แม่เหล็กไฟฟ้า

1. แม่เหล็ก (Magnetic)

เราจำแนกแม่เหล็กออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แม่เหล็กธรรมชาติ (Natural Magnet)คือแม่เหล็กซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยเป็นสาร ประกอบ จำพวก ออกไซด์ของเหล็ก ปัจจุบันหาได้ยาก
2. แม่เหล็กประดิษฐ์ (Artificial Magnet) คือแม่เหล็กที่มนุษย์ทำขึ้น เพื่อให้เหมาะกับเครื่องใช้ แบบต่างๆ แบ่งได้ 2 แบบคือ
   - 2.1 แม่เหล็กถาวร เป็นแม่เหล็กประดิษฐ์ ที่เป็นแม่เหล็กอยู่นาน
   - 2.2 แม่เหล็กชั่วคราว เป็นแม่เหล็ก(แม่เหล็กไฟฟ้า)ที่มีอำนาจเฉพาะเวลาที่ต้องการเท่านั้น

2. สนามแม่เหล็ก (Magnetic field) หมายถึง อาณาบริเวณโดยรอบแท่งแม่เหล็ก

3. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$) คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่รองรับในทิศตั้งฉาก หรือเรียกว่า ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก

$$\vec{B} = \frac{\phi}{A} \quad \text{เทสลา (T)}$$

ϕ = จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก หรือฟลักซ์แม่เหล็ก (เวบเบอร์)

A = พ.ท.หน้าตัดที่ตั้งฉากกับฟลักซ์แม่เหล็ก (ตารางเมตร)

$\vec{B}$ = ขนาดของสนามแม่เหล็ก = ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (Weber/m^2) = เทสลา (T)

4. แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก

เมื่อประจุไฟฟ้า (+)q เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ผ่านสนามแม่เหล็ก B ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ $\vec{v}$ จะเกิดแรงกระทำต่อประจุนั้นขนาด $\vec{F}_B$ เป็นไปตามกฎของการ Cross Vector

$$\vec{F}_B = q\left(\vec{v}\times\vec{B}\right)$$

$$F_B = qvB\sin\theta \qquad \text{---------*}$$

5. แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง = $\vec{F}_C$

$$F_C = ma_C = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \quad \text{----------------*}$$

6. แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กทำประจุเคลื่อนที่เป็นส่วนหนึ่งของวงกลม $F_B = F_C$ และ$\theta = 90^0$

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{|\Delta\vec{p}|}{qB} = \frac{\sqrt{2mE}}{qB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

และω คงที่ $= 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{R} = \frac{qB}{m}$

7. การเปรียบเทียบวงโคจรของประจุไฟฟ้า

7.1 ถ้า $q_1 = q_2$ และ $m_1 = m_2$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{E_{k1}}{E_{k2}}$$

7.2 ถ้า $q_1 \neq q_2, m_1 \neq m_2,$ แต่ $v_1 = v_2$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{q_2}{q_1}$$

7.3 ในกรณีที่ $\theta \neq 90$ $(O < \theta < 90)$

การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจะเป็นเกลียว (Helix)

คาบของเกลียว = T = $\frac{1}{f} = \frac{2\pi m}{qB}$

ระยะ 1 เกลียว = X = $v\cos\theta.T$

$$X = \frac{2\pi m v \cos\theta}{qB}$$

8. แรงบนตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในสนามแม่เหล็ก

$$\vec{F} = I\left(\vec{l}\ x\,\vec{B}\right)$$

$$F = IlB\sin\theta$$ ________*

9. สนามแม่เหล็กที่เกิดรอบตัวนำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

สำหรับลวดตัวนำที่ไม่ยาวนัก

$$B = \frac{kI\left(\cos\theta_1 - \cos\theta_2\right)}{d}$$ __________*(k = 10^{-7} N/A^2 = 10^{-7} Wb/A-m)

ในกรณีที่ลวดยาวมาก ๆ $\left(\theta_1 = 0^0, \theta_2 = 180^0\right)$ จะได้

$$B = \frac{2kI}{d} = \frac{KI}{d}$$ เมื่อ K= 2k = 2x10^{-7} N/A^2

10. แรงกระทำระหว่างตัวนำที่ขนานกัน โดยตัวนำแต่ละเส้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

10.1 ถ้ากระแสที่ไหลผ่านตัวนำทั้ง 2 มีทิศเดียวกัน จะเกิดแรงดูดซึ่งกันและกัน

จาก $F = IlB$ และ $B = \frac{KI}{d}$

$$\therefore\ F = \frac{KI_1I_2l}{d}$$

หรือ $\frac{F}{l} = \frac{KI_1I_2}{d}$ ___________* (F = แรงต่อ 1 หน่วยความยาว

d = ระยะห่างของลวดทั้ง 2 เส้น)

10.2 ถ้ากระแสที่ไหลผ่านตัวนำทั้ง 2 มีทิศตรงข้าม จะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน

$$\frac{F}{l} = \frac{KI_1I_2}{d}$$ __________________*

11. โมเมนต์แม่เหล็กบนขดลวดตัวนำ (Magnetic torque on a current loop)

$M_c = Fxa.\cos\theta$

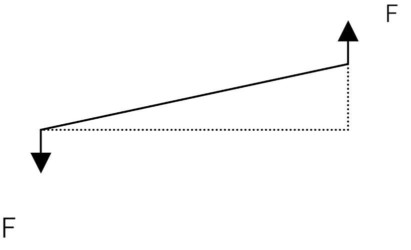
$= IlBxa.\cos\theta$ ____________ 1 รอบ

$= NIlBxa.\cos\theta$ ____________ N รอบ

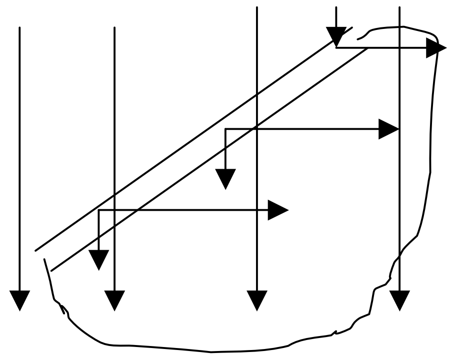
$= NIBA.\cos\theta$ (A = l x a)

$M_c = BINA.\cos\theta$ ____________ *

$M_c \max = BINA$ เมื่อ $\cos\theta = 1$, $\theta = 0$ องศา



12. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced Current) เกิดจากลวดตัวนำมีการเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก Lenz ตั้งกฎเกี่ยวกับกระแสเหนี่ยวนำไว้ว่า "กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะมีทิศทำให้เกิดสนามแม่เหล็กต้านทานการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กหรือขดลวดเสมอ.



$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$\phi = BA = Blx$$

$$\varepsilon = \frac{Blx}{t} = Bl\frac{x}{t} = Blv$$

$\varepsilon =$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ในวงจรไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ร่วมด้วย เมื่อสับสวิตซ์ เพื่อให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรไฟฟ้า กระแส I ที่ได้จะเข้าไปทำให้มอเตอร์ เริ่มเดินเครื่องแล้ว มอเตอร์จะผลิตกระแสเหนี่ยวนำ (i) ออกมาต้านกระแส I

$$I = \frac{E-\varepsilon}{R+r} = I' - i$$

$I_{\text{ขณะหมุน}} = I'_{\text{เริ่ม}} - i_{\text{ย้อนกลับ}}$

$I' =$ กระแสไฟฟ้าผ่านมอเตอร์ขณะเริ่มหมุน

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ $\varepsilon = Blv\sin\alpha$ เมื่อ $\vec{v}$ ทำมุม α กับ $\vec{B}$

$\varepsilon = Blv$ เมื่อ $\alpha = 90$ องศา

$$\because I = \frac{\varepsilon}{R} \qquad \therefore I = \frac{Blv}{R}$$

จาก $F = IlB$

$$= \left[\frac{Blv}{R}\right]lB \qquad \therefore F = \frac{B^2l^2v}{R}$$

$$\text{Power} = Fv = \frac{B^2 l^2 v^2}{R} = \frac{\varepsilon^2}{R}$$

เมื่อพุ่งขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กออกจาก ขดลวด จะทำให้บริเวณของลวดนั้นมีสนามแม่เหล็กลดลง ดังนั้นขดลวดจะสร้างกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งกระแสที่เกิดขึ้นจะสร้างสนามแม่เหล็กใหม่ในทิศที่เสริมสนามแม่เหล็กเดิมที่ขาดหายไป

Dynamo คือเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. Dynamo กระแสตรง
2. Dynamo กระแสสลับ

Galvanometer

$$M_C = BINA\cos\theta$$

$$M_{C\,Max} = BINA \quad \text{เมื่อ} \quad \theta = 0^0$$

ความไวของกัลวานอมิเตอร์ คืออัตราส่วนระหว่างมุมที่บิดไปต่อกระแสไฟฟ้าที่ผ่านไป

$$\text{ความไว} = \frac{\theta}{I} \qquad \text{__________________*}$$

M_C ที่เกิดจากกระแสในขดลวด = $BINA$ --------------*

Moment ที่เกิดจากสปริงก้นหอย $\alpha\ \theta$ (rad)

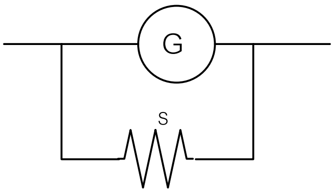
$= k\theta$ ------------- (k = ค่าคงที่)

$k\theta = BINA$

$$\text{ความไว} = \frac{\theta}{I} = \frac{BNA}{k}$$

k หมายถึงค่าคงที่ในการบิดไปของสปริงที่เบนไปเป็นมุม 1 Rad โดยใช้โมเมนต์ในการบิด k หน่วย

Amp-meter เป็นเครื่องกัลวาโนมิเตอร์ที่ปรับเพื่อทำการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยมีความต้านทานที่มีค่าน้อยมาก ๆ ต่อขนาน เพื่อทำให้ R รวมของเครื่องลดลง ความต้านทานนี้มีชื่อว่า Shunt



$I = I_G + I_S$ --------①

$$R_A = \frac{GS}{G+S} \qquad \text{------------②}$$

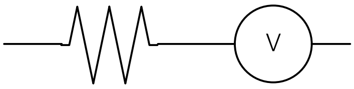
$V_{\text{รวม}} = V_G = V_S$

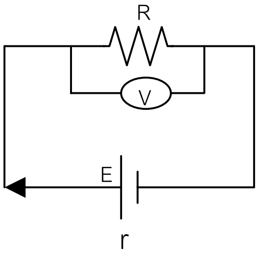
$$I.\frac{GS}{G+S} = I_g.G = I_S.S \qquad \text{------------ ③}$$

$$I_g = I\frac{S}{G+S} \qquad \text{-------------} *$$

$$I_S = I\frac{G}{G+S} \qquad \text{-------------} *$$

<u>Volt-meter</u> เป็นเครื่องกัลวาโนมิเตอร์ที่ปรับเพื่อทำการวัดความต่างศักย์จุด 2 จุดใด ๆ ในวงจร เวลาใช้ให้ต่อขนานกับวงจร





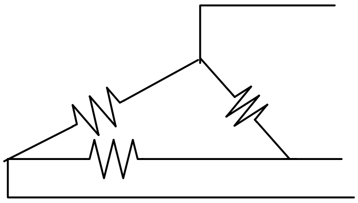
$R_{รวม} = X + G$

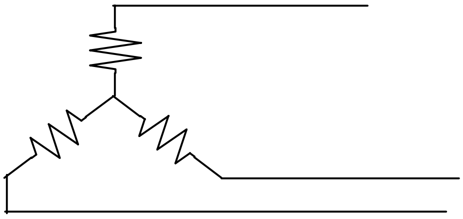
$I_{รวม} = I_g$

$V = I(X + G)$ ----------- *

<u>การส่งกำลังไฟฟ้า</u> เพื่อให้ประชาชนได้ใช้งาน

1. ส่งด้วยระบบกระแสสลับ (A.C)
2. ส่งด้วยการปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูง
3. ส่งกำลังไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส

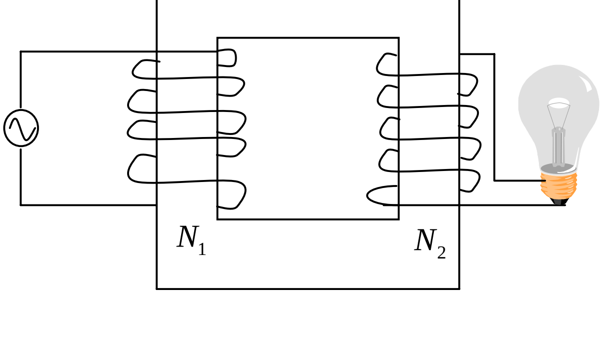




<u>การส่งกำลังไฟฟ้า</u> <u>3 Phase</u>

1. ใช้ลวดอาร์เมเจอร์ 3 ขด
2. แต่ละขดทำมุมกัน 120 ต่อกัน
3. ในการหมุนรอบสนามแม่เหล็ก 1 รอบ จะเกิดความต่างศักย์ 3 ครั้ง

<u>หม้อแปลงไฟฟ้า</u> (Transformer) คือ เครื่องมือสำหรับเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ของไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C)



<u>หลักการทำงาน</u> V α N

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{----------------------- *}$$

และ Power input = Power output (ใช้ได้เมื่อ E_{ff} = 100%)

$$I_1E_1 = I_2E_2$$

หรือ $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_1}{I_2} \quad \text{---------------------- *}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{100I_2}{XI_1}$$

ในกรณีที่สูญเสียพลังงาน