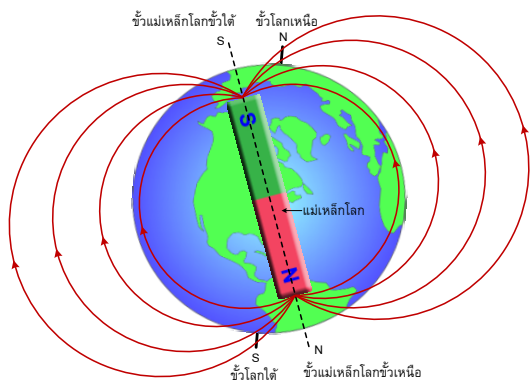


ใบเนื้อหา เรื่อง มอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น

6.1 แม่เหล็กถาวร

แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) เป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีความสามารถดึงดูดโลหะจำพวกเหล็กได้ แสดงสถานะเป็นแม่เหล็กตลอดเวลา ในแม่เหล็กหนึ่งแท่งมีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือ **ขั้วเหนือ (North Pole) หรือ ขั้ว N** และ **ขั้วใต้ (South Pole) หรือ ขั้ว S** เกิดขึ้นที่ปลายแต่ละด้านของแท่งแม่เหล็ก เมื่อนำมาห้อยแขวนด้วยเชือก แท่งแม่เหล็กสามารถหมุนได้อย่างอิสระ แต่จะชี้ไปในทิศทางเดิมตลอดเวลา โดยชี้ไปในแนวสนามแม่เหล็กโลก โดยขั้วแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ (N) จะชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ (N) และขั้วแม่เหล็กถาวรขั้วใต้ (S) จะชี้ไปทางขั้วโลกใต้ (S) แม่เหล็กถาวรที่ผลิตมาใช้งานมีรูปร่างแตกต่างกันไปมากมาย ตามความต้องการในการใช้งาน ลักษณะสนามแม่เหล็กโลก และรูปร่างแม่เหล็กถาวรแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 6.1



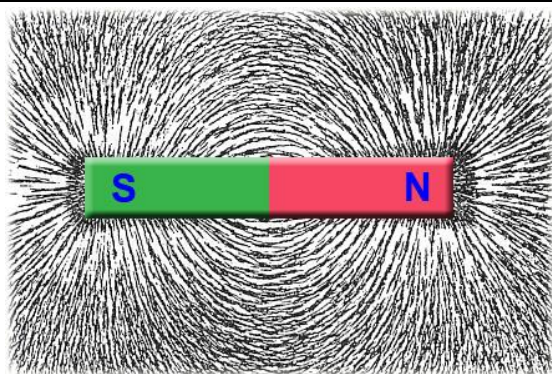
(ก) สนามแม่เหล็กโลก



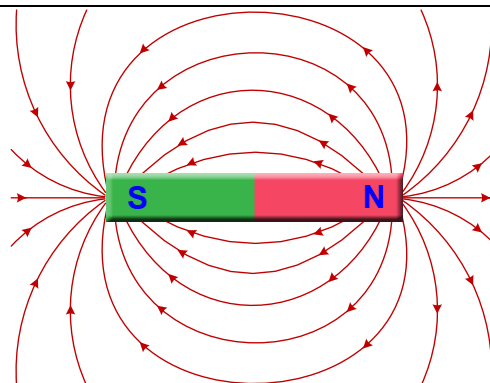
(ข) แม่เหล็กถาวรแบบต่างๆ

รูปที่ 6.1 สนามแม่เหล็กโลกและแม่เหล็กถาวร

แท่งแม่เหล็กถาวรแต่ละแท่งจะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) แฝงอกรอบตัวเอง สนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงบริเวณตอนปลายขั้วแท่งแม่เหล็กทั้งสอง ความเข้มสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ ลดน้อยลงในบริเวณก้นเข้ามาด้านใน และไม่มีสนามแม่เหล็กเลยในส่วนตอนกลางแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กมีการวิ่งเคลื่อนที่ประสานกันระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสอง โดยวิ่งเคลื่อนที่จากขั้วเหนือ (N) ไปยังขั้วใต้ (S) การวิ่งเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Line of Force) ขึ้นมารอบแท่งแม่เหล็ก การทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กทำได้โดยโรยผงเหล็กให้รอบแท่งแม่เหล็กถาวร จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบแท่งแม่เหล็ก การเกิดสนามแม่เหล็กจากผงเหล็ก และการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 6.2



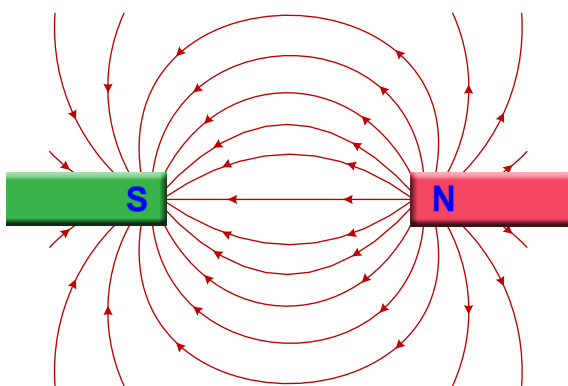
(ก) การเกิดสนามแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็ก



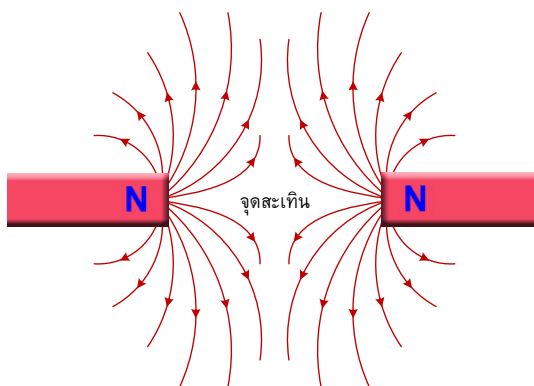
(ข) สนามแม่เหล็กในรูปเส้นแรงแม่เหล็ก

รูปที่ 6.2 สนามแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) มีคุณสมบัติตรงข้ามกัน โดยมีเส้นแรงแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) วิ่งเคลื่อนที่ออก ส่วนเส้นแรงแม่เหล็กขั้วใต้ (S) วิ่งเคลื่อนที่เข้า ทำให้ขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันเกิดการดูดกัน และขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกันเกิดการผลักกัน คุณสมบัติดังกล่าวเหมือนกับคุณสมบัติของประจุไฟฟ้า นำคุณสมบัตินี้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าได้ การดูดกันและการผลักกันของขั้วแม่เหล็กถาวรแสดงดังรูปที่ 6.3



(ก) ขั้วแม่เหล็กต่างกันดูดกัน



(ข) ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันผลักกัน

รูปที่ 6.3 การดูดกันและผลักกันของขั้วแม่เหล็กถาวร

เส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นที่ขั้วแม่เหล็กถาวรสองแท่ง ไม่มีการตัดกัน แต่จะเกิดการดูดกันหรือผลักกันเท่านั้น ในกรณีที่แท่งแม่เหล็กถาวรสองแท่งเกิดการผลักกัน จะทำให้เกิดจุดสะเทิน (Neutral Point) ขึ้นระหว่างแท่งแม่เหล็กทั้งสอง จุดสะเทินนี้เป็นจุดที่เส้นแรงแม่เหล็กหักล้างกันหมดไป ไม่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กในบริเวณนี้ คือมีความเข้มเป็นศูนย์

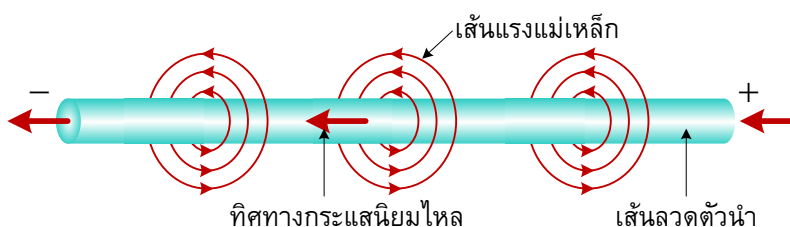
ปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ไปยังอีกขั้วหนึ่งเรียกว่า **ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux)** วัดค่าออกมาได้เป็นหน่วย เวเบอร์ (Weber ; Wb) ในบริเวณที่มีฟลักซ์แม่เหล็กหนาแน่นมาก เป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีค่ามาก

ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux Density) หรือค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก มีค่าเท่ากับ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่เส้นแรงแม่เหล็กพุ่งผ่านในแนวตั้งฉากที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง มีหน่วยเป็น เวเบอร์ต่อตารางเมตร (Wb/m^2) หรือเทสลา (Tesla ; T)

6.2 แม่เหล็กไฟฟ้า

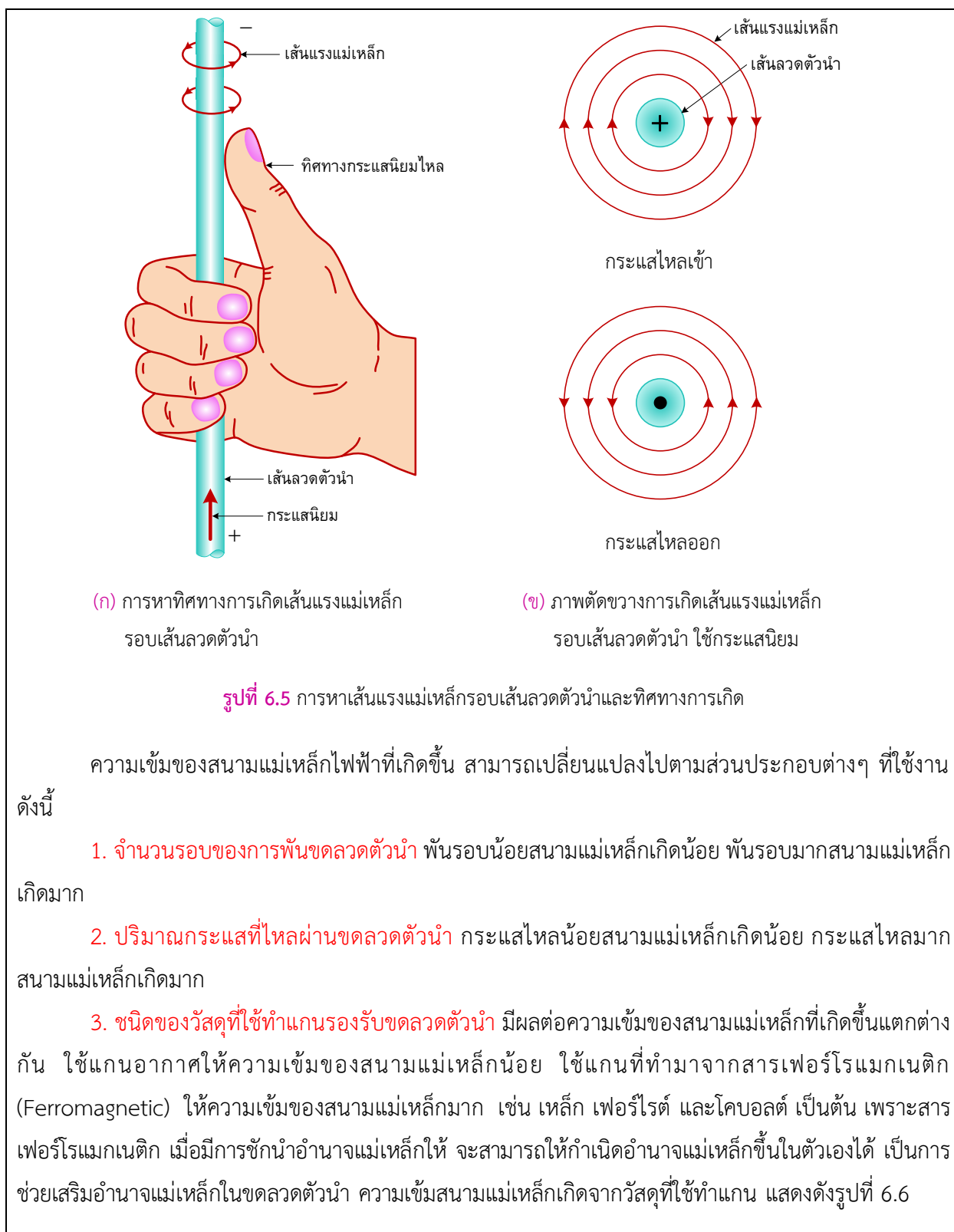
นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนชื่อ ฮันส์ คริสเตียน เออร์สเตด (Hans Christian Oersted) ได้ค้นพบความสัมพันธ์อย่างหนึ่งโดยบังเอิญ ขณะที่เขาทำการทดลองปล่อยกระแสผ่านเข้าไปในเส้นลวดตัวนำเส้นหนึ่ง และมีเข็มทิศวางอยู่ใกล้ๆ กับเส้นลวดที่มีกระแสไหลผ่าน เข้มทิศเกิดการบ่ายเบนไปจากแนวเดิม เออร์สเตดทดลองกลับทิศทางการไหลของกระแส เข้มทิศก็เกิดการบ่ายเบนไปอีกเช่นกัน โดยมีทิศทางตรงข้ามกับครั้งแรก

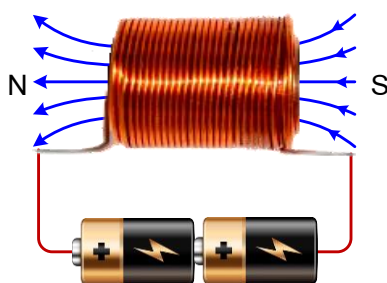
เออร์สเตดสรุปผลการทดลองในครั้งนี้ไว้ว่า **“เมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบเส้นลวดตัวนำนั้น”** ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำ เกิดขึ้นเป็นลักษณะวงกลมล้อมรอบเส้นลวดตัวนำ ในแนวตั้งฉากกับเส้นลวดตัวนำ ลักษณะการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำ แสดงดังรูปที่ 6.4



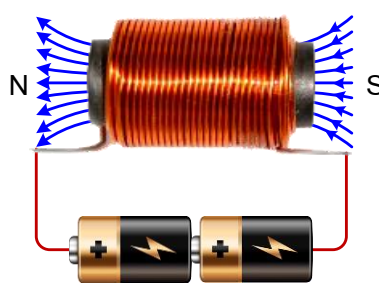
รูปที่ 6.4 การเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำ

การหาทิศทางการเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำ ทำได้โดยใช้กฎมือขวากล่าวไว้ดังนี้ **“ใช้มือขวากำรอบเส้นลวดตัวนำ โดยให้นิ้วหัวแม่มือชี้ขนานไปกับเส้นลวดตัวนำ นิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสนิยม (กระแสไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบ) นิ้วทั้ง 4 ที่กำรอบเส้นลวดตัวนำ จะชี้ทิศทางการเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก และสนาม แม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำนั้น”** (ถ้าใช้กระแสนิยม ไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกให้ใช้มือซ้ายแทน) การหาเส้นแรงแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำและทิศทางการเกิด แสดงดังรูปที่ 6.5





(ก) แกนอากาศสนามแม่เหล็กเกิดน้อย



(ข) แกนเฟอร์โรแมกเนติกสนามแม่เหล็กเกิดมาก

รูปที่ 6.6 ความเข้มสนามแม่เหล็กเกิดจากวัสดุที่ใช้ทำแกน

4. ขนาดของแกนรองรับขดลวดตัวนำที่นำมาใช้งาน แกนมีขนาดเล็กให้กำเนิดสนาม แม่เหล็กขึ้นมาน้อย แกนมีขนาดใหญ่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมามาก

6.3

มอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) คือ เครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางทั้งในงานอุตสาหกรรม และตามที่อยู่อาศัย ถูกนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องจักรกล เครื่องมือและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มากมาย ถึงประมาณ 80 – 90 % ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้าแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 6.7

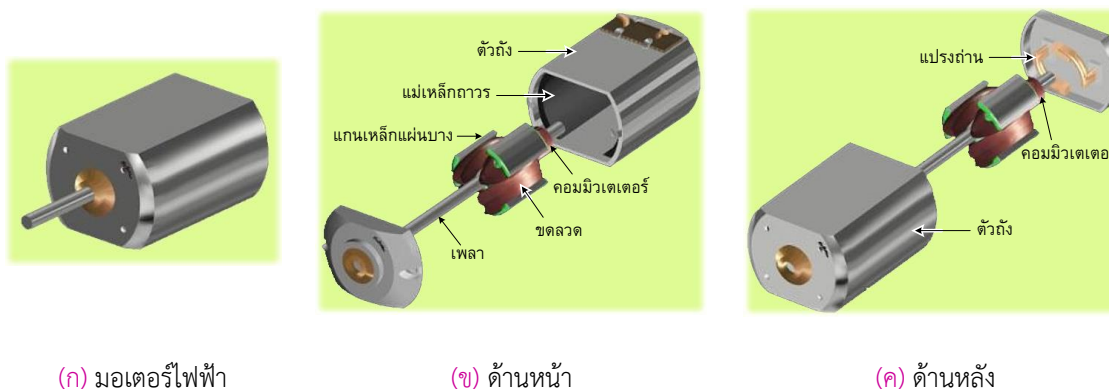


รูปที่ 6.7 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบต่างๆ

มอเตอร์ไฟฟ้า มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนอยู่กับที่ (Stator) และส่วนหมุนเคลื่อนที่ (Rotor) หรืออาจเรียกว่า อาร์เมเจอร์ (Armature)

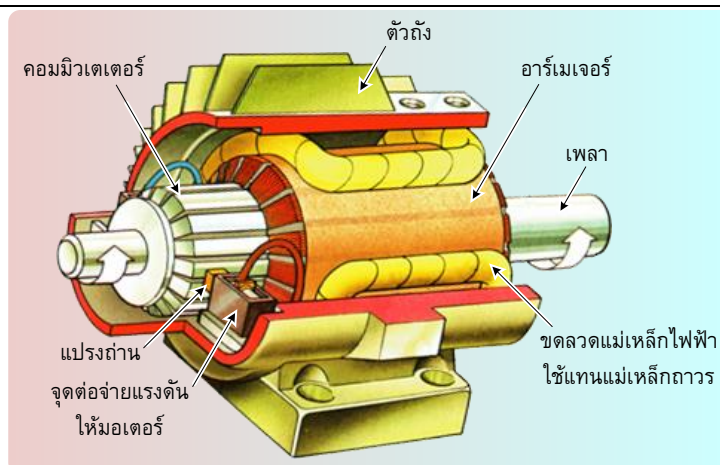
1. ส่วนอยู่กับที่ เป็นส่วนที่ถูกยึดติดตายตัวอยู่กับที่ ประกอบด้วยตัวถังโลหะ (Frame) ชุดแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) หรืออาจใช้เป็นชุดแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) ก็ได้มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กออกมา วงเคลื่อนที่จากขั้วเหนือ (N) ไปขั้วใต้ (S) และชุดแปรงถ่าน (Brush) ใช้เป็นจุดจ่ายแรงดันให้ส่วนหมุนเคลื่อนที่ โครงสร้างส่วนอยู่กับที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 6.8

2. ส่วนหมุนเคลื่อนที่ หรืออาร์เมเจอร์ เป็นส่วนที่หมุนเคลื่อนที่ภายในมอเตอร์ เมื่อจ่ายแรงดันเข้ามา ประกอบด้วยขดลวด (Coil) เป็นลวดอาบฉนวนยา พันไว้เป็นขดๆ จัดเรียงไว้โดยรอบในอาร์เมเจอร์ ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาเป็นจังหวะ มีแกนเหล็ก (Iron Core) แผ่นบางวางซ้อนกันเป็นฐานรองรับขดลวด และช่วยเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กไฟฟ้าของส่วนเคลื่อนที่ ให้มีความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น และมีคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) เป็นปลายขั้วต่อขดลวดเคลื่อนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อแรงดันที่จ่ายเข้ามาจากแปรงถ่าน เพื่อจ่ายไปยังขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา เกิดแรงผลักดันของสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้มอเตอร์หมุน ส่วนหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 โครงสร้างส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้า

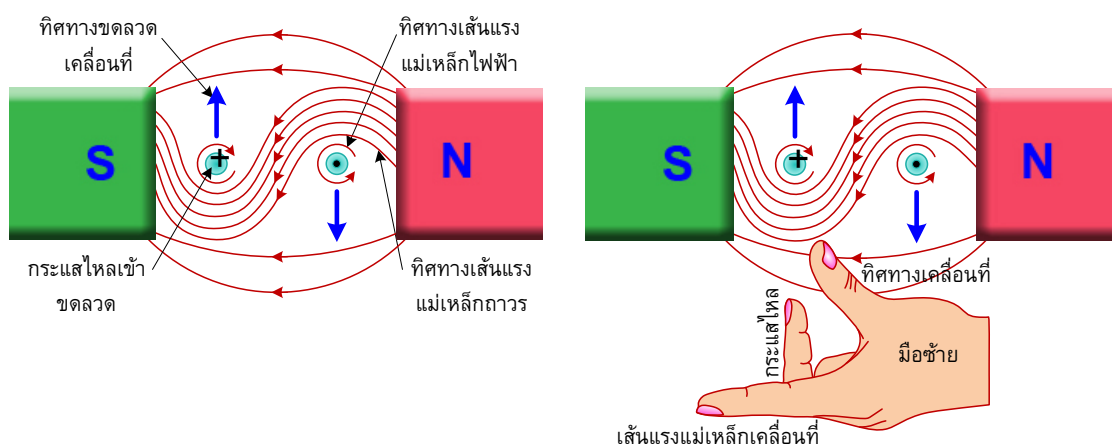
มอเตอร์ไฟฟ้าที่ผลิตมาใช้งานมีชุดแม่เหล็กอยู่กับที่ที่ใช้ในการทำงาน 2 แบบ คือ แบบใช้แม่เหล็กถาวร นิยมใช้งานกับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก และแบบใช้แม่เหล็กไฟฟ้า นิยมใช้งานกับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เพราะมีความสะดวกต่อการผลิต การนำไปใช้งาน และการบำรุงรักษา โดยเปลี่ยนจากการใช้แท่งแม่เหล็กถาวร มาเป็นขดลวดพันไว้เป็นขดๆ วางไว้โดยรอบแทนที่แม่เหล็กถาวร แม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดอำนาจแม่เหล็กเมื่อมีแรงดันจ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้า โครงสร้างส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 โครงสร้างส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า

6.4 การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนเคลื่อนที่ จะต้องอาศัยสนามแม่เหล็กในการทำงาน 2 ชุด คือ สนามแม่เหล็กถาวร และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำให้เกิดการผลักระหว่างกันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ส่งผลให้เกิดการหมุนเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อนที่ ทิศทางการหมุนของส่วนเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็ก และขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นของสนามแม่เหล็กทั้ง 2 ชุด การหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 6.10



(ก) ทิศทางหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ

(ข) ทิศทางหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำหาได้ด้วยกฎมือซ้ายของเฟลมมิง

รูปที่ 6.10 การหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 6.10 แสดงการหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า รูปที่ 6.10 (ก) แสดงทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในอาร์เมเจอร์ ขดลวดตัวนำถูกแสดงด้วยรูปหน้าตัดวงกลม วงกลมซ้ายมือแสดงด้วยกากบาท (+) เป็นทิศทางการกระแสนิยมเคลื่อนที่เข้าขดลวดตัวนำ วงกลมขวามือแสดงด้วยจุดกลม (•) เป็นทิศทางการ

กระแสขั้วเคลื่อนที่ออกจากขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบเส้นลวดตัวนำของวงกลมด้านซ้ายมือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และเกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบเส้นลวดตัวนำของวงกลมด้านขวามือ ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ทำให้เกิดแรงผลักดันกันของเส้นแรงแม่เหล็กถาวร กับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้า มีผลทำให้ส่วนอาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนรูปที่ 6.10 (ข) แสดงทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำในอาร์เมเจอร์ หาด้วยกฎมือซ้ายของเฟลมมิง (Fleming's Left Hand Rule) กล่าวไว้ดังนี้ “ให้กางนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ของมือซ้ายออก โดยให้นิ้วทั้งสามตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิ้วหัวแม่มือจะชี้ไปในทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของเส้นลวดตัวนำ นิ้วชี้ให้ชี้ไปในทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กถาวร จากขั้วเหนือ (N) ไปขั้วใต้ (S) และนิ้วกลางให้ชี้ไปในทิศทางการไหลของกระแสขั้ว” จะได้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา นั่นคือการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า

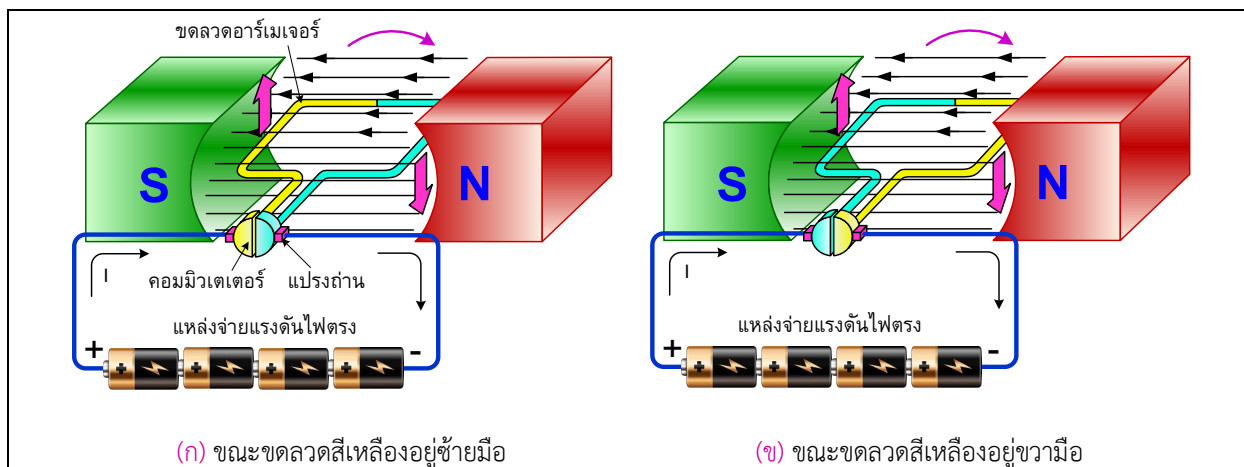
6.5

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาใช้งาน แบ่งตามการจ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) มอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในส่วนของการจ่ายให้ตัวมอเตอร์ และส่วนประกอบของโครงสร้าง ส่งผลให้ระบบการจ่ายไฟฟ้าเพื่อทำให้มอเตอร์ทำงานแตกต่างกัน แต่หลักการทำงานยังคงเหมือนกัน คือทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

6.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงคงที่ มีขั้วแรงดันจ่ายออกมาคงที่ตายตัวไม่เปลี่ยนแปลง โครงสร้างประกอบด้วยชุดแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ชุดแม่เหล็กอยู่กับที่ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ และชุดแม่เหล็กเคลื่อนที่ ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงคงที่จ่ายให้ทำงาน หลักการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 6.11



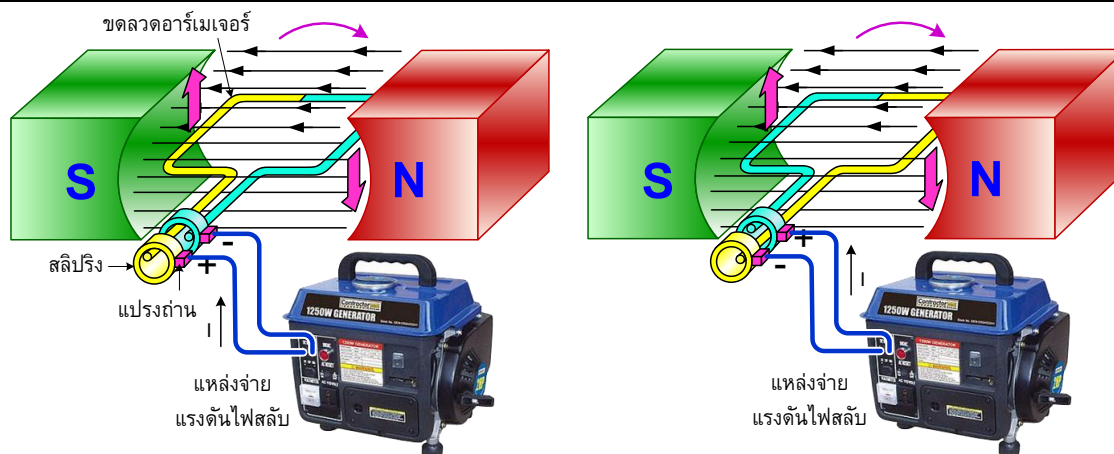
รูปที่ 6.11 หลักการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 6.11 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รูปที่ 6.11 (ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านสีเหลืองเป็นบวก (+) ด้านสีฟ้าเป็นลบ (-) ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร จากการใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่งหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีเหลืองหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีฟ้าหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่าง เกิดการหมุนของขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนรูปที่ 6.11 (ข) แม้ว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ถูกหมุนเคลื่อนที่กลับตำแหน่ง มีการจ่ายแรงดันไฟตรงให้ด้านสีเหลืองเป็นลบ (-) ด้านสีฟ้าเป็นบวก (+) เมื่อใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่งหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสีฟ้าหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสีเหลืองหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่างเช่นเดิม ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ส่งผลให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

6.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับไม่คงที่ มีชั่วแรงดันจ่ายออกมาไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โครงสร้างประกอบด้วยชุดแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ชุดแม่เหล็กอยู่กับที่ ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ และชุดแม่เหล็กเคลื่อนที่ ผลิตขึ้นได้จากแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับไม่คงที่จ่ายให้ทำงาน การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แสดงดังรูปที่ 6.12



(ก) ขณะขดลวดสี่เหลี่ยมอยู่ซ้ายมือ

(ข) ขณะขดลวดสี่เหลี่ยมอยู่ขวามือ

รูปที่ 6.12 หลักการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

จากรูปที่ 6.12 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ รูปที่ 6.12 (ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟสลับให้สลิตปรังผ่านไปขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านสี่เหลี่ยมเป็นบวก (+) ด้านสี่เหลี่ยมเป็นลบ (-) ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร จากการใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิงหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสี่เหลี่ยมหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสี่เหลี่ยมหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่าง เกิดการหมุนของขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนรูปที่ 6.12 (ข) เมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่สลับตำแหน่ง เป็นเวลาเดียวกับการจ่ายแรงดันไฟสลับให้สลิตปรังเกิดการสลับขั้ว โดยจ่ายแรงดันไฟสลับให้ด้านสี่เหลี่ยมเป็นลบ (-) ด้านสี่เหลี่ยมเป็นบวก (+) เมื่อใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิงหาทิศทางการเคลื่อนที่ พบว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านซ้ายสี่เหลี่ยมหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และขดลวดอาร์เมเจอร์ด้านขวาสี่เหลี่ยมหมุนเคลื่อนที่ลงด้านล่างเช่นเดิม ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ส่งผลให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหมุนทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

6.6

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control) เป็นการใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ ร่วมใช้งานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการ โดยขึ้นอยู่กับหน้าที่การทำงาน ระบบของวงจรใช้งาน และจุดประสงค์ในการทำงาน ดังนั้นการนำมอเตอร์ไฟฟ้าไปใช้งาน จำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ ชนิดและขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน การออกแบบระบบ การติดตั้ง การ

บำรุงรักษา และการเลือกใช้งานเครื่องควบคุมมอเตอร์ที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อให้เกิดความเหมาะสม ทนทาน และเกิดความปลอดภัย กับเครื่องจักรและผู้ปฏิบัติงาน

6.6.1 ระบบการทำงานที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ระบบการทำงานที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปรวมในการทำงาน จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดในการทำงานของมอเตอร์ เพื่อให้เกิดการทำงานที่ถูกต้อง ปลอดภัย และได้คุณภาพ มีส่วนประกอบดังนี้

1. การทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน (Safety of Operator) เป็นการติดตั้งระบบควบคุมความปลอดภัยในการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า มีอุปกรณ์ปกปิดป้องกันในส่วนของกลไกที่มีการหมุนเคลื่อนที่ต่างๆ ให้มิดชิด รวมถึงมีการให้ความรู้ในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยมาเป็นอันดับแรก (Safety First)

2. การเริ่มหมุนและการหยุดหมุน (Starting and Stopping) เป็นสิ่งจำเป็นประการแรกในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีความแตกต่างกัน และเกิดความยุ่งยากจากความต้องการใช้งาน เช่น การเริ่มหมุนแบบมีภาระน้อยหรือภาระมาก การเริ่มหมุนที่ช้าหรือเร็ว การหยุดหมุนในตำแหน่งที่ต้องการ และการหยุดหมุนแบบทันทีหรือค่อยๆ หยุดหมุน เป็นต้น

3. การควบคุมการหมุน และความเร็วในการหมุน (Motor and Speed Control) เป็นการควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนทำงาน ในความเร็วที่ต้องการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งตัวมอเตอร์ และผู้ใช้งาน โดยการควบคุมให้มอเตอร์มีความเร็วที่เหมาะสม และถูกต้องตามความต้องการ

4. การควบคุมการกลับทิศทางการหมุน (Reversing) เป็นการปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า ให้เป็นทิศตรงข้ามตามความต้องการ หรือการหมุนกลับไปกลับมาตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ โดยใช้ระบบการควบคุมที่เหมาะสม

5. การป้องกันความเสียหาย (Damage Protection) เป็นการติดตั้งระบบป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในระบบการทำงาน ทั้งตัวเครื่องจักรที่ทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า วัสดุชิ้นส่วนที่อยู่ในสายการผลิต รวมถึงตัวมอเตอร์ไฟฟ้าเอง เช่น การป้องกันความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าเกินพิกัด การป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินภาระงาน และการป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

6.6.2 รูปแบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

การควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน สามารถจัดแบ่งลักษณะรูปแบบการสั่งงานให้กับอุปกรณ์ควบคุม ไปทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ตามรูปแบบการควบคุม ดังนี้

1. การควบคุมด้วยมือ (Manual Control) เป็นการสั่งงานให้กับอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน โดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงาน ซึ่งส่วนมากการสั่งงานให้ระบบกลไกทำงาน

แบบนี้ จะใช้คนเป็นผู้สั่งงานโดยตรง ตัวมอเตอร์ไฟฟ้าจะถูกควบคุมจากการสั่งงานด้วยมือของผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น ด้วยการควบคุมผ่านแผงอุปกรณ์สวิตช์ชนิดต่างๆ หลายชนิด เช่น สวิตช์นิรภัย (Safety Switch) สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) สวิตช์ก้านโยก (Toggle Switch) และสวิตช์ก้านหมุน (Rotary Switch) เป็นต้น ตัวสวิตช์เหล่านี้ถูกต่อไปยังวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ลักษณะสวิตช์ควบคุมด้วยมือแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 6.13



รูปที่ 6.13 สวิตช์ควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 6.14 สวิตช์ควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

2. การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic Control) เป็นการสั่งงานให้กับอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน โดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงาน ในลักษณะเช่นเดียวกับแบบควบคุมด้วยมือ ซึ่งมีส่วนแตกต่างออกไปที่การควบคุมของผู้ปฏิบัติงานผ่านสวิตช์ควบคุม แต่ตัวสวิตช์ควบคุมไม่ได้ถูกต่อไปยังวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง จะต่อไปยังแมกเนติกคอนแทกเตอร์ หรือรีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electrical Magnetic Switch) ทำงานเมื่อมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าส่งไปควบคุมหน้าสัมผัสสวิตช์ให้ตัดหรือต่อตามต้องการ ซึ่งสวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าถูกต่อเข้าวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ตัวสวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าจะทำงานแทน ทำหน้าที่ควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานหรือหยุดทำงาน โดยสั่งผ่านอุปกรณ์สวิตช์ไปควบคุมให้สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานหรือหยุดทำงาน สวิตช์ควบคุมกึ่งอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 6.14

3. การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) เป็นการสั่งงานให้กับอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเองโดยอัตโนมัติ ตามการสั่งงานของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) หรือตัวแปลง (Transducer) ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามต้องการ คอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งเหล่านั้น ไปสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน หรือหยุดทำงานได้เอง โดยผู้ปฏิบัติงานเพียงจ่ายแรงดันให้วงจรมอเตอร์ไฟฟ้าในครั้งแรกเท่านั้น อุปกรณ์ตรวจจับหรือตัวแปลงมีหลายชนิดแตกต่างกัน เช่น สวิตช์ทำงานด้วยแสง (Photo Electric Switch) ใช้แสงอินฟราเรดตรวจจับวัตถุ สิ่งของ ตลอดจนสิ่งเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เคลื่อนที่ตัดผ่านแสง ส่งผลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า สวิตช์ลากลอย (Float Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของเหลวทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์ลากลอยตัดหรือต่อ ส่งผลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า สวิตช์อุณหภูมิ (Temperature Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ อุณหภูมิถึงพิกัดที่กำหนดทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์อุณหภูมิตัดหรือต่อ ส่งผลไปควบคุมการ

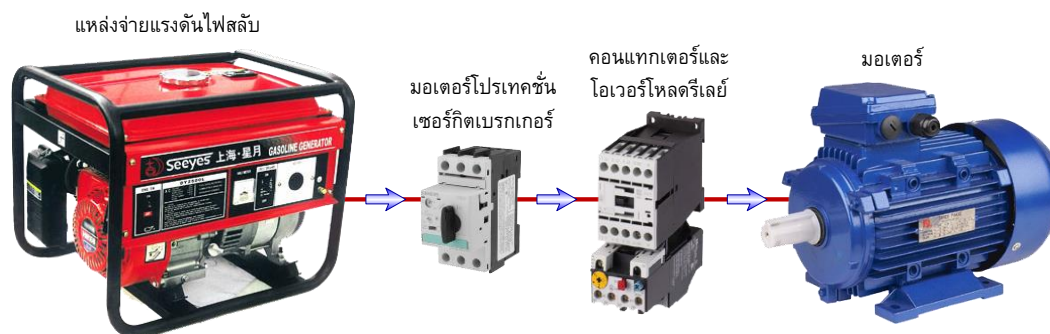
ทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดความดันของเหลวหรือก๊าซ ทำหน้าที่สัมผัสสวิตช์ความดันตัดหรือต่อ ส่งผลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า และสวิตช์จำกัดตำแหน่ง (Limit Switch) ทำหน้าที่ตรวจวัดตำแหน่งที่ต้องการของเครื่องมือเครื่องจักรที่เคลื่อนที่ ให้หยุดการเคลื่อนที่ในตำแหน่งที่ต้องการ สวิตช์ควบคุมอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 6.15



รูปที่ 6.15 สวิตช์ควบคุมอัตโนมัติ

6.6.3 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นระบบที่นำเอาอุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ามาต่อใช้งาน เพื่อทำการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตามระบบที่กำหนดไว้ อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัย ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 6.16



รูปที่ 6.16 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

จากรูปที่ 6.16 แสดงระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ภายในระบบควบคุมการทำงาน ประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ จ่ายแรงดันตามที่มอเตอร์ไฟฟ้าต้องการให้ระบบ ส่งผ่านไปให้มอเตอร์โปร텍ชั่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ ทำหน้าที่ตัดต่อแรงดันจ่ายไปให้มอเตอร์ไฟฟ้า และป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ไฟฟ้า ส่งต่อไปให้คอนแทกเตอร์ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรกำลัง ไฟฟ้าให้มอเตอร์ไฟฟ้า ส่งต่อไปให้โอเวอร์โหลดรีเลย์ทำ

หน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าใช้กระแสเกินพิกัด และสุดท้ายจึงส่งต่อไปให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนทำงานตามต้องการอย่างปลอดภัย

6.7 บทสรุป

แม่เหล็กถาวร เป็นโลหะที่สามารถดึงดูดโลหะจำพวกเหล็กได้ แสดงสถานะเป็นแม่เหล็กตลอดเวลา มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) เกิดสนามแม่เหล็กมีการวิ่งเคลื่อนที่ จากขั้วเหนือ (N) ไปยังขั้วใต้ (S) ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบแท่งแม่เหล็ก คุณสมบัติ แม่เหล็กขั้วเหมือนกันผลักกัน ขั้วต่างกันดูดกัน

แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบขดลวดตัวนำ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปได้ตามจำนวนรอบของการพันขดลวดตัวนำ ปริมาณกระแสที่ไหลผ่านขดลวดตัวนำ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแกนรองรับขดลวดตัวนำ ขนาดของแกนรองรับขดลวดตัวนำที่นำมาใช้งาน

มอเตอร์ คือเครื่องกลไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ทำงานด้วยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้การผลักรันของสนามแม่เหล็กสองชุด ทำให้เกิดการหมุนเคลื่อนที่ มอเตอร์ไฟฟ้าที่ผลิตมาใช้งาน แบ่งตามแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน แบ่งออกได้เป็น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า คือการบังคับให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการทำงาน และการใช้งาน ได้แก่ ระบบการทำงานที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และรูปแบบการควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน