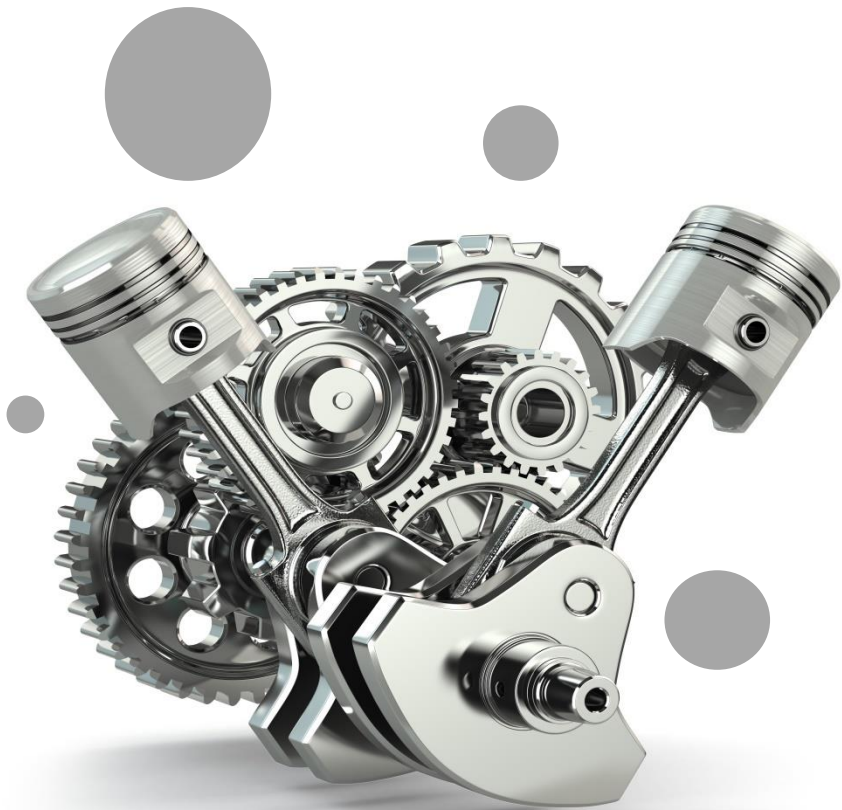




บทที่ 1

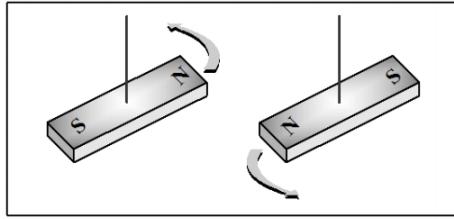
การเหนี่ยวนำ
แม่เหล็กไฟฟ้า



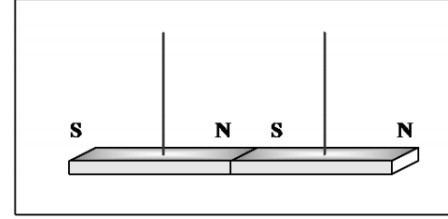
สาระการเรียนรู้

- 1. แม่เหล็กและอำนาจการดึงดูดแม่เหล็ก
- 2. ฟลักซ์และสนามแม่เหล็ก
- 3. แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กไฟฟ้า
- 4. หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น
- 5. แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 6. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 7. ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 8. การเหนี่ยวนำซึ่งกันและกัน
- 9. กฎของเลนซ์และกระแสไหลวน

1. แม่เหล็กและอำนาจ การดึงดูดแม่เหล็ก



รูปที่ 1.1 การผลักรันของขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 1.2 การดูดกันของขั้วแม่เหล็ก

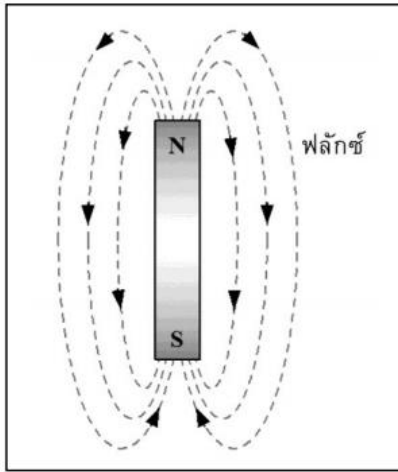
เป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่าวัตถุที่มีความสามารถในการดึงดูดเหล็กและเหล็กกล้า คือ แม่เหล็ก (Magnets) โดยเราสามารถพบแม่เหล็กได้จากตามธรรมชาติ คือ แม่เหล็กที่อยู่ในรูปของแร่เหล็ก แมกนีไทต์ (Magnetite) หรือแม่เหล็กเทียมที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้เหล็กหรืออัลลอยมาทำให้มีอำนาจดึงดูดแม่เหล็กขึ้น ในปีค.ศ. 1600 ดร.วิลเลียม กิลเบิร์ต ได้กำหนดขั้วของแม่เหล็กขึ้น โดยจะประกอบด้วยขั้วเหนือ และใต้ ทั้งยังได้สังเกตพบอีกว่าเมื่อนำแม่เหล็กสองอันมาวางไว้ใกล้กัน ขั้วที่เหมือนกันจะผลักรันและขั้วที่ต่างกันจะดูดกัน (Magnetism) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และ 1.2

จากการสังเกตนี้เองทำให้มีการตั้งกฎสำหรับการดูและผลึกกันของแม่เหล็ก คือ

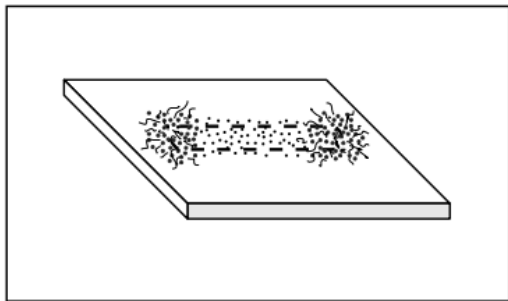
1. ขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกันจะผลึกกัน
2. ขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันจะดูดกัน
3. เมื่อนำแม่เหล็กสองอันมาวางใกล้กันแล้วอ่านจากการดูและผลึกกันของแม่เหล็กทั้งสองจะเพิ่มขึ้น เมื่อยังนำแม่เหล็กทั้งสองเข้าใกล้กันมากขึ้นอีก

ซึ่งกฎนี้มีความสำคัญมากสำหรับการศึกษาเรื่องของ
มอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวควบคุมต่าง ๆ
และโซเลนอยด์ เป็นต้น

2. ฟลักซ์และสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 1.3 ฟลักซ์รอบๆ แท่งแม่เหล็ก



รูปที่ 1.4 ลักษณะผงเหล็กรอบๆ แท่งแม่เหล็ก

ตามรูปที่ 1.3 เป็นการแสดงฟลักซ์รอบ ๆ แท่งแม่เหล็กที่เหลื่อม โดยฟลักซ์ของแม่เหล็กจะมีลักษณะพุ่งออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้ของแม่เหล็ก และบริเวณรอบ ๆ ของแท่งแม่เหล็กที่ประกอบไปด้วยฟลักซ์หรืออำนาจแม่เหล็ก ส่งผลไปถึงคือสนามแม่เหล็ก (Magnetic Fields) นั่นเอง เราสามารถทำการทดลองได้อย่างง่าย ๆ เพื่อที่จะดูลักษณะของฟลักซ์และอำนาจของสนามแม่เหล็ก โดยการนำแผ่นกระดาษมาวางไว้บนแท่งแม่เหล็กที่เหลื่อมแท่งหนึ่ง และนำผงเหล็กมาโรยลงบนกระดาษ ลักษณะการวางตัวของผงเหล็กจะแสดงให้เห็นถึงฟลักซ์และอำนาจของสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กแท่งนี้ดังแสดงในรูปที่ 1.4

3. แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กไฟฟ้า



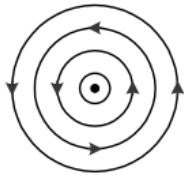
แม่เหล็กถาวร คือ แม่เหล็กที่สามารถคงสภาพของอำนาจแม่เหล็กได้นาน โดยการนำเอาสารแม่เหล็ก เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์ เป็นต้น มาทำให้เป็นแม่เหล็กโดยทำให้เกิดมีอำนาจดึงดูดแม่เหล็กขึ้น ซึ่งวัตถุแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการรักษาอำนาจดึงดูดของแม่เหล็กไว้แตกต่างกัน



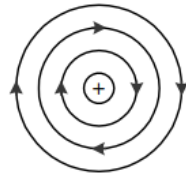
แม่เหล็กไฟฟ้า คือ แม่เหล็กที่ถูกทำขึ้นมาจากไฟฟ้าโดยเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่าน ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวนำนั้น อิเล็กตรอนยิ่งไหลมากขึ้นก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมากขึ้นตามเช่นกัน

การหาทิศทางของฟลักซ์ที่เกิดขึ้นรอบตัวนำ

ทิศทางของฟลักซ์ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวนำเราสามารถหาได้จากการใช้มือขวา โดยให้นิ้วหัวแม่มือชี้แสดงตามทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในขดลวด แล้วกำนิ้วที่เหลือเข้าด้วยกัน ทิศทางของนิ้วทั้งหมดที่กำลังจะชี้แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กดังแสดงในรูป



(ก) กระแสไหลออกจากตัวนำ



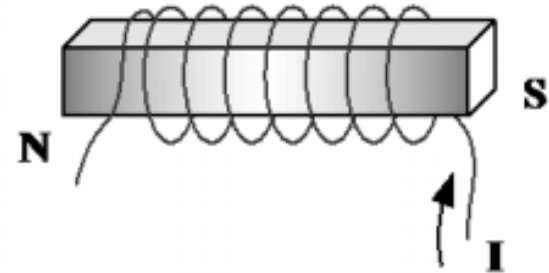
(ข) กระแสไหลเข้าสู่ตัวนำ

⊙ แสดงทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากตัวนำ

⊕ แสดงทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่ตัวนำ

การหาขั้วแม่เหล็กไฟฟ้า

เราสามารถหาขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้าได้จากการใช้มือขวากำรอบลวดตัวนำ โดยให้นิ้วมือทั้งสี่ชี้เวียนตามทิศการไหลของ กระแสไฟฟ้าภายในขดลวด และนิ้วหัวแม่มือจะชี้แสดงขั้วเหนือของแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงในรูป



4. หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น



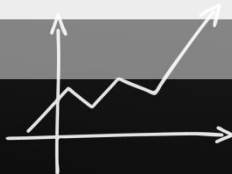
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ถูกใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าหลาย ๆ แบบด้วยกัน เช่น เครื่องปรับอากาศ พัดลม และตู้เย็น เป็นต้น มอเตอร์นั้นจะถูกนำไปใช้เป็นตัวขับเคลื่อนให้แก่ส่วนประกอบภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องหมุนหรือเคลื่อนไหว เพราะมอเตอร์ไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลได้โดยอาศัยอำนาจดึงดูดของแม่เหล็กที่ทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนขึ้นได้ วิธีการที่ใช้อำนาจดึงดูดของแม่เหล็กแล้วทำให้มอเตอร์หมุนขึ้นได้นั้น จะใช้หลักการที่ว่าขั้วเหมือนกันของแม่เหล็กจะผลักกัน และขั้วต่างกันของแม่เหล็กจะดูดกัน



$$2 \times 2 = 4$$



$$\pi = 3.14$$



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n}$$

?

5. แรงเคลื่อนไฟฟ้า เหนี่ยวนำ



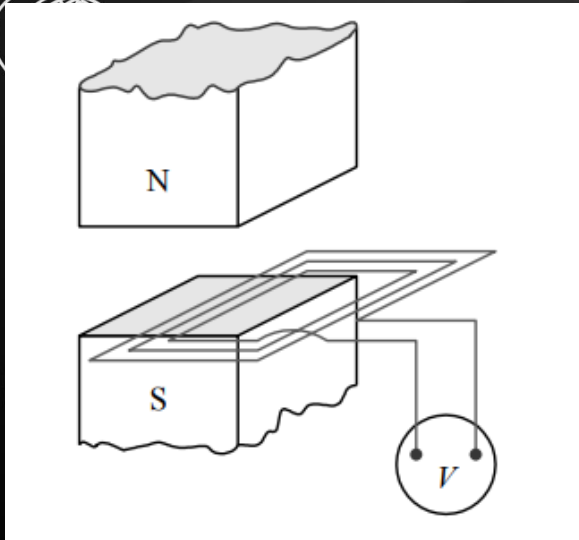
จากการทดลองในอดีตพบว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force) สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนำขดลวดตัวนำมาเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก หลักการนี้ถูกค้นพบและเปิดเผยโดย Faraday ในปี ค.ศ. 1831 ซึ่งหลักการนี้ได้ถูกนำมาใช้ประยุกต์และพัฒนานำมาใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายแบบด้วยกัน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า โทรศัพท์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิดด้วยกัน

โดยถ้าเราให้ขดลวดตัวนำอยู่กับที่และให้แม่เหล็กเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ เพื่อให้สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวดตัวนำนี้ก็จะเกิดผลลัพธ์เช่นเดียวกัน คือ เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดตัวนำ และจะมีกระแสไฟฟ้าไหลภายในขดลวดตัวนำเช่นกัน ปรากฏการณ์ที่มีการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดตัวนำ เมื่อนำขดลวดตัดผ่านหรือถูกตัดผ่านโดยสนามแม่เหล็กถูกเรียกว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction)

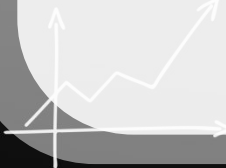
6. ปัจจัยที่มีผลต่อ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



$$2 \times 2 = 4$$



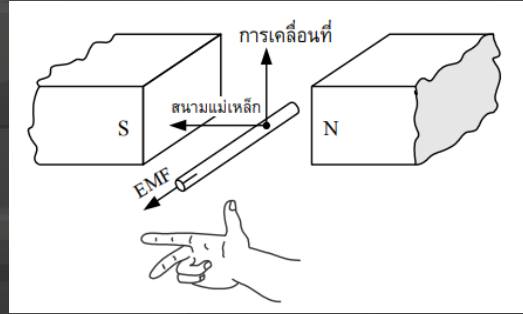
เมื่อขดลวดตัวนำถูกทำให้มีจำนวนรอบมากขึ้นดังรูป จากการทดลองพบว่าขดลวดที่มีจำนวนรอบมากกว่า จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากกว่าขดลวดตัวนำที่มีรอบเดียว โดยจะดูได้จากโวลต์มิเตอร์จะชี้แสดงแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากกว่า และเมื่อจำนวนรอบของขดลวดตัวนำที่ต่อกันเป็นแบบอนุกรมเพิ่มขึ้น แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมก็คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดลวดในแต่ละรอบรวมกัน **ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด**



$$a^2 + b^2 = c^2$$

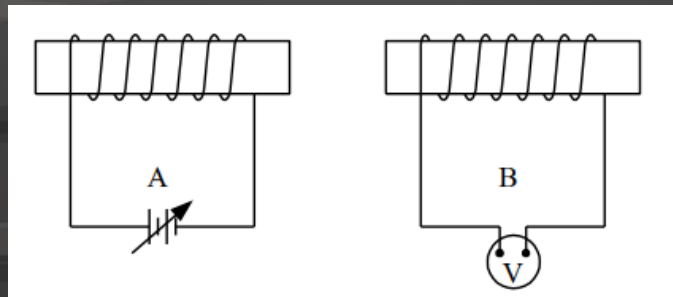
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n}$$

7. ทิศทางของ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



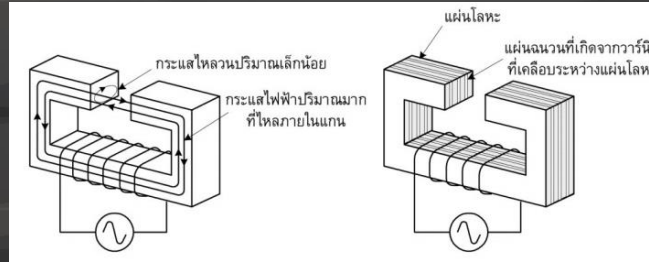
ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการเคลื่อนที่ของขดลวดสนามแม่เหล็ก และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะหาได้จากกฎมือขวาของเฟลมมิง (Fleming's Right-Hand Rule) คือ ให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือขวาทำมุมระหว่างกัน ดังแสดงในรูป โดยจะให้นิ้วชี้ชี้แสดงทิศของสนามแม่เหล็ก และนิ้วหัวแม่มือชี้แสดงทิศของการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ ส่วนนิ้วกลางจะชี้แสดงทิศของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Direction of Induced EMF)

8. การเหนี่ยวนำซึ่งกันและกัน



การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นเมื่อให้ขดลวดตัวนำตัดผ่าน หรือถูกตัดผ่านโดยสนามแม่เหล็ก
หลักการนี้ได้ถูกนำไปใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) แรงเคลื่อนไฟฟ้าอาจทำให้เกิดขึ้นได้
นอกเหนือจากวิธีที่ให้ขดลวดตัวนำตัดผ่าน หรือถูกตัดผ่านโดยสนามแม่เหล็กได้เช่นกัน ถ้านำขดลวดตัว
นำสองขดมาวางไว้ใกล้กันดังแสดงในรูป

9. กฎของเลนซ์และ กระแสไหลวน



กฎของเลนซ์(Lenz's law) กล่าวไว้ว่า “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรปิด และทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้จะมีทิศทางต่อต้านการกระทำให้เกิดกระแสไฟฟ้านั่นเอง” จากกฎของเลนซ์ เราสามารถอธิบายการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ได้ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์ที่ใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายในแกนที่ใช้พันขดลวดอย่างต่อเนื่องนั้น จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลวนปริมาณน้อย ๆ ที่ไหลในแกนเกิดรวมตัวเป็นกระแสไหลวนที่มีปริมาณมาก ซึ่งจะมีผลไปต่อต้านการเกิดฟลักซ์และทำให้เกิดความร้อนขึ้น