



หน่วยที่ 5

ระบบสตาร์ท





หัวข้อเรื่อง (Topics)



5.1 ส่วนประกอบของระบบสตาร์ท

5.2 หลักการทำงานของมอเตอร์สตาร์ท

5.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์

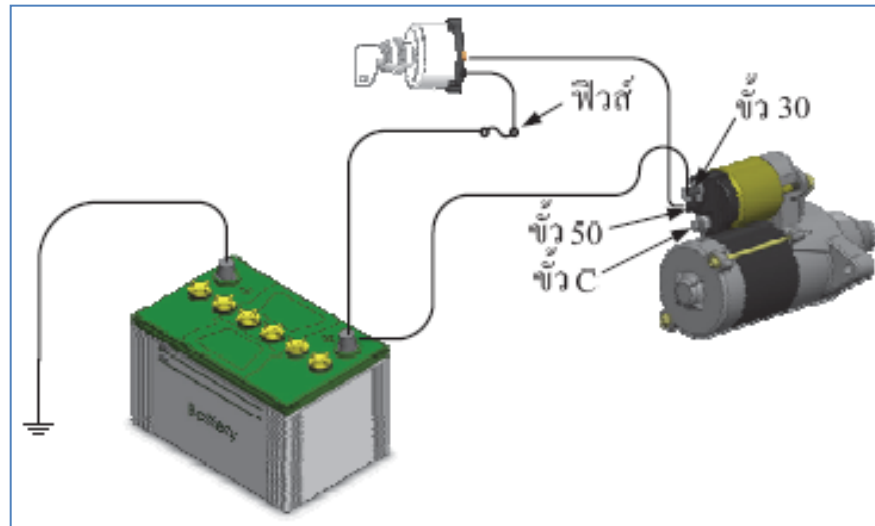
5.4 การทำงานของมอเตอร์สตาร์ทแบบธรรมดา

5.5 การทำงานของมอเตอร์สตาร์ทแบบทดรอบ



5.1 ส่วนประกอบของระบบสตาร์ท

ส่วนประกอบของระบบสตาร์ท ประกอบด้วย แบตเตอรี่ สวิตช์สตาร์ทหรือสวิตช์จุดระเบิดและชุดมอเตอร์สตาร์ท ดังรูปที่ 5.1 เมื่อเราบิดสวิตช์สตาร์ทกระแสไฟจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านฟิวส์และสวิตช์จุดระเบิดไปยังขั้ว 50 ของมอเตอร์สตาร์ททำให้สะพานไฟต่อขั้ว 30 กับ ขั้ว C ให้มอเตอร์สตาร์ทหมุน

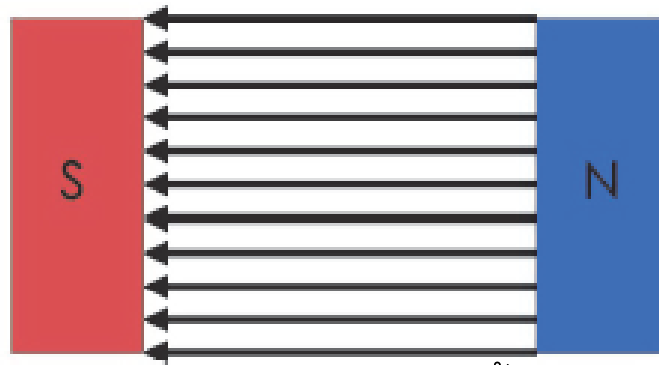


รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบของระบบสตาร์ท



5.2 หลักการทำงานของมอเตอร์สตาร์ท

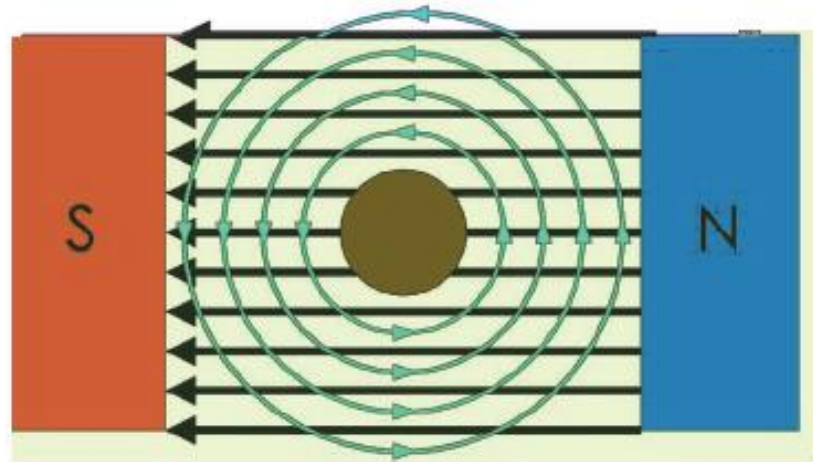
การทำงานของมอเตอร์สตาร์ทใช้หลักการของสนามแม่เหล็ก คือ “สนามแม่เหล็กที่เหมือนกันจะเกิดการผลักกัน” ตัวอย่างเช่น เกิดการผลักกันระหว่างสนามแม่เหล็กขั้วเหนือกับขั้วเหนือ หรือขั้วใต้กับขั้วใต้จากหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า “เมื่อปล่อยกระแสไฟ ผ่านขดลวดจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดเส้นแรงแม่เหล็กที่มีทิศทางตรงข้ามกันจะเกิดการหักล้างกัน บริเวณนั้นจะไม่มีเส้นแรงแม่เหล็ก”



รูปที่ 5.2 เส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้ว S และขั้ว N



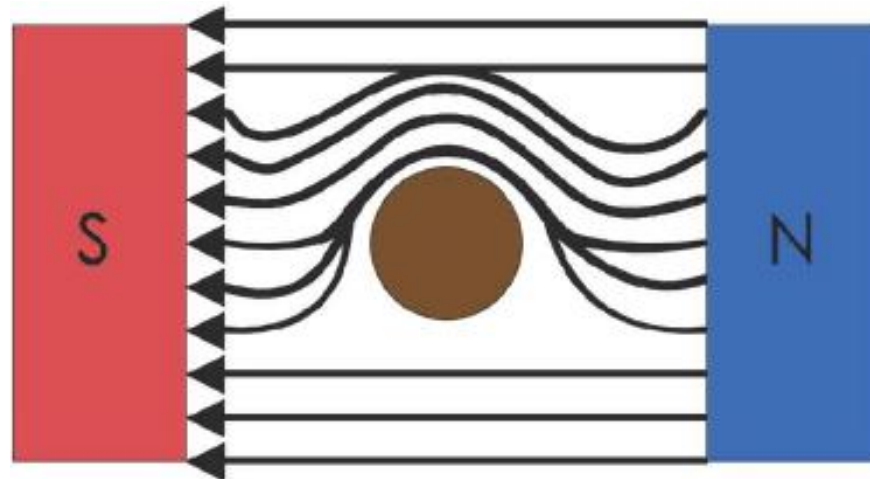
จากรูปที่ 5.2 มีขั้วแม่เหล็กเหนือ (N) และใต้ (S) ระหว่างขั้วแม่เหล็กจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กเป็นเส้นตรง เมื่อปล่อยกระแสไฟเข้าไปในเส้นลวดตัวนำที่อยู่ระหว่างสนามแม่เหล็กนั้น ก็จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 เส้นแรงแม่เหล็กรอบขดลวดตัวนำ



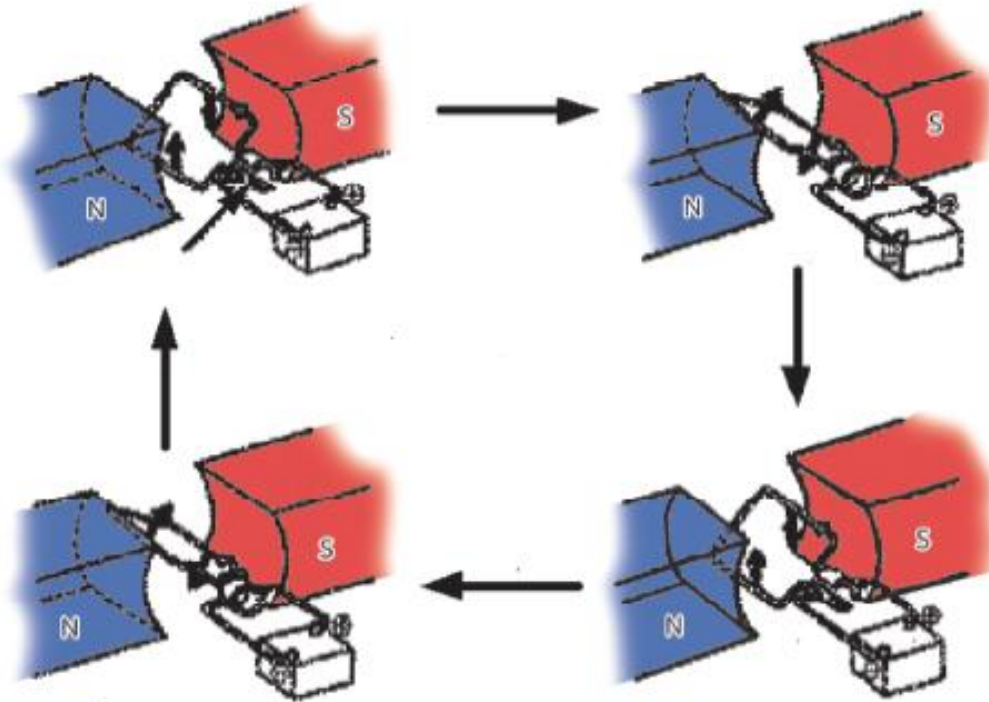
เส้นแรงแม่เหล็กถาวร จะเกิดการหักล้างกันในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กอ่อน ส่วนเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่เหนือลวดตัวนำจะมีทิศทางเสริมแรงกันให้มีสนามแม่เหล็กเข้มหรือแรงขึ้น ผลักดันให้เส้นลวดตัวนำเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่างดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 การหักล้างและเสริมแรงกัน



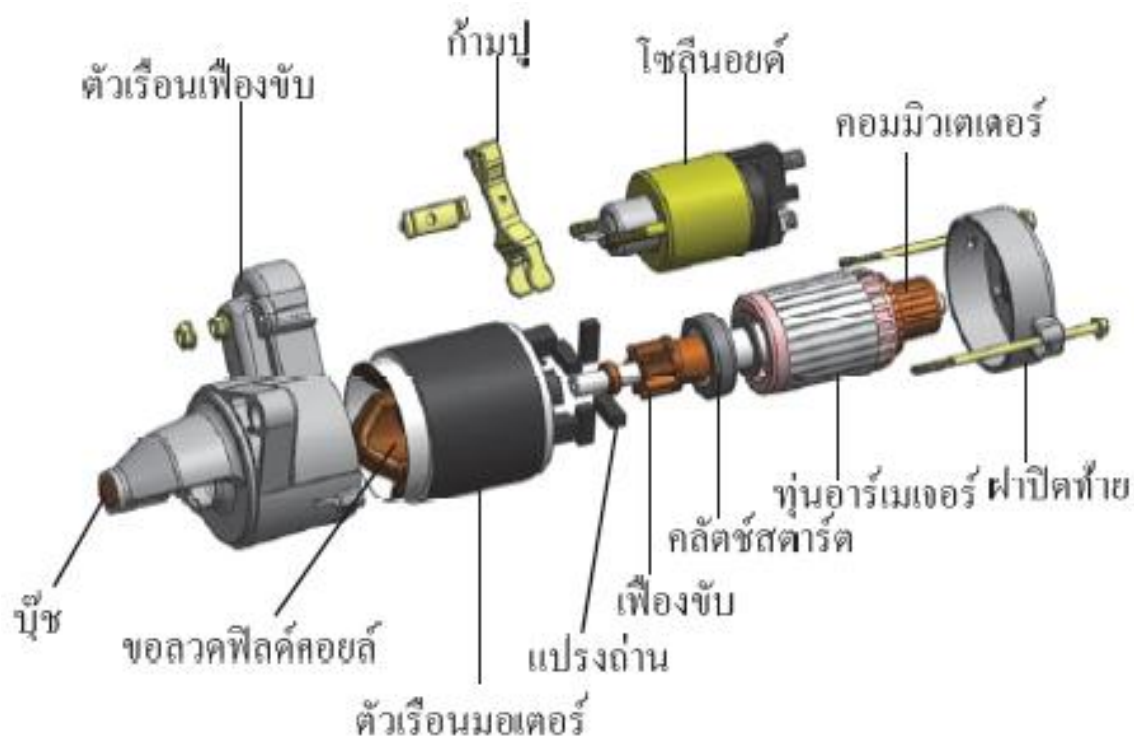
จากหลักการดังกล่าว เมื่อนำคอมมิวเตเตอร์ต่อกับปลายของขดลวดตัวนำ และ แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟให้ขดลวดตัวนำจะมีผลทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเปลี่ยนสลับ ด้านกันอย่างต่อเนื่องในทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 การหมุนของขดลวด



5.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์



รูปที่ 5.6 โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์



มอเตอร์สตาร์ทมี ส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

5.3.1 ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) มีลักษณะเป็นขดลวดทองแดงแบนเรียบพันรอบแกนเหล็กอ่อนที่ยึดกับตัวเรือนของมอเตอร์ ปลายของขดลวดจะต่อกับแปรงถ่าน และขั้วต่อสายไฟ

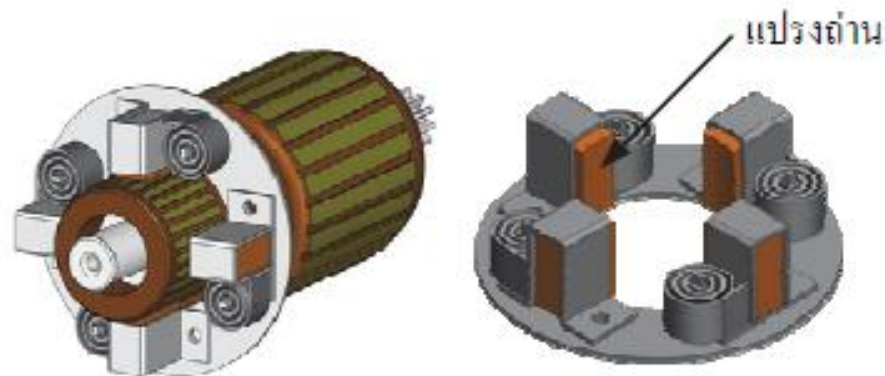


ขดลวดสนามแม่เหล็ก
(ฟิลด์คอยล์)

รูปที่ 5.7 ขดลวดสนามแม่เหล็ก



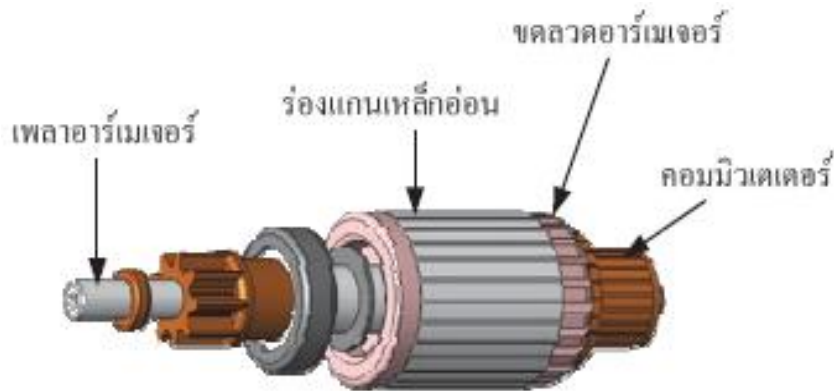
5.3.2 แปรงถ่าน (Brush) สัมผัสติดอยู่กับคอมมิเตเตอร์ของทุ่นอาร์เมเจอร์อยู่ตลอดเวลาด้วยสปริงกด แปรงถ่านทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขดลวดสนามแม่เหล็กไปยังทุ่นอาร์เมเจอร์ ถ้าแปรงถ่านสึกหรอมากเกินไปหรือสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ไม่แน่นพอ จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ไม่สะดวก มอเตอร์สตาร์ทจะไม่มีกำลัง



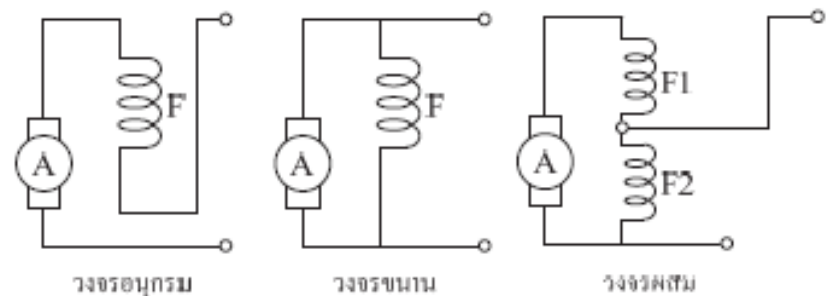
รูปที่ 5.8 แปรงถ่าน



5.3.3 **ท่อนอาร์เมเจอร์ (Armature)** ประกอบด้วยแกนเหล็กอ่อนซึ่งนำเอาแผ่นเหล็กอ่อนหลายแผ่นอัดเข้าเป็นชุดเดียวกัน พร้อมทั้งมีขดลวดอาร์เมเจอร์พันอยู่บนแกนเหล็กอ่อน ปลายทั้งสองของขดลวดจะต่อเข้ากับคอมมิเตเตอร์ ดังรูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10



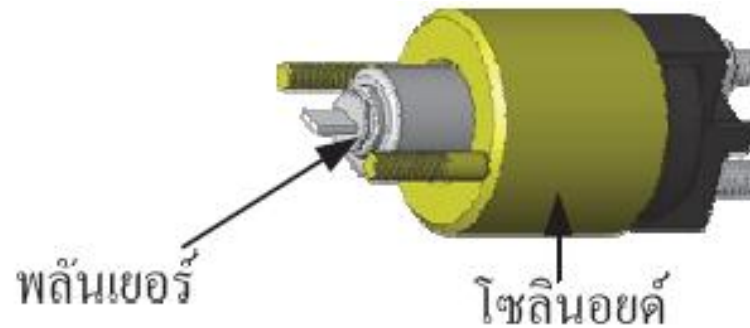
รูปที่ 5.9 ท่อนอาร์เมเจอร์



รูปที่ 5.10 การต่อวงจรของขดลวดท่อนอาร์เมเจอร์



5.3.4 สวิตช์แม่เหล็กหรือโซลินอยด์ (Magnetic Switch or Solenoid) ทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟที่จะเข้ามอเตอร์สตาร์ทและเป็นตัวเลื่อนเฟืองขับให้ขบล้อช่วยแรง ภายในสวิตช์แม่เหล็กประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ

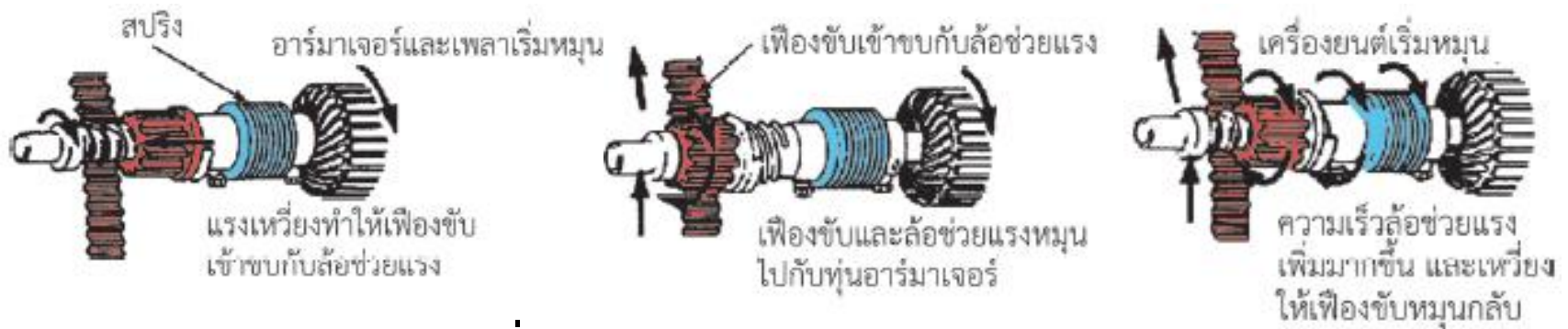


1. ขดลวดดึง (Pull-in coil) ทำหน้าที่ดึงให้ปลั๊นเยอร์ดึงขาเลื่อนเฟืองขับของมอเตอร์ให้ขบกับเฟืองล้อช่วยแรง
2. ขดลวดยึด (Hold-in Coil) ทำหน้าที่ยึดปลั๊นเยอร์ให้อยู่กับที่ไม่ให้ดีดตัวกลับเมื่อเฟืองขับขบกับเฟืองของล้อช่วยแรง และทำหน้าที่เป็นสะพานไฟในชุดสวิตช์แม่เหล็กต่อวงจรไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์สตาร์ท
3. ปลั๊นเยอร์ (Plunger) เป็นแกนเหล็กทรงกระบอกที่เคลื่อนที่ไปมาได้ เมื่อมีกระแส ไฟฟ้าไปยังขดลวดดึง



5.3.5 ชุดเฟืองขับ (Drive Pinion) ทำหน้าที่รับแรงหมุนจากท่อนอาร์มาเจอร์ส่งต่อให้ล้อช่วยแรงหมุนเฟืองล้อช่วยแรงให้เครื่องยนต์ติด

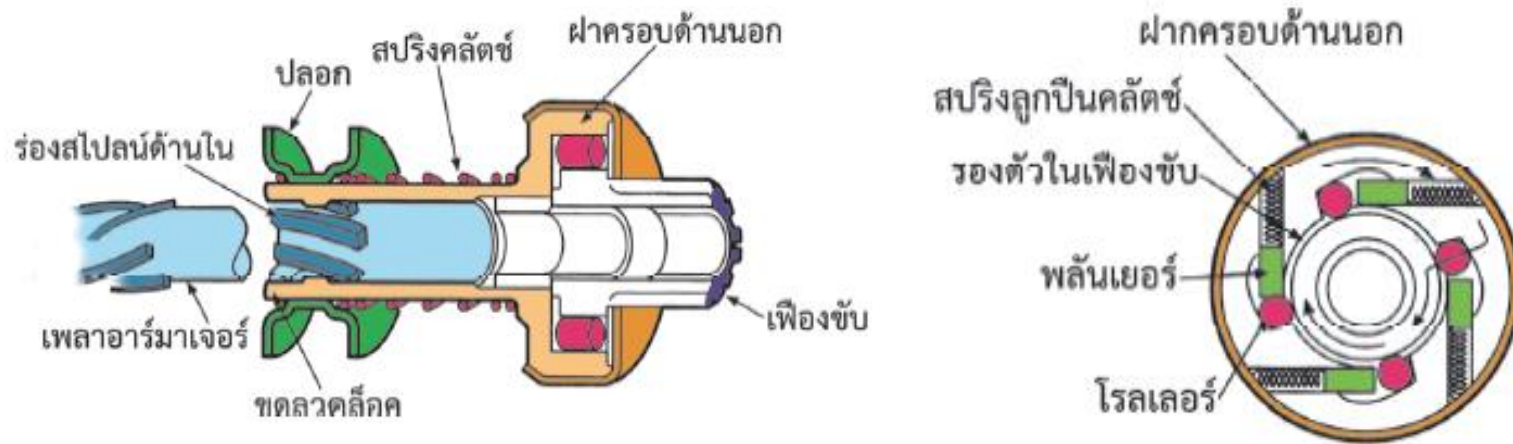
1. ชุดเฟืองขับแบบเบนดิก (Bendix) ประกอบด้วยชุดเฟืองขับ สปริงขับ ซึ่งสวมอยู่บนแกนของอาร์มาเจอร์ เมื่อมอเตอร์สตาร์ททำงาน ท่อนอาร์มาเจอร์และชุดเฟืองขับจะหมุนตามไปด้วยแรงเหวี่ยงจากการหมุนของท่อนอาร์มาเจอร์ทำให้ชุดเฟืองขับเคลื่อนตัวไปชนกับเฟืองของล้อช่วยแรง เมื่อเครื่องยนต์ติดความเร็วรอบของล้อช่วยแรงจะมีมาก กว่าจึงสลัดชุดเฟืองขับกลับถอยหลังไม่ให้ชุดเฟืองขับและท่อนอาร์มาเจอร์ถูกเครื่องยนต์ที่มีรอบสูงกว่าหมุนขับเกิดความเสียหาย การทำงานของชุดเฟืองขับแบบเบนดิก ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 การทำงานชุดเฟืองแบบเบนดิก



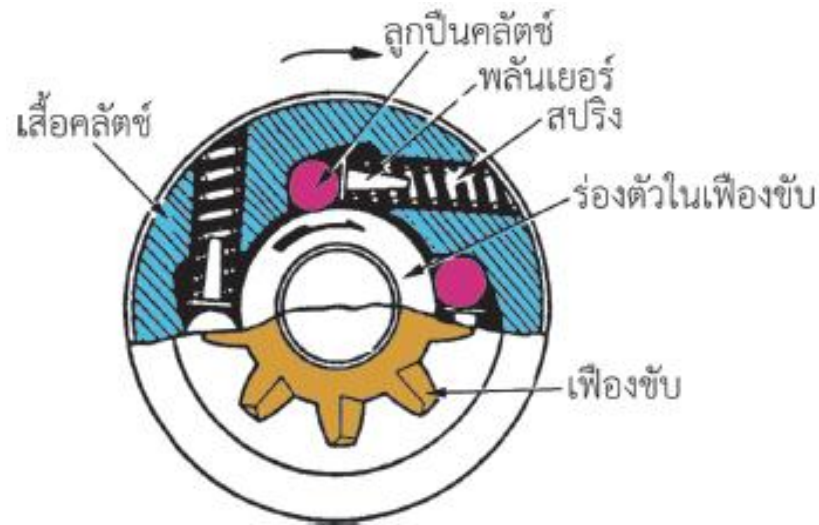
2. ชุดเฟืองขับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัตช์ (Overrunning clutch) ชุดเฟืองขับแบบนี้นิยมใช้มากในปัจจุบันแทนชุดเฟืองขับแบบเบนด์ริก ส่วนประกอบคือ เฟืองขับ เลื่อคลัตช์ ลูกปืนคลัตช์ สปริงประกอบเป็นชุดเดียวกัน สวมอยู่กับร่องสไปลน์ ดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 ส่วนประกอบชุดโอเวอร์รันนิ่งคลัตช์



การทำงานขณะเริ่มสตาร์ทเมื่อทუნอาร์เมเจอร์หมุนเสื้อคลัตช์ซึ่งสวมอยู่บนแกนอาร์เมเจอร์ด้วยร่องสไปลน์จะหมุนเร็วกว่าแกนตัวใน ลูกปืนคลัตช์จะเข้าไปอยู่ในช่องแคบระหว่างเสื้อคลัตช์กับแกนตัวในทำให้เฟืองขับหมุนไปพร้อมกับทუნอาร์เมเจอร์ ดังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 การทำงานของโอเวอร์รันนิ่งคลัตช์ขณะเริ่มสตาร์ท



เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว ความเร็วรอบของล้อช่วยแรงจะสูงกว่าเฟืองขับหมุนให้เฟืองขับหมุนเร็วกว่าเสื้อคลัตช์ ทำให้ลูกปืนคลัตช์ถูกแรงเหวี่ยงจากการหมุนออกมาทางด้านพื้นที่กว้างระหว่างเสื้อคลัตช์กับแกนตัวใน ท่อนอาร์เมเจอร์และเฟืองขับจึงเป็นอิสระต่อกัน แสดงดังรูปที่ 5.15

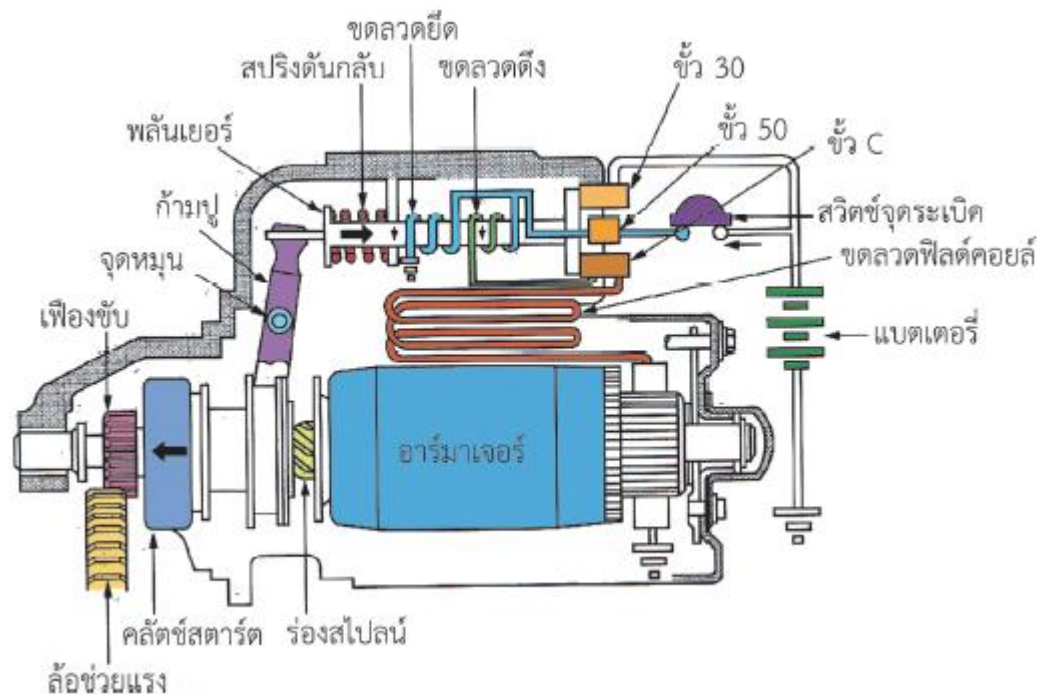


รูปที่ 5.15 การทำงานของโอเวอร์รันนิ่งคลัตช์ขณะเครื่องติด



5.4 การทำงานของมอเตอร์สตาร์ทแบบธรรมดา

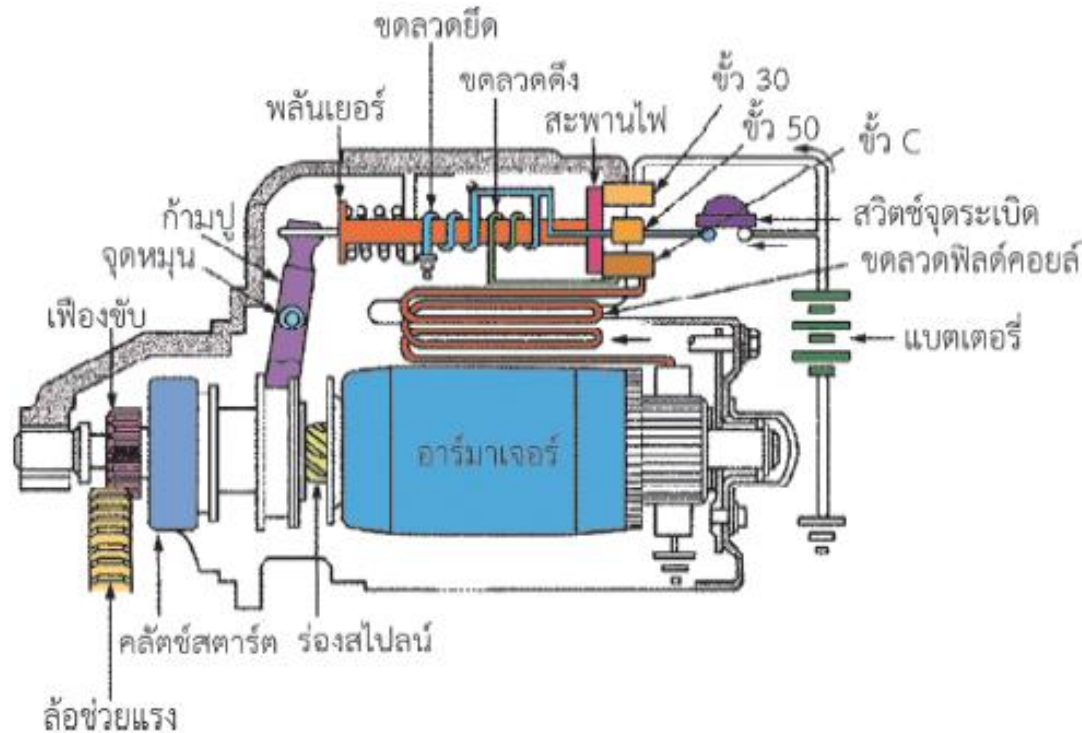
1. สวิตช์จุดระเบิดอยู่ตำแหน่ง “START” เมื่อบิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง START กระแสไฟจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านสวิตช์จุดระเบิดชั่วคราว 50 ของมอเตอร์สตาร์ท ผ่านขดลวดดึงไปยังขั้ว C แล้วผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก แปรงถ่านบวกผ่าน คอมมิวเตเตอร์เข้าขดลวดอาร์มาเจอร์



รูปที่ 5.16 สวิตช์แม่เหล็กทำงาน เฟืองขับเข้าขบกับล้อช่วยแรง



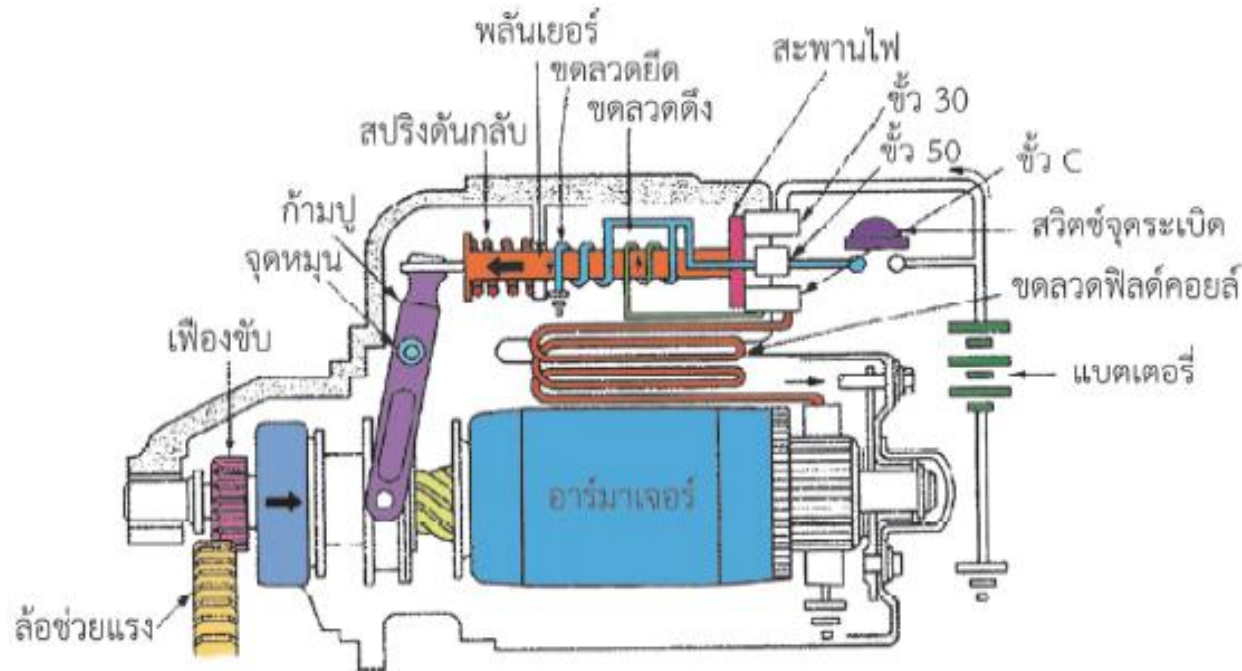
2. เมื่อสวิตช์จุดระเบิดอยู่ตำแหน่ง “START” และเฟืองขับขบกับเฟืองล้อช่วยแรงเต็มที่ สะพานไฟที่ติดอยู่กับปลั๊กเกอร์จะทำให้ขั้ว 30 และขั้ว C สัมผัสกัน กระแสไฟจำนวนมากจากแบตเตอรี่ที่ขั้ว 30 จะไหลผ่านไปยังขั้ว C กระแสไฟจำนวนมากนี้ ทำให้มอเตอร์สตาร์ทหมุนด้วยแรงบิดที่สูงขึ้น



รูปที่ 5.17 เฟืองขับเข้าขบกับล้อช่วยแรงและหมุนด้วยแรงบิดสูง



3. สวิตช์จุดระเบิดกลับไปตำแหน่ง “ON” เมื่อเครื่องยนต์ติดทำงานแล้วสวิตช์จุดระเบิดจะถูกปล่อยและกลับจากตำแหน่ง START ไปตำแหน่ง ON จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปขั้ว 50 แต่ขณะนั้นยังมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขั้ว 30 ขั้ว C ไปยังขดลวดตั้งและขดลวดยัดลงกราวด์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดทั้งสองมีทิศทางสวนทางกันเป็นผลให้สนามแม่เหล็กรอบ ๆ



รูปที่ 5.18 เฟืองขับเลื่อนกลับเข้าที่เมื่อโซลินอยด์ตัดการทำงาน



5.5 การทำงานของมอเตอร์สตาร์ทแบบทดรอบ

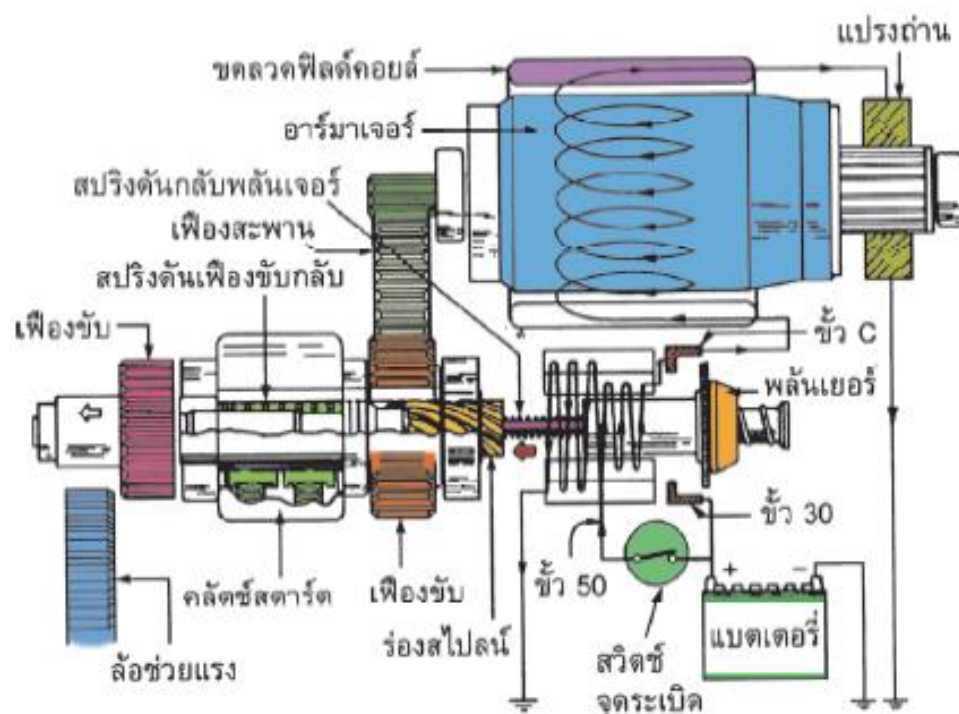


รูปที่ 5.19 ส่วนประกอบของมอเตอร์แบบทดรอบ



การทำงาน

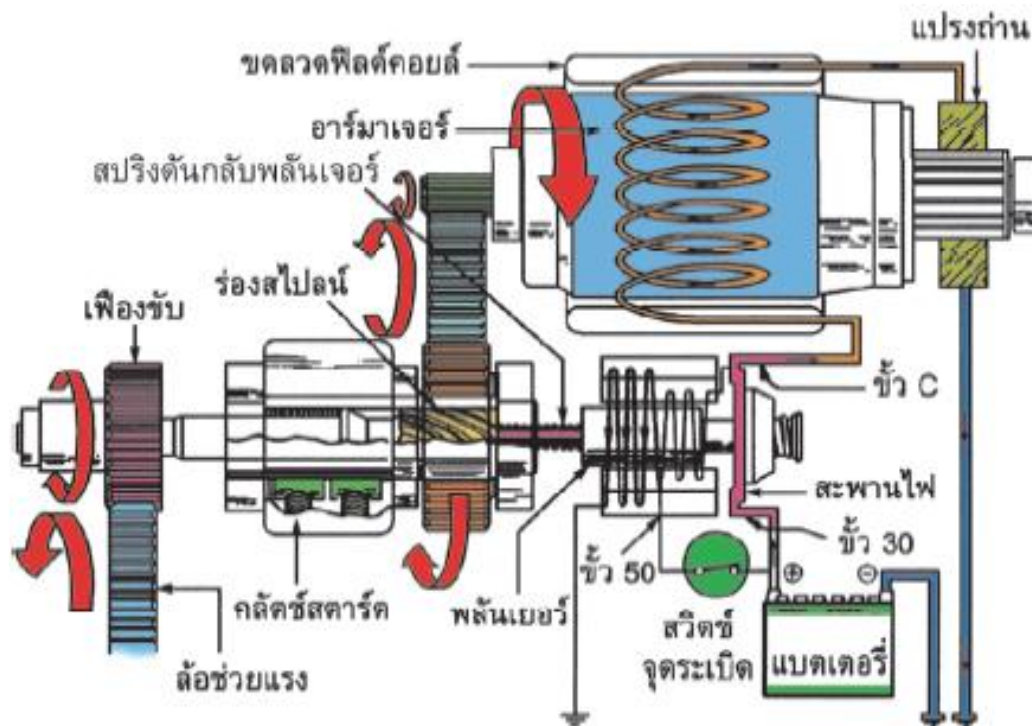
1. เมื่อสวิตช์จุดระเบิดอยู่ในตำแหน่ง “START” กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านสวิตช์จุดระเบิดผ่านขั้ว 50 ไปยังขดลวดถึงขั้ว C ไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กแปรงถ่านบวก ท่อนอาร์มาเจอร์และลงกราวด์ที่แปรงถ่านลบครบวงจร ท่อนอาร์มาเจอร์จะหมุนช้า ๆ



รูปที่ 5.20 การทำงานเมื่อสวิตช์จุดระเบิดอยู่ตำแหน่ง START



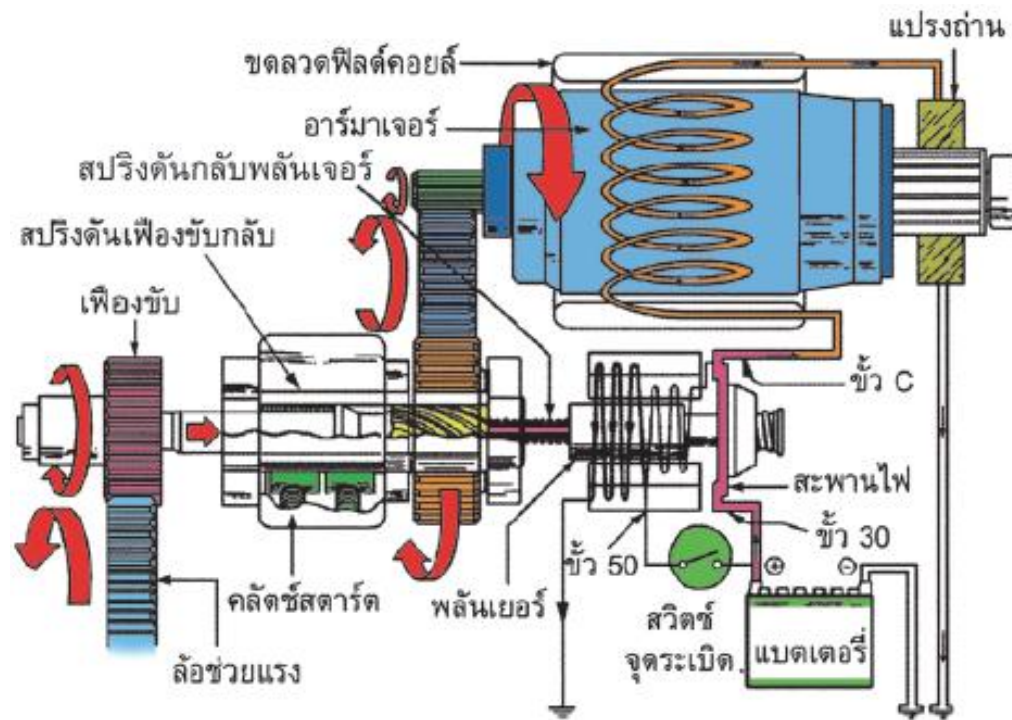
2. เมื่อสวิตช์จุดระเบิดอยู่ตำแหน่ง “START” และเฟืองขับขบกับเฟืองล้อช่วยแรง สะพานไฟที่ปลายพลาตินเจอร์จะสัมผัสกันเชื่อมต่อขั้ว 30 กับขั้ว C ทำให้กระแส ไฟฟ้าจำนวนมากไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กและขดลวดอาร์มาเจอร์โดยตรง



รูปที่ 5.21 การทำงานเมื่อเฟืองขับขบเฟืองล้อช่วยแรงตำแหน่ง START



3. เมื่อสวิตช์จุดระเบิดคืบกลับมาอยู่ตำแหน่ง “ON” เมื่อเครื่องยนต์หมุนติดแล้ว สวิตช์จุดระเบิดกลับมาตำแหน่ง ON ทำให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไม่สามารถผ่านจาก สวิตช์จุดระเบิดไปยังขั้ว 50 ได้แต่สะพานไฟยังเชื่อมต่อขั้ว 50 กับขั้ว C จึงทำให้กระแส ไฟฟ้าจากขั้ว C ไหลย้อนกลับไปยังจุดขดลวดตั้งและชุดขดลวดยึดลงกราวด์ครบวงจร



รูปที่ 5.22 เพื่องขับเลื่อนกลับเมื่อเครื่องติดแล้ว