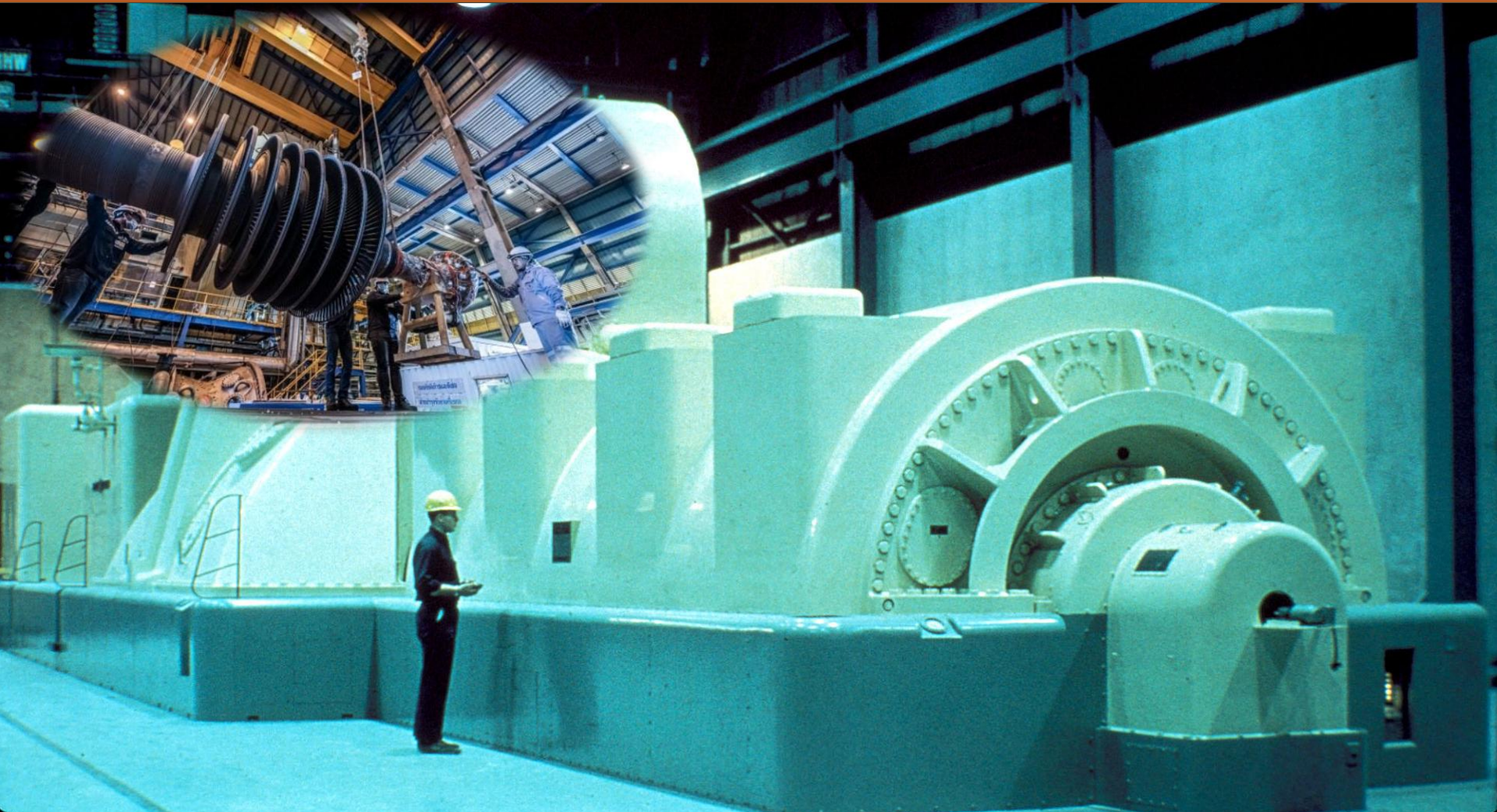
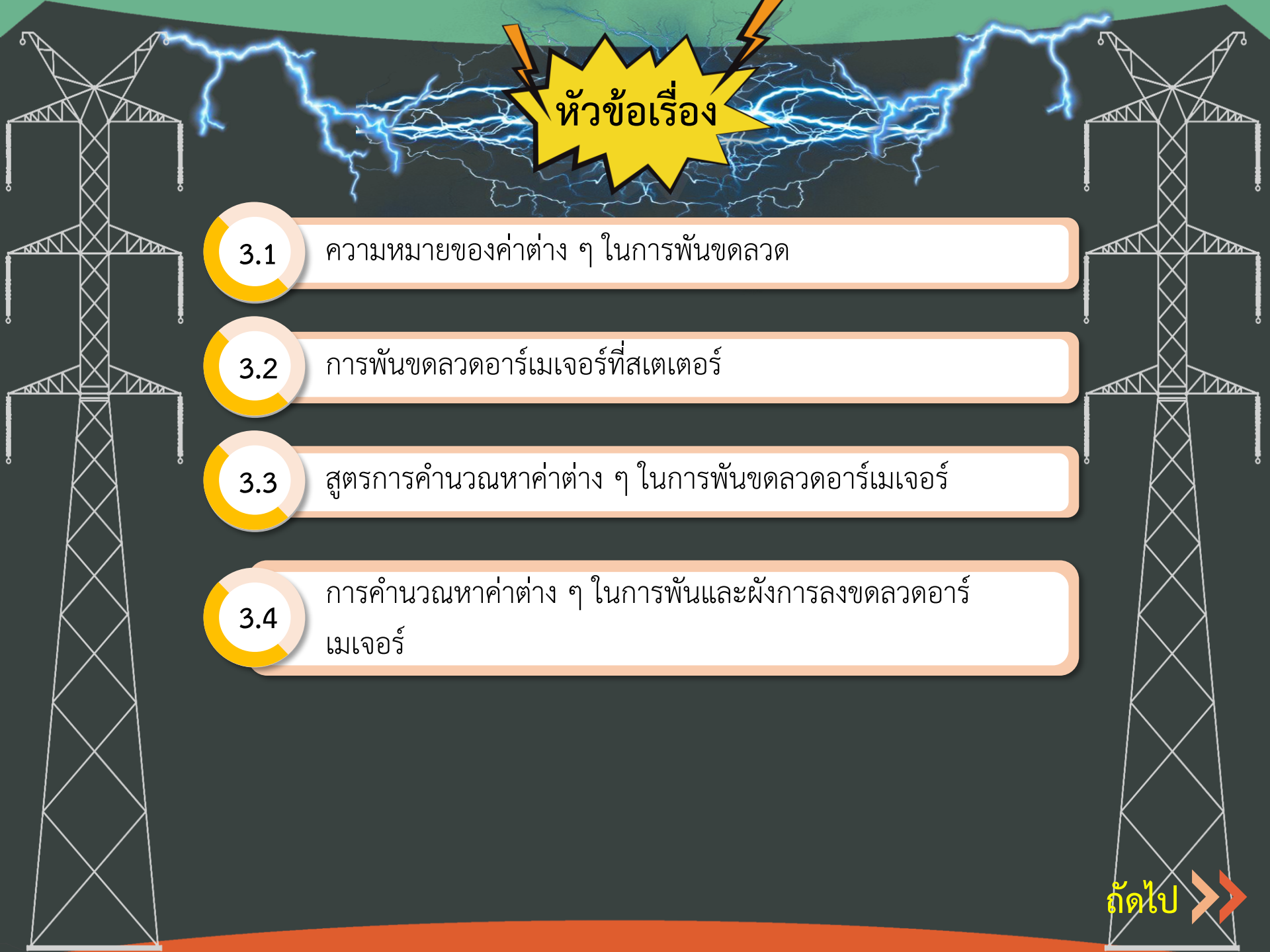


หน่วยที่ 3

การพันขดลวดอาร์เมเจอร์





หัวข้อเรื่อง

3.1

ความหมายของค่าต่าง ๆ ในการผันขดลวด

3.2

การผันขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์

3.3

สูตรการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการผันขดลวดอาร์เมเจอร์

3.4

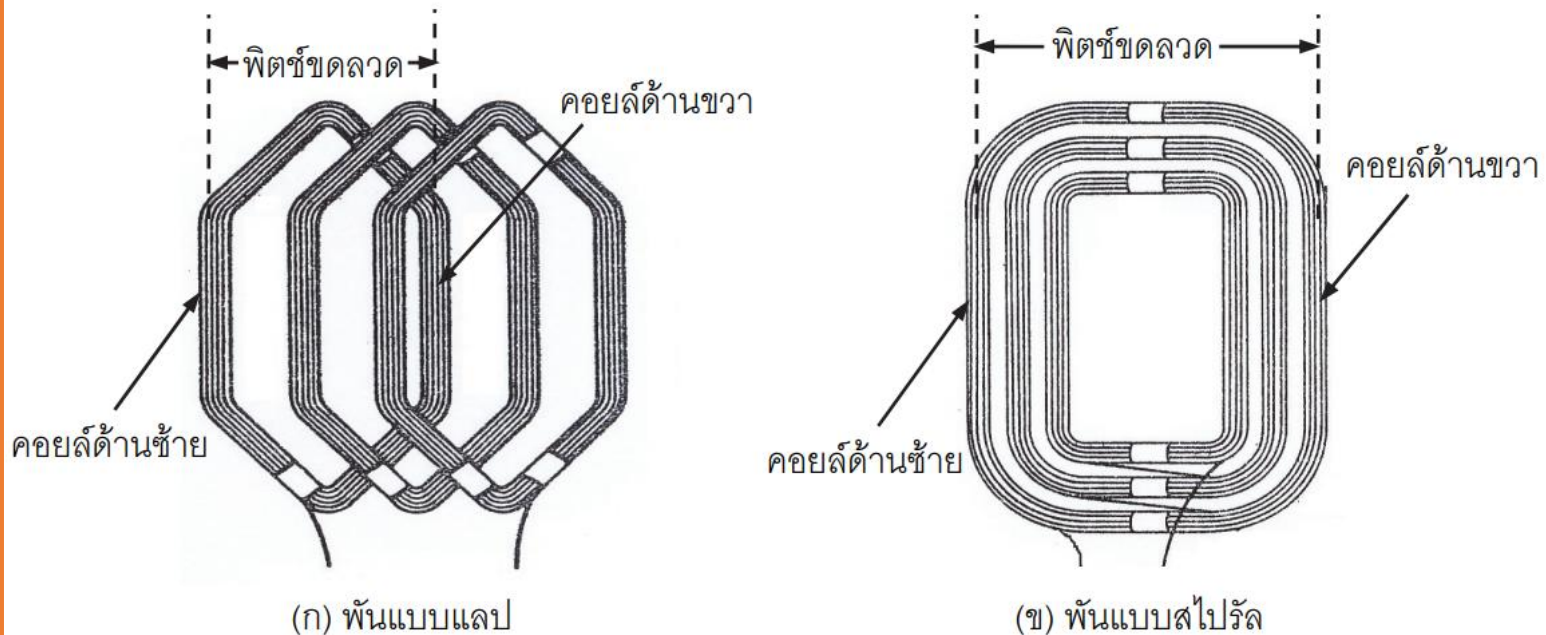
การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันและผังการลงขดลวดอาร์เมเจอร์

ถัดไป >>

3.1 ความหมายของค่าต่างๆในการพันขดลวด

3.1.1 พิตช์ขดลวด (Coil pitch)

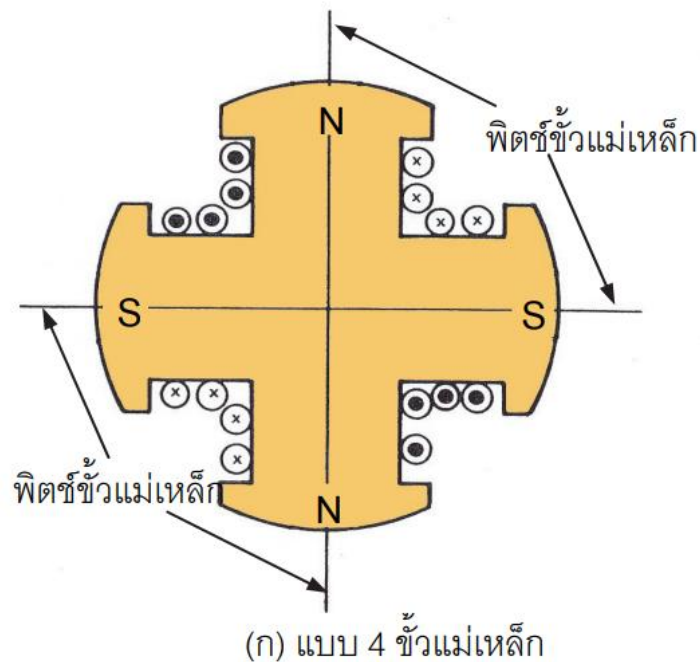
คือ ระยะห่างของขดลวดระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน ดังรูปที่ 3.1



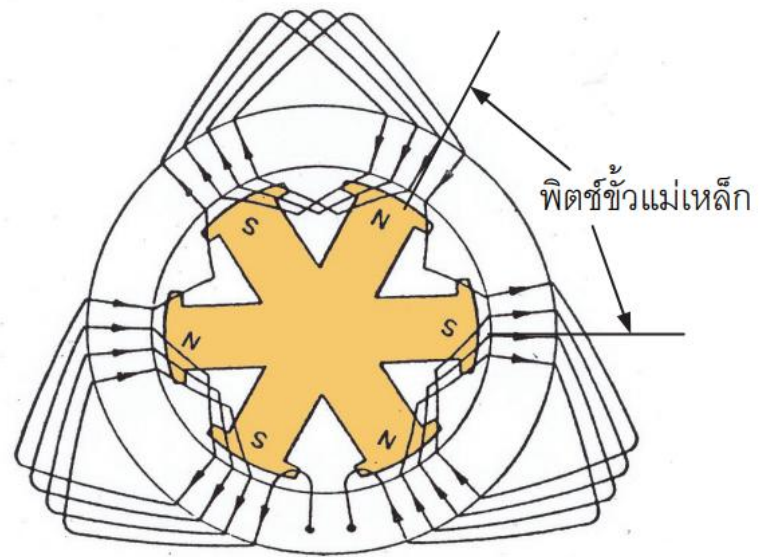
รูปที่ 3.1 พิตช์ขดลวดในการพันแบบแลปและแบบสไปรัล

3.1.2 พิตช์ขั้วแม่เหล็ก (Pole pitch)

พิตช์ขั้วแม่เหล็ก คือระยะห่างของขั้วแม่เหล็กระหว่างจุดกึ่งกลางของขั้วแม่เหล็กเหนือ (N) กับขั้วแม่เหล็กใต้ (S) ที่อยู่ประชิดกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 180° ทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.2



(ก) แบบ 4 ขั้วแม่เหล็ก

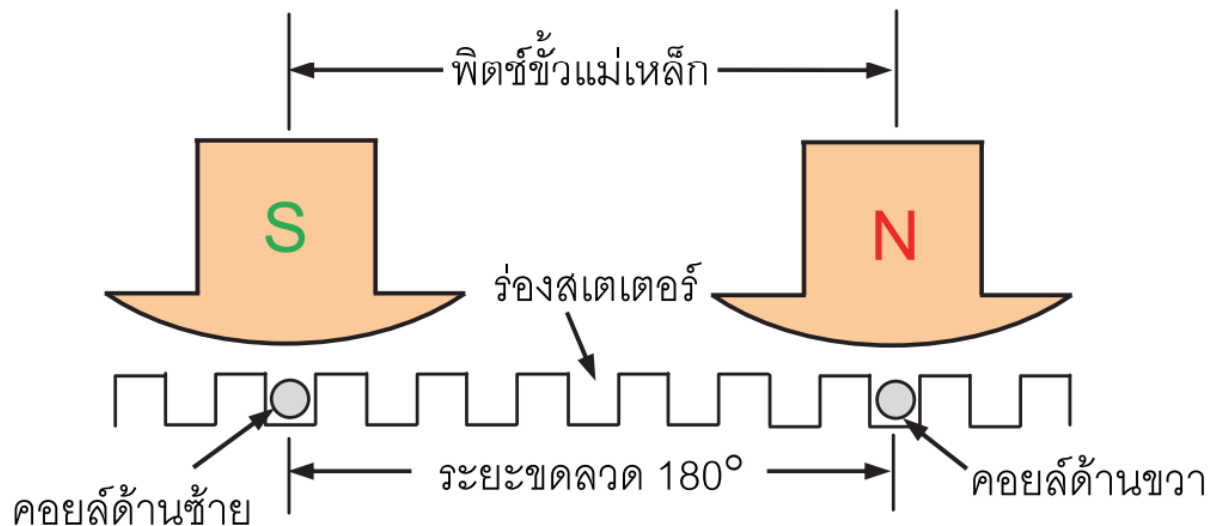


(ข) แบบ 6 ขั้วแม่เหล็ก

รูปที่ 3.2 พิตช์ขั้วแม่เหล็กแบบ 4 ขั้วและ 6 ขั้ว

3.1.3 พิตช์เต็ม (Full pitch)

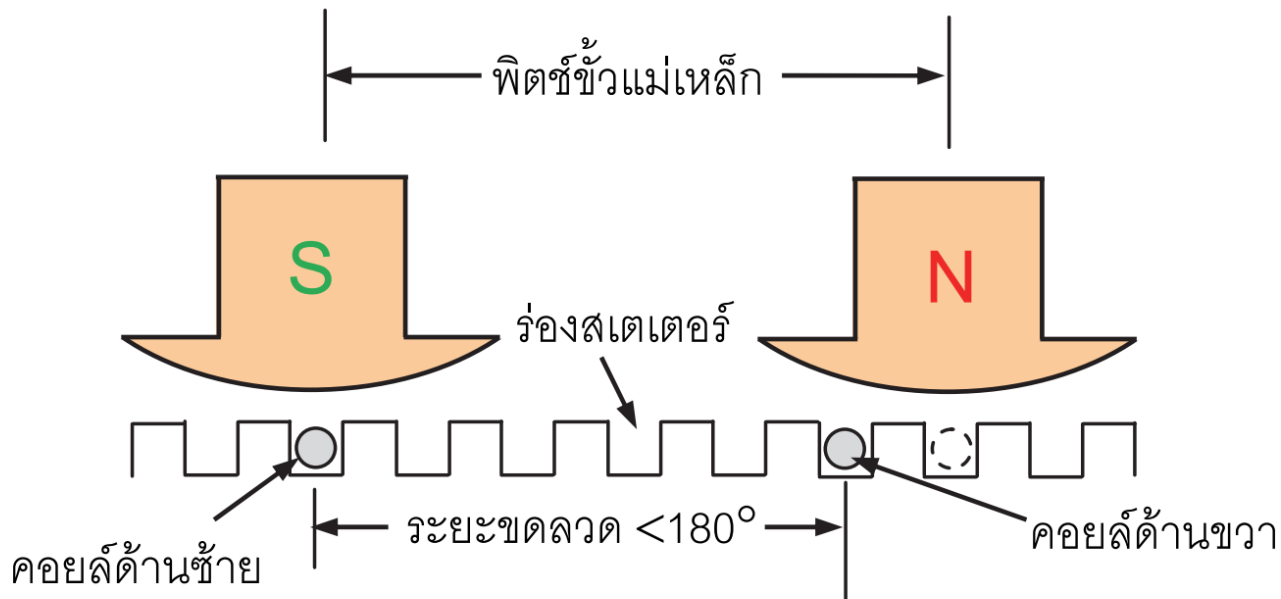
พิตช์เต็ม คือ ระยะห่างของขดลวดระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน ซึ่งมีระยะห่างเท่ากับพิตช์ขั้วแม่เหล็ก หรือเท่ากับ 180° ทางไฟฟ้า จากรูปที่ 3.3 แสดงร่องสเตเตอร์และขั้วแม่เหล็กในแนวระนาบ ซึ่งขดลวดที่วางอยู่ในร่องสเตเตอร์มีคอยล์ด้านซ้ายและคอยล์ด้านขวาวางห่างกัน 180° ทางไฟฟ้าซึ่งเท่ากับพิตช์ขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 3.3 การลงขดลวดแบบพิตช์เต็ม

3.1.4 พิตช์เศษส่วนหรือพิตช์สั้น (Fractional pitch or short pitch)

พิตช์เศษส่วนหรือพิตช์สั้น คือระยะห่างของขดลวด ระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน ซึ่งมีระยะห่างน้อยกว่าพิตช์ขั้วแม่เหล็ก หรือน้อยกว่า 180° ทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.4

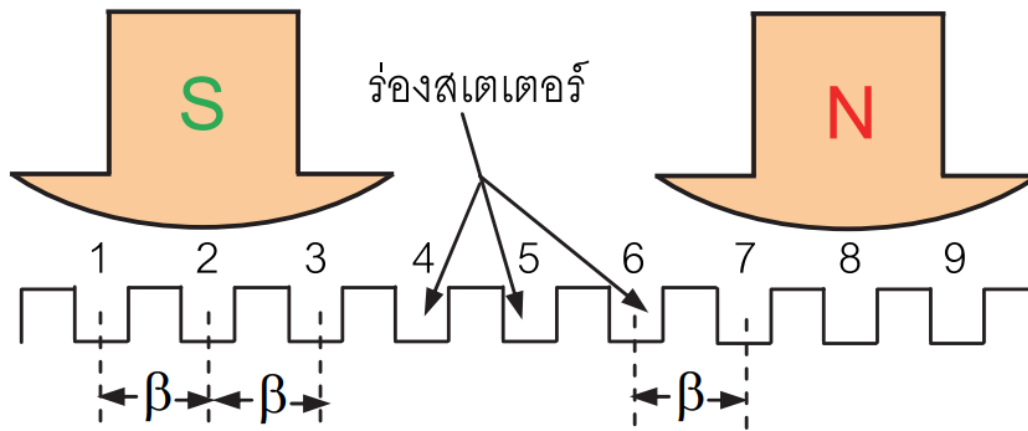


รูปที่ 3.4 การลงขดลวดแบบพิตช์เศษส่วน

3.1.5 มุมของร่อง (Slot angle)

มุมของร่อง คือ มุมระหว่างร่อง 2 ร่องที่อยู่ประชิดกัน กำหนดตัวอักษรกรีกเป็น β (อ่านว่าเบตา) มีหน่วยเป็นองศาทางไฟฟ้า คำนวณได้จาก

$$\beta = \frac{180^\circ}{\left(\frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}}\right)} = \frac{180^\circ}{\left(\frac{\text{Slot}}{\text{Pole}}\right)}$$

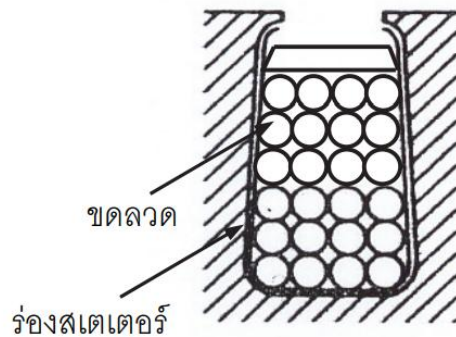


รูปที่ 3.5 มุม β ที่อยู่ระหว่างร่อง 2 ร่องที่ประชิดกัน

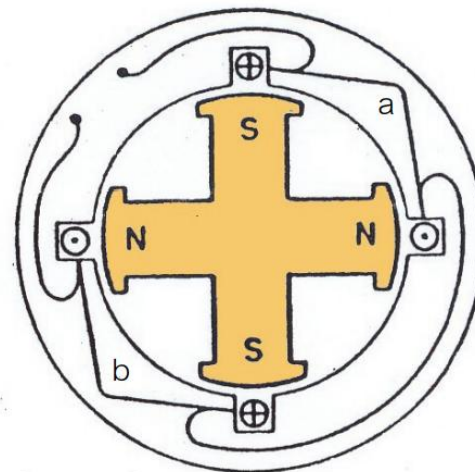
3.1.6 เลเยอร์ (Layer)

เลเยอร์คือจำนวนชั้นของขดลวดใน 1 ร่องที่สเตเตอร์แบ่งเป็น

1. **ขดลวดชั้นเดียว (Single layer)** โดยใน 1 ร่องจะมีขดลวด 1 คอยล์ดังรูปที่ 3.6 (ก) และจากรูปที่ 3.6 (ข) เป็นสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 4 ขั้วแม่เหล็ก จำนวนกรุปของขดลวด (Coil group) เท่ากับ 2 จะเห็นว่าจำนวนกรุปของขดลวดต่อเฟสเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนขั้วแม่เหล็ก



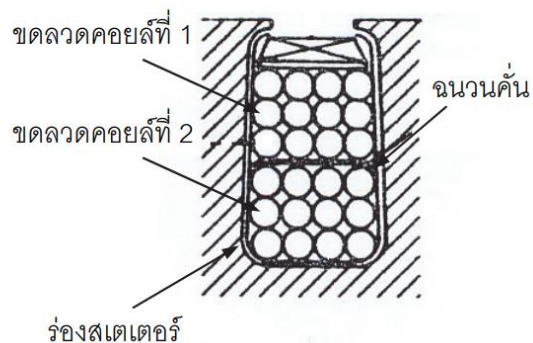
(ก) 1 ร่อง มีขดลวด 1 คอยล์



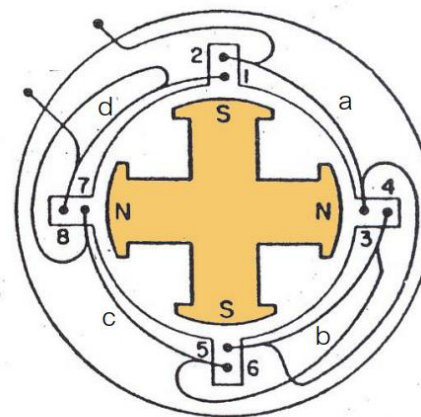
(ข) จำนวนกรุปในร่องสเตเตอร์

รูปที่ 3.6 จำนวนชั้นของขดลวดชั้นเดียวที่สเตเตอร์

2. ขดลวดสองชั้น (Double layer) โดยใน 1 ร่อง จะมีขดลวด 2 คอยล์ดังรูปที่ 3.7 (ก) ซึ่งขดลวดทั้ง 2 คอยล์ที่อยู่ในร่องจะเป็นขดลวดต่างรูปกัน และจากรูปที่ 3.7 (ข) เพนสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 4 ขั้วแม่เหล็ก จำนวนกรุปของขดลวด (Coil group) เท่ากับ 4 จะเห็นว่าจำนวนกรุปของขดลวดต่อเฟส เท่ากับจำนวนขั้วแม่เหล็ก



(ก) 1 ร่อง มีขดลวด 2 คอยล์



(ข) จำนวนกรุปในร่องสเตเตอร์

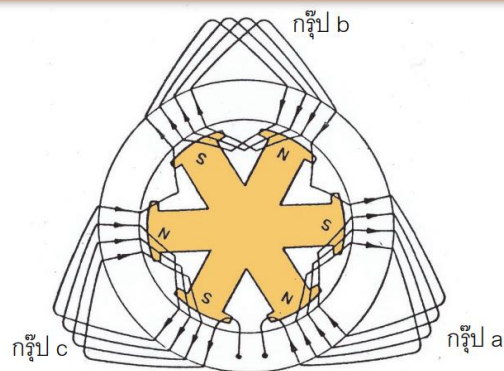
รูปที่ 3.7 จำนวนชั้นของขดลวดสองชั้นที่สเตเตอร์

3.2 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์

3.2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

ในการพันขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส จะแบ่งการพันขดลวดออกเป็น 3 แบบ คือแบบ แลป (Lap) แบบเวฟ (Wave) และแบบสไปรัล (Spiral) ซึ่งลักษณะการพันขดลวดทั้ง 3 แบบจะต่างกันที่การนำต้นและปลายของขดลวดแต่ละคอยล์และของแต่ละกรุปมาต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งมีดังนี้

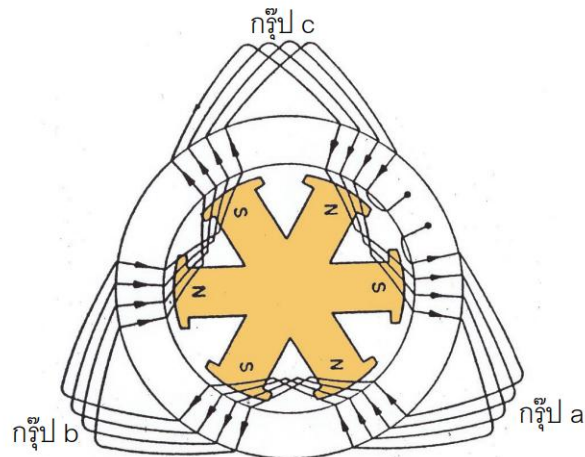
1. แบบแลป



รูปที่ 3.8 การพันขดลวดแบบแลปที่สเตเตอร์จำนวน 3 กรุป แต่ละกรุปมี 4 คอยล์

จากรูปที่ 3.8 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบขั้วแม่เหล็กหมุน 6 ขั้ว พันขดลวดชั้นเดียว มีจำนวนกรุปของขดลวดเท่ากับ 3 คือ กรุปขดลวด a กรุปขดลวด b และกรุปขดลวด c โดยแต่ละกรุปของขดลวดจะมีจำนวน 4 คอยล์แต่ละคอยล์ในกรุปของขดลวดจะต่ออนุกรมกันและปลายกรุปขดลวด a จะต่อเข้ากับต้นของกรุปขดลวด b ปลายของกรุปขดลวด b จะต่อเข้ากับต้นของกรุปขดลวด c โดยมีต้นและปลายของขดลวดออกมา 2 เส้น จะสังเกตเห็นได้อีกว่าแต่ละด้านของแต่ละคอยล์ในกรุปของขดลวดเดียวกันจะตัดกับขั้วแม่เหล็กต่างขั้วกัน (ด้านหนึ่งตัดขั้ว N อีกด้านหนึ่งตัดขั้ว S) และมีระยะพิตช์ของแต่ละคอยล์เท่ากันในแต่ละกรุป

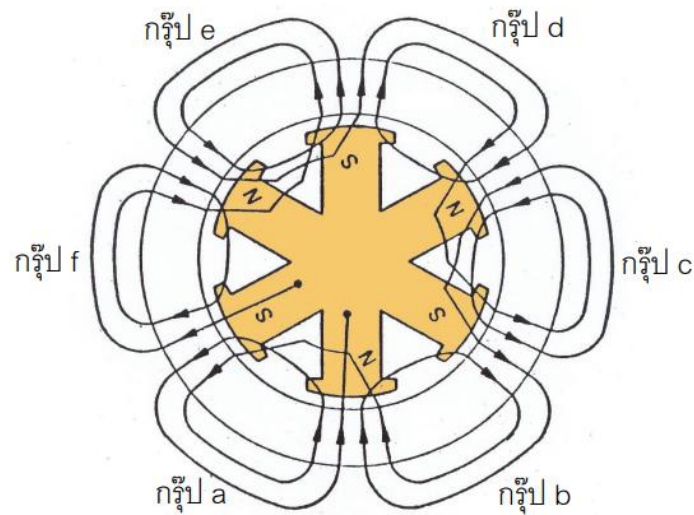
2. แบบเวฟ



รูปที่ 3.9 การพันขดลวดแบบเวฟที่สเตเตอร์จำนวน 3 กรุป แต่ละกรุปมี 4 คอยล์

จากรูปที่ 3.9 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบขั้วแม่เหล็กหมุน 6 ขั้ว พันขดลวดชั้นเดียว มีจำนวนกรุปของขดลวดเท่ากับ 3 คือ กรุปขดลวด a กรุปขดลวด b และกรุปขดลวด c โดยแต่ละกรุปของขดลวดจะมีจำนวน 4 คอยล์จะเห็นว่าปลายคอยล์ที่ 1 ของกรุป a จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 1 ของกรุป b ปลายคอยล์ที่ 1 ของกรุป b จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 1 ของกรุป c ปลายคอยล์ที่ 1 ของกรุป c จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 2 ของกรุป a ปลายคอยล์ที่ 2 ของกรุป a จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 2 ของกรุป b ปลายคอยล์ที่ 2 ของกรุป b จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 2 ของกรุป c ปลายคอยล์ที่ 2 ของกรุป c จะต่ออนุกรมกับต้นคอยล์ที่ 3 ของกรุป a เป็นลักษณะแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคอยล์และทุกกรุป โดยมีต้นและปลายของขดลวดออกมา 2 เส้น จะสังเกตเห็นได้ดีกว่าแต่ละด้านของแต่ละคอยล์ในกรุปของขดลวดเดียวกันจะตัดกับขั้วแม่เหล็กต่างขั้วกัน (ด้านหนึ่งตัดขั้ว N อีกด้านหนึ่งตัดขั้ว S) และมีระยะพิตช์ของแต่ละคอยล์เท่ากันในแต่ละกรุป

3. แบบสไปรัล

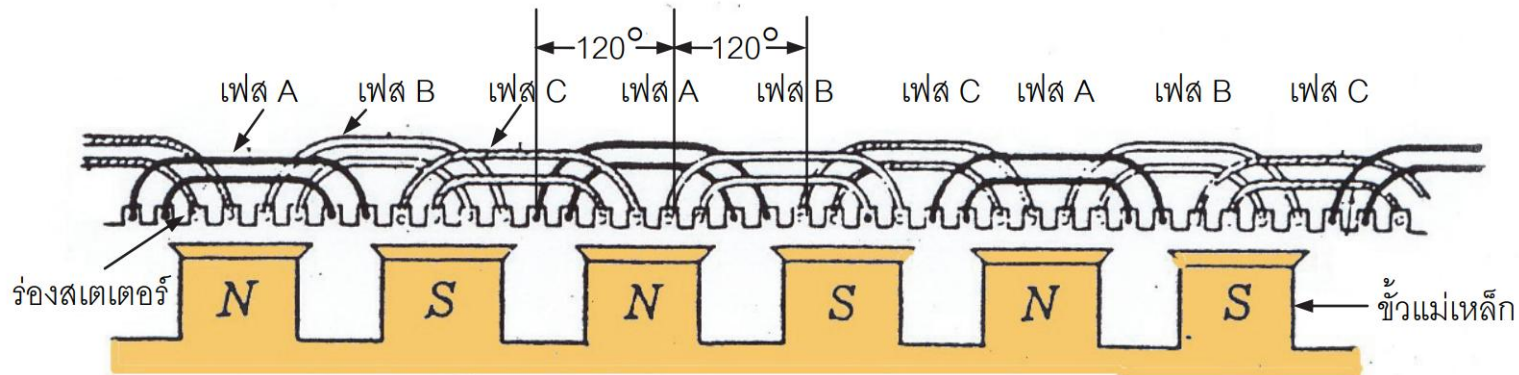


รูปที่ 3.10 การพันขดลวดแบบสไปรัลที่สเตเตอร์จำนวน 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 2 คอยล์

จากรูปที่ 3.10 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบขั้วแม่เหล็กหมุน 6 ขั้วพันขดลวดสองชั้น มีจำนวนกลุ่มของขดลวดเท่ากับ 6 คือ กลุ่มขดลวด a, b, c, d, e และกลุ่มขดลวด f ตามลำดับ โดยแต่ละกลุ่มของขดลวดจะมีจำนวน 2 คอยล์โดยแต่ละคอยล์ในกลุ่มของขดลวดจะต่ออนุกรมกันคือปลายกลุ่มขดลวด a จะต่อเข้ากับปลายของกลุ่มขดลวด b ต้นของกลุ่มขดลวด b จะต่อเข้ากับต้นของกลุ่มขดลวด c ปลายกลุ่มขดลวด c จะต่อเข้ากับปลายของกลุ่มขดลวด d ต้นของกลุ่มขดลวด d จะต่อเข้ากับต้นของกลุ่มขดลวด e และปลายกลุ่มขดลวด e จะต่อเข้ากับปลายของกลุ่มขดลวด f โดยมีต้นและปลายของขดลวดออกมา 2 เส้น จะสังเกตเห็นได้ อีกว่าระยะพิตช์ของแต่ละคอยล์ไม่เท่ากันใน 1 กลุ่ม

3.2.2 พิตช์เศษส่วนหรือพิตช์สั้น (Fractional pitch or short pitch)

ในการพันขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส คือการนำขดลวดอาร์เมเจอร์ 1 เฟสจำนวน 3 ชุดของแต่ละเฟสมาพันไว้ในร่องที่สเตเตอร์โดยขดลวดทั้ง 3 ชุดจะพันเรียงห่างกัน 120° ทางไฟฟ้าดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การพันขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสแบบสไปรัลที่สเตเตอร์

จากรูปที่ 3.11 เป็นการพันอาร์เมเจอร์ 3 เฟส ชั้นเดียวแบบสไปรัล จำนวน 6 ขั้วแม่เหล็ก โดยเฟส A มีจำนวน 3 กรู๊ป กรู๊ปละ 2 คอยล์เฟส B มีจำนวน 3 กรู๊ป กรู๊ปละ 2 คอยล์และเฟส C มีจำนวน 3 กรู๊ป กรู๊ปละ 2 คอยล์เท่ากันทั้ง 3 เฟส โดยขดลวดเฟส C วางห่างจากขดลวดเฟส B 120° ทางไฟฟ้าและขดลวดเฟส B วางห่างจากขดลวดเฟส A 120° ทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน

3.3 สูตรการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์

$$\text{จำนวนกรู๊ปของขดลวดชั้นเดียว} = \frac{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}}{2} \quad \text{.....(3.1)}$$

$$\text{จำนวนกรู๊ปของขดลวดสองชั้น} = \text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก} \quad \text{.....(3.2)}$$

$$\text{จำนวนคอยล์ต่อกรู๊ป} = \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \quad \text{.....(3.3)}$$

$$\text{ระยะพิตช์ของขดลวด} = \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \quad \text{.....(3.4)}$$

3.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันและผังการลงขดลวดอาร์เมเจอร์

ตัวอย่างที่ 3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 24 ร่อง 4 ขั้วแม่เหล็ก ลงขดลวดชั้นเดียว

แบบพิตช์เต็ม จงคำนวณหา

ก. จำนวนกรู๊ปของขดลวด

ข. จำนวนคอยล์ต่อกรู๊ปของขดลวด

ค. ระยะพิตช์ของขดลวด

ง. เขียนผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อขดลวด

ก. จำนวนกรุปของขดลวด

$$\begin{aligned}\text{จำนวนกรุปของขดลวด} &= \frac{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}}{2} \\ &= \frac{1 \times 4}{2} = 2\end{aligned}$$

จำนวนกรุปของขดลวดมีค่าเท่ากับ

2

ตอบ

ข. จำนวนคอยล์ต่อกรุปของขดลวด

$$\begin{aligned}\text{จำนวนคอยล์ต่อกรุป} &= \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \\ &= \frac{24}{1 \times 4} = 6\end{aligned}$$

จำนวนคอยล์ต่อกรุปของขดลวดมีค่าเท่ากับ

6

ตอบ

ค. ระยะพิตช์ของขดลวด

$$\begin{aligned}\text{ระยะพิตช์ของขดลวด} &= \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \\ &= \frac{24}{4} \\ &= 6 \quad (\text{ดังนั้นขดลวด 1 กับ 7})\end{aligned}$$

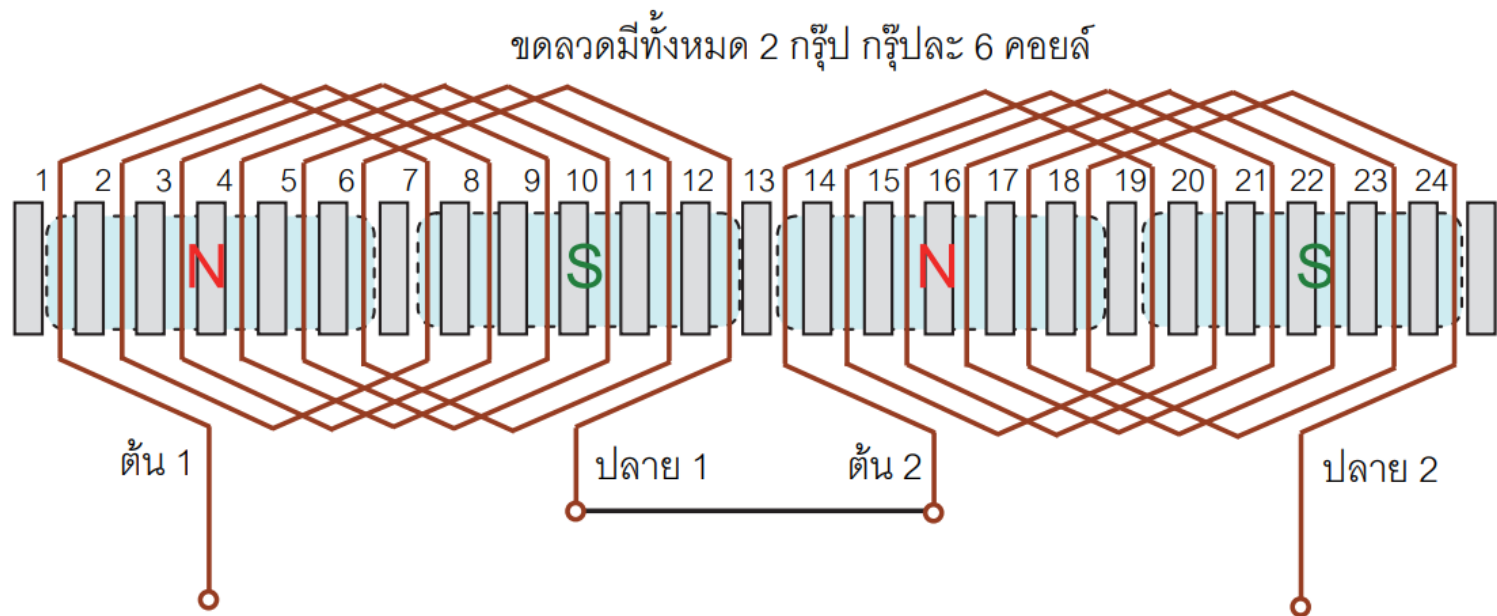
ระยะพิตช์ของขดลวดมีค่าเท่ากับ

6

ตอบ



ง. เขียนผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อขดลวด
ผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อขดลวด ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ผังการลงและการต่อขดลวด