

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR)

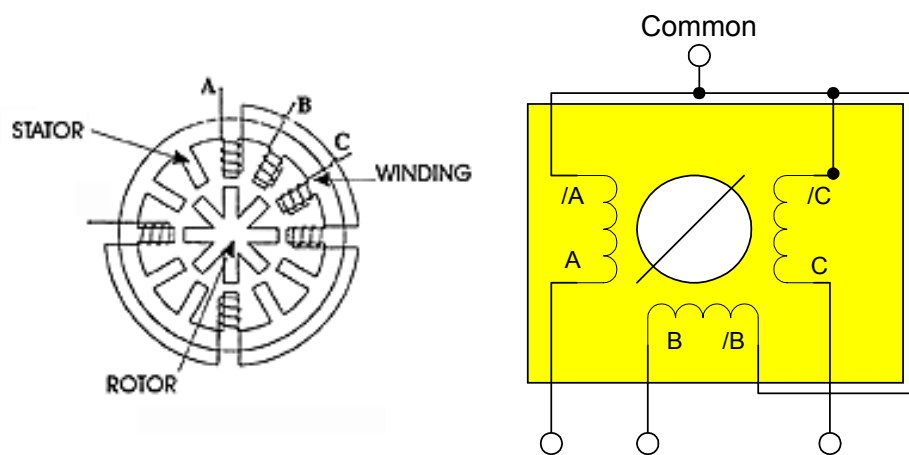
สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นสเต็ป (STEP) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์(stator) ในลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse)

ในกรณีที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดขดนั้นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตลอดเวลาที่จะเกิดการหมุนเพียงหนึ่งสเต็ปเท่านั้นซึ่งต่างจาก DC มอเตอร์เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ ก็จะหมุนตามจนกว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้

ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับ DC มอเตอร์

1. สามารถใช้ในงานควบคุมตำแหน่งในลักษณะ วงจรควบคุมแบบเปิด(Open Loop Control)ได้ โดยที่ไม่ต้องการสัญญาณป้อนกลับ(FeedBack signal) แต่อาศัยการนับจำนวนของพัลส์ที่ส่งไปควบคุมการหมุนแทน
2. ไม่มีส่วนของแปรงถ่านที่จะสึกหรอและไม่เกิดการสปาร์กที่แปรงถ่านซึ่งอาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

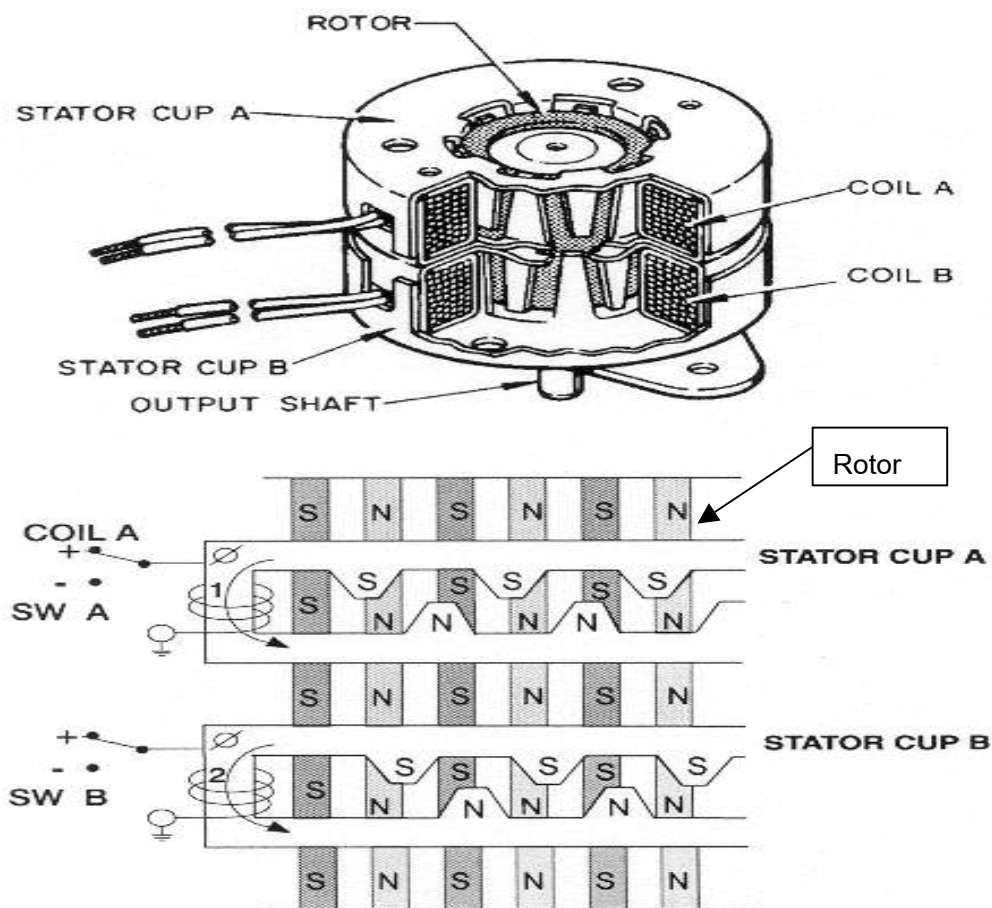
1 วารีเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance : VR) โรเตอร์(Rotor) ทำด้วยเหล็กอ่อน รูปทรงกระบอกและทำเป็นลักษณะฟัน(teeth) สเตเตอร์(Stator)จะมีขดลวดพัน และจะทำเป็นลักษณะของฟันเช่นกัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และเหนี่ยวนำให้ฟันของโรเตอร์เกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่มีขั้วตรงกันข้ามกับสเตเตอร์ทำให้ดึงดูดกันเกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้โดยปกติจะมีขนาด 3 เฟส ในบางครั้งอาจพบ ถึง 4 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้ถ้าไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ ตัวโรเตอร์จะไม่เกิดแรงดึงดูดกับสเตเตอร์ มอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้งานอุตสาหกรรมแต่จะถูกนำไปใช้กับงานที่มีขนาดเล็ก เช่น Micro-positioning table เป็นต้น เพราะ ไม่มีส่วนที่เป็นแม่เหล็กถาวร ดังนั้นในขณะที่ไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จึงไม่เกิดแรงดึงดูด วิธีการขับ(Driving)หรือการกระตุ้นเฟส(Phase Excitation)จะทำได้ดังนี้คือ ต่อปลายด้านcommon เข้ากับแหล่งจ่ายไฟขั้วบวก(+) แล้วทำการสวิตซ์ให้ปลายด้าน A , B , C ต่อดึงกราวด์(Ground)ตามลำดับ ทีละปลายแล้วทำเช่นนี้เรื่อยไป แต่ถ้าต้องการให้หมุนกลับก็สวิตซ์ย้อนกลับ และในการอธิบายต่อจากนี้ไปจะไม่ขอกกล่าวถึงมอเตอร์ชนิดนี้อีก



รูปที่ 1 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดวารีเอเบิลรีลักแตนซ์และสัญลักษณ์

2 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet : PM) โรเตอร์ (Rotor) ทำด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกเรียบ สเตเตอร์ (Stator) จะมีขดลวดพัน และก็จะทำเป็นฟัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็น ขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และจะดึงดูดกับขั้วของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้โดยจะมีตั้งแต่ขนาด 2 เฟสขึ้นไปมอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแต่จะถูก นำไปใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เช่นตัวขับเคลื่อนที่ใช้หมุนเพื่อเลื่อนกระดาษของเครื่องพิมพ์ เป็นต้น เพราะ ความเร็วต่ำ แรงบิดต่ำ และนอกจากนี้ด้วยโครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้ทำให้มุมที่หมุนไปแต่ละสเต็ป (Step Angle) ไม่ละเอียดเช่น สเต็ปละ 3.6 , 7.5 , 15 , 18 องศา เป็นต้น

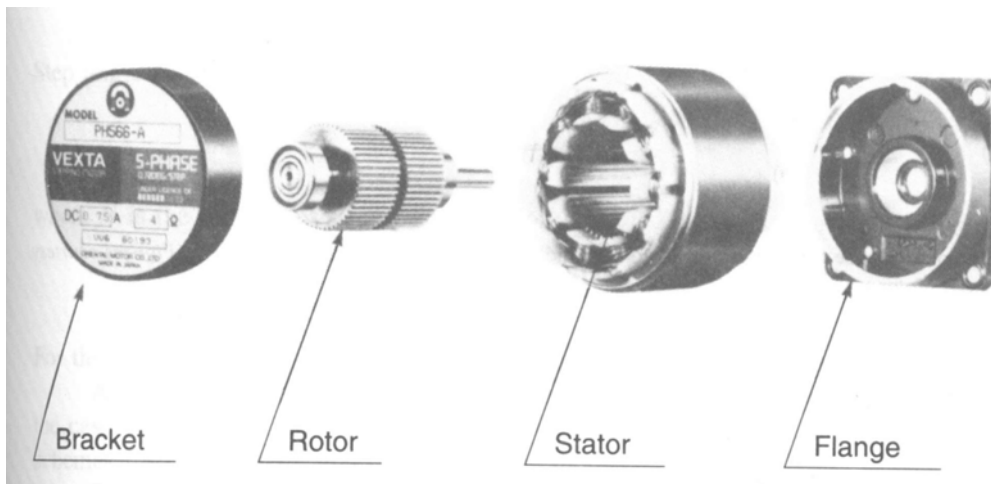
มอเตอร์ชนิดนี้ถึงไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ (Stator) ตัวโรเตอร์จะเกิดแรงดึงดูดกับ สเตเตอร์ซึ่งเกิดจากอำนาจของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ทำให้หมุนได้ยาก จำนวนขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์สามารถ นับได้จากจำนวนขั้วแม่เหล็กที่จะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่สเตเตอร์ชุดใดชุดหนึ่ง



รูปที่ 2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

3 แบบผสม (Hybrid : HB) ใช้หลักการทำงานของทั้งสองแบบมาออกแบบโดยที่สเตเตอร์จะคล้ายกับแบบ VR ส่วนโรเตอร์จะคล้ายแบบ PM แต่จะทำเป็นฟัน มอเตอร์แบบนี้นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเพราะแรงบิดสูง ความละเอียดของสเต็ปในการหมุนสูง , ความเร็วสูงกว่าสองแบบที่กล่าวมาแล้ว มอเตอร์ชนิดนี้โดยปกติจะมีขนาด 2 เฟส ถึง 5 เฟส และมอเตอร์ชนิดนี้ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เหนือกว่าเดิมไปอีกโดยให้ชื่อว่า “Enhanced Hybrid” ซึ่งจะไม่มีขายโครงสร้างในเอกสารนี้

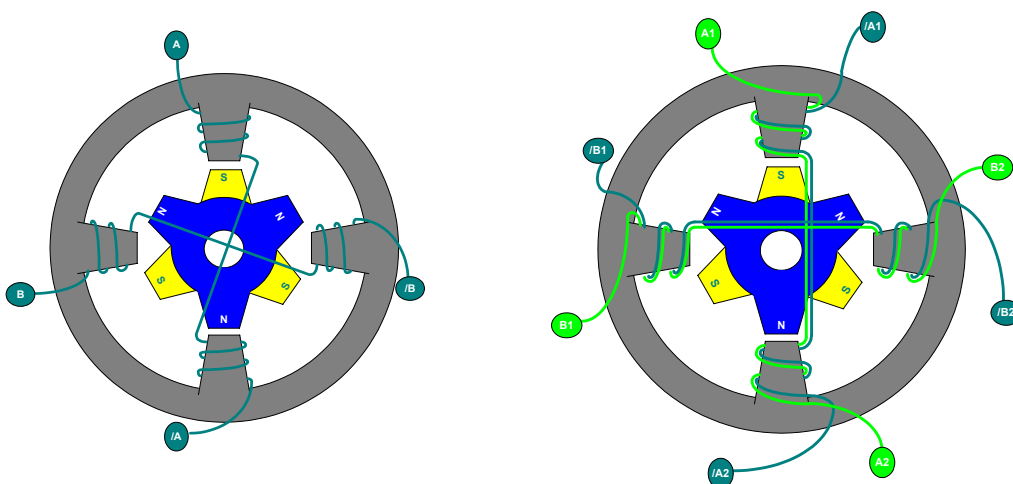
รูปที่ 3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริดขนาด 5 เฟส



เฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor Phase) หมายถึง จำนวนขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ซึ่งแยกออกจากกันอย่างอิสระ รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ขนาด 3 เฟส ในกรณีของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 2 เฟสนั้นมักถูกจะเรียกเป็นมอเตอร์ขนาด 4 เฟสก็เพราะขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์แต่ละชุดจะมี 2 ขด จึงเข้าใจว่ามี 4 ขดลวด แต่ถ้าพิจารณากันจริงจะพบว่าขดลวดทั้งสองนั้นเป็นขดลวดขดเดียวแต่มีจุดต่อตรงกลางขดเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 6

การพันลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบคือ

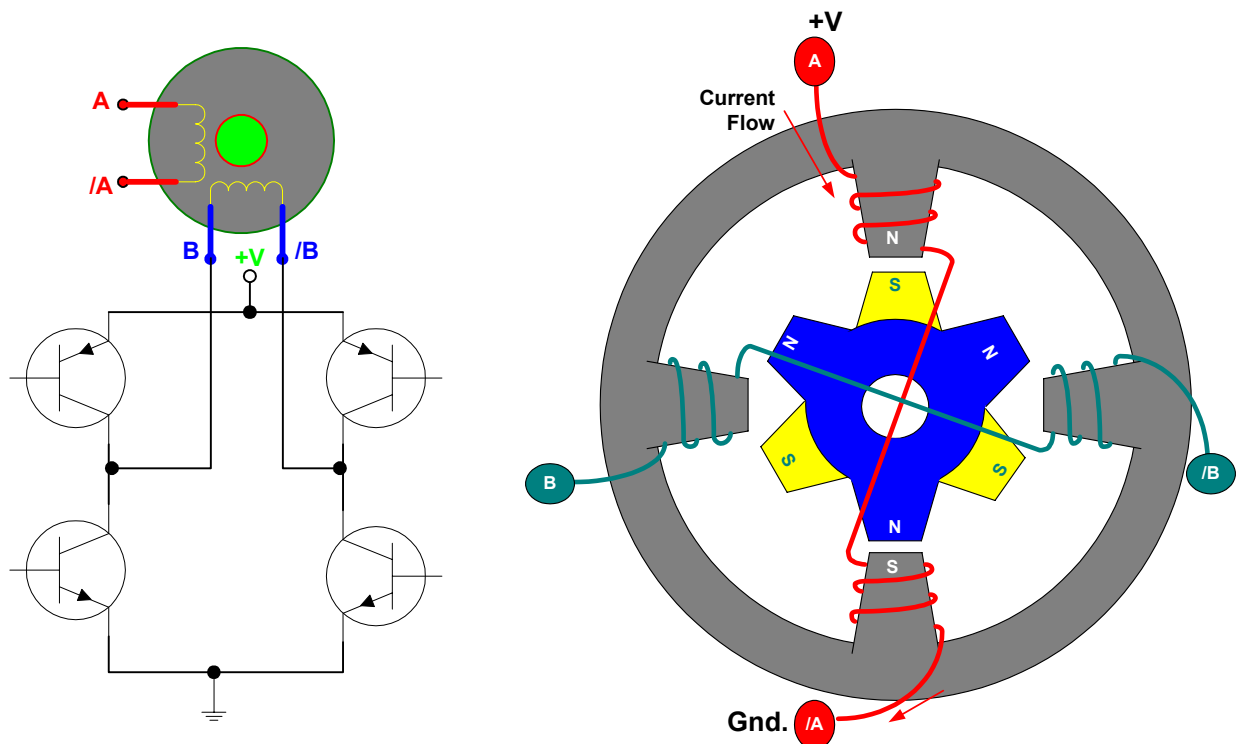
1. การพันแบบใช้ลวดเส้นเดียว (Unifilar)
2. การพันแบบใช้ลวด 2 เส้นพันไปด้วยกัน (Bifilar)



รูปที่ 4 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

ชนิดของสแต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งตามลักษณะสายที่ใช้ต่อกับวงจรขับแบ่งออกได้ 2 แบบคือ

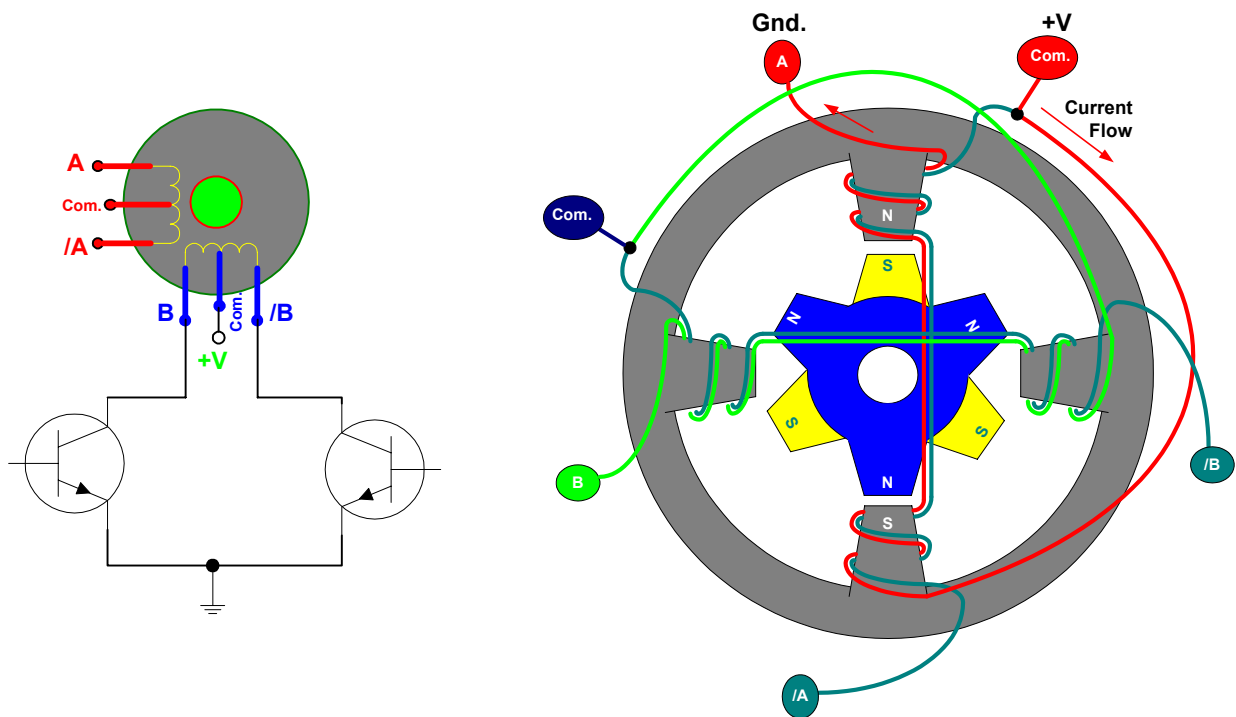
1.แบบไบโพลาร์ (Bipolar) ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะไม่มีจุดร่วม การต่อเข้ากับวงจรขับจะใช้ปลายทั้งสองด้านของขดลวดแต่ละชุด การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟจากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่งของขดลวดและการเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ได้โดยสลับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นเอง ดังนั้นวงจรขับที่ใช้จึงจำเป็นต้องสามารถกลับทิศทางการไหลของกระแสได้ กรณีเป็นมอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อกับวงจร 4 สาย



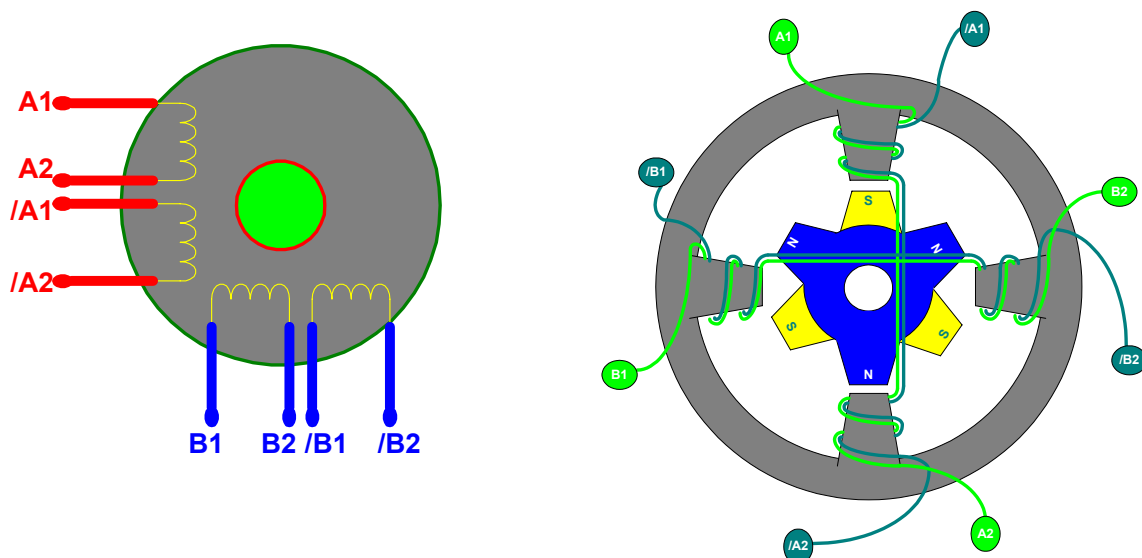
รูปที่ 5 สัญลักษณ์, โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบไบโพลาร์ 2 เฟส

2.แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะมีจุดร่วม การพันขดลวดจะพันในแบบ Bifilar การต่อเข้ากับวงจรขับจะใช้ปลายของขดลวดแต่ละด้านต่อเข้ากับวงจรขับและใช้จุดร่วมต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟให้ไหลจากจุดร่วมลงกราวด์มาครบวงจรที่ปลายด้านหนึ่งของขดลวด การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ได้โดยเปลี่ยนการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่งของขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ชุดเดียวกัน ดังนั้นวงจรขับจึงเป็นวงจรสวิทช์เพื่อทำให้จ่ายกระแสไฟที่ผ่านขดลวดครบวงจรเท่านั้น

กรณีเป็นมอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อกับวงจร 5 หรือ 6 สาย

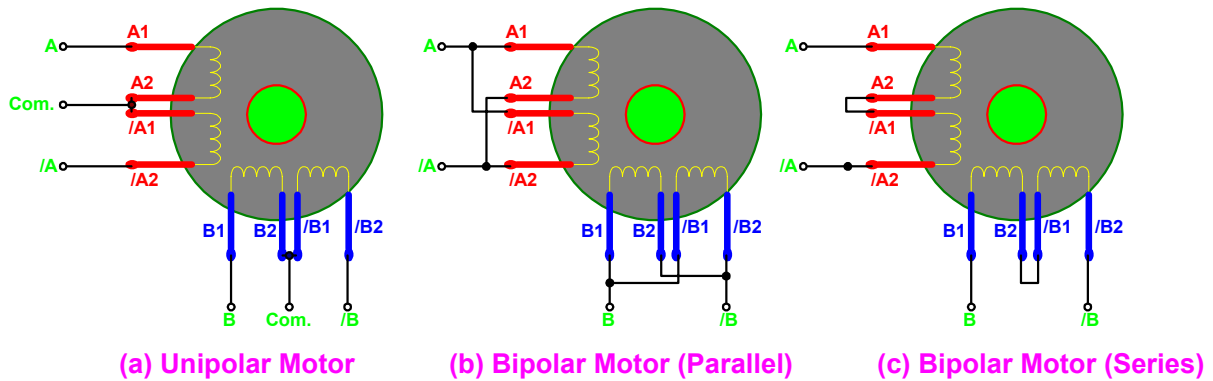


รูปที่ 6 สัญลักษณ์, โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 2 เฟส
 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟสที่มีการพันลวดแบบไบโพลาร์และแยกปลายแต่ละขดออกจากกันดังนั้นสามารถเลือกต่อเป็น
 แบบต่างๆได้ดังนี้



รูปที่ 7 สัญลักษณ์, โครงสร้างมอเตอร์ 2 เฟสที่พันลวดแบบไบโพลาร์และแยกปลายของแต่ละขด

ตัวอย่างการต่อสาย



รูปที่ 8 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ

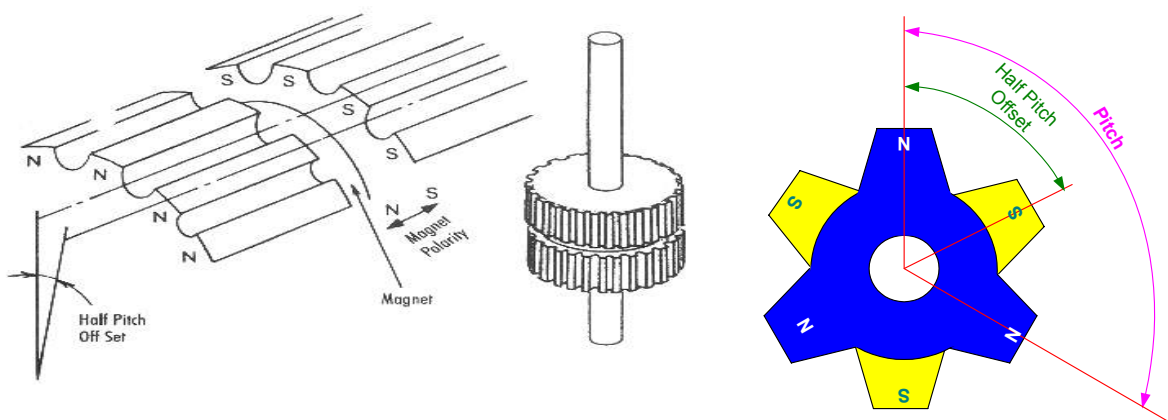
มอเตอร์ที่ผลิตออกมาจำหน่ายและมีการพันลวดแบบไบโพลาร์บางรุ่นให้ผู้ใช้เลือกต่อเองเป็นแบบต่างๆแต่บางรุ่นก็ต่อภายในมาให้เสร็จ

โครงสร้างและการจัดตำแหน่งพื้นที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

รูปที่ 9 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งพื้นที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

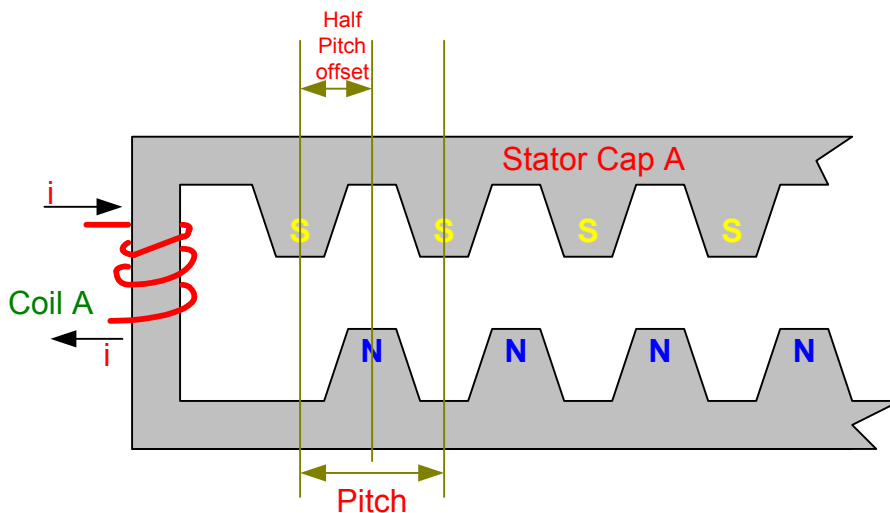
โครงสร้างของโรเตอร์จะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกทำเป็นฟันแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ(North Pole : N) และชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้(South Pole : S) โดยการวางตำแหน่งพื้นที่ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ และการวางตำแหน่งพื้นที่ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็อยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน

พิช(Pitch) หมายถึง ระยะห่างจากยอดฟันเฟือง 1 ไปยังยอดฟันเฟืองตัวถัดไป โดยการวัดจะวัดจากขอบไปยังขอบ หรือจุดกึ่งกลางไปจุดกึ่งกลางก็ได้ พิชมีหน่วยเป็นองศา(มุม)หรือมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร, นิ้ว(ความยาว)



รูปที่ 9 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งพื้นที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตตัวโรเตอร์เป็นรูปทรงระบอบเรียบแต่ที่สเตเตอร์จะเป็นลักษณะของฟัน เพื่อทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้โดยแบ่งออกเป็นสองชุด การวางตำแหน่งฟันของขั้วแม่เหล็กชุดใดๆ จะมีลักษณะดังนี้คือตำแหน่งฟันแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือและการวางตำแหน่งฟันของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน



รูปที่ 10 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

วิธีคำนวณหาจำนวนสเต็ปต่อรอบ(Steps per revolution)มุมใน 1 สเต็ป (Step angle)และพิช(Pitch)

$$\text{Step per rev.} = n \times m \times f$$

กำหนดให้

- n คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วใต้ทั้งหมดที่สเตเตอร์(นับจำนวนฟันทั้งหมด)
- m คือ จำนวนของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์(เลือกจากขั้วเดียว)
- f คือ ค่าคงที่ของวิธีขับหรือการกระตุ้นเฟสแบบต่างๆ

$$\text{Step angle} = 360^\circ / \text{Step per Rev.}$$

$$\text{Pitch} = 360^\circ / m$$

กำหนดให้

- m คือ จำนวนของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์(เลือกจากขั้วเดียว)

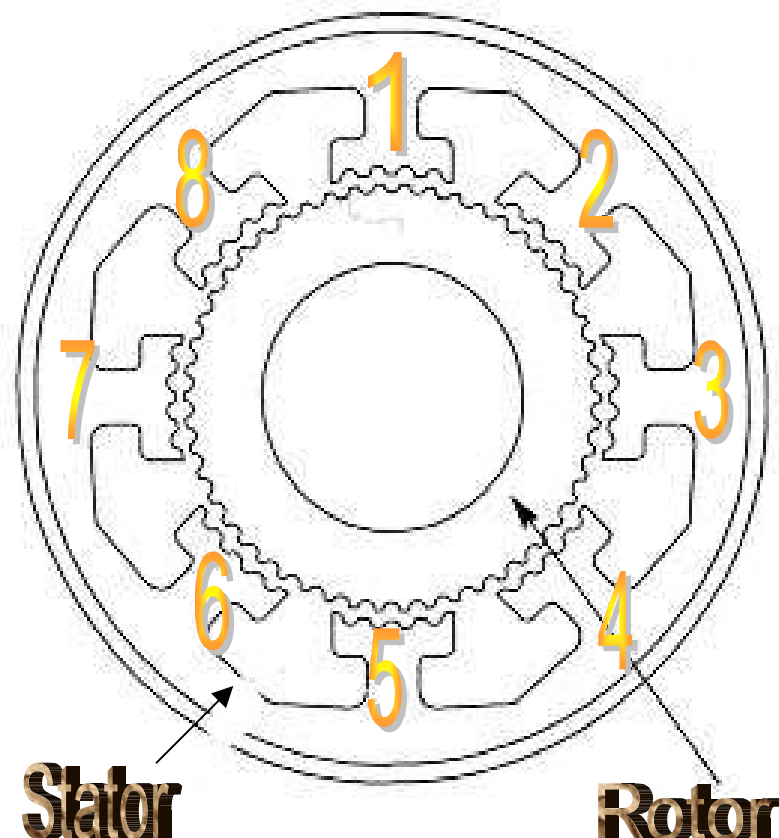
การเคลื่อนที่ของโรเตอร์จะเคลื่อนที่ไปครึ่งละ $\frac{1}{4}$ ของพิช ดังนั้นสามารถคำนวณหาStep angle ได้อีกวิธีหนึ่งดังนี้

$$\text{Step angle} = \frac{1}{4} \text{ Pitch}$$

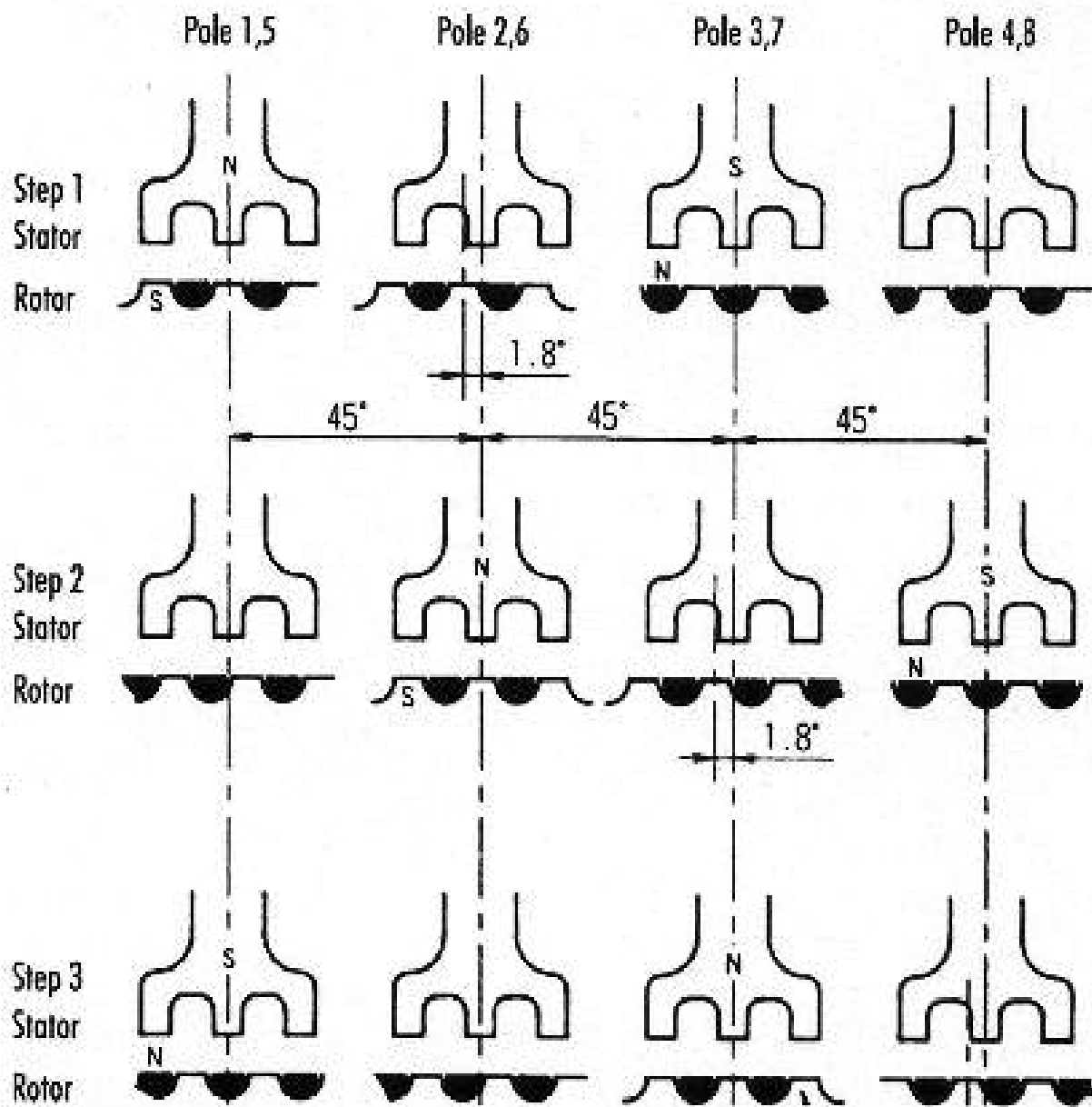
ตัวอย่าง ใช้รูปที่ 5 ประกอบการคำนวณ

Step per rev. = $4 \times 3 \times 1$	→ 12 สเต็ป (เมื่อใช้ตัวคองที่เท่ากับ 1)
Step angle = $360 / 12$ สเต็ป	→ 30 องศา
Pitch = $360 / 3$ ฟัน	→ 120 องศา
Step angle = $(1/4) \times 120$ องศา	→ 30 องศา

ในการทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์มีจำนวนสเต็ปต่อรอบมากๆทำโดยการการเพิ่มจำนวนขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้ที่โรเตอร์ให้มากขึ้น และที่ฟันของสเตเตอร์ที่ทำให้เกิดเป็นขั้วแม่เหล็ก(Pole) ก็จะทำเป็นฟันเล็กๆให้สัมพันธ์กับฟันที่โรเตอร์ แต่ถ้าไม่สามารถแก้ไขโครงสร้างได้วิธีการที่จะเพิ่มจำนวนสเต็ปต่อรอบทำได้โดยการเปลี่ยนวิธีขับหรือการกระตุ้นเป็นแบบ one – two phase excitation หรืออาจเรียกว่าแบบ half step



รูปที่ 11 โครงสร้างของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด 2 เฟส ที่มีจำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 สเต็ป



รูปที่ 12 ตำแหน่งฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์ในการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด 2 เฟส

จากรูปที่ 11 และรูปที่ 12 ในสเต็ปที่ 1 จะเป็นการกระตุ้นเฟส A ดังนั้นจะเป็นผลให้แม่เหล็กขั้วใต้ของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตำแหน่งฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วเหนือของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 1 และ 5 เกิดการดึงดูดกันในเวลาเดียวกันแม่เหล็กขั้วเหนือของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วใต้ของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 3 และ 7 เกิดการดึงดูดกันเช่นกัน ที่ขั้วหมายเลข 2 , 6 , 4 และ 8 ฟันของสเตเตอร์จะทำมุมที่ห่างจากแม่เหล็กขั้วเหนือและใต้ของโรเตอร์ เป็นมุม 1.8 องศา หรือ $\frac{1}{4}$ Pitch

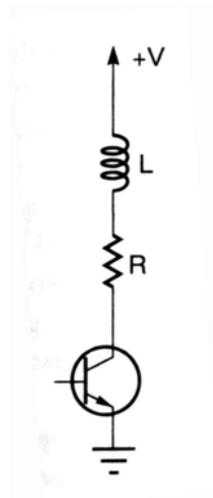
ในสเต็ปที่ 2 จะเป็นการกระตุ้นเฟส B ดังนั้นจะเป็นผลให้แม่เหล็กขั้วใต้ของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตำแหน่งฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วเหนือของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 2 และ 6 เกิดการดึงดูดกันในเวลาเดียวกันแม่เหล็กขั้วเหนือของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วใต้ของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 4 และ 8 เกิดการดึงดูดกันเช่นกัน ที่ขั้วหมายเลข 1 , 5 , 3 และ 7 ฟันของสเตเตอร์จะทำมุมที่ห่างจากแม่เหล็กขั้วเหนือและใต้ของโรเตอร์ เป็นมุม 1.8 องศา หรือ $\frac{1}{4}$ Pitch ดังนั้นในสเต็ปที่ 2 โรเตอร์จึงหมุนไปอีก 1.8 องศาจากสเต็ปที่ 1

สรุปแล้วมุมของโรเตอร์แต่ละครั้งจะเท่ากับ $\frac{1}{4}$ Pitch

ตัวอย่าง ใช้รูปที่ 11 ประกอบการคำนวณ

Step per rev. = 40 x 50 x 1	→ 200 สเต็ป (เมื่อใช้ตัวคงที่เท่ากับ 1)
Step angle = 360 / 200 สเต็ป	→ 1.8 องศา
Pitch = 360 / 50 ฟัน	→ 7.2 องศา
Step angle = (1/4) x 7.2 องศา	→ 1.8 องศา

วิธีกำจัดแรงดันที่เกิดจากสนามแม่เหล็กยวบตัวตัดกับขดลวดในขณะทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน (Back emf Voltage Suppression)

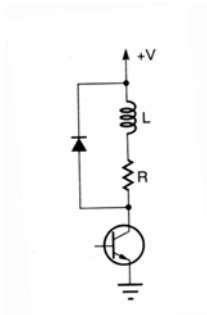


รูปที่ 13 วงจรเสมือนของขดลวดที่ต่อกับทรานซิสเตอร์

เมื่อ Transistor On จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด

เมื่อ Transistor Off จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเป็นผลให้สนามแม่เหล็กยุบตัวตัดกับขดลวดทำให้เกิดเป็นแรงดันมีค่าสูงกว่าแหล่งจ่ายในขณะหนึ่งเรียกแรงดันนี้ว่า Back ElectroMotive Force Voltage (Back EMF Voltage) ซึ่งแรงดันนี้จะมีค่าเกินกว่า Breakdown voltage ($V_{ce(max)}$) ของ transistor เป็นผลให้ Transistor เสียหายได้ การป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับ Transistor เนื่องจาก Back EMF Voltage ทำได้หลายวิธีด้วยกันดังนี้

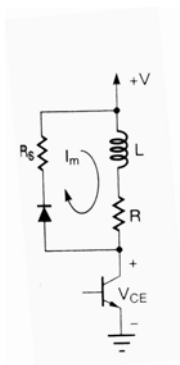
1. ใช้ไดโอดมากำจัด(Diode suppression) คือการนำไดโอดมาต่อขนานกับขดลวดนั้น ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ on จะไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดเพราะเป็นการให้ไบอัสย้อนกลับแก่ไดโอด เมื่อทรานซิสเตอร์ off Back emf voltage ที่มีค่ามากกว่าแหล่งจ่ายจะถูกทำให้ลัดวงจรโดยกระแสจะไหลผ่านไดโอดและค่าความต้านทานของขดลวด เราเรียกไดโอดที่ทำหน้าที่นี้ว่า Flyback Diode หรือ Free wheeling diode



รูปที่ 14 วงจรที่ใช้ไดโอดมากำจัด(Diode suppression)

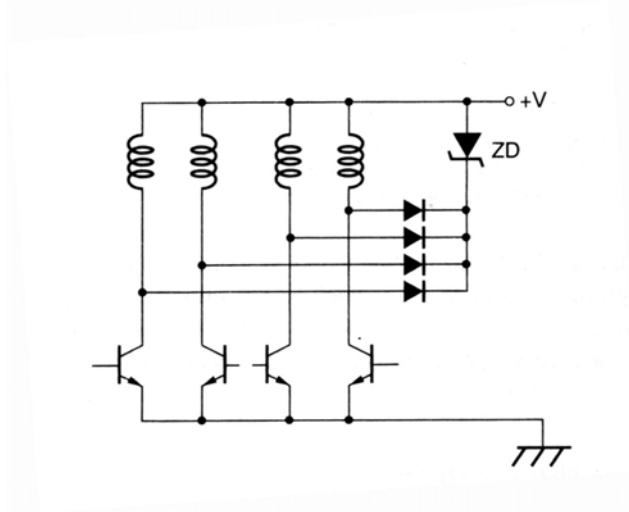
2. ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด(Diode + Resistance suppression) คือ วิธีการนี้จะทำให้เวลาที่ใช้ในการกำจัด Back emf voltage เร็วกว่าการการใช้ไดโอดเพียงอย่างเดียว การหาค่าความต้านทานหาได้ดังนี้

$$R_s(max) = \left[R \frac{V_{ce(max)}}{V} \right] - 1 \quad \text{โดยที่ } R \text{ หมายถึงความต้านทานของขดลวด}$$



รูปที่ 15 วงจรที่ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด(Diode + Resistance suppression)

3. ใช้ความชันเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด(Diode + Zener diode suppression) คือ วิธีการนี้จะทำให้เวลาที่ใช้ในการกำจัด Back emf voltage เร็วกว่าสองวิธีแรก การเลือก zener diode breakdown voltage เล็กให้มีความเท่ากับ $V_{ce(max)}$ – แรงดันที่ใช้กับสแต็ปเปอร์มอเตอร์(+V)



รูปที่ 16 วงจรที่ใช้ความชันเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด(Diode + Zener diode suppression)

วิธีการขับ(Driving)หรือวิธีการกระตุ้นเฟส (Phase Excitation) ของสแต็ปเปอร์มอเตอร์

การกระตุ้นเฟสของสแต็ปเปอร์มอเตอร์ คือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ของแต่ละเฟสเพื่อให้มอเตอร์หมุนนั่นเอง แบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

1. การกระตุ้นเฟสแบบ One phase excitation หรือ Wave หรือ Half Drive

การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง ขดลวดครั้งละหนึ่งขดบนสเตเตอร์ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A	A	/A
2	Com.	B	B	/B
3	Com.	/A	/A	A
4	Com.	/B	/B	B

2. การกระตุ้นเฟสแบบ Two phase excitation หรือ Full Step

การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดครึ่งละสองขดที่อยู่ใกล้กันบนสเตเตอร์ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A , B	A , B	/A , /B
2	Com.	/A , B	/A , B	A , /B
3	Com.	/A , /B	/A , /B	A , B
4	Com.	A , /B	A , /B	/A , B

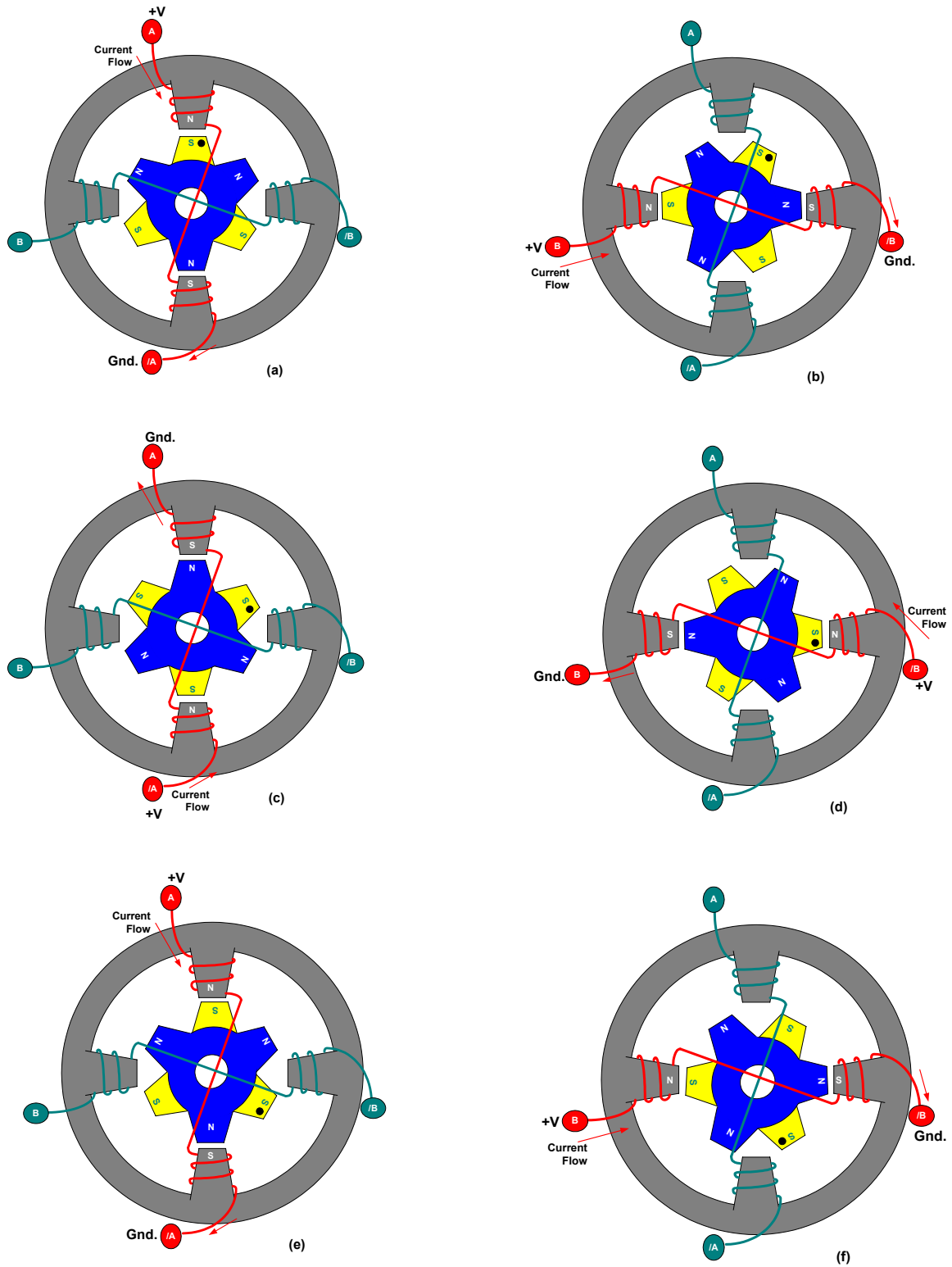
3. การกระตุ้นเฟสแบบ One – Two phase excitation หรือ Half Step

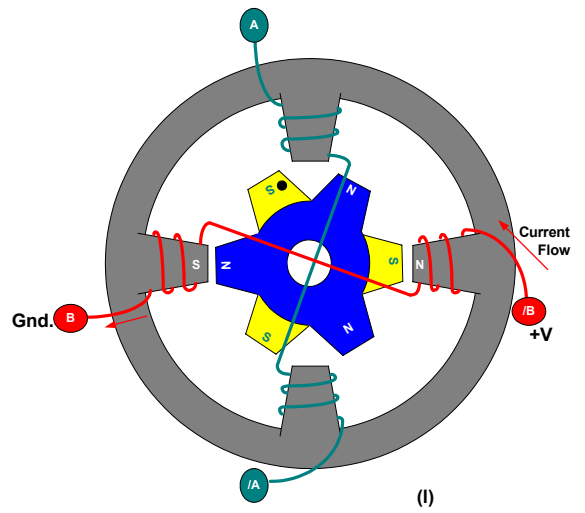
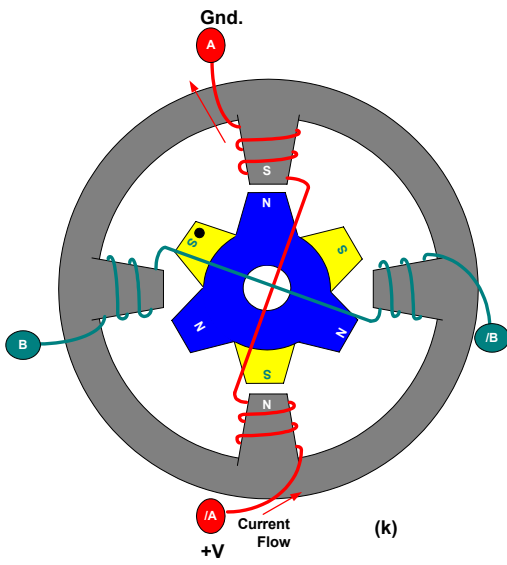
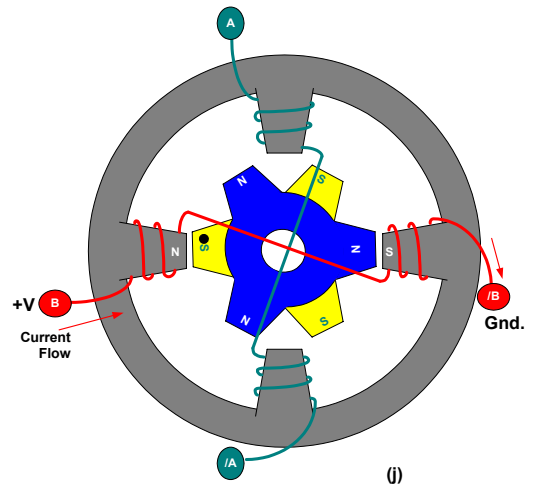
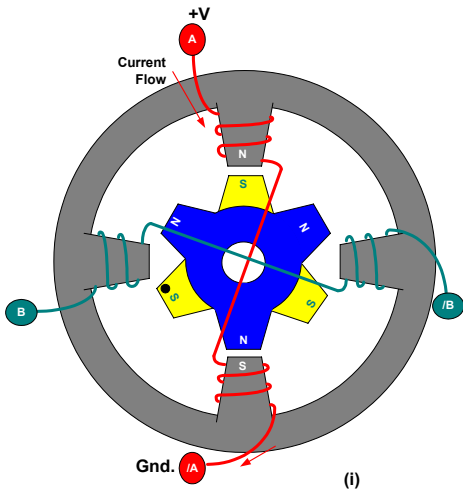
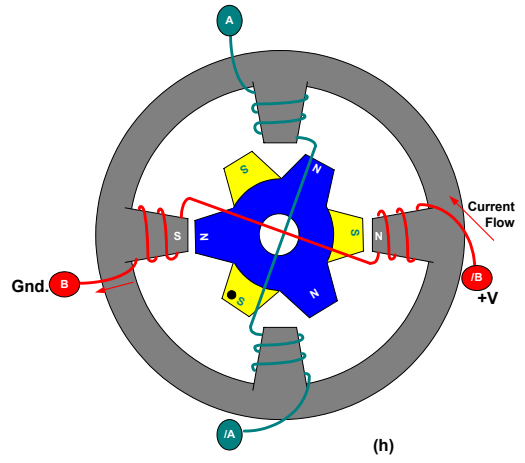
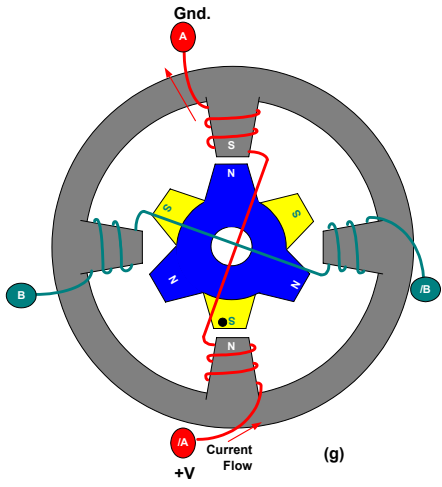
การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดครึ่งละสองขดที่อยู่ใกล้กันบนสเตเตอร์สลับกับการจ่ายกระแสไฟฟ้าครึ่งละหนึ่งขดบนสเตเตอร์ ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A , B	A , B	/A , /B
2	Com.	B	B	/B
3	Com.	/A , B	/A , B	A , /B
4	Com.	/A	/A	A
5	Com.	/A , /B	/A , /B	A , B
6	Com.	/B	/B	B
7	Com.	A , /B	A , /B	/A , B
8	Com.	A	A	/A

หมายเหตุ 1.ค่าคงที่ (f) ที่ใช้ในการคำนวณหา Step per Rev. วิธีที่1และ 2 มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนวิธีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2

ตัวอย่างการหมุนและการกระตุ้นมอเตอร์แบบโพลาร์ 2 เฟส





เอกสารและแหล่งข้อมูลอ้างอิง

1. Gyril G. Veinott , Joseph E.Martin : Fractional and subfractional electric motors.,McGRAW-HILL BOOK COMPANY 1987.
2. A.Kent Stiffler : Design with microprocessor for mechanical engineers.,McGRAW-HILL BOOK COMPANY 1992.
3. <http://www.super-tech.com/root/motors.htm>
4. Nippon Pulse motor Co.,Ltd
5. Thomson Airpax mechatronics Co.,Ltd