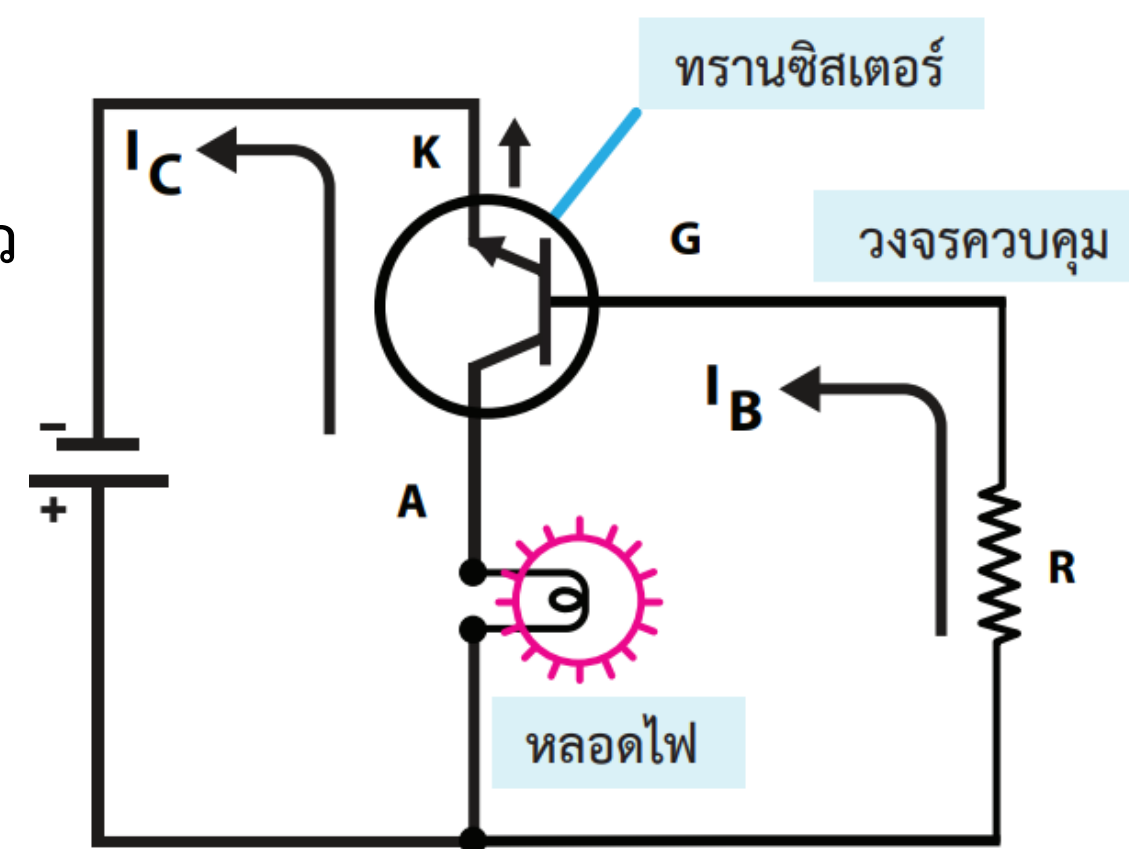
แม่เหล็กเป็นแม่เหล็กถาวรติดตั้งอยู่บนขบล้อช่วยแรง จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ขณะที่เครื่องยนต์หมุนจะเกิดกระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำในขดลวดไฟแรงต่ำของคอยล์จุดระเบิด

2.1.2 ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด/ต่อวงจรไฟคล้ายกับหน้าทองขาวในระบบจุดระเบิด แบบหน้าทองขาว ตัวทรานซิสเตอร์จะตัด/ต่อไฟได้โดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้ลูกเบี้ยว หลักการทำงาน คือ เมื่อมีกระแสไฟไหลในวงจร กระแสไฟจะมารอที่ขั้ว A กระแสไฟ จะไหลได้ก็ต่อเมื่อมีกระแสไฟจำนวนหนึ่งไหลมากระตุ้นที่ ขั้ว G กระแสไฟที่ขั้ว A ก็จะไหลผ่านไปยังขั้ว K ได้

2.1.3 วงจรควบคุม (Control circuit)

ทำหน้าที่ควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ตัด/ต่อวงจรได้



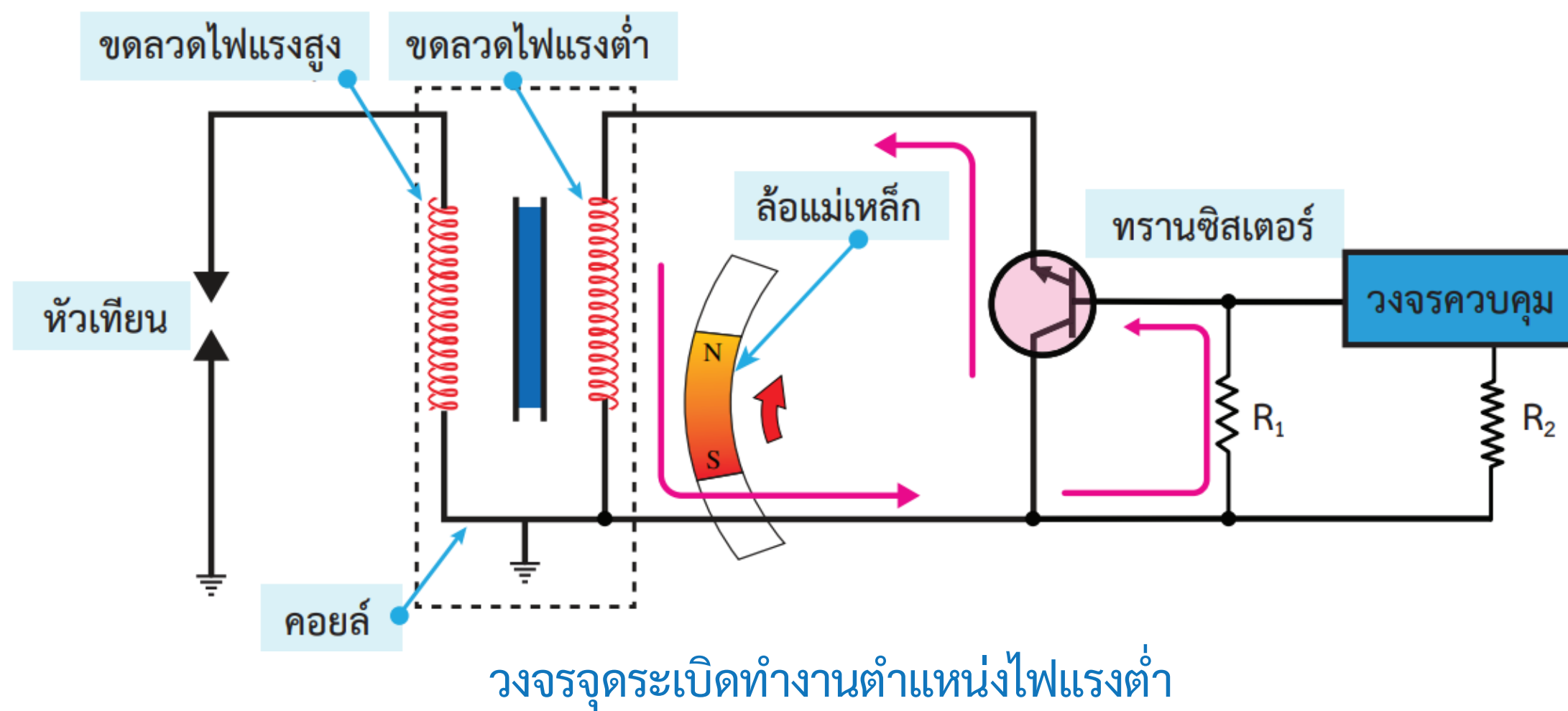
การทำงานของทรานซิสเตอร์ต่อวงจร



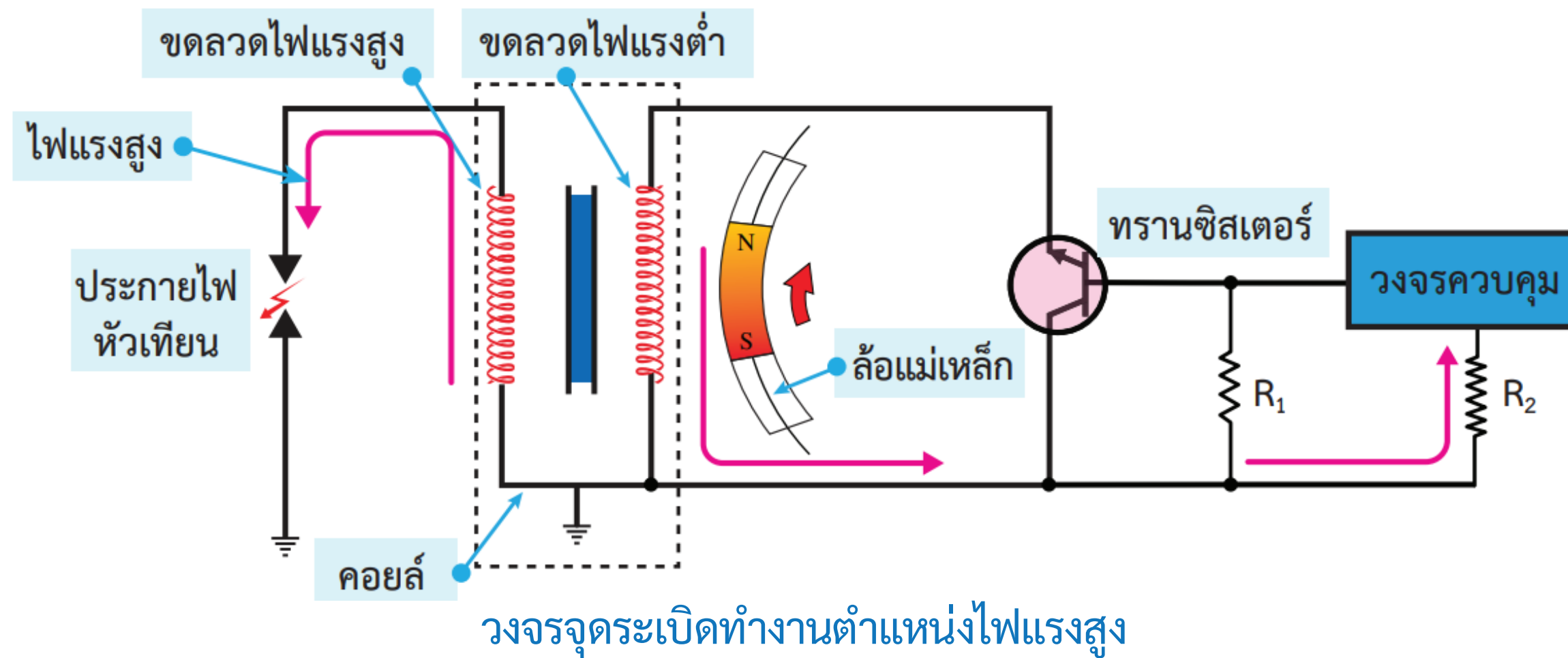
2.2

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์

2.2.1 การทำงานตำแหน่งไฟแรงต่ำ

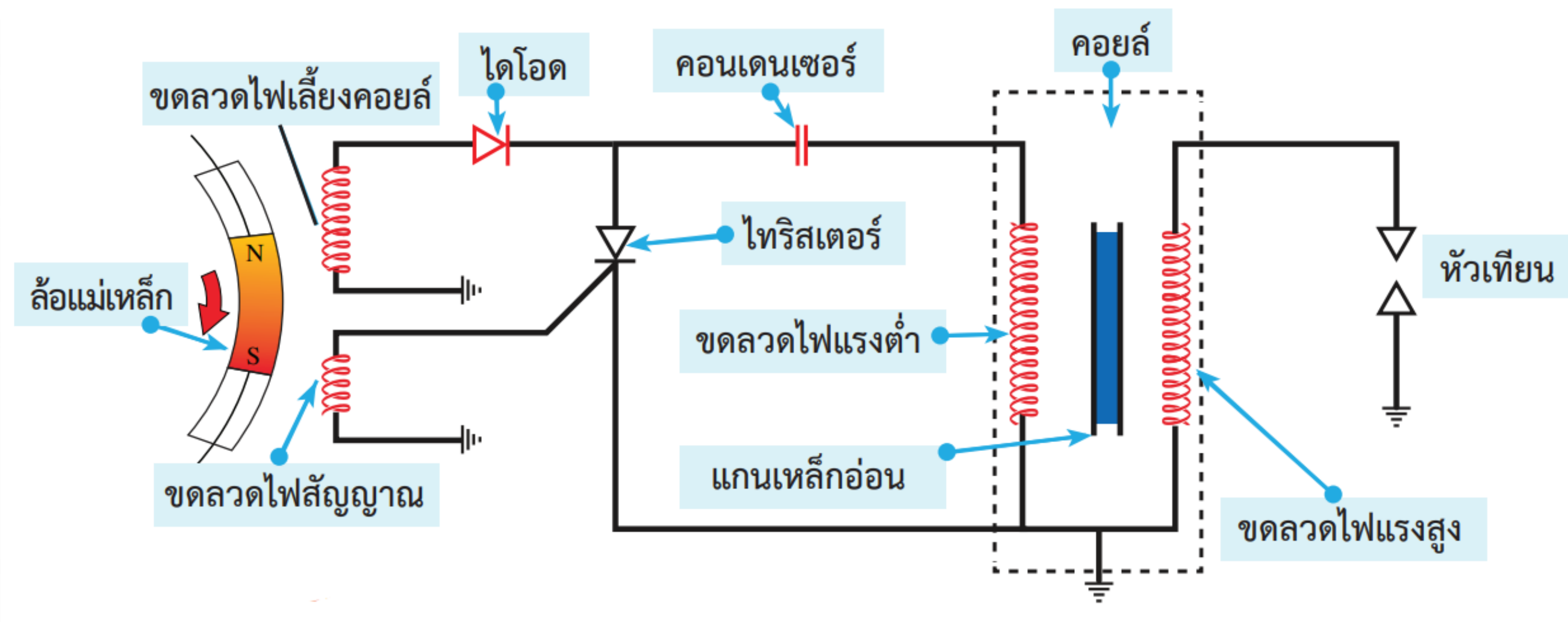


2.2.2 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ ตำแหน่งไฟแรงสูง



3. ระบบจุดระเบิดแบบ CDI (Capacitor Discharge Ignition)

ระบบจุดระเบิดแบบเก็บและปล่อยแรงดันไฟฟ้าโดยใช้คอนเดนเซอร์ ซึ่งรับสัญญาณกระตุ้นจากขดลวดไฟสัญญาณเพื่อประจุไฟให้ไทรสเตอร์



ส่วนประกอบวงจรจุดระเบิดแบบ CDI



3.1

ส่วนประกอบและหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบ

3.1.1 ขดลวดไฟเลี้ยงคอยล์ ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟสลับ

3.1.2 ขดลวดไฟสัญญาณ

ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟเพื่อกระตุ้นขา G ของไทรสเตอร์ในการปิด - เปิดวงจรไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด

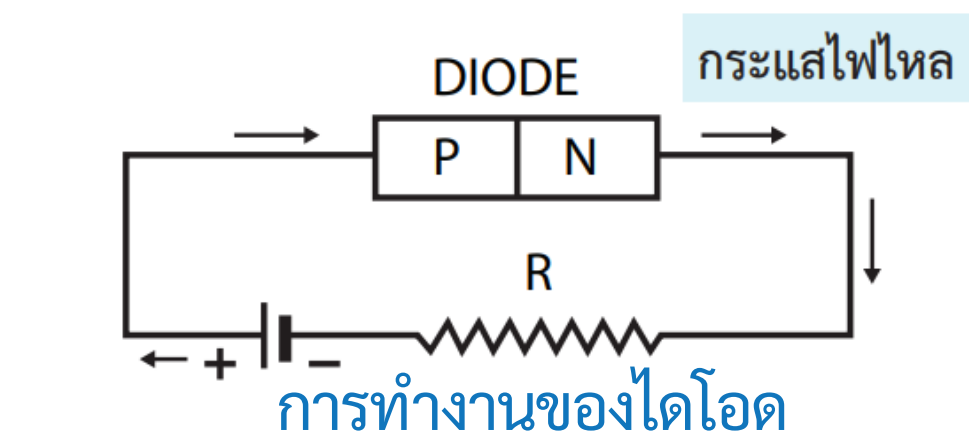
3.1.3 ไดโอด

ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟสลับ ให้เป็นกระแสไฟตรง และจะยอมให้กระแสไฟไหลผ่านตัวมันเองได้เมื่อป้อนแรงดันจากด้าน P ไปยังด้าน N และ จะไม่ยอมให้กระแสไฟไหลผ่านเมื่อป้อนทางด้าน N ไปยัง ด้าน P

3.1.4 คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่เก็บและคาย ประจุไฟฟ้า

3.1.5 ไทรสเตอร์หรือเอสซีอาร์ (Silicon Controlled Rectifier: SCR)

ทำหน้าที่ปิด-เปิด วงจรไฟ และเมื่อมีกระแสไฟมากระตุ้นที่ G จะยอมให้กระแสไฟไหลผ่านตัวมันเองได้จาก A ไป K



ANODE (+) —→ [Diode Symbol] ← CATHODE (-)

รูปที่ 5.16 การทำงานของไดโอด

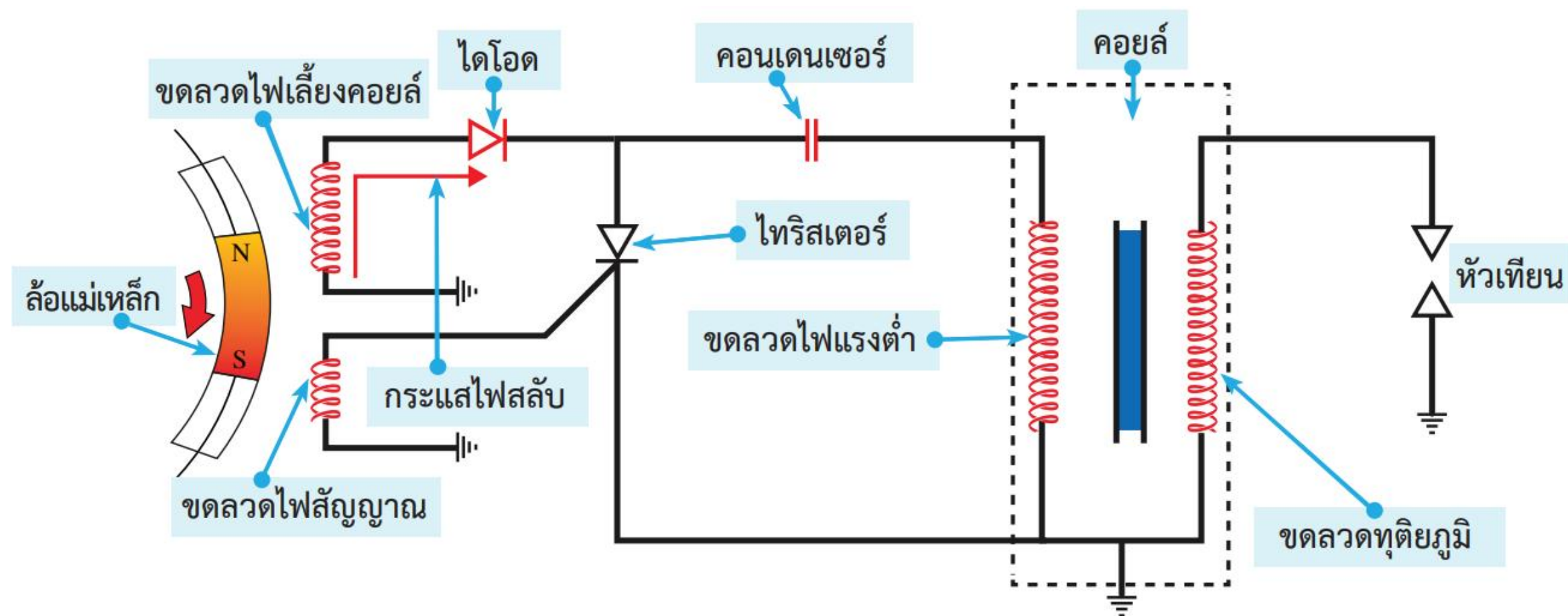


ไทรสเตอร์หรือ SCR



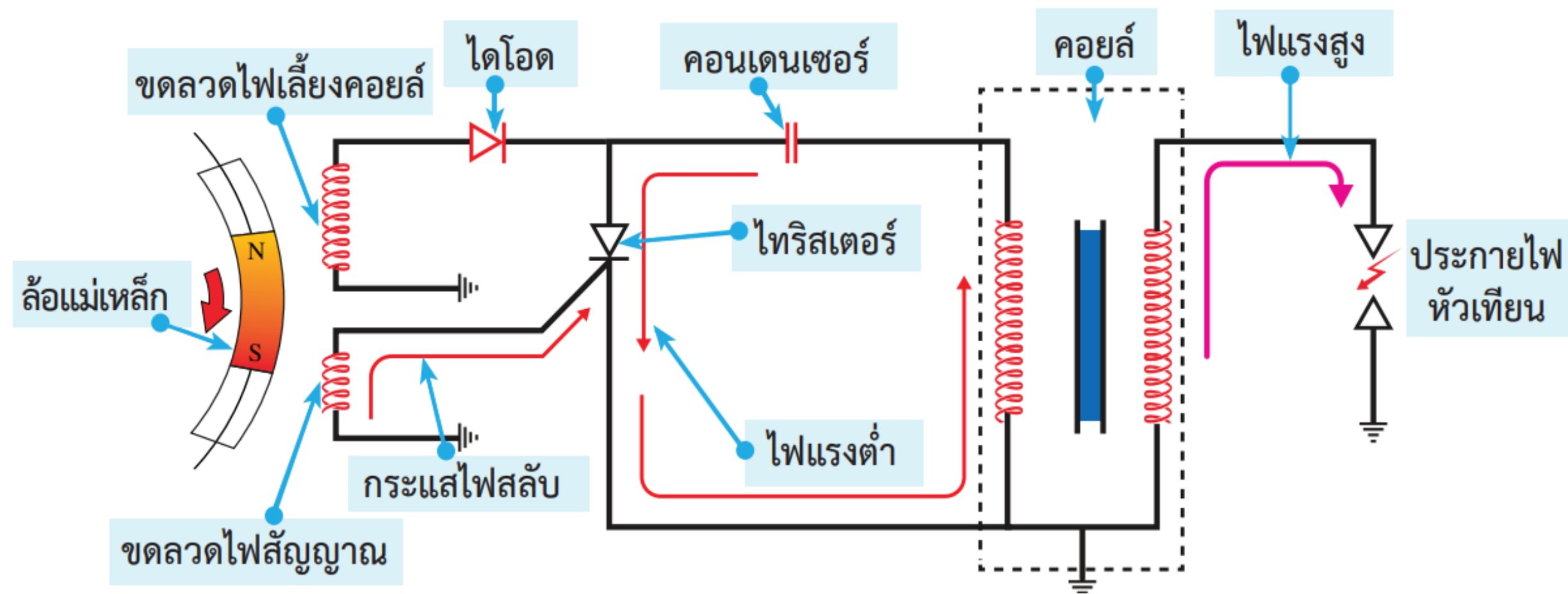
3.2 การทำงานระบบจุดระเบิดแบบ CDI

3.2.1 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ที่ตำแหน่งไฟแรงต่ำ



การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ที่ตำแหน่งไฟแรงต่ำ

3.2.2 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ที่ตำแหน่งไฟแรงสูง



การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ที่ตำแหน่งไฟแรงสูง

3

การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบจุดระเบิด



การจุดระเบิดของเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน มีโครงสร้างและหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สามารถจำแนกข้อดีและข้อเสียของระบบจุดระเบิดแต่ละประเภทได้ ดังนี้

ข้อดี	แบบหน้าทองขาว	แบบทรานซิสเตอร์	แบบ CDI
1. ไฟแรงสูงคงที่เมื่อเครื่องยนต์ทำงานรอบความเร็วสูง	✓	✓	✓
2. คอยล์จุดระเบิดให้กำลังไฟสูง เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่าย		✓	✓
3. หัวเทียนมีอายุการใช้งานยาวนานเนื่องจากกำลังไฟสม่ำเสมอ		✓	✓
4. ชิ้นส่วนกลไกมีน้อย		✓	✓

ข้อดี	แบบหน้าต่างขาว	แบบทรานซิสเตอร์	แบบ CDI
5. อุปกรณ์ระบบอิเล็กทรอนิกส์ทำงานโดยอัตโนมัติ		✓	✓
6. เครื่องยนต์บำรุงรักษาง่าย		✓	✓
ข้อเสีย	แบบหน้าต่างขาว	แบบทรานซิสเตอร์	แบบ CDI
1. กำลังไฟหัวเทียนอ่อนที่รอบความเร็วต่ำ	✓		
2. ค่าใช้จ่ายจากการปรับตั้งซ่อมบำรุงสูง	✓		
3. หากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชำรุดเสียหายไม่สามารถซ่อมบำรุงได้		✓	✓
4. อุปกรณ์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์มีราคาแพง		✓	✓

4

การบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบจุดระเบิด



4.1

คอยล์ เมื่อผ่านการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ความร้อนของเครื่องยนต์จะทำให้พลาสติกที่หุ้มคอยล์เกิดการบวมแตกร้าว จนทำให้กระแสไฟรั่วได้ ถ้ายังอุณหภูมิในห้องเครื่องสูงเกินกว่าปกติ คอยล์จะยิ่งเสื่อม ไวขึ้น เมื่อคอยล์จุดระเบิดเสื่อมสภาพ จะส่งผลให้ไฟไม่ออกหรือออกไม่เต็มประสิทธิภาพ ขณะที่รอบต่ำจะเร่งไม่ขึ้น เบาเครื่องยนต์แล้วดับหรือเครื่องยนต์ดับขณะเร่ง รอบเครื่องยนต์มีอาการสะดุ้ง สั่น สวิงขึ้นลงไป มารอบตก อาการคล้ายหัวเทียนเสื่อม



การปรับตั้งระยะห่างคอยล์

4.2

การตั้งระยะห่างของขั้วหัวเทียนจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของหัวเทียนระยะห่างของขั้วหัวเทียนที่ถูกต้อง จะทำให้ไฟแรงเคลื่อนสูงกระโดดข้ามขั้วหัวเทียนได้ดี เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายและมีกำลังสูง ถ้าระยะห่างมากเกินไปจะทำให้แรงดันไฟสูงไม่เพียงพอที่จะกระโดดข้ามที่ขั้วหัวเทียน ระยะห่างหัวเทียนที่ เหมาะสมประมาณ 0.8 มม.

หัวเทียนสามารถบอกถึงสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ได้
ดังนี้ :

- **หัวเทียนแห้งและมีน้ำตาลอ่อน** : แสดงว่าการเผาไหม้ของเครื่องยนต์สมบูรณ์เป็นปกติ
- **หัวเทียนสีดำแห้ง** : ส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงหนาเกินไป แก้ไขโดยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ใหม่
- **หัวเทียนมีน้ำมันล่อลื่นเปียก** : มีน้ำมันล่อลื่น อาจเกิดจาก ลูกสูบ กระบอกสูบ หรือแหวนลูกสูบสึกหรอ ควรตรวจเช็คเครื่องยนต์หรือซ่อมใหม่
- **หัวเทียนสีขาวหรือสีเหลืองจับ** : ไฟอ่อน แก้ไขโดยตั้งไฟจุดระเบิดให้แก้หรือเปลี่ยนเป็นหัวเทียนที่ร้อนขึ้น
- **หัวเทียนไหม้และกร่อน** : เครื่องยนต์อุณหภูมิสูงเกินไป หรือใช้หัวเทียนผิดเบอร์ หรือเกิดการชิงจุดระเบิด
- **หัวเทียนหมดสภาพอายุการใช้งาน** : ปลายขี้วหัวเทียน สึกหรอ ควรเปลี่ยนใหม่



การปรับระยะห่างหัวเทียน



ลักษณะของหัวเทียน