

	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1005	เวลาเรียนรวม 36 คาบ
	ชื่อหน่วย การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 6/18
ชื่อเรื่อง วงจรไฟฟ้า		จำนวน 4 คาบ
หัวข้อเรื่อง 5.1 แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก 5.2 แม่เหล็กไฟฟ้า 5.3 โครงสร้างมอเตอร์เบื้องต้น 5.2.1 ส่วนที่อยู่กับที่ 5.2.2 ส่วนที่เคลื่อนที่ 5.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 5.5 ประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า 5.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 5.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 5.6 การควบคุมมอเตอร์ 5.6.1 ระบบการทำงานของมอกรมอเตอร์ 5.6.2 ลักษณะการควบคุมมอเตอร์ 5.6.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ สมรรถนะย่อย แสดงความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น จุดประสงค์ 5.1 รู้เกี่ยวกับแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก 5.2 รู้เกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า 5.3 รู้เกี่ยวกับโครงสร้างมอเตอร์เบื้องต้น 5.2.1 บอกส่วนที่อยู่กับที่ 5.2.2 บอกส่วนที่เคลื่อนที่ 5.4 รู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 5.5 รู้เกี่ยวกับประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า 5.5.1 บอกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 5.5.2 บอกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 5.6 รู้เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์		

5.6.1 บอกระบบการทำงานของมอเตอร์

5.6.2 บอกลักษณะการควบคุมมอเตอร์

5.6.3 บอกวงจรควบคุมมอเตอร์

เนื้อหาสาระ

มอเตอร์เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ การทำงานของมอเตอร์อาศัยสนามแม่เหล็กสองขั้วผลักดันกัน ทำให้เกิดการหมุน การควบคุมมอเตอร์ เป็นการทำให้มอเตอร์หมุนตามความต้องการในด้านความเร็ว การกลับทิศทางหมุน และการป้องกัน การชำรุดเสียหายในขณะทำงาน

5.1 แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) เป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีความสามารถดูดโลหะจำพวกเหล็กได้ แม่เหล็กหนึ่งแท่งมี ขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือ (North Pole) หรือ ขั้ว N และขั้วใต้ (South Pole) หรือ ขั้ว S เกิดขึ้นที่ปลายแต่ละด้านของแท่งแม่เหล็ก รูปร่างแม่เหล็กแบบต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 6.1



แม่เหล็กวงรี



แม่เหล็กทรงกลม



แม่เหล็กเฟอร์ไรท์

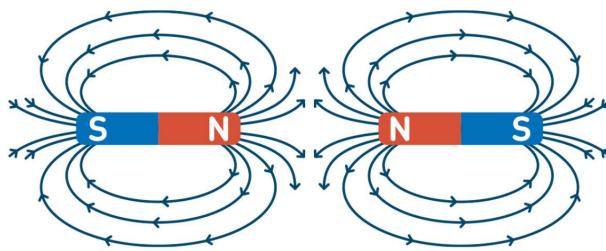


แม่เหล็กตัวยู

แท่งแม่เหล็กแต่ละแท่งจะมี (Magnetic Field) แผ่ออกรอบตัว สนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงบริเวณตอนปลายขั้วทั้งสอง สนามแม่เหล็กจะค่อย ๆ ลดน้อยลงบริเวณถัดเข้ามาด้านใน และไม่มีสนามแม่เหล็กเลยในส่วนตรงกลางแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กมีการวิ่งเคลื่อนที่ประสานกันระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสอง โดยวิ่งเคลื่อนที่จากขั้วเหนือ (N) ไปยังขั้วใต้ (S) การวิ่งเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Line of Force) ขึ้นมารอบแท่งแม่เหล็ก การทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กด้วยผงเหล็ก และการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็ก แสดงดังภาพที่ 6.2

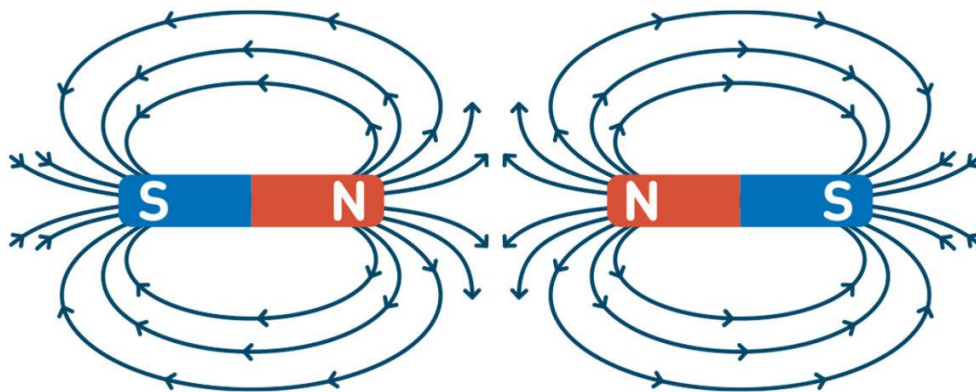


ก. ความเข้มสนามแม่เหล็ก



ข. การเคลื่อนที่สนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) มีคุณสมบัติตรงข้ามกัน เส้นแรงแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) วังเคลื่อนที่ออก ส่วนเส้นแรงแม่เหล็กขั้วใต้ (S) วังเคลื่อนที่เข้า ทำให้ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันเกิดการผลักกันและขั้วแม่เหล็ก ต่างกันเกิดการดูดกัน คุณสมบัติดังกล่าวเหมือนกับคุณสมบัติของประจุไฟฟ้า คุณสมบัตินี้สามารถนำไปใช้ผลิตมอเตอร์ได้ การผลักกันและการดูดกัน แสดงภาพที่ 6.3



ก. การผลักกัน

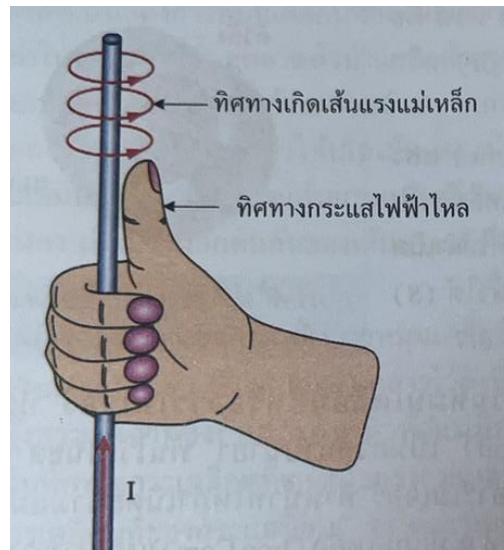
ข. การดูดกัน

เส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นที่ขั้วแม่เหล็กสองแท่งไม่มีการตัดกัน แต่จะดูดกันหรือผลักกันเท่านั้น ทำให้เกิดจุดสะเทิน (Neutral Point) ขึ้นระหว่างแท่งแม่เหล็ก จุดสะเทินเป็นจุดที่เส้นแรงแม่เหล็กหักล้างกันหมด ไม่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กบริเวณนี้ (ความเข้มเป็นศูนย์) ปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งของแท่งแม่เหล็กไปยังอีกขั้วหนึ่งเรียกว่า ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) วัดออกมาได้เป็นหน่วยเวเบอร์ (Weber : Wb) การหาความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux Density) เป็นการวัดจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตกตั้งฉากที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง มีหน่วยเป็นเวเบอร์ต่อตารางเมตร

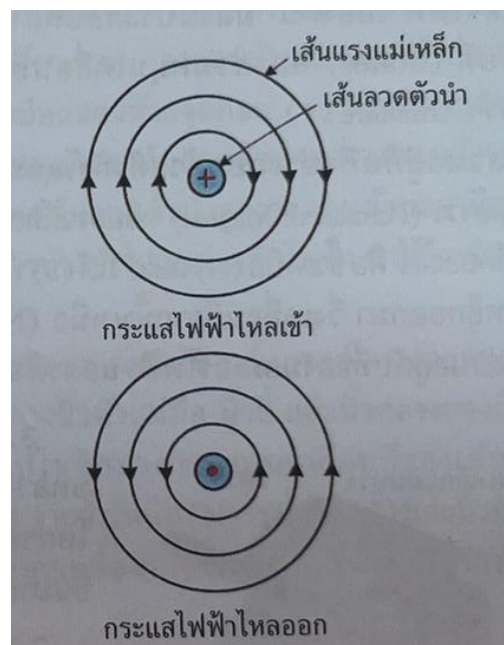
5.2 แม่เหล็กไฟฟ้า

แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ ชาวเดนมาร์กชื่อ ฮันส์ คริสเตียน เออร์สเตด (Hans Christian Oersted) สรุปผลการทดลองครั้งนี้ได้ว่า “เมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ เส้นลวดตัวนำนั้น” ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำเกิดขึ้นเป็นลักษณะวงกลม ล้อมรอบเส้นลวดตัวนำในแนวตั้งฉากกับเส้นลวดตัวนำ

การหาทิศทางการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำทำได้โดยใช้กฎมือขวากล่าวไว้ดังนี้ “ใช้มือขวากำรอบเส้นลวดตัวนำ โดยให้นิ้วหัวแม่มือขนานไปกับเส้นลวดตัวนำ นิ้วหัวแม่มือ จะแสดงทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสนิยม นิ้วทั้ง 4 ที่กำรอบ เส้นลวดตัวนำจะชี้ทิศทางเกิดสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำนั้น” (ถ้าใช้กระแสอิเล็กทรอนิกส์ไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกให้ใช้มือซ้ายแทน) ทิศทางเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำและวิธีหา แสดงดังภาพที่ 6.4



ก. การหาทิศทางการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบเส้นตัวนำ



ข. ภาพหน้าตัดแสดงการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำ ตามทิศทางไหลของกระแสนิยม

ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมา เปลี่ยนแปลงไปตามส่วนประกอบ ดังนี้

1. ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแกนรองรับขดลวดตัวนำ มีผลต่อความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นแตกต่างกันใช้แกนอากาศให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กน้อย ใช้แกนที่ทำมาจากสารเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กมาก เช่น เหล็ก เพอร์ไรต์ และโคบอลต์ เพราะสารเฟอร์โรแมกเนติกสามารถเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นในตัวเองได้ เมื่อมีการชักนำอำนาจแม่เหล็กให้ช่วยเสริมอำนาจแม่เหล็กในขดลวดตัวนำ
2. ขนาดของแกนรองรับที่นำมาใช้งาน แกนขนาดเล็กให้สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นน้อย แกนขนาดใหญ่ให้ สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมาก
3. จำนวนรอบของการพันขดลวดตัวนำ พันรอบน้อยสนามแม่เหล็กเกิดน้อย พันรอบมากสนามแม่เหล็กเกิดมาก
4. ปริมาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ กระแสไฟฟ้าไหลน้อยสนามแม่เหล็กเกิดน้อย กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากสนามแม่เหล็กเกิดมาก

5.3 โครงสร้างมอเตอร์เบื้องต้น

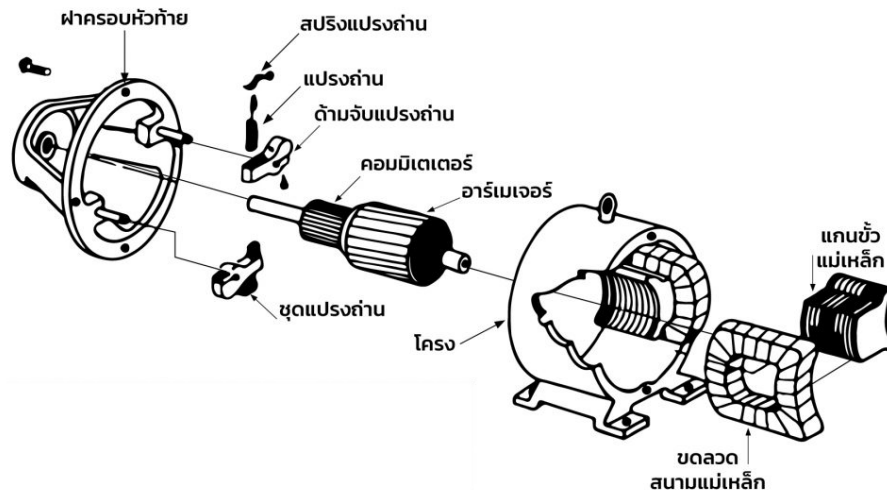
มอเตอร์หรือเครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ทำงานด้วยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้การผลัดกันของสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดการหมุนเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งในบ้านเรือน และในงานอุตสาหกรรมโดยนำไปร่วมใช้งานในอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด มอเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ามีชื่อเรียกว่า มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) รูปร่างมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 6.5



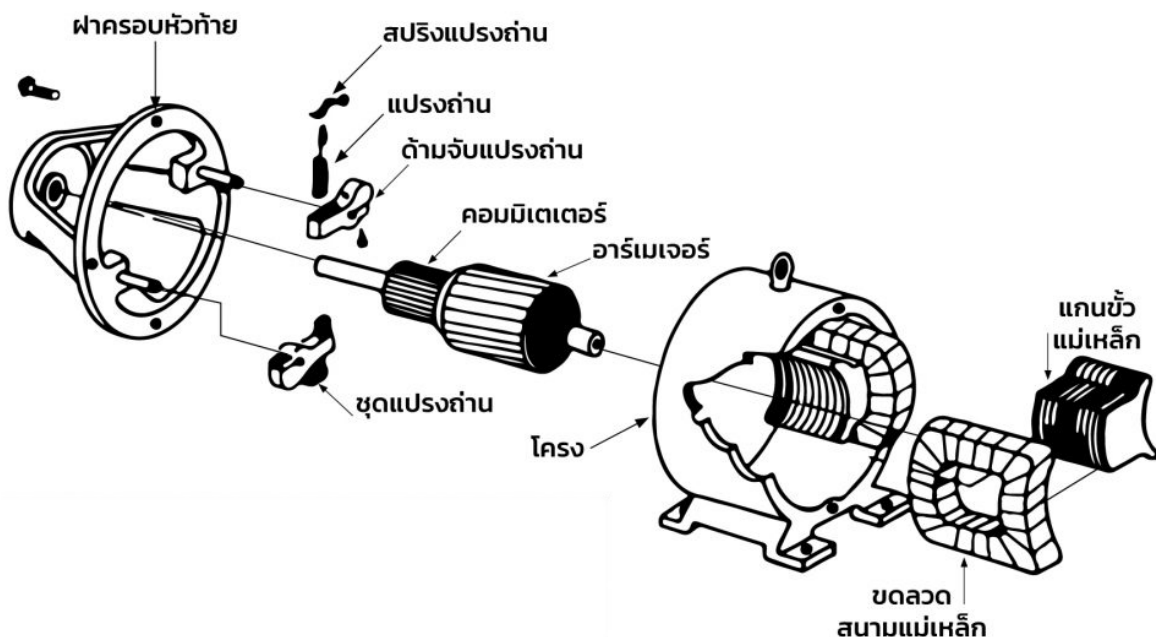
มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก

มอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนอยู่กับที่ (Stator) และส่วนหมุนเคลื่อนที่ (Rotor) หรือ อาร์เมเจอร์ (Armature)

1. ส่วนอยู่กับที่ (Stator) ประกอบด้วย โครงเครื่อง (Frame) แกนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดสนามแม่เหล็ก มีขั้วแม่เหล็กสองขั้ว คือขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กออกมาวิ่งเคลื่อนที่จากขั้วเหนือ (N) ไปขั้วใต้ (S) แปร่งถ่านพร้อมชุดยึดแปร่งถ่าน และฝาครอบหุ้มท้ายโครงสร้างส่วนอยู่กับที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 6.6

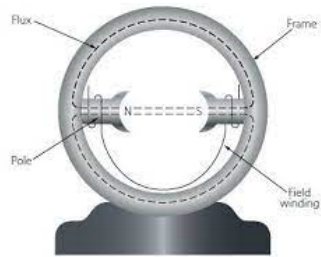


3.2 ส่วนที่เคลื่อนที่หรืออาร์เมเจอร์ ประกอบด้วย ขดลวด (Coil) เป็นลวดอาบนํ้ายา พันไว้เป็นขด ๆ จัดเรียงไว้ โดยรอบในอาร์เมเจอร์ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาเป็นจังหวะมีแกนเหล็ก (Iron Core) แผ่นบางวางซ้อนกันเป็นฐานรองรับขดลวด และช่วยเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กไฟฟ้าของส่วนเคลื่อนที่ให้มีคามเข้มข้นสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น และมีคอมมิเตอร์ (Commutator) เป็นปลายขั้วต่อขดลวดเคลื่อนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาเพื่อจ่ายไปยังขดลวดเคลื่อนที่ที่ทำให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา เกิดแรงผลักดันของสนามแม่เหล็กส่งผลให้มอเตอร์หมุนส่วนหมุนเคลื่อนที่ของ มอเตอร์ไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 6.7

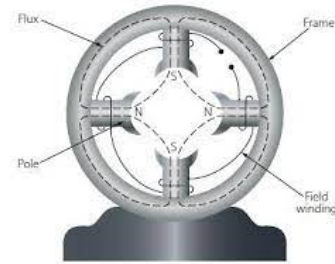


หน้าที่และส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. โครงเครื่องหรือกรอบโครง (Frame) มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลวง ซึ่งโครงเครื่องทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นที่โค้งงอเป็นรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมยึดรอยต่อเข้าด้วยกัน หน้าที่ของโครงเครื่องคือห่อหุ้มส่วนต่าง ๆ และรับแรงทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นส่วนทางเดินของวงจรแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 6.8

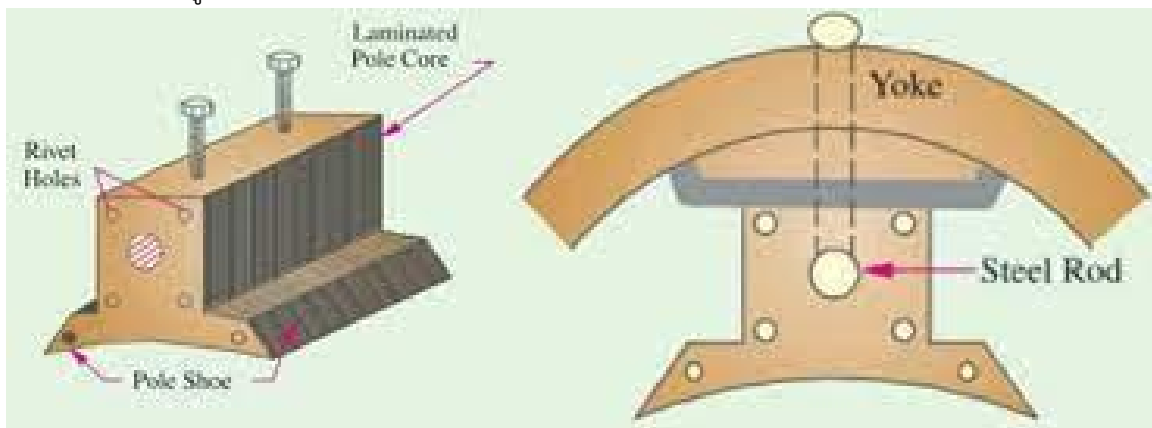


(ก) ทางเดินของวงจรแม่เหล็กแบบ 2 ขั้ว



(ข) ทางเดินของวงจรแม่เหล็กแบบ 4 ขั้ว

2. แกนของขั้วแม่เหล็ก ทำจากแผ่นเหล็กลามิเนต (Laminated sheet steel) อัดซ้อนกันจนเป็นแกนขั้วแม่เหล็ก ด้านหน้าจะมีลักษณะโค้งงอตามความโค้งของอาเมเจอร์ เพื่อให้ช่องว่าง (air gap) ระหว่างแท่งขั้วแม่เหล็กและอาเมเจอร์มีน้อยที่สุด แกนขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่สร้างเส้นแรงแม่เหล็กร่วมกับขดลวดสนามแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 6.9

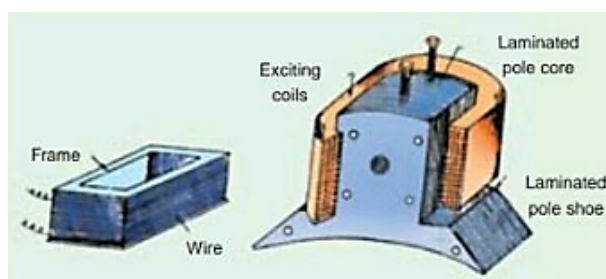
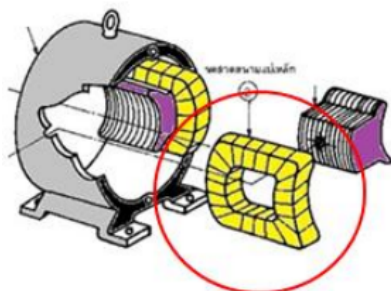


รูปที่ 1 แกนของขั้วแม่เหล็กทำจากแผ่นเหล็กลามิเนตอัดซ้อนกันจนเป็นแกนขั้วแม่เหล็ก

3. ขดลวดสนามแม่เหล็ก ทำจากขดลวดทองแดงหุ้มฉนวนพันรอบแกนขั้วแม่เหล็กและติดตั้งภายในรอบตัวโครงของเครื่องกลไฟฟ้า โดยยึดด้วยสกรูผ่านแท่งขั้วแม่เหล็ก มี 2 ชนิด คือ

1. ขดลวดสนามแม่เหล็กแบบอนุกรม (Series field winding)
2. ขดลวดสนามแม่เหล็กแบบชัณฑ์ (Shunt field winding)

แสดงดังรูปที่ 6.10



(ก) ขดลวดสนามแม่เหล็กทั้ง 2 ชนิด

(ข) ขดลวดสนามแม่เหล็กเมื่อสวมลงบนแกนขั้ว

4. แปร่งถ่านและชุดยึดแปร่งถ่าน ทำมาจากคาร์บอนและแกรไฟต์ ทำหน้าที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าที่ออกจากซีคอมมิวเตเตอร์ไปยังโพล โดยแปร่งถ่านจะสัมผัสกับผิวหน้าของคอมมิวเตเตอร์ แสดงดังรูปที่ 6.11

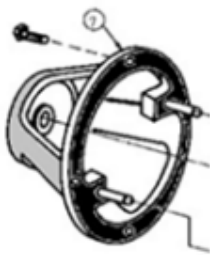


ก. แปร่งถ่าน



ข. ชุดยึดแปร่งถ่าน

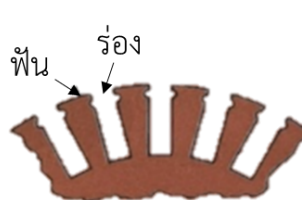
5. ฝาครอบหัวท้าย ทำจากเหล็กหล่อเช่นเดียวกับโครงเครื่องโดยที่ฝาปิดหัวท้าย มีตัลบลูกปืนยึดฝังอยู่ หน้าที่ของฝาปิดหัวท้ายก็คือทำหน้าที่รับแรงร่วมกับโครงเครื่อง แสดงดังรูปที่ 6.12



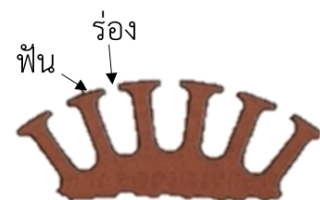
6. แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอนหนาประมาณ 0.5 มม. ผิวทั้งสองข้างฉาบด้วยฉนวนวานิช น้ำมาอัดซ้อนกันเป็นรูปทรงกระบอก เพื่อลดการสูญเสียเนื่องจากฮิสเทอรีซิสและกระแสไหลวนในแกนเหล็ก โดยผิวด้านนอกของทรงกระบอกทำเป็นร่อง (Slot) เรียงตามแนวเส้นรอบวงรอบนอกของแกนเหล็กเพื่อใช้ลงขดลวดอาร์เมเจอร์ แสดงดังรูปที่ 6.13



ก. แผ่นเหล็กของแกนอาร์เมเจอร์

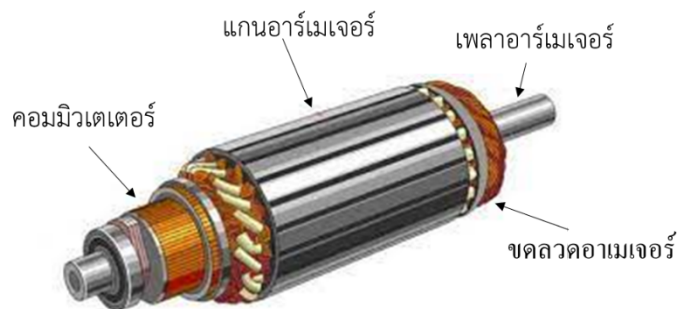


ข. ร่องแบบเปิด



ค. ร่องแบบกึ่งเปิด

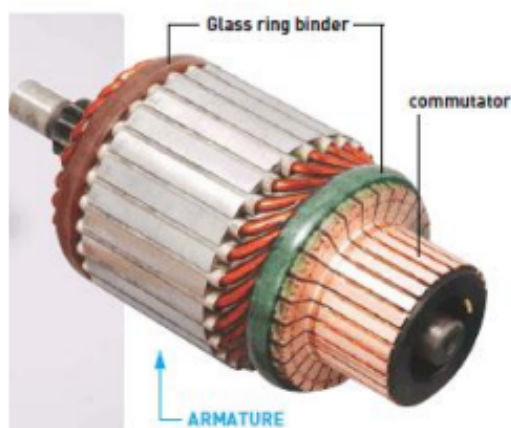
แผ่นเหล็กของแกนอาร์เมเจอร์แต่ละแผ่นจะเจาะรูตรงกลางสำหรับสอดเพลลา เพื่อนำพาแกนของอาร์เมเจอร์หมุนไป หน้าที่ของแกนอาร์เมเจอร์ คือเป็นที่ใส่ชุดขดลวดอาร์เมเจอร์และจะนำพาชุดขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก



แผ่นเหล็กของแกนอาร์เมเจอร์

7. ขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำจากขดลวดทองแดงอบน้ำยา ส่วนใหญ่จะพันให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการหรือพันขึ้นรูป (form winding) แล้วบรรจุใส่ในแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ขดลวดส่วนที่อยู่ในแกนเหล็กเรียกว่า คอยล์ไซด์ (coil side) ขดลวดส่วนที่ไม่ได้อยู่ในแกนเหล็กเรียกว่า คอยล์เอนด์ (coil end) ปัจจุบันจะพันขดลวดอาร์เมเจอร์ แบบแลพ และ แบบเวฟ หน้าที่ของขดลวดอาร์เมเจอร์คือ ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อหมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก

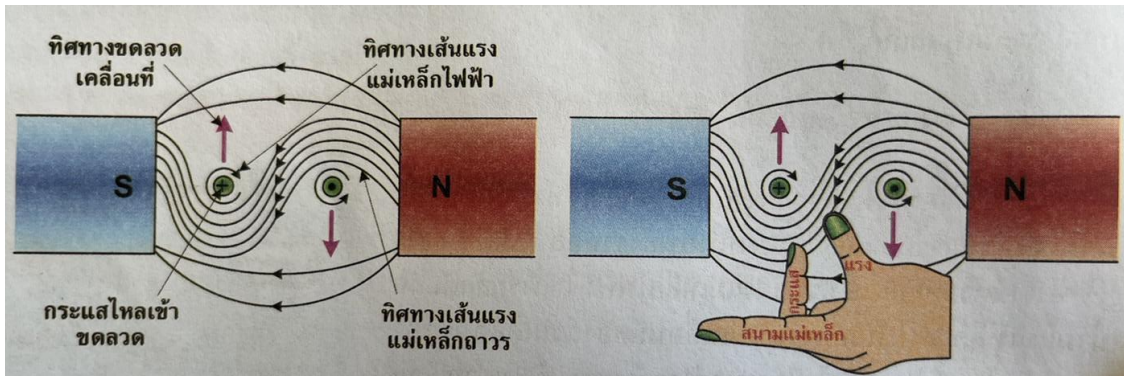
8. คอมมิวเตเตอร์ ทำจากแท่งทองแดงหลายๆ แท่ง คั่นกลางด้วยฉนวนไมกา ความหนาของซี่คอมมิวเตเตอร์ขึ้นกับพิกัดกำลังของเครื่องกลไฟฟ้า หน้าที่ของซี่คอมมิวเตเตอร์คือรองรับปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ และเรียงกระแสหรือเปลี่ยนแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง แสดงดังรูปที่ 6.14



โครงสร้างของคอมมิวเตเตอร์

5.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า อาศัยสนามแม่เหล็ก 2 ชุด คือ สนามแม่เหล็กถาวรและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดการผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ส่งผลให้เกิดการหมุนเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อนที่ทิศทางการหมุนขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กทั้ง 2 ชุด การหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 6.15



ก. ทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ

ข. ทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ
หาด้วยกฎมือซ้ายของเฟรมมิ่ง

จากภาพที่ 6.15 แสดงการหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า ภาพที่ 6.15 (ก) แสดงทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในอาร์เมเจอร์ ขดลวดตัวนำแสดงด้วยรูปหน้าตัดวงกลม วงกลมซ้ายมือแสดงด้วยกากบาท (+) เป็นทิศทางการเคลื่อนที่ที่เข้าขดลวดตัวนำ วงกลมขวามือแสดงด้วยจุดกลม (•) เป็นทิศทางการเคลื่อนที่ที่ออกจากขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบเส้นลวดตัวนำของวงกลมด้านซ้ายมือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และเกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบเส้นลวดตัวนำของวงกลมด้านขวามือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เกิดแรงผลักดันกันของเส้นแรงแม่เหล็กถาวรกับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนภาพที่ 6.15 (ข) แสดงทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในอาร์เมเจอร์ หาด้วยกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's Left Hand Rule) กล่าวไว้ดังนี้ “ให้กางนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือซ้ายออก โดยให้นิ้วทั้งสามตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิ้วหัวแม่มือจะชี้ไปในทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของเส้นลวดตัวนำ นิ้วชี้ให้ชี้ไปในทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กถาวร จากขั้วเหนือ (N) ไปขั้วใต้ (S) และนิ้วกลางให้ชี้ไป ในทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแส” จะได้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

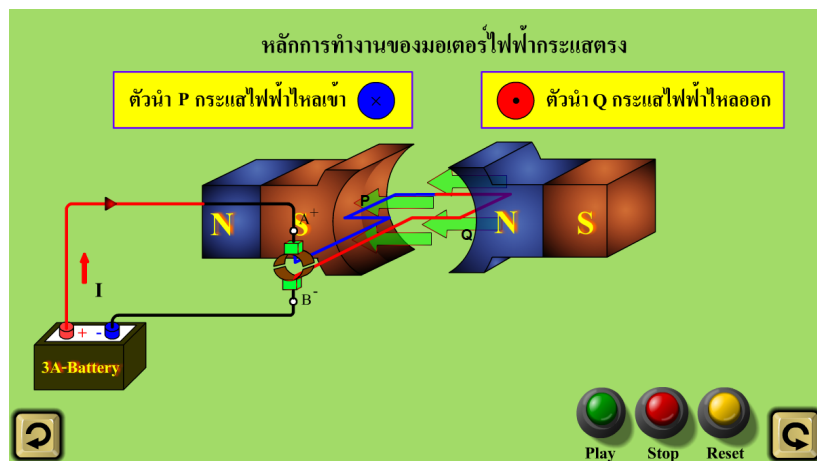
5.5 ประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ผลิตนำมาใช้งานแบ่งตามแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) มอเตอร์

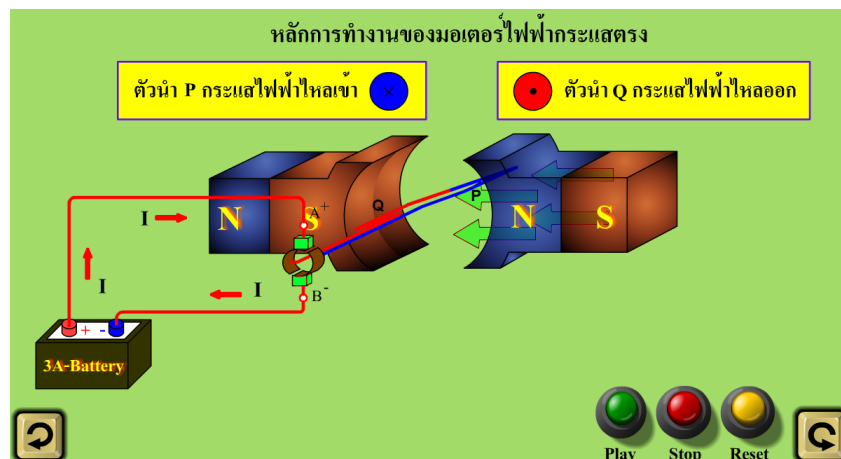
ไฟฟ้าแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันในส่วนองแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ตัวมอเตอร์ และโครงสร้างของส่วนประกอบแต่ยังคงมีหลักการทำงานเหมือนกันคือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือ มอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง มีชุดแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ชุดแม่เหล็กอยู่กับที่ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้า และชุดแม่เหล็กเคลื่อนที่ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กไฟฟ้า การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังภาพที่ 6.16



ก. ขณะขดลวดสีน้ำเงินอยู่ซ้ายมือ



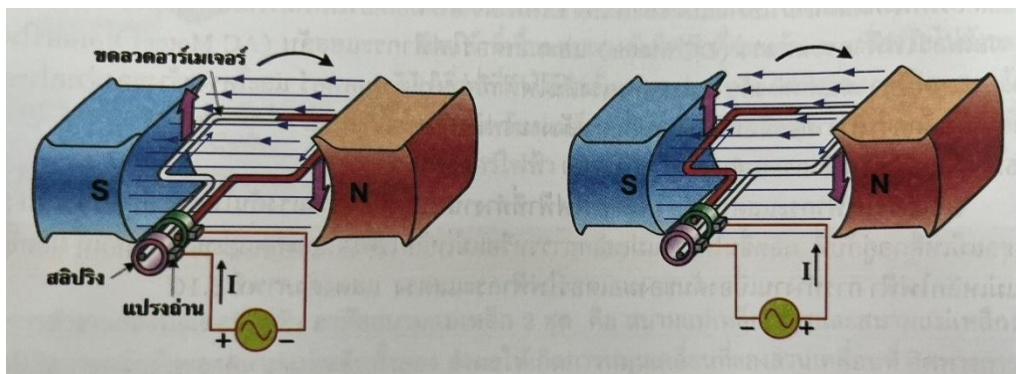
ข. ขณะที่ขดลวดสีน้ำเงินเคลื่อนที่หมุนตามเข็มนาฬิกาไปทางด้านขวา

จากภาพที่ 6.16 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ภาพที่ 6.16 (ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านสีน้ำเงินเป็นบวก (+) ด้านสีแดงเป็นลบ (-) ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร จากการใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่งหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีน้ำเงินหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีแดงหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่างเกิดการหมุนของขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนภาพที่ 6.16 (ข) ถึงแม่ขดลวดอาร์เมเจอร์จะหมุนเคลื่อนที่สลับตำแหน่ง มีการจ่ายแรงดันไฟตรงให้ ด้านสีน้ำเงินเป็นลบ (-) ด้านสีแดงเป็นบวก (+) เมื่อใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิงหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีแดงหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีน้ำเงินหมุนเคลื่อนที่ลง ด้านล่างเช่นเดิม ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ มอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ มีชุดแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ชุดแม่เหล็กที่อยู่กับที่ ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้า และชุดแม่เหล็กเคลื่อนที่ ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กไฟฟ้า การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แสดงดังภาพที่ 6.17



ก. ขณะขดลวดสี่ขั้วอยู่ซ้ายมือ

ข. ขณะขดลวดสี่ขั้วอยู่ขวามือ

จากภาพที่ 6.17 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ภาพที่ 6.17 (ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟสลับให้สลิตปรังผ่านไปขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านสีขาวเป็นบวก (+) ด้านสีแดงเป็นลบ (-) ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร จากการใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิงหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีขาวหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีแดงหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่างเกิดการหมุนของขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนภาพที่ 6.17 (ข) เมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่สลับตำแหน่ง เป็นเวลาเดียวกับการจ่ายแรงดันไฟสลับให้สลิตปรังเกิดการสลับขั้ว โดยจ่ายแรงดันไฟสลับให้ด้านสีขาวเป็นลบ (-) ด้านสีแดงเป็นบวก (+) เมื่อใช้ กฎมือซ้ายของเฟลมมิงหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีแดงหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีขาวหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่างเช่นเดิม ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหมุนทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

5.6 การควบคุมมอเตอร์

การควบคุมมอเตอร์ (Motor Control) คือ การบังคับให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ โดยขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการทำงานและการใช้งานจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ชนิดและขนาดของมอเตอร์ที่ใช้งาน การออกแบบระบบ การติดตั้ง การบำรุงรักษา และการเลือกใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ที่เหมาะสม เพื่อให้มีความเหมาะสม ทนทาน และปลอดภัยกับเครื่องจักรและผู้ปฏิบัติงาน การควบคุมมอเตอร์มีส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.6.1 ระบบการทำงานของมอเตอร์

ระบบการทำงานของมอเตอร์ ระบบการทำงานที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปมีส่วนร่วมในการทำงาน จำเป็นต้องกำหนดจุดประสงค์ของ การใช้มอเตอร์ในการทำงานเพื่อให้เกิดคุณภาพและความปลอดภัย มีส่วนประกอบดังนี้

1. การเริ่มหมุนและการหยุดหมุน (Starting and Stopping) เป็นความต้องการเบื้องต้นในการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งมีความยุ่งยากจากความต้องการใช้งานแตกต่างกัน เช่น การเริ่มหมุนช้าหรือเร็ว การเริ่มหมุนแบบมีภาระน้อยหรือมาก การหยุดหมุนแบบทันทีหรือค่อย ๆ หยุดหมุน และการหยุดหมุนในตำแหน่งที่ต้องการ
2. การควบคุมการหมุนและความเร็วในการหมุน (Motor and Speed Control) เป็นการควบคุม การหมุนทำงานของมอเตอร์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งตัวมอเตอร์และผู้ใช้งานโดยการควบคุมให้มอเตอร์มีความเร็วที่เหมาะสมและถูกต้องตามความต้องการ
3. การควบคุมการกลับทิศทางการหมุน (Reversing) เป็นการปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้เป็นทิศตรงข้ามตามความต้องการ หรือการหมุนกลับไปกลับมาตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้การควบคุมด้วยมือหรือการควบคุมโดยอัตโนมัติ
4. การทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน (Safety of Operator) เป็นการติดตั้งระบบควบคุม ความปลอดภัยในการทำงานของมอเตอร์ มีอุปกรณ์ปกป้องกันในส่วนที่มีการหมุนเคลื่อนที่ต่างๆ ให้มิดชิด รวมถึงมีการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยมาเป็นอันดับแรก (Safety First)
5. การป้องกันความเสียหาย (Damage Protection) เป็นการติดตั้งระบบป้องกันความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นในระบบการทำงาน ทั้งตัวเครื่องจักรที่ทำงานร่วมกับมอเตอร์ วัสดุชิ้นส่วนที่อยู่ในสายการผลิต รวมถึงตัวมอเตอร์เอง เช่น การป้องกันความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์เกินพิกัด การป้องกันมอเตอร์ทำงาน เกินภาระงาน และการป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์

5.6.2 ลักษณะการควบคุมมอเตอร์

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงาน เมื่อแบ่งตามลักษณะการสั่งอุปกรณ์ควบคุมเพื่อให้มอเตอร์ทำงาน แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1. แบบการควบคุมด้วยมือ (Manual Control) เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงาน โดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงาน ซึ่งส่วนมากการสั่งงานให้ระบบกลไกทำงานนี้จะใช้คนเป็นผู้สั่งงาน ตัวมอเตอร์จะถูกควบคุมจากการสั่งงานด้วยมือของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยการควบคุมผ่านอุปกรณ์สวิตช์ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด เช่น สวิตช์นิรภัย (Safety Switch) สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) สวิตช์ก้านโยก (Toggle Switch) และสวิตช์ก้านหมุน (Rotary Switch) ตัวสวิตช์เหล่านี้ถูกต่อไปยังวงจรมอเตอร์โดยตรง สวิตช์แบบต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 6.18



ก. สวิตช์ปุ่มกด



ข. สวิตช์ก้านโยก



ค. สวิตช์ก้านหมุน

2. แบบการควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Control) เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงาน เช่นเดียวกับแบบควบคุมด้วยมือมีส่วนแตกต่างที่การควบคุมของผู้ปฏิบัติงานผ่านสวิตช์ควบคุม ซึ่งสวิตช์ควบคุมไม่ได้ถูกต่อไปยังวงจรมอเตอร์โดยตรง แต่ต่อไปยังแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) หรือรีเลย์ (Relay) เป็นสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ทำงานเมื่อมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าส่งไปควบคุมหน้าสัมผัสสวิตช์ให้ตัดหรือต่อตามต้องการ ซึ่งสวิตช์แม่เหล็กถูกต่อเข้าวงจรมอเตอร์โดยตรง ตัวสวิตช์แม่เหล็กจะทำหน้าที่ควบคุมให้มอเตอร์ทำงานแทน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานสั่งให้มอเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงาน โดยสั่งผ่านอุปกรณ์สวิตช์ไปควบคุมให้สวิตช์แม่เหล็กควบคุมให้มอเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงานแทนสวิตช์แม่เหล็ก แสดงดังภาพที่ 6.19



ก. รีเลย์



ข. แมกเนติกคอนแทกเตอร์

3. แบบการควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงานเอง โดยอัตโนมัติตามอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) หรือตัวแปลง (Transducer) ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามต้องการ คอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งนั้น ๆ ไปสั่งให้มอเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงานได้เอง โดยผู้ปฏิบัติงานเพียงจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรมอเตอร์ในครั้งแรกเท่านั้น อุปกรณ์ตรวจจับหรือตัวแปลงมีหลายชนิดแตกต่างกัน เช่น สวิตช์ลูกลอย (Float Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของเหลว ทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์ลูกลอยตัดหรือต่อส่งผลไปควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน สวิตช์อุณหภูมิ (Temperature Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ อุณหภูมิถึงพิกัดที่กำหนดทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์อุณหภูมิตัด หรือต่อไปควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน และสวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดความดันของเหลวหรือแก๊ส ทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์ความดันตัดหรือต่อไปควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน อุปกรณ์ตรวจจับหรือตัวแปลงแบบต่าง ๆ

5.6.3 วงจรควบคุมมอเตอร์

วงจรควบคุมมอเตอร์ คือ การนำอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาต่อวงจรเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตามวงจรที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัยในการทำงาน วงจรควบคุมมอเตอร์แบบเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ 6.20



ก. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ข. สวิตช์สตาร์ท



ค. คอนแทกเตอร์

และโอเวอร์โหลดรีเลย์



ง. มอเตอร์

บันทึกการสอน

วิธีการสอนและกิจกรรม	- บรรยายเนื้อหาหน่วยเรียนประกอบสื่อ PowerPoint - ให้นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็นและสรุปทเรียน	
สื่อการสอน	เอกสารประกอบการสอน	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 5 จำนวน 15 หน้า
	สื่อประกอบการสอนสัปดาห์ที่ 1	PowerPoint หน่วยที่ 5 จำนวน หน้า
งานที่มอบหมาย	1. ให้นักศึกษาทำใบงาน 2. ให้นักศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน 3. ให้นักศึกษาค้นคว้าข้อมูลในเรื่องที่จะเรียนถัดไป	
การวัดผล	1. การส่งใบงาน 2. สังเกตจากพฤติกรรมและความสนใจในชั้นเรียน 3. ถามตอบระหว่างเรียน	
หมายเหตุ:		

