

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

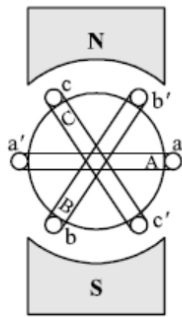
ระบบไฟฟ้า 3 เฟส

เนื้อหา

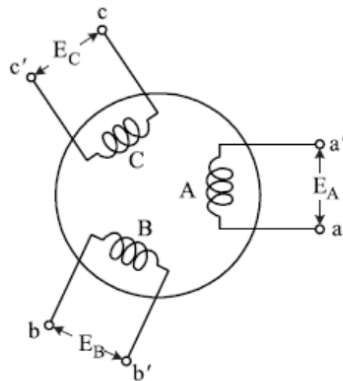
- 1. หลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส
- 2. การต่อวงจรในระบบไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส
- 3. การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังในระบบไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

หลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ใช้หลักการเหนี่ยวนำ โดยให้ตัวนำหมุนตัดสนามแม่เหล็ก เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้าในขดลวดตัวนำ ซึ่งขดลวดตัวนำในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด แต่ละชุดมีขนาดเท่ากัน จำนวนรอบเท่ากัน และพันอยู่บนแกนอาร์มาเจอร์เดียวกัน และวางทำมุมกัน 120°

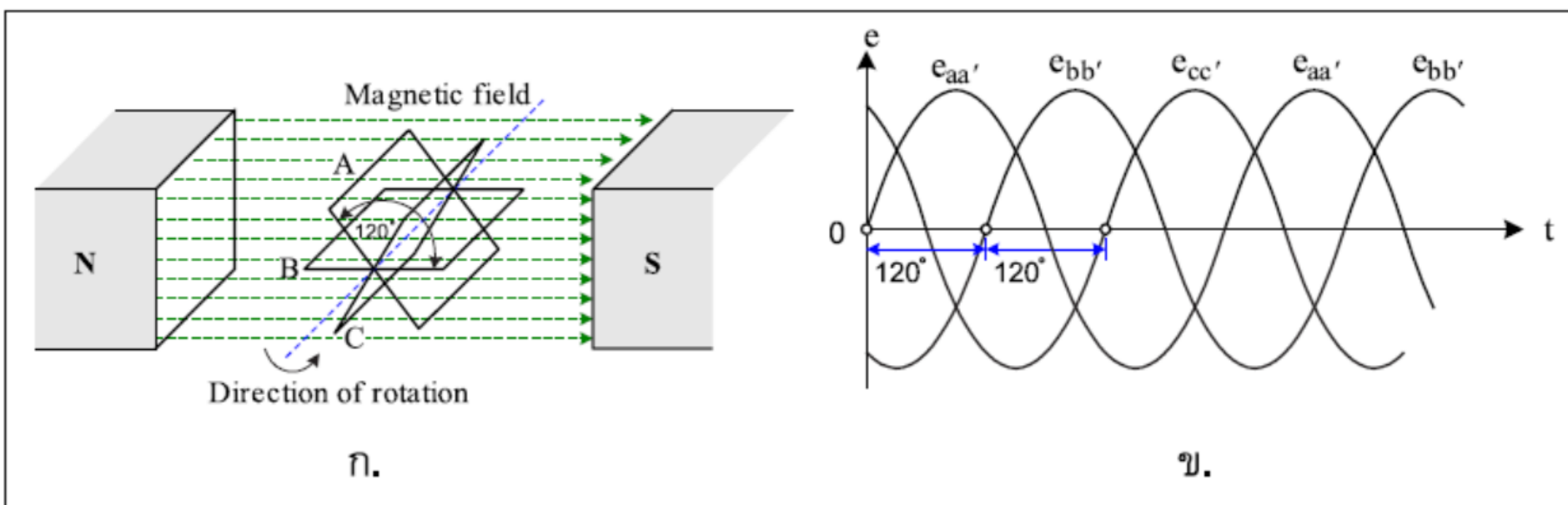


ก. คอลย์แต่ละชุดวางห่างกัน 120°



ข. ไดอะแกรมของคอลย์ทั้งสามชุด

จากหลักการเมื่อมีต้นกำลังขับให้อาร์เมเจอร์หมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก ขดลวดทั้ง 3 ชุด จะสร้างแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นรูปคลื่นไซน์ 3 รูปคลื่น โดยรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดแต่ละชุดจะต่างเฟสซึ่งกันและกันเป็นมุม 120° เป็นเช่นนี้ไปทุก ๆ รอบการหมุนของอาร์เมเจอร์และมีความถี่เท่ากัน



การวางตำแหน่งของขดลวดทั้ง 3 ชุด ทำให้แรงดันไฟฟ้า e_{bb} , ล้าหลัง e_{aa} , เป็นมุม 120° และ e_{cc} , ล้าหลัง e_{bb} เป็นมุม 120° เริ่มต้นที่ $t = 0$ จะเขียนสมการชั่วขณะ และสมการเฟสเซอร์ได้ ดังนี้

สมการชั่วขณะ

$$e_{aa'} = E_m \sin (\omega t + 0^\circ)$$

$$e_{bb'} = E_m \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$e_{cc'} = E_m \sin (\omega t - 240^\circ)$$

สมการเฟสเซอร์

$$e_{aa'} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ = E \angle 0^\circ$$

$$e_{bb'} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \angle -120^\circ = E \angle -120^\circ$$

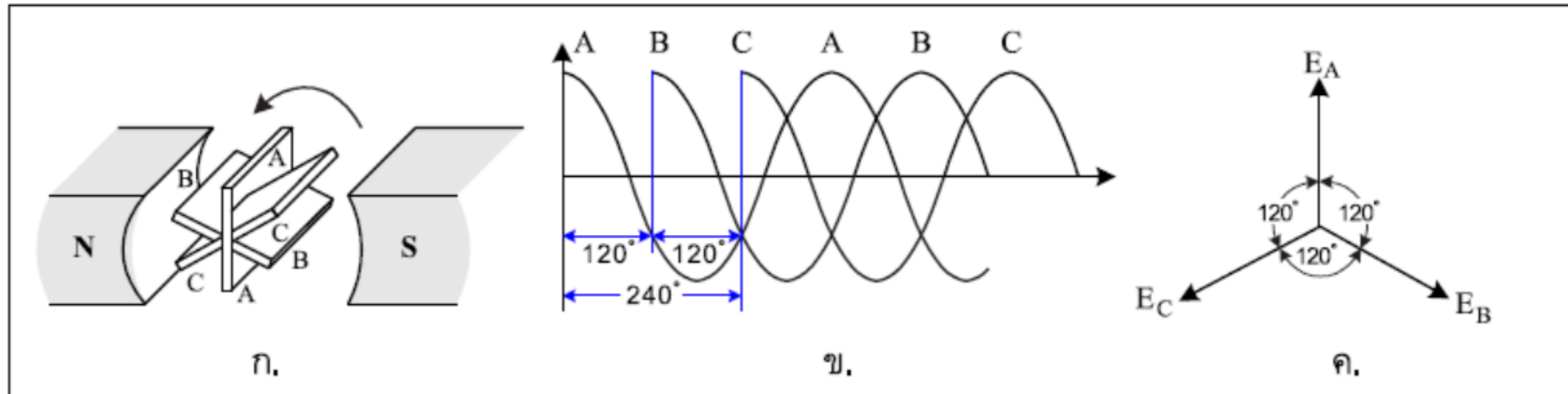
$$e_{cc'} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \angle -240^\circ = E \angle -240^\circ$$



การพิจารณาแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จะพิจารณาจากการเกิดแรงดันไฟฟ้าบนขดวดทั้ง
3 ชุด ว่าเกิดขึ้นที่ขดใดก่อน ซึ่งเรียกว่า การลำดับเฟส มีชื่อเรียกอยู่ 2 ระบบ คือ
ระบบ ABC และระบบ CBA

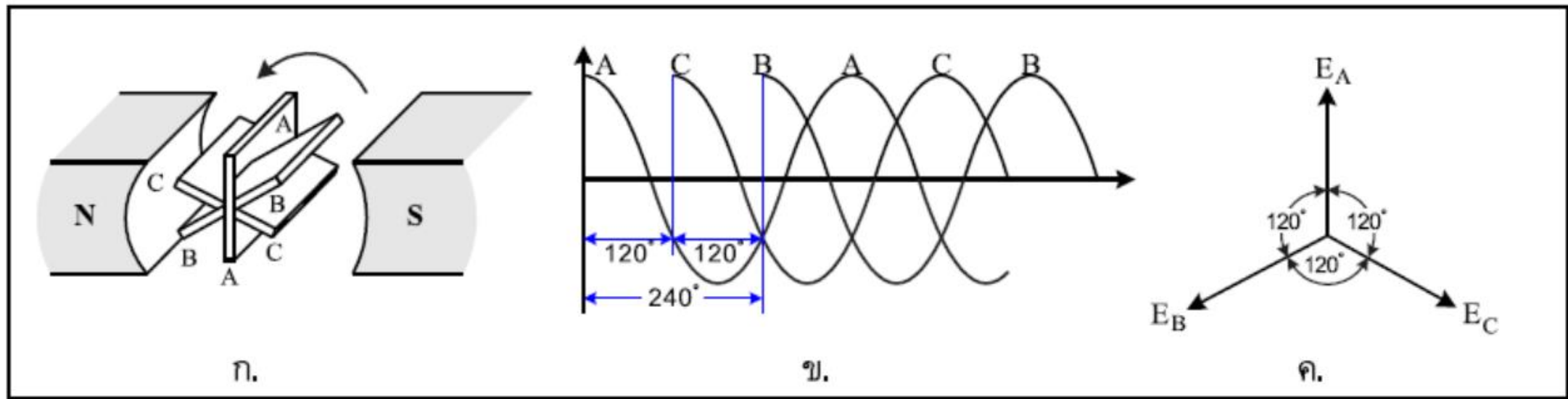
ระบบ ABC

คือ การพิจารณาการเกิดแรงดันไฟฟ้าลักษณะตามเฟส A เฟส B และเฟส C ตามลำดับ ซึ่งบางทีอาจเรียกว่า ลำดับเฟสบวก



ระบบ CBA

คือ การพิจารณาการเกิดแรงดันไฟฟ้าลักษณะตามเฟส C เฟส B และเฟส A ตามลำดับ ซึ่งบางทีอาจเรียกว่า ลำดับเฟสลบ



การต่อวงจรในระบบไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

มีวิธีการต่อที่นิยมใช้ 2 วิธี คือ

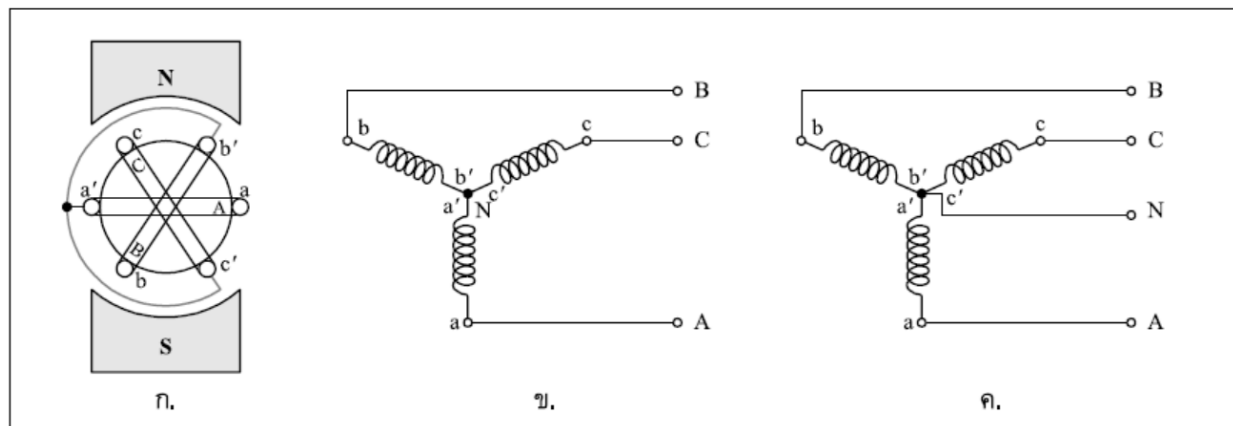
1. การต่อแบบวาย

หรือเรียกว่าแบบสตาร์ มีวิธีคือ นำปลายของขดลวดตัวนำทั้ง 3 ชุด คือ a' b' c' มาต่อรวมกัน เรียกว่า นิวทรัล



แหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส

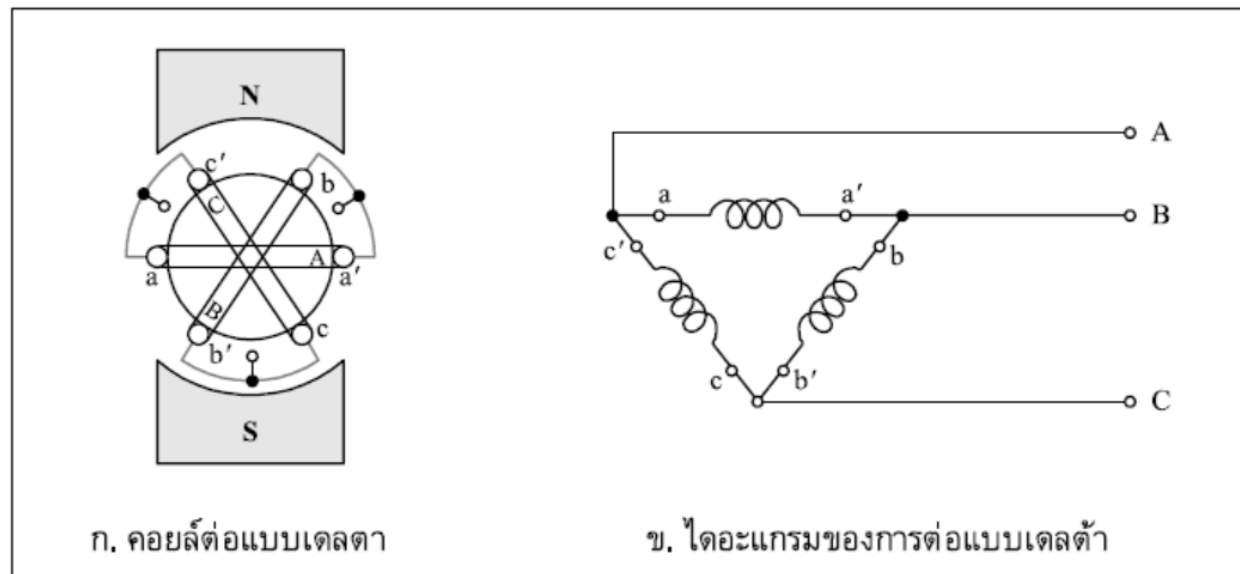
ต่อแบบวาย (Y) $E_L = \sqrt{3} E_P$



2. การต่อแบบเดลตา คือ การนำปลายขด A (a') ต่อกับต้นขด B (b) ปลายขด B (b') ต่อกับต้นขด C (c) และปลายขด C (c') ต่อกับ

ต้นขด A (a) โดยจุดต่อระหว่าง a กับ c' จะต่อไปยังวงจรภายนอกเป็นสาย A จุดต่อระหว่าง b กับ a' จะต่อไปยังวงจรภายนอกเป็นสาย B

และจุดต่อระหว่าง c กับ b' จะต่อไปยังวงจรภายนอกเป็นสาย C



แหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส

ต่อแบบเดลตา (Δ) $E_L = E_P$

การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังในระบบ ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส



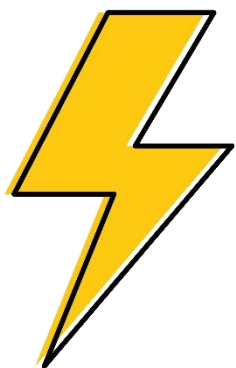
เนื่องจากโหลดที่ต่ออยู่ในระบบไฟฟ้ามี 3 เฟส ในการคำนวณหาค่า
กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่โหลดจึงแยกการคำนวณออกเป็น 2
ลักษณะ คือ

1. การคำนวณเมื่อโหลดสมดุลในระบบไฟฟ้า 3 เฟส

2. การคำนวณเมื่อโหลดไม่สมดุลในระบบไฟฟ้า 3 เฟส

โหลดสมดุล

หมายถึง อิมพีแดนซ์ของโหลดแต่ละเฟสมีค่า
เท่ากัน



โหลดไม่สมดุล

หมายถึง โหลดที่มีอิมพีแดนซ์ในแต่ละเฟสมี
ค่าไม่เท่ากัน

แรงดันไฟฟ้าเมื่อใช้ E_{AB} เป็นเฟสอ้างอิง

$$E_{AB} = E_L \angle 0^\circ$$

$$E_{BC} = E_L \angle -120^\circ$$

$$E_{CA} = E_L \angle -240^\circ$$

$$E_{AN} = E_{AN} \angle 0^\circ = (E_L / \sqrt{3}) \angle 0^\circ$$

$$E_{BN} = E_{BN} \angle -120^\circ = (E_L / \sqrt{3}) \angle -120^\circ$$

$$E_{CN} = E_{CN} \angle -240^\circ = (E_L / \sqrt{3}) \angle -240^\circ$$

เมื่อโหลดสามเฟสสมดุลต่อแบบวาย

$$I_L = I_p$$

$$I_N = 0$$

เมื่อโหลดสามเฟสไม่สมดุลต่อแบบวาย

$$I_L = I_p$$

$$I_N \neq 0$$

เมื่อโหลดสามเฟสสมดุลต่อแบบเดลตา

$$I_L = \sqrt{3} I_p$$

เมื่อโหลดสามเฟสไม่สมดุลต่อแบบเดลตา

$$I_L \neq \sqrt{3} I_p$$

กำลังไฟฟ้าที่เฟส



$$P_P = V_P I_P \cos \theta$$

$$Q_P = V_P I_P \sin \theta$$

$$S_P = V_P I_P$$

กำลังไฟฟ้ารวม 3 เฟส เมื่อโหลดสมดุล



$$P_T = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$$

$$Q_T = \sqrt{3} V_L I_L \sin\theta$$

$$S_T = \sqrt{3} V_L I_L$$

$$P_T = 3 P_P$$

$$Q_T = 3 Q_P$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

กำลังไฟฟ้ารวม 3 เฟส เมื่อโหลดไม่สมดุล

$$P_T = P_A + P_B + P_C$$

$$Q_T = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$S_T = S_A + S_B + S_C \quad (\text{ผลรวมทางเฟสเซอร์})$$

หรือ

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$