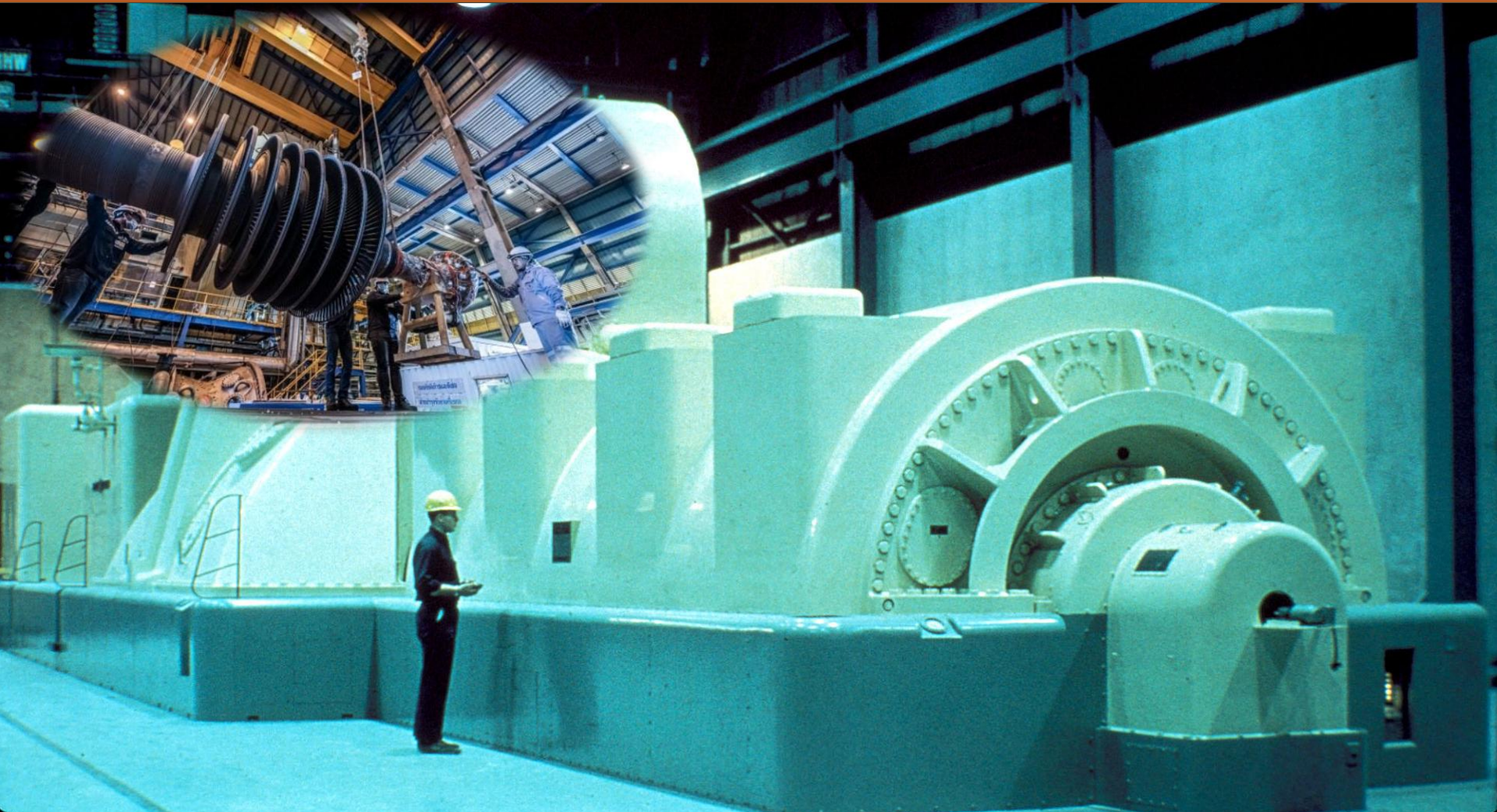
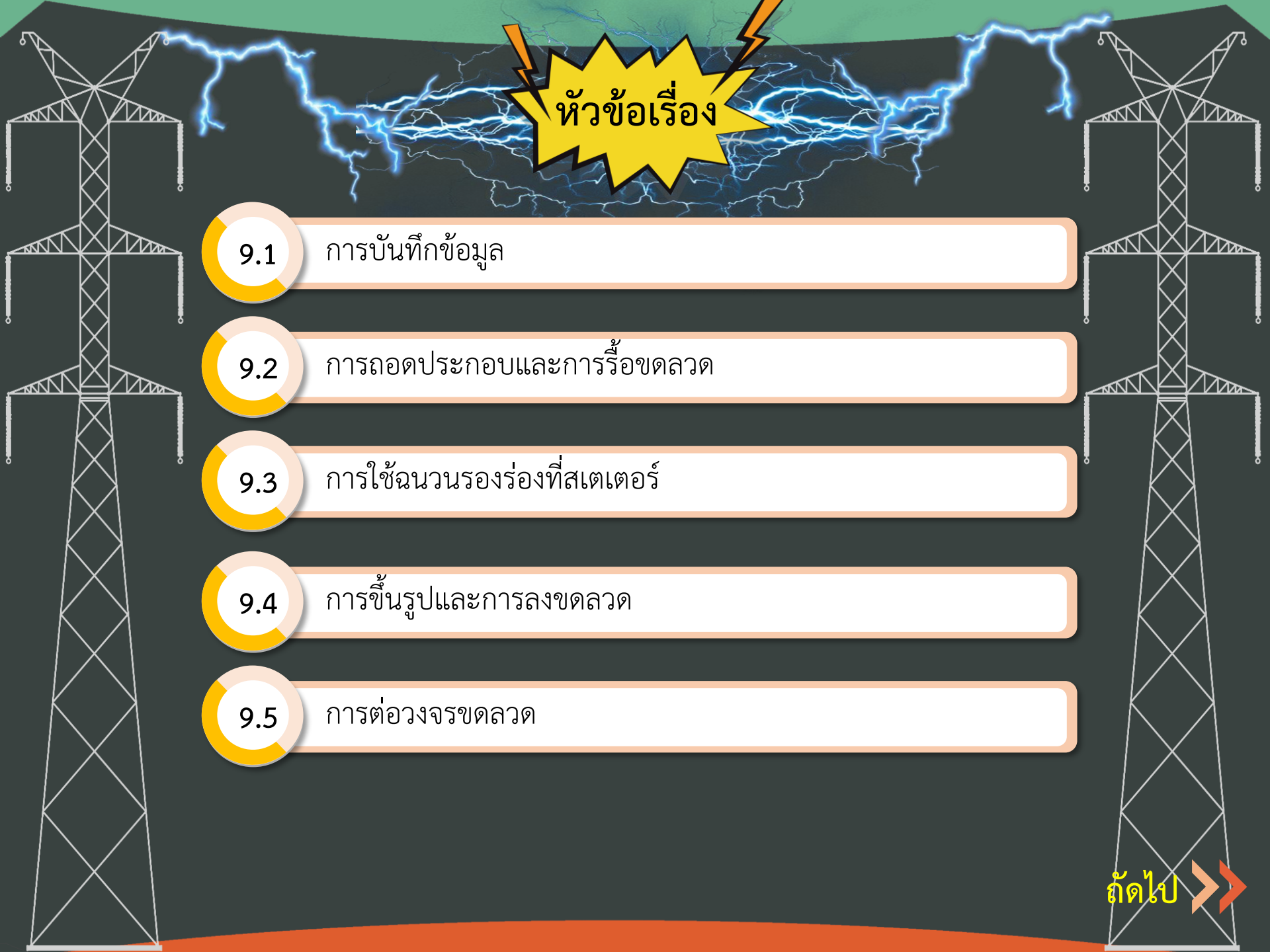


หน่วยที่ 9

การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก





หัวข้อเรื่อง

9.1

การบันทึกข้อมูล

9.2

การถอดประกอบและการรีอชดลวด

9.3

การใช้ฉนวนรองร่องที่สเตเตอร์

9.4

การขึ้นรูปและการลงขดลวด

9.5

การต่อวงจรขดลวด

ถัดไป >>

9.1 การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลเป็นการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนที่จะทำการรีดโหลด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลที่แผ่นป้าย

2. จำนวนร่อง

3. จำนวนขดลวดทั้งหมด

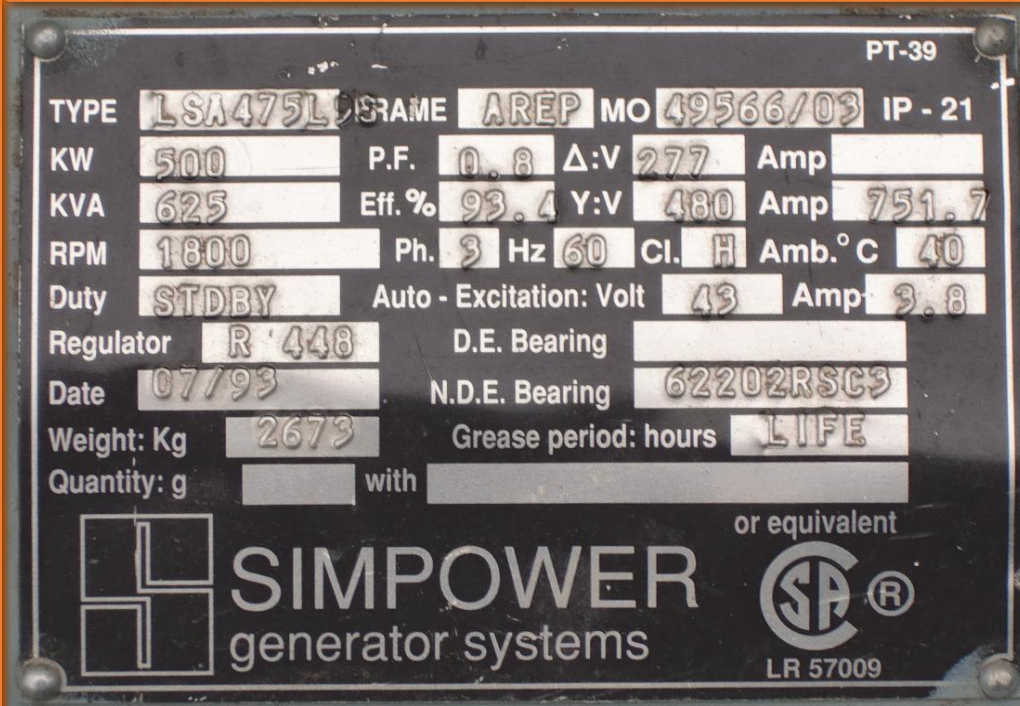
4. จำนวนคอยล์ต่อกรุป

5. แบบการต่อวงจรของขดลวด

6. จำนวนรอบที่พื้นของขดลวด

7. ระยะพิตช์ของขดลวด

ตัวอย่างข้อมูลบนแผ่นป้ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูปที่ 9.1



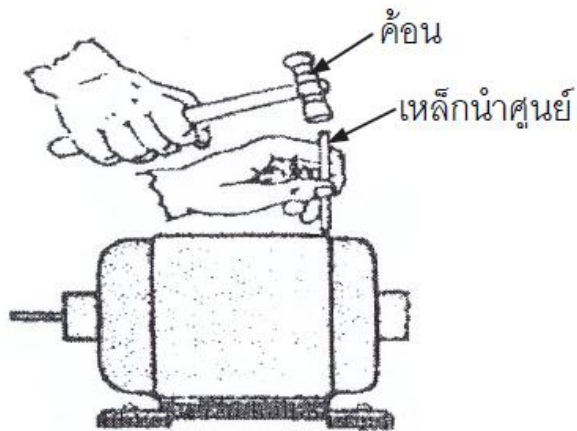
รูปที่ 9.1 ตัวอย่างข้อมูลบนแผ่นป้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ 9.1 รายละเอียดการบันทึกข้อมูล

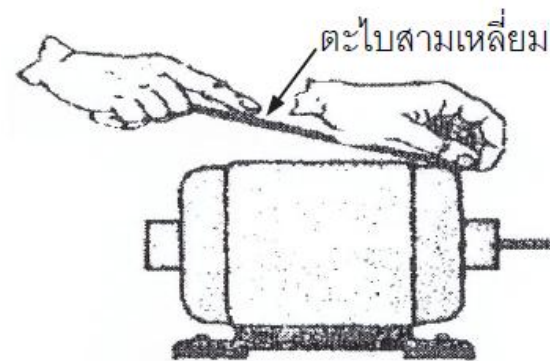
kVA	r/min										Volts.										Amps.																		
Cycle	Phase										Frame										Style																		
Temp.	Model										Type										Serial																		
No. of coil										No. of slot										No. of group																			
Size wire										No. of turn										Connection																			
Coil/group										No. of poles										Pitch of coil																			
No. of slot																																							
การลงขดลวด ของเฟส A																																							
การลงขดลวด ของเฟส B																																							
การลงขดลวด ของเฟส C																																							

9.2 การถอดประกอบและการรีเซ็ตลวด

9.2.1 การถอดส่วนประกอบ



(ก) การใช้ค้อนและเหล็กนำศูนย์



(ข) การใช้ตะไบสามเหลี่ยม

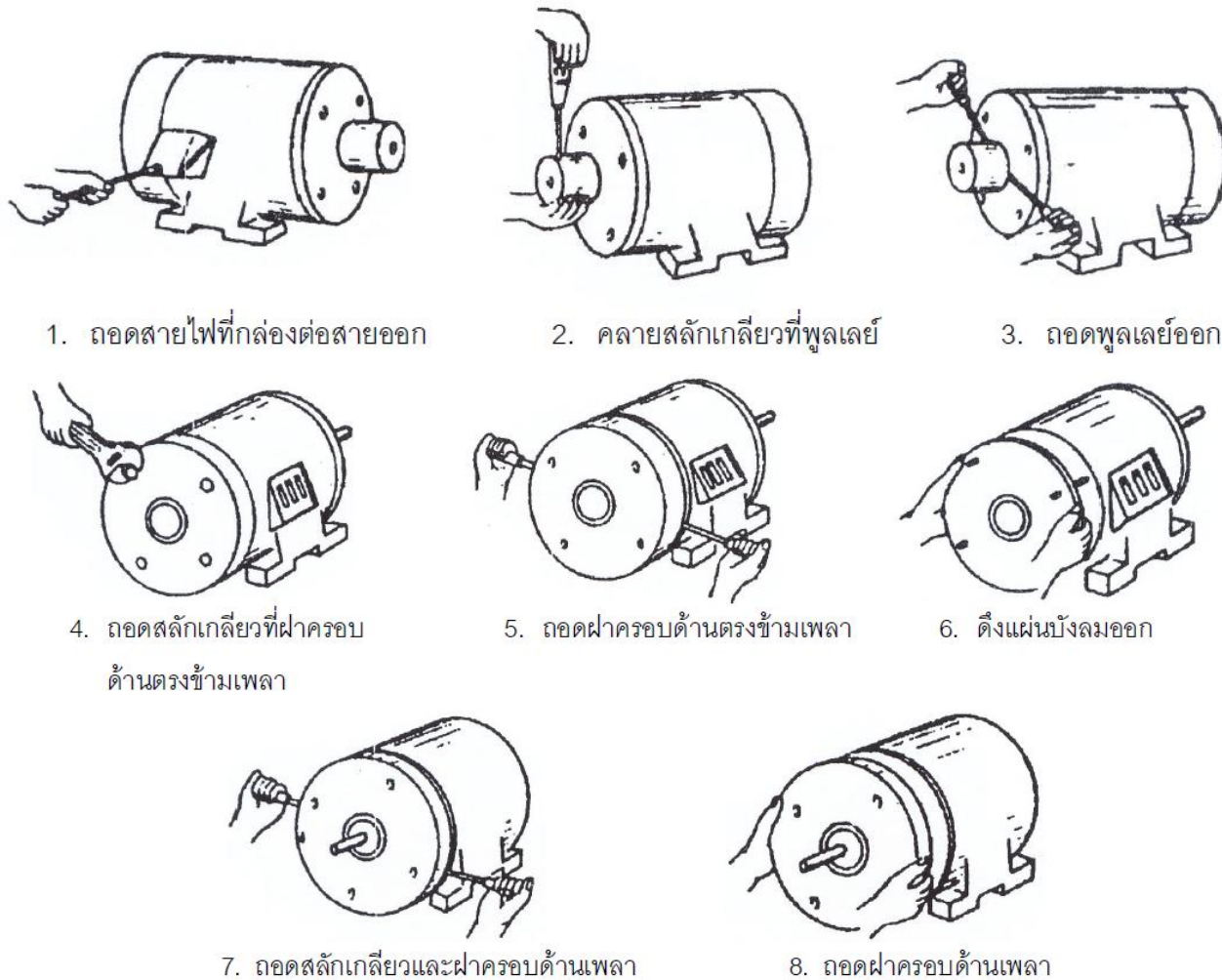
รูปที่ 9.2 การทำเครื่องหมายที่โครงเครื่องกับฝาปิดหัวท้าย

ก่อนการถอดส่วนประกอบจะต้องทำเครื่องหมายระหว่างโครงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับฝาปิดหัวท้ายจากรูปที่ 9.2 (ก) ใช้ค้อนตอกที่เหล็กนำศูนย์เบา ๆ ที่โครงและฝาปิดด้านขวา 1 จุด ด้านซ้าย 2 จุด หรือใช้ตะไบสามเหลี่ยมเซาะให้เป็นร่องเส้นตรงไม่ลึกมากที่โครงและฝาปิดทั้ง 2 ด้าน ดังรูปที่ 9.2 (ข) ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากลับเข้าที่เดิมตามที่ทำเครื่องหมายไว้เมื่อพ้นขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ถัดไป

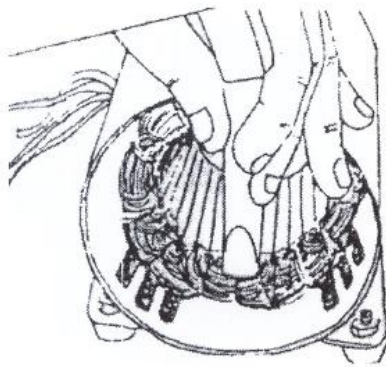


จากนั้นทำการถอดส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามลำดับขั้นตอนดังรูปที่ 9.3

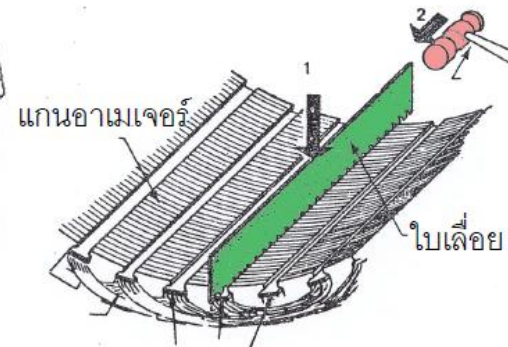
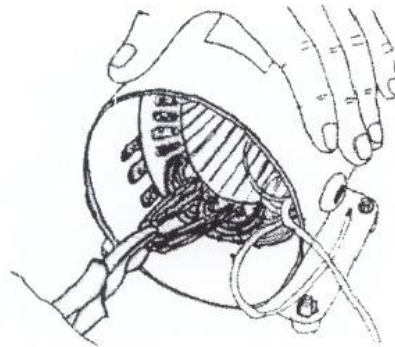


รูปที่ 9.3 การถอดส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

9.2.2 การรื้อขดลวด



(ก) การใช้สกรูยึดขดลวดแล้วใช้คีมดึงขดลวดออก



(ข) ใช้ใบเลื่อยตัดเหล็กหรือเหล็กส่งตอก
ขดลวดออก

รูปที่ 9.4 การรื้อขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ขดลวดที่ใช้พันก่อนที่จะนำไปใช้งานจะมีการชุบน้ำยาวานิชหรือสารอื่นแล้วนำไปอบ จึงทำให้การรื้อขดลวดมักจะพบอุปสรรคในการรื้อเพราะขดลวดจะแข็งและสามารถทำให้อ่อนตัวลงได้โดยให้ความร้อนแก่ขดลวด โดยนำเข้าเตาอบที่มีการควบคุมอุณหภูมิแล้วตัดขดลวดด้านใดด้านหนึ่งออกด้วยสกรูหรืออุปกรณ์อื่นจากนั้นใช้คีมดึงขดลวดออก ดังรูปที่ 9.4 (ก) หรือบางครั้งไม่สามารถให้ขดลวดอ่อนตัวลงได้ ทำได้โดยการตัดขดลวดทั้งสองด้านออกแล้วใช้คมของใบเลื่อยตัดเหล็กหรือเหล็กส่งตอกขดลวดที่อยู่ในร่องให้หลุดออกไปอีกด้านหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ดังรูปที่ 9.4 (ข) แต่ต้องระมัดระวังสภาพของร่องไม่ให้เหล็กส่งหรือคมของใบเลื่อยไปกระทบกับร่องอาจทำให้ร่องเย็นเสียหายได้

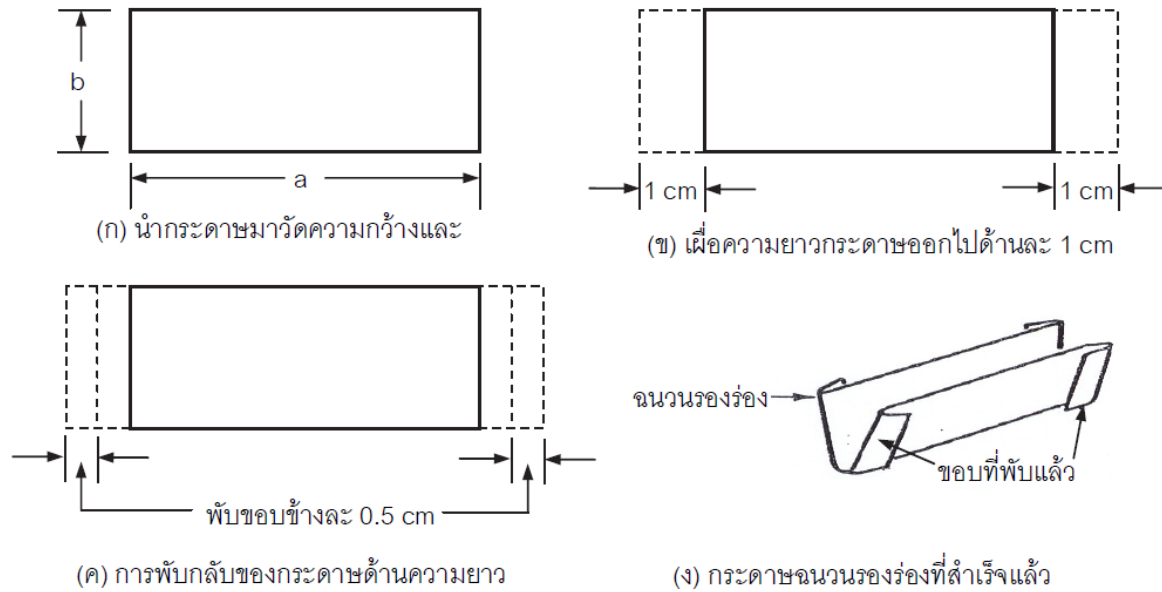
9.3 การใช้ฉนวนรองร่องที่สเตเตอร์

ฉนวนที่ใช้ในการรองร่องอาจเป็นกระดาษฉนวน (Fish paper) หรือทำจากไมลาร์ (Mylar) แบบบางโดยมีลำดับขั้นตอนในการทำฉนวนรองร่องที่สเตเตอร์ ดังนี้

1. วัดความยาวของร่องด้วยไม้บรรทัด อาจวัดเป็นหน่วยนิ้วหรือหน่วยเซนติเมตร (cm) ก็ได้ แล้วบันทึกค่าไว้
2. ใช้กระดาษวัดความลึกให้รอบร่องที่สเตเตอร์ โดยความสูงจะต้องไม่เกินร่องเพื่อใช้ทำเป็นต้นแบบดังรูปที่ 9.5



รูปที่ 9.5 การใช้กระดาษวัดความลึกรอบร่องเพื่อเป็นต้นแบบ

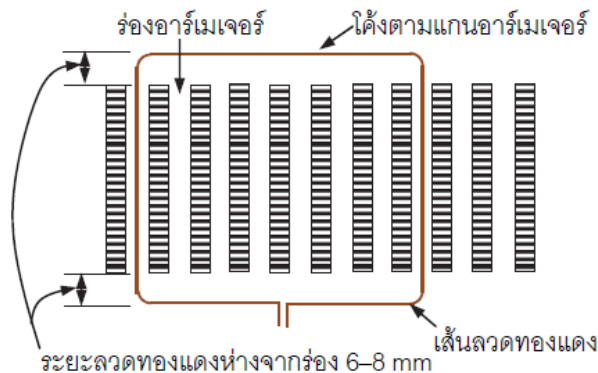


รูปที่ 9.6 การกำหนดความกว้างและความยาวของฉนวนรองร่องเพื่อเป็นต้นแบบ

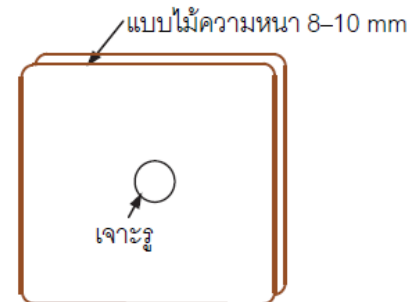
3. นำกระดาษที่วัดรอบร่องมาคลี่ออกแล้ววัดด้วยไม้บรรทัดซึ่งกำหนดให้เป็นความกว้างบันทึกค่าไว้โดยให้ความกว้างเท่ากับระยะ b และความยาวของร่องที่ได้จากข้อ 1 ให้เป็นระยะ a ดังรูปที่ 9.6 (ก)
4. เพื่อความยาวออกไปด้านละประมาณ 1 เซนติเมตร ดังรูปที่ 9.6 (ข)
5. นำความยาวทั้งหมดกับความกว้างมาตัดกระดาษฉนวนรองร่องแล้วพับกลับทางด้านความยาวข้างละ 0.5 cm ดังรูปที่ 9.6 (ค) และได้ฉนวนรองร่องดังรูปที่ 9.6 (ง) ตามลำดับ
6. ทดลองใส่ฉนวนรองร่องโดยจะต้องไม่สูงกว่าขอบของร่อง แล้วขยับซ้ายและขวาจะต้องแน่นหรือหลวมน้อยที่สุด เมื่อเหมาะสมแล้วทำให้ครบทุกร่องเพื่อเตรียมการลงขดลวดต่อไป

9.4.1 การทำแบบไม้

การทำแบบไม้ทำขึ้นเพื่อการขึ้นรูปขดลวดที่จะใช้ลงในร่อง โดยจำนวนแบบไม้จะเท่ากับจำนวนคอยล์ของขดลวดต่อกรุป สามารถทำแบบไม้ขึ้นขึ้นเดียวได้แต่ต้องต่อขดลวดทุกขดอาจทำให้เสียเวลาและต่อขดลวดผิดก่อนการทำแบบไม้ต้องทราบระยะพิตช์ของขดลวดที่ได้จากการบันทึกไว้ในตารางที่ 1.1 จากนั้นนำเศษลวดทองแดงประมาณเบอร์ 18–20 SWG จำนวน 1 เส้น ความยาวพอประมาณมาวางลงในร่องสเตเตอร์ตามระยะพิตช์โดยให้เส้นลวดทองแดงห่างออกจากร่องประมาณด้านละ 6–8 มิลลิเมตร (mm) หรือตามความเหมาะสมและโค้งตามแกนอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 9.7 (ก)



(ก) การใช้ลวดทองแดงวัดระยะในการทำแบบไม้



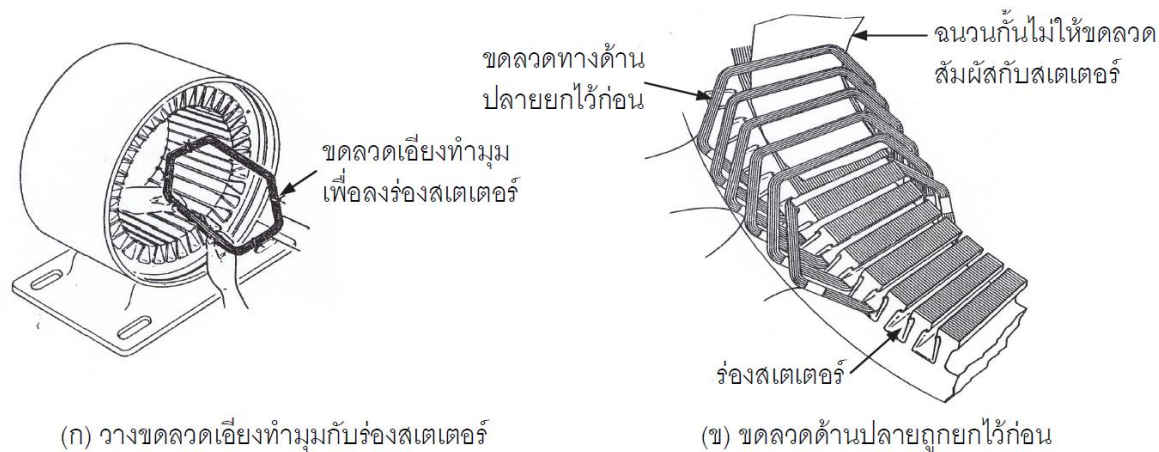
(ข) แบบไม้เพื่อการขึ้นรูปขดลวด

รูปที่ 9.7 การใช้ลวดทองแดงวัดระยะในการทำแบบไม้เพื่อการขึ้นรูปของขดลวด

หลังจากทำแบบไม้เสร็จต้องทำแผ่นไม้ปิดหัวท้ายเพื่อกันคอยล์ขดลวดในแต่ละคอยล์ของกลุ่มเดียวกันด้วย ไม้อัดหนาประมาณ 2–3 mm ซึ่งมากกว่าแผ่นไม้รองขดลวด 1 แผ่น แล้วเจาะรูนำไปใส่แกนเพลลาของ เครื่องพันขดลวดซึ่งต้องใส่สลับกันระหว่างแผ่นไม้รองขดลวดกับแผ่นไม้ที่ปิดหัวท้ายของแต่ละคอยล์ จากนั้นนำลวดทองแดงที่รู้ขนาดจากการจดบันทึกนำมาพันลงบนแบบไม้รองขดลวดให้ได้ตามจำนวนรอบที่ต้องการของแต่ละคอยล์ให้ครบ 1 กลุ่ม โดยแต่ละคอยล์กลุ่มต้องมัดด้วยเชือกขาวแดงเพื่อไม่ให้ เส้นลวดทองแดงแต่ละเส้นคลายออกจากกันและทำให้การลงขดลวดในร่องง่ายขึ้น ซึ่งการพันขดลวด จะต้องให้ครบทุกกลุ่ม

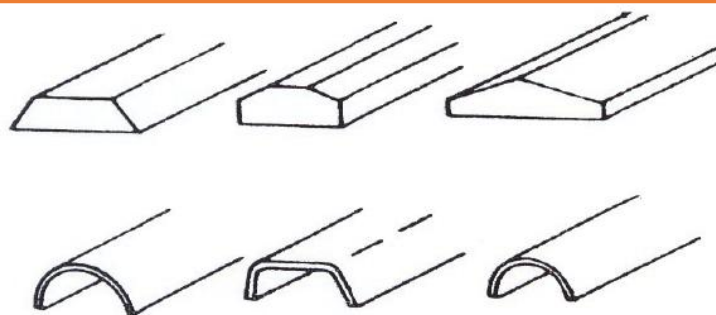
9.4.2 การลงขดลวด

หลังจากที่ได้ขดลวดในแต่ละกลุ่มและเตรียมความพร้อมของสเตเตอร์ทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการลง ขดลวดในร่องซึ่งต้องมีวิธีการและขั้นตอนที่ถูกต้องและปลอดภัย ก่อนลงขดลวดต้องตัดไมลาร์บางให้สูงกว่า ขอบร่องประมาณ 2–3 cm และความยาวประมาณเท่ากับฉนวนรองร่องจำนวน 2 ชั้น เพื่อป้องกันไม่ให้ ฉนวนเคลือบลวดทองแดงหลุดขณะลงลวดเข้าไปในแต่ละร่อง ซึ่งการลงขดลวดในร่องจะต้องใช้มือที่ถนัด จับขดลวดขดแรกแล้ววางขดลวดเรียงทำมุมกับร่องสเตเตอร์พอประมาณ ใช้นิ้วปลายหัวแม่มือกับปลาย นิ้วชี้กระจายเส้นลวดให้มีลักษณะแบน ๆ เพื่อให้ลงขดลวดในร่องได้ง่ายแล้วดึงขดลวดไปในด้านตรงกันข้าม จนกระทั่งขดลวดลงไปอยู่ในร่องทั้งหมด ดังรูปที่ 9.8 (ก) ส่วนขดลวดทางด้านปลายยกไว้ก่อน(กรณีลง ขดลวดแบบ 2 ชั้น) ดังรูปที่ 9.8 (ข)



รูปที่ 9.8 การลงขดลวดในร่องสเตเตอร์

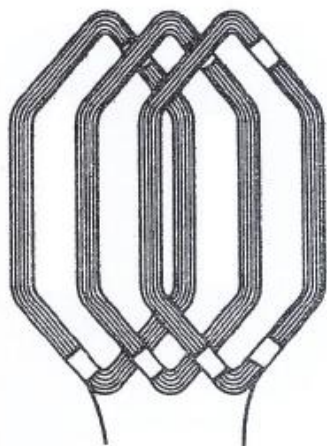
อย่างไรก็ตามในการลงขดลวดชุดแรกลงไปในเรื่องนั้น ก่อนที่จะลงขดลวดที่สองทับลงไปต้องคั่นด้วยฉนวน ในทุก ๆ ร่องเสมอเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งฉนวนที่ใช้คั่นระหว่างขดลวดจะเป็นไมลาร์แบบบางขณะที่ ลงขดลวดของแต่ละกรู๊ปในแต่ละเฟสควรระบุต้นและปลายของแต่ละกรู๊ปด้วยเมื่อลงขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงใช้ลิ่มปิดปากร่องด้านบนซึ่งลิ่มนั้นอาจเป็นไฟเบอร์ไม้ หรือแผ่นไมลาร์แข็ง ซึ่งขึ้นรูปในลักษณะของ ลิ่มไว้แล้ว ดังรูปที่ 9.9



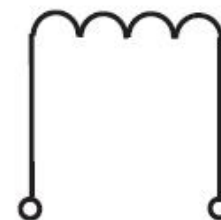
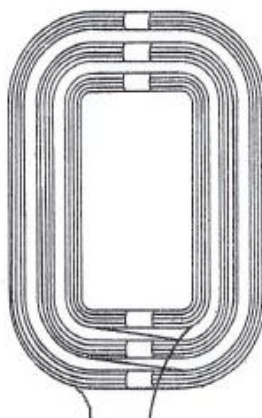
รูปที่ 9.9 ลักษณะของลิ่มที่ทำจากไฟเบอร์ไม้ หรือแผ่นไมลาร์

9.5 การต่อวงจรขดลวด

การต่อวงจรภายในขดลวดนั้นจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการพันขดลวดว่าเป็นชั้นเดียวหรือแบบสองชั้นหลังจากที่มีการลงขดลวดเสร็จแล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการต่อวงจรขดลวดระหว่างกรุปในแต่ละเฟส จากรูปที่ 9.10 (ก) เป็นขดลวด 3 คอยล์ต่อกรุป จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ของขดลวด 1 กรุป ดังรูปที่ 9.10 (ข) ไม่ว่าจำนวนคอยล์ต่อกรุปจะเป็น 2, 3, 4, 5 หรือจำนวนเท่าใดก็ตามจะเขียนด้วยสัญลักษณ์ของขดลวด 1 กรุป



(ก) ขดลวด 3 คอยล์ต่อกรุปแบบแลปและแบบสไปรัล



(ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 9.10 จำนวนคอยล์ของขดลวดแบบ 3 คอยล์ต่อกรุป

ถ้ากำหนดให้สเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับเป็นแบบ 3 เฟส 4 ขั้วแม่เหล็ก 24 ร่อง และลงขดลวดแบบพิตช์เต็ม จะได้จำนวนกรู๊ปของขดลวด จำนวนคอยล์ต่อกรู๊ป จำนวนกรู๊ปต่อเฟส และทำให้การต่อวงจรของขดลวดง่ายขึ้น ซึ่งพิจารณาดังนี้

9.5.1 เมื่อพันแบบชั้นเดียว

$$\begin{aligned}\text{จำนวนกรู๊ปของขดลวด} &= \frac{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}}{2} \\ &= \frac{3 \times 4}{2} \\ \text{จำนวนกรู๊ปของขดลวด} &= 6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนคอยล์ต่อกรู๊ป} &= \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \\ &= \frac{24}{3 \times 4} \\ \text{จำนวนกรู๊ปของขดลวด} &= 2\end{aligned}$$

$$\text{จำนวนกรุปต่อเฟส} = \frac{\text{จำนวนกรุปของขดลวด}}{\text{จำนวนเฟส}}$$

$$= \frac{6}{3}$$

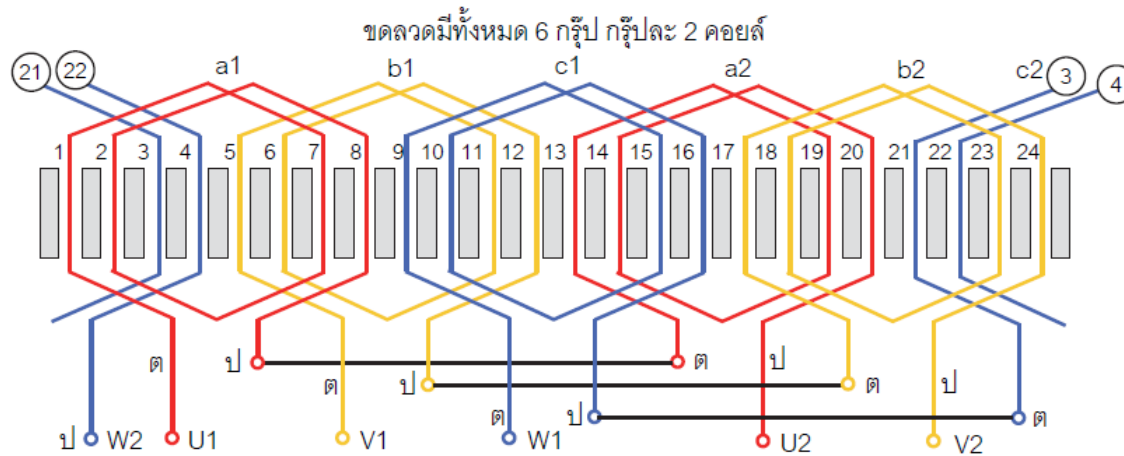
$$\text{จำนวนกรุปต่อเฟส} = 2$$

$$\text{ระยะพิตช์ของขดลวด} = \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}}$$

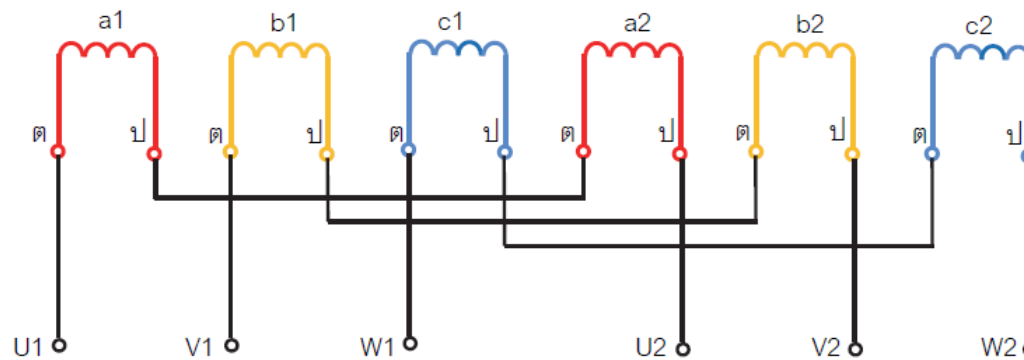
$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{24}{4}$$

$$\text{จำนวนกรุปของขดลวด} = 6 \quad (\text{ลงขดลวด 1 กับ 7})$$

แสดงผังการลงขดลวดภาพคลื่นแบบชั้นเดียว ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส 4 ขั้ว 24 ร่อง ดังรูปที่ 9.11



(ก) ผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อวงจรขดลวดแบบชั้นเดียว



(ข) กรู๊ปการต่อขดลวดแบบชั้นเดียว

รูปที่ 9.11 ผังการลงขดลวดและกรู๊ปการต่อวงจรขดลวดแบบชั้นเดียว

9.5.2 เมื่อพันแบบสองชั้น

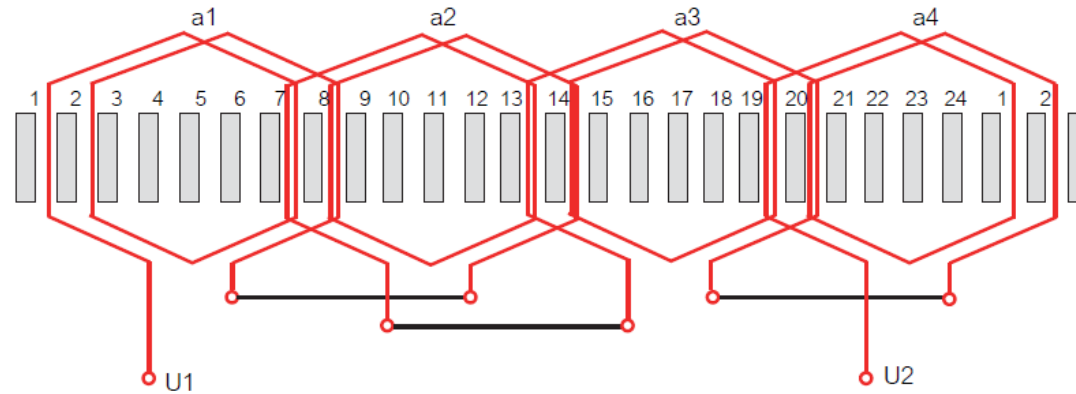


$$\begin{aligned}\text{จำนวนกรุปของขดลวด} &= \text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก} \\ \text{จำนวนกรุปของขดลวด} &= 3 \times 4 = 12\end{aligned}$$

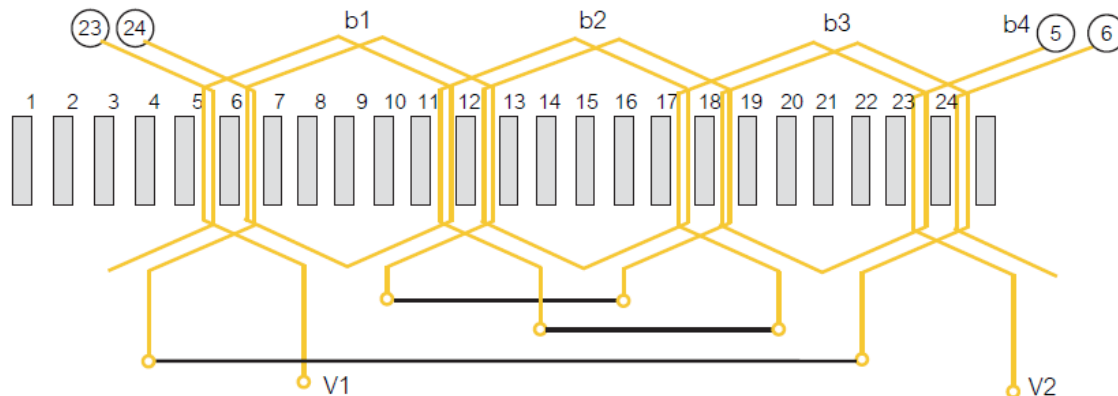
$$\begin{aligned}\text{จำนวนคอยล์ต่อกรุป} &= \frac{\text{จำนวนร่อง}}{\text{จำนวนเฟส} \times \text{จำนวนขั้วแม่เหล็ก}} \\ \text{จำนวนคอยล์ต่อกรุป} &= \frac{24}{3 \times 4} = 2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนกรุปต่อเฟส} &= \frac{\text{จำนวนกรุปของขดลวด}}{\text{จำนวนเฟส}} \\ \text{จำนวนกรุปต่อเฟส} &= \frac{12}{3} = 4\end{aligned}$$

แสดงผังการลงขดลวดภาพคลื่นแบบสองชั้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส 4 ขั้ว 24 ร่อง ดังรูปที่ 9.12

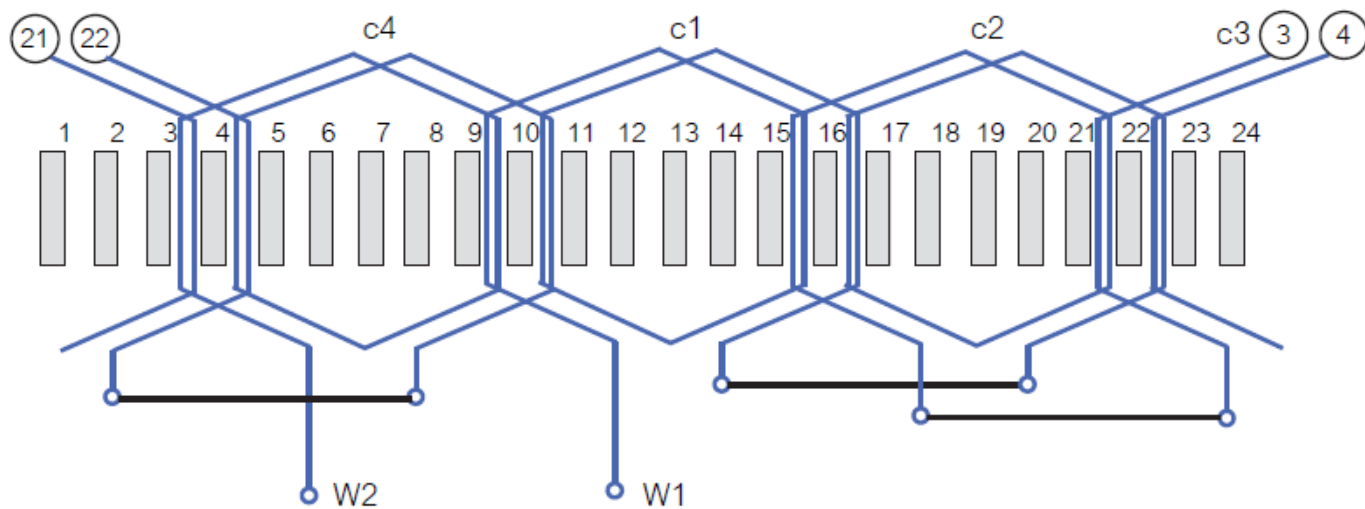


(ก) ผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อวงจรขดลวดของเฟส A



(ข) ผังการลงขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อวงจรขดลวดของเฟส B

รูปที่ 9.12 ผังการลงขดลวดและการต่อวงจรขดลวดแบบสองชั้น



(ค) แผนผังขดลวดแบบภาพคลื่นและการต่อวงจรขดลวดของเฟส C

รูปที่ 9.12 (ต่อ) แผนผังขดลวดและการต่อวงจรขดลวดแบบสองชั้น