

# มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสลับ 3 เฟส

ส่วนประกอบของมอเตอร์

หลักการทำงานของมอเตอร์

คุณลักษณะและการนำไปใช้งานของมอเตอร์

การต่อวงจรใช้งานของมอเตอร์

วงจรการต่อกลับทางหมุนของมอเตอร์

การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ 3 เฟส  
หลายความเร็ว

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าเป็นเศษส่วนแรงม้าจนถึงเป็น 1,000 แรงม้า ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง มีความเร็วรอบคงที่ นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงาน อุตสาหกรรม เช่น เครื่องกลึง ปั่นลม สายพานลำเลียง พัดลมขนาดใหญ่ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีโครงสร้างส่วนประกอบง่าย แข็งแรงทนทาน การซ่อมแซมและบำรุงรักษาทำได้ง่าย ราคาถูก ตัวอย่างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส



ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### □ ส่วนประกอบของมอเตอร์

- ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator)

1) โครงมอเตอร์ (Frame or Yoke) มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ โครงมอเตอร์ ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว (Cast steel) เป็นแผ่นม้วนรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมติดกันซึ่งจะทำให้มี ความแข็งแรง มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ โครง จะทำด้วยเหล็กหล่อเหนียวมีครีบโดยรอบเพื่อที่จะ ช่วยในการระบายความร้อนดังกล่าว โครงมอเตอร์ฐานด้านล่างจะเป็นขาตั้ง และจะมีกล่อง สำหรับต่อสายไฟฟ้าอยู่ที่ด้านบน หรือด้านข้าง ตัว โครงของมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของตัวมอเตอร์ทั้งหมด



ลักษณะ โครงของมอเตอร์



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

- ส่วนที่อยู่กับที่ (**Stator**)

2) แกนเหล็กสเตเตอร์ (**Stator core**) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางลามิเนต เซาะ เป็นร่องโดยรอบเรียกว่า สล็อต เอาแต่ละแผ่นมาอัดเข้าด้วยกันให้มีความหนาตามต้องการ ดังภาพ แล้วนำไปอัดยึดติดกับโครง แกนเหล็กสเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก



(ก) แผ่นเหล็กลามิเนต



(ข) แกนเหล็กสเตเตอร์

ลักษณะแกนเหล็กสเตเตอร์

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

- ส่วนที่อยู่กับที่ (**Stator**)

3) ขดลวดสเตเตอร์ (**Stator Winding**) เป็นขดลวดทองแดงอาบน้ำยา ฉนวนไฟฟ้าอย่างดี สำหรับพันลงในสล็อตของแกนเหล็กสเตเตอร์ ประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด แต่ละ ชุดจะวางในสล็อตห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า การพันขดลวดสเตเตอร์สามารถที่จะพันแบบชั้นเดียว หรือพันแบบสองชั้น ขนาดเบอร์ของลวดทองแดงมีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ชุด ดังภาพ ขดลวดสเตเตอร์ จะทำหน้าที่สร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้กับมอเตอร์



ขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- ส่วนที่อยู่กับที่ (**Stator**)

4) ฝาครอบ (**End plate**) จะมี 2 ด้านทำมาจากเหล็กหล่อเจาะรูตรงกลาง ดังภาพ นำมาคว้านเป็นเบ้าสำหรับรองรับตลับลูกปืน (**Bearing**) ทั้งสองด้านจะรองรับเพลลาของ โรเตอร์และเพื่อป้องกันน้ำ ฝุ่น ละออง วัตถุอื่น ๆ ที่จะมาสัมผัสกับขดลวด



ฝาครอบ 2 ด้าน

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- ส่วนที่อยู่กับที่ (**Stator**)

5) ฝาครอบใบพัด (**Fan cover**) ทำจากแผ่นเหล็กเหนียวขึ้นรูปให้มีขนาด สวมฝาครอบได้พอดีมีการเจาะรูเพื่อระบายอากาศ และยึดติดกับฝาครอบด้านที่มีใบพัด ดังภาพ



ฝาครอบใบพัด



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

- ส่วนเคลื่อนที่ (**Rotating part**)

1) ใบพัด (**Fan**) ทำด้วยเหล็กหล่อหรือพลาสติกมีลักษณะเป็นครีบจะสวม ยึดอยู่กับเพลาด้านตรงกันข้ามกับเพลางาน ใบพัดจะมีหน้าที่ช่วยในการระบายความร้อนให้กับตัว มอเตอร์ไฟฟ้าใบพัด ดังภาพ



ลักษณะใบพัด

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

- ส่วนเคลื่อนที่ (**Rotating part**)

2) โรเตอร์ (**Rotor**) แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. โรเตอร์แบบกรงกระรอก (**Squirrel Cage Rotor**) ซึ่ง

โครงสร้าง จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ เรียกว่า แผ่นเหล็กลามิเนต มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกตรงกลาง เจาะรูสำหรับสวมเพลลา และ เจาะรูรอบ ๆ รูกลางที่สวมเพลลาเพื่อช่วยในการระบายความร้อน จะนำแผ่นเหล็กมาซ้อนกันจนได้ความหนาตามต้องการ ได้เป็นแกนเหล็กโรเตอร์ หลังจากนั้นจะใช้แท่ง ทองแดง หรืออะลูมิเนียมอัดเข้าไปใน สล็อตของแกนเหล็กแล้วลัดวงจรด้วยวงแหวนตัวนำเพื่อที่จะทำ ให้ ขดลวดดังกล่าวครบวงจรทางไฟฟ้า วงแหวนที่ลัดวงจรจะทำเป็นคิริบ โดยรอบเพื่อช่วยในการตีลม ภายในให้หมุนเวียนเป็นการระบายความร้อนของมอเตอร์และตัวนำทองแดง ดังภาพ



โรเตอร์แบบกรงกระรอก

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

2. โรเตอร์แบบขดลวดพัน (**Wound Rotor**) มีลักษณะเหมือนกับโรเตอร์แบบกรงกระรอก แตกต่างกันที่ตัวนำจะใช้ลวดทองแดงที่หุ้มฉนวนด้วยอีนาเมลพันลงไป ใน สล็อตของโรเตอร์จำนวน 3 ชุด ถ้ากรณีของโรเตอร์มอเตอร์ชนิด 3 เฟส จะต่อวงจรเป็นแบบสตาร์ (**Star Connection**) แล้วนำปลายของขดลวดทั้งสามเส้นต่อเข้ากับสลีปริง (**Slip ring**) ดังภาพ เพื่อปรับค่าความต้านทานของโรเตอร์ ซึ่งใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์เพื่อลดค่ากระแสไฟฟ้าในขณะเริ่ม เดินให้มีค่าลดลง และยังใช้ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ มอเตอร์ 3 เฟส ที่มีโรเตอร์ แบบพันขดลวดนิยมเรียกว่า มอเตอร์สลีปริง (**Slip ring Motor**) และการควบคุมความเร็วของ มอเตอร์ทำได้โดยการเพิ่มหรือลดค่าความต้านทานภายนอกที่ต่อผ่านทางสลีปริง มอเตอร์ชนิดนี้ให้ แรงบิดเริ่มเดินสูง เมื่อมอเตอร์หมุนเข้าสู่ความเร็วปกติ สลีสริงจะถูกลัดวงจรทำให้โรเตอร์ทำงาน แบบกรงกระรอก



โรเตอร์แบบขดลวดพันของ  
มอเตอร์ชนิด 3 เฟส

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

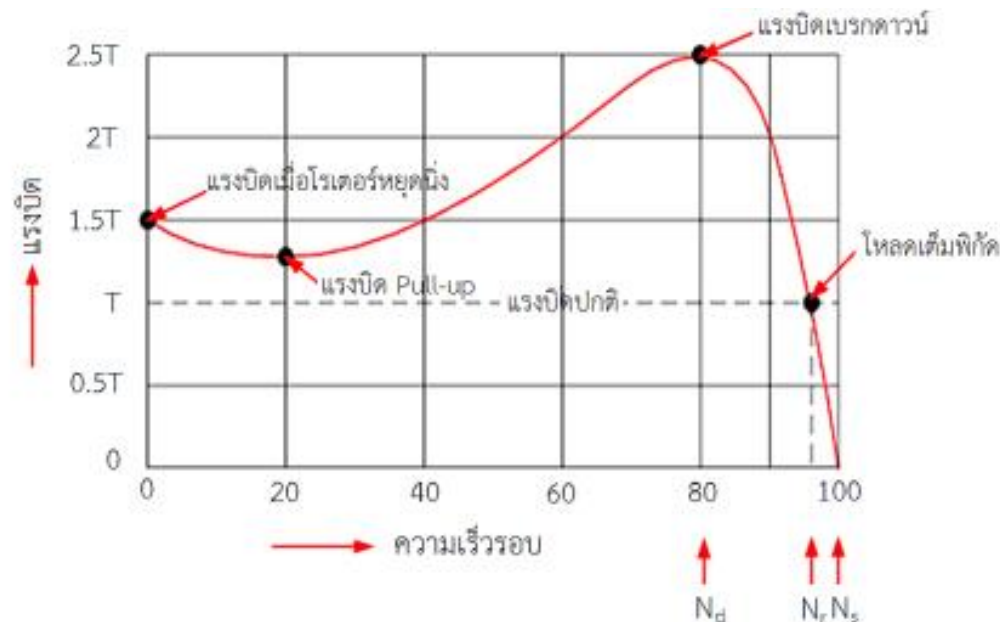
### □ หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ให้ขดลวดสเตเตอร์จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดทั้ง 3 ชุด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ สเตเตอร์ด้วยความเร็วซิงโครนัส ซึ่งเคลื่อนที่ตัดกับแท่งตัวนำในโรเตอร์แบบกรงกระรอก ส่งผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์นี้จะเป็นชนิดเดียวกันกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ กล่าวคือ ถ้าเกิดขั้วเหนือที่สเตเตอร์ก็จะเกิดขั้วเหนือขึ้นที่โรเตอร์ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้ ๆ กัน ซึ่งจะทำให้ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ผลักขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ให้หมุนตามไป ด้วยกัน และทำให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน แต่ช้ากว่าความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### □ คุณลักษณะและการนำไปใช้งานของมอเตอร์

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและแรงบิดของมอเตอร์ 3 เฟส ที่มี โรเตอร์แบบกรงกระรอกในสถานะที่ขั้วโหลดเต็มพิกัด ดังกราฟ จะพบว่าแรงบิดในสถานะปกติ ที่โหลดเต็มพิกัดคือ  $T$  และแรงบิดในสถานะที่โรเตอร์หยุดนิ่งเท่ากับ  $1.5$  เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด สำหรับแรงบิดเบรกดาวนจ์จะมีค่าประมาณ  $2.5$  เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบของมอเตอร์



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

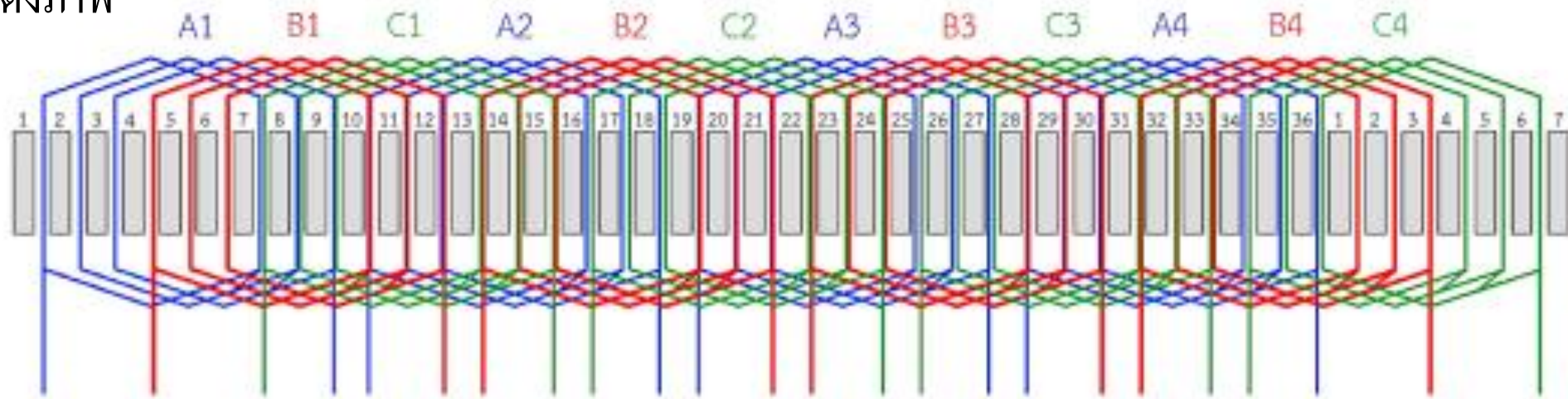
จากกราฟ ขณะโหลดเต็มพิกัดความเร็วรอบของมอเตอร์จะเท่ากับ  $N_r$  แต่ถ้า แรงบิดของโหลดเพิ่มขึ้น ความเร็วจะลดลง จนกระทั่งมอเตอร์สร้างแรงบิดได้เท่ากับแรงบิดของโหลด ในสภาวะดังกล่าวมอเตอร์ยังคงหมุนไปได้ แต่เมื่อใดก็ตามที่แรงบิดของโหลดเกินกว่า 2.5 เท่าของ แรงบิดเต็มพิกัด ซึ่งเรียกว่า แรงบิดเบรกคาวน จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุนอย่างรวดเร็ว เพราะว่า มอเตอร์ไม่สามารถสร้างแรงบิดขึ้นมาเท่ากับแรงบิดของโหลดได้ สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 kW ความเร็วที่แรงบิดเบรกคาวนจะมีค่าประมาณ 80% ของความเร็ว ชิงโครนัส แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีพิกัดมากกว่า 1,000 kW ความเร็วที่แรงบิดเบรกคาวนจะมีค่าประมาณ 98% ของความเร็ว ชิงโครนัส มอเตอร์ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอก เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าตั้งแต่เป็น เศษส่วน แรงม้าจนถึงเป็น 1,000 แรงม้า ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง มีความเร็วรอบคงที่ ส่วนมากจะนำไปใช้ เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องกลชนิดต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องกลึง ปั่นลม สายพานลำเลียง พัดลมขนาดใหญ่ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ เป็นต้น

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### ❑ การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

การต่อมอเตอร์ 3 เฟส สามารถทำการต่อได้ 2 ส่วนด้วยกัน คือ การต่อวงจรขดลวด ภายในของมอเตอร์และ การต่อวงจรเพื่อใช้งานของมอเตอร์

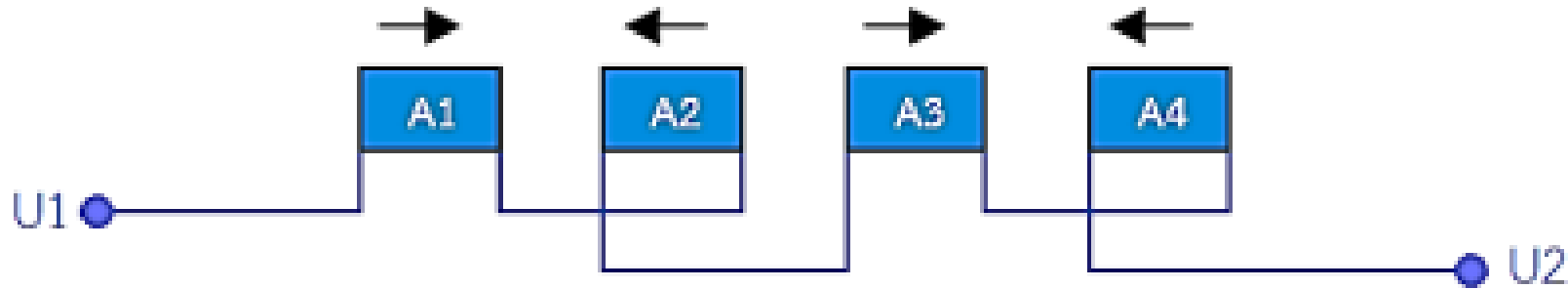
- การต่อวงจรขดลวดภายในของมอเตอร์ มอเตอร์ 3 เฟส มีจำนวนขั้วแม่เหล็ก 4 โพล พันขดลวดแบบสองชั้นจะ ประกอบไปด้วยขดลวด 3 ชุด วางห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า คือ ขดลวดเฟส A เฟส B เฟส C จำนวนเฟสละ 4 ก่อรูป รวมเป็น 12 ก่อรูป การวางขดลวดจะเรียงลำดับก่อก่อรูปจากเฟส A1, B1, C1 ตามลำดับจนถึง A4, B4, C4 ดังภาพ



ลักษณะการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส 4 ขั้วแม่เหล็ก

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

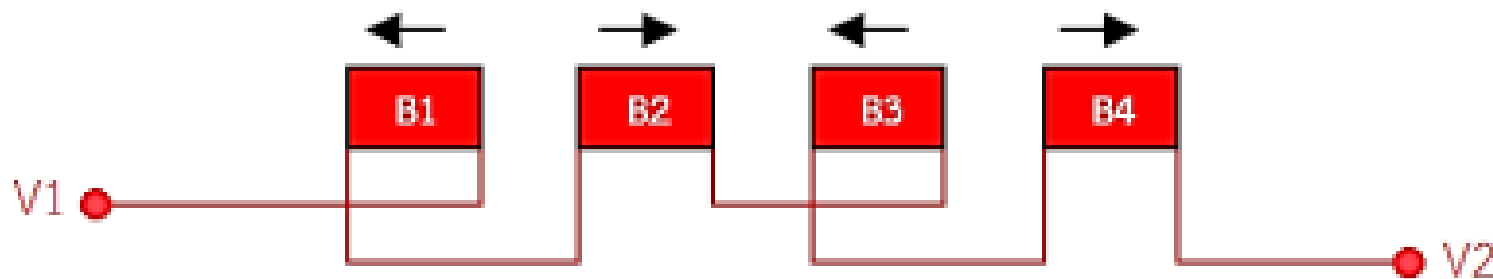
การต่อวงจรของขดลวดเฟส A จะต่อในลักษณะปลายต่อกับปลายและต้นจะต่อกับต้นของขดลวดจะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดแต่ละกรู๊ปตรงกันข้าม การกำหนดขั้วที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กำหนดได้ดังนี้ ให้ต้นของขดลวดเฟส A เป็น U1 ให้ปลายของขดลวด เฟส A เป็น U2 ดังภาพ



ไดอะแกรมการต่อขดลวดเฟส A

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

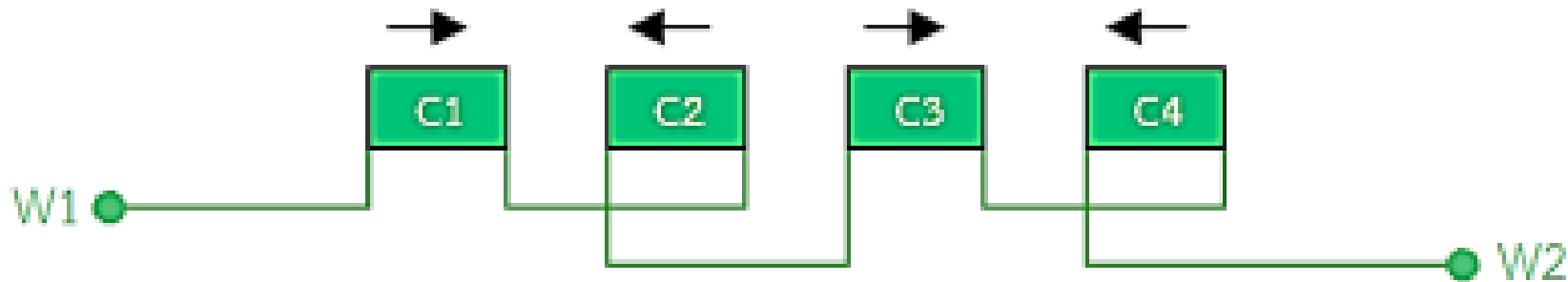
การต่อวงจรของขดลวดเฟส B จะต่อในลักษณะปลายต่อกับปลายและต้นจะ ต่อกับ ต้นของขดลวด จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดแต่ละกรู๊ปตรงกันข้าม การกำหนด ขั้ว ที่ปลายสายของขดลวดเฟส B กำหนดได้ดังนี้ ให้ต้นของขดลวดเฟส B เป็น V1 ให้ปลาย ของขดลวดเฟส B เป็น V2 ดังภาพ



ไดอะแกรมการต่อขดลวดเฟส B

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

การต่อวงจรของขดลวดเฟส C จะต่อในลักษณะปลายต่อกับปลายและต้นจะต่อกับต้นของขดลวด จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดแต่ละกรู๊ปตรงกันข้าม การกำหนดขั้ว ที่ปลายสายของขดลวดเฟส C กำหนดได้ดังนี้ ให้ต้นของขดลวดเฟส C เป็น W1 ให้ปลายของขดลวด เฟส C เป็น W2 ดังภาพ

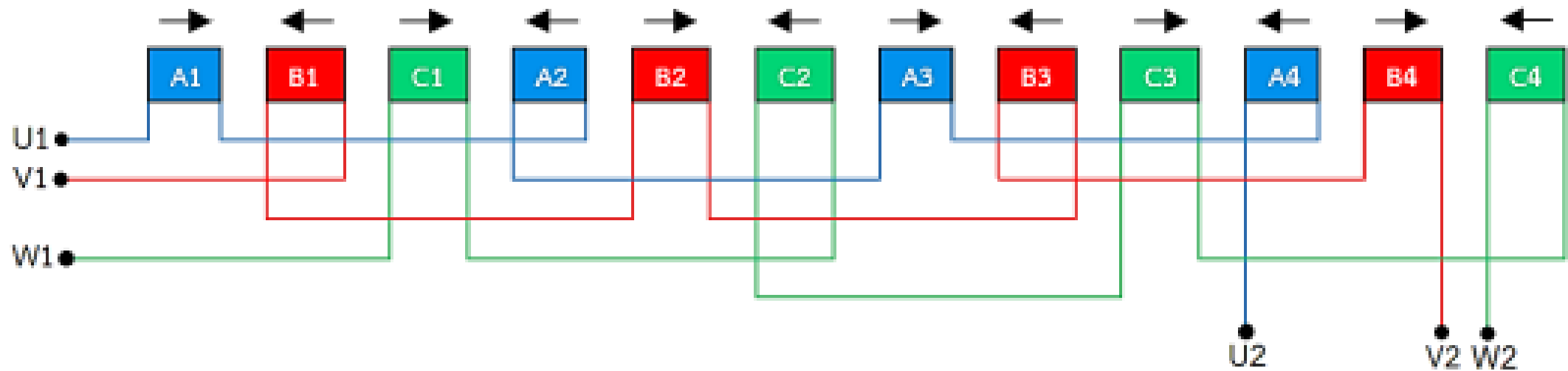


ไดอะแกรมการต่อขดลวดเฟส C



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ดังนั้น เมื่อต่อขดลวดครบทุกเฟสแล้ว จะได้ปลายสายไฟทั้งหมด 6 เส้น ประกอบด้วย เฟส A กำหนดเป็น U1 กับ U2 เฟส B กำหนดเป็น V1 กับ V2 และ เฟส C กำหนดเป็น W1 กับ W2 ดังภาพ



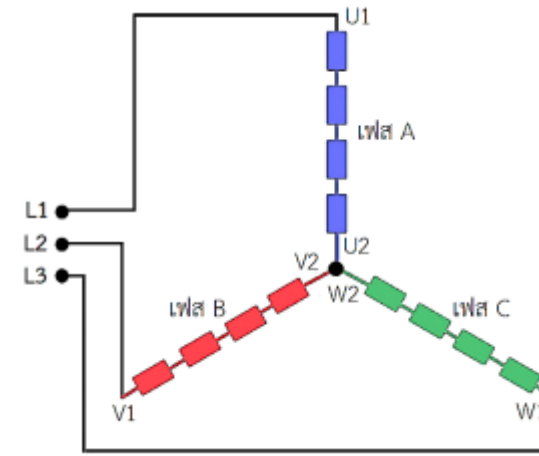
ไดอะแกรมการต่อขดลวดภายในของมอเตอร์ 3 เฟส

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

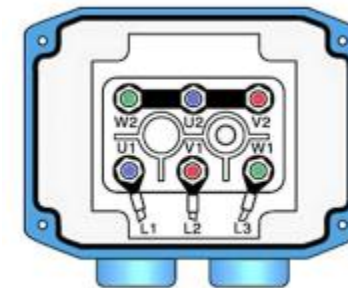
### ❑ การต่อวงจรใช้งานของมอเตอร์

- การต่อมอเตอร์ 3 เฟส เพื่อใช้งานมี 2 แบบคือ การต่อแบบสตาร์ (Star) และการต่อแบบเดลตา (Delta)

1) การต่อแบบสตาร์ (Star) หรือ แบบ Y สายที่ออกมาจากการต่อวงจร ภายในของมอเตอร์ จะมีทั้งหมด 6 เส้น การต่อแบบสตาร์ กระทำโดยนำปลายสายของแต่ละเฟส นำมาต่อรวมกัน คือ U2, V2, W2 จากนั้นนำต้นสายของแต่ละเฟสมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส คือ U1, V1, W1 ดังภาพ



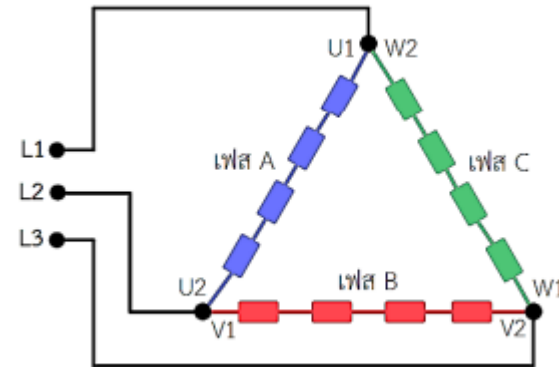
การต่อวงจรใช้งานของมอเตอร์แบบสตาร์



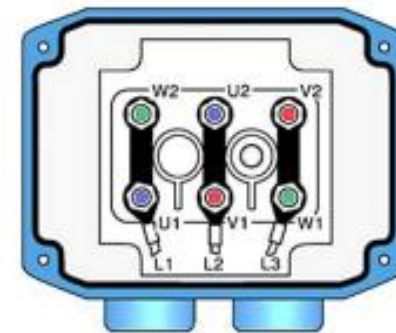
การต่อหลักต่อสายเพื่อใช้งานของมอเตอร์แบบสตาร์

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

2) การต่อแบบเดลตา (Delta) หรือ แบบ  $\Delta$   
ลักษณะการต่อแบบเดลตา ทำได้โดยนำปลายของขดลวดแต่ละเฟสไปต่อกับต้นของขดลวดเฟสอื่น กล่าวคือ U2 ต่อกับ V1 V2 ต่อกับ W1 และ W2 ต่อกับ U1 แล้วนำจุดต่อแต่ละจุดไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟสดังภาพ



การต่อวงจรใช้งานของมอเตอร์แบบเดลตา



การต่อหลักต่อสายเพื่อใช้งานของมอเตอร์แบบเดลตา

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

การต่อมอเตอร์ 3 เฟส ใช้งานควรพิจารณาจากข้อมูล 2 ประการ คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่าย และขนาดแรงดันไฟฟ้าที่แผ่นป้ายมอเตอร์ โดยใช้สมการในการคำนวณประกอบการ พิจารณาดังนี้

$$\text{ก) แบบสตาร์} \quad V_L = \sqrt{3} V_P$$

$$I_L = I_P$$

$$\text{ข) แบบเดลตา} \quad V_L = V_P$$

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

{P = Phase (เฟส), L = Line (ไลน์)}

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ตัวอย่างที่ 1. มอเตอร์ 3 เฟส ตัวหนึ่งที่แผ่นป้ายระบุแรงดันไฟฟ้า 220/380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ ถ้า ต้องการต่อใช้งานกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ จะต้องต่อมอเตอร์แบบสตาร์หรือเดลตา

### วิธีการพิจารณา

1. พิจารณารายละเอียดแรงดันไฟฟ้าที่แผ่นป้ายมอเตอร์ คือ 220/380 โวลต์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์คือแรงดันไฟฟ้าที่เฟสหรือแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดของมอเตอร์

2. หาค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายของมอเตอร์ โดยพิจารณาจากการต่อมอเตอร์แบบ สตาร์ หรือ เดลตา เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย และเมื่อ พิจารณาเรียบร้อยแล้ว มอเตอร์ตัวนี้จะต้องต่อแบบสตาร์เท่านั้น จึงจะได้แรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย เท่ากับ 380 โวลต์ ตาม

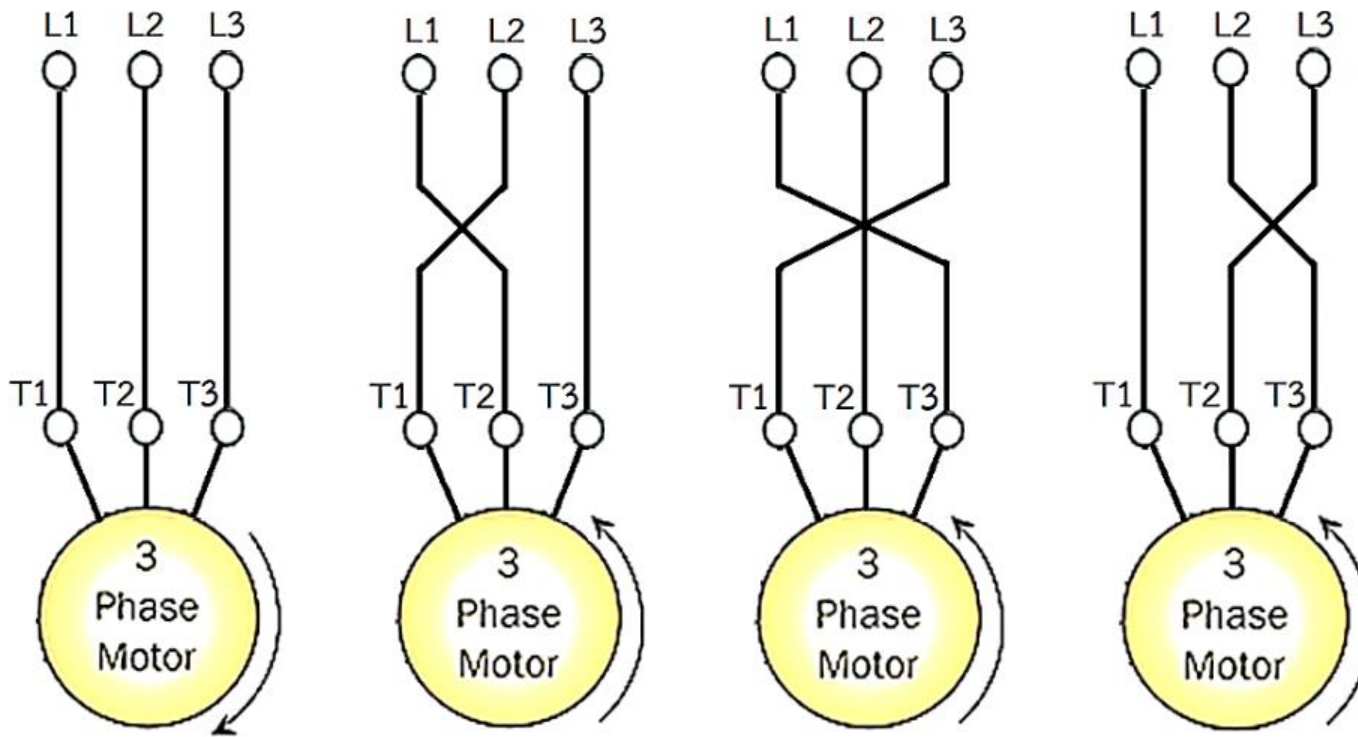
$$\text{สมการ } V_L = \sqrt{3} V_P \quad (V_L = \sqrt{3} \times 220 \approx 380 \text{ V})$$



## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### การกลับทางการหมุนของมอเตอร์

การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส ทำได้โดยการสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายเข้า ขดลวดคู่ใดคู่หนึ่ง ซึ่งในการสลับสายนี้อาจจะสลับที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือที่ขั้วสายมอเตอร์ดังภาพ



การต่อกลับทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

### ❑ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส หลายความเร็ว

ในมอเตอร์ 3 เฟสนั้น สนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดขึ้นสเตเตอร์เป็นสิ่งที่ทำให้ โรเตอร์ของมอเตอร์ หมุนและพยายามที่จะหมุนให้ทันความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหรือความเร็วเชิงโคจรนั้น การที่จะปรับ หรือเปลี่ยนความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ได้นั้น จะต้องทำการปรับหรือเปลี่ยนการ ควบคุมความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์ สมการคำนวณหาค่าความเร็ว สนามแม่เหล็กหมุน

$$N_s = \frac{120 \times f}{P}$$

จากสมการคำนวณหาค่าความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน ( $N_s$ ) จะเห็นว่าความเร็วสนามแม่เหล็ก หมุนจะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความถี่ไฟฟ้าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และจำนวน ขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ ดังนั้นการควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของ มอเตอร์ 3 เฟสนั้น สามารถทำได้โดยการควบคุมความถี่ไฟฟ้าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ หรือการ ควบคุมจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

การควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ โดยการปรับความถี่ไฟฟ้านั้น จะใช้เครื่องปรับความถี่ (**Frequency changer**) เป็นตัวควบคุม การควบคุมด้วยวิธีนี้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์ให้หมุนที่ความเร็วรอบต่าง ๆ กันได้อย่างละเอียดคล้ายการ ควบคุมความเร็วรอบในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

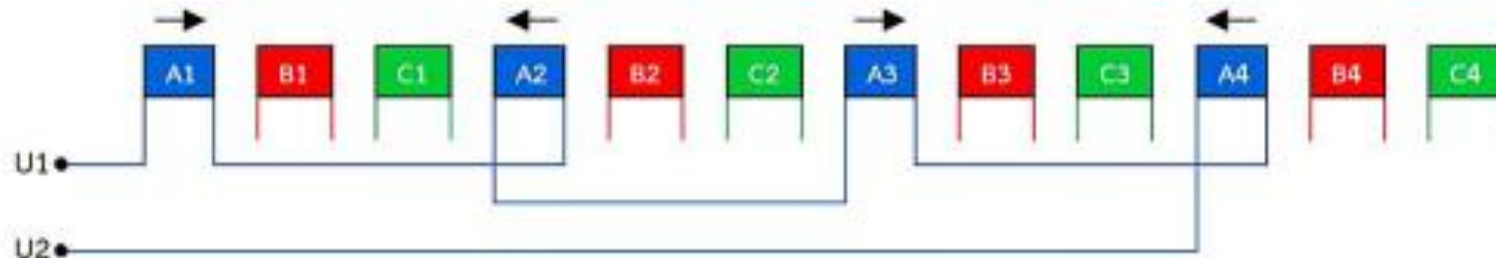
ส่วนการควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ด้วยการเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์นั้น จะทำให้ได้ความเร็วรอบที่คงที่ซึ่งความเร็วรอบจะเป็นไปตามจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ที่เลือกใช้ ปกติมอเตอร์แบบนี้จะสร้างให้มี ความเร็วรอบที่ 2 ความเร็ว และแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดขดลวด 2 ชุด และ ชนิดขดลวด หนึ่งชุด

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

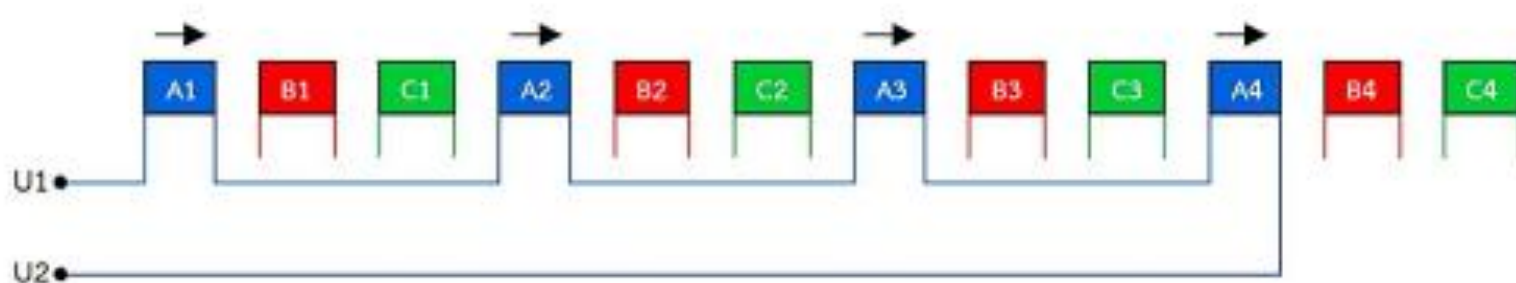
**ชนิดขดลวด 2 ชุด** การควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ด้วยวิธีการ เปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ โดยใช้ขดลวดที่พันที่ สเตเตอร์ 2 ชุด ขดลวดแต่ละชุดจะให้ความเร็วรอบที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับขดลวดแต่ละชุดนั้น ถูกพันไว้มีจำนวนขั้วแม่เหล็กเท่าไร กล่าวคือในขณะที่ต่อให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบหนึ่ง เราจะจ่ายไฟ 3 เฟส ให้กับขดลวดชุดนั้น เพียงชุดเดียว ส่วนขดลวดชุดที่เหลือที่ไม่ได้ต่อใช้งานจะถูกปล่อยให้เป็นอิสระ แต่ถ้าต้องการเปลี่ยน ความเร็วรอบในการหมุนของ โรเตอร์ของมอเตอร์อีกความเร็วรอบหนึ่ง ก็จะเปลี่ยนการจ่ายไฟ 3 เฟส ให้กับขดลวดอีกชุดหนึ่ง และขดลวดชุดเดิมจะปล่อยให้เป็นอิสระแทน

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ชนิดขดลวดหนึ่งชุด การควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของ โรเตอร์ของมอเตอร์ด้วยการ เปลี่ยนจำนวน ขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ โดยใช้ขดลวดที่พันที่สเตเตอร์หนึ่งชุด ทำได้โดย การเปลี่ยนการต่อ ขดลวดระหว่างกรุปเข้าด้วยกัน ซึ่งอัตราการเปลี่ยนความเร็วรอบจะเป็น 1 : 2 เช่น การต่อขดลวดระหว่างกรุป เข้าด้วยกันดังภาพที่ 1 จะได้จำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของ มอเตอร์เท่ากับ 4 โพล แต่ถ้าต่อขดลวด ระหว่างกรุปเข้าด้วยกันดังภาพที่ 2 จะได้จำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์เท่ากับ 8 โพล



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการต่อขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์แบบ 4 โพล



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมการต่อขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์แบบ 8 โพล

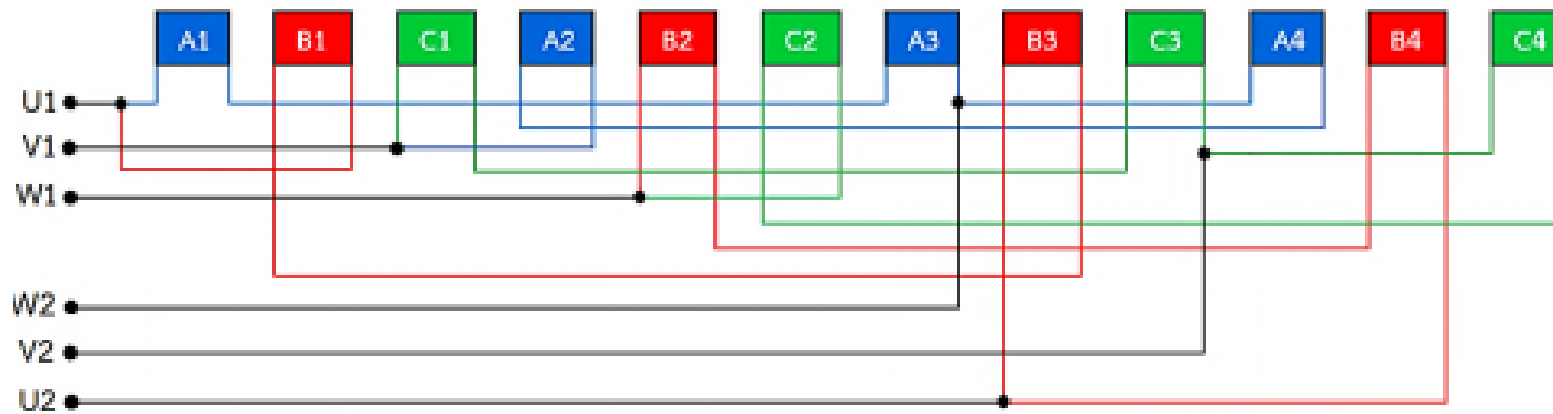


## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

การต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว สามารถต่อได้หลายวิธีแต่มีจุดประสงค์ของการต่อ 2 ประการ คือ

1. ต่อเพื่อให้ได้แรงบิดคงที่
2. ต่อเพื่อให้ได้กำลังคงที่

ตัวอย่างของการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว โดยต่อให้เป็นแบบ 4 ขั้ว และ 8 ขั้ว ที่มีแรงบิดคงที่



ไดอะแกรมการต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ที่มีแรงบิดคงที่

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

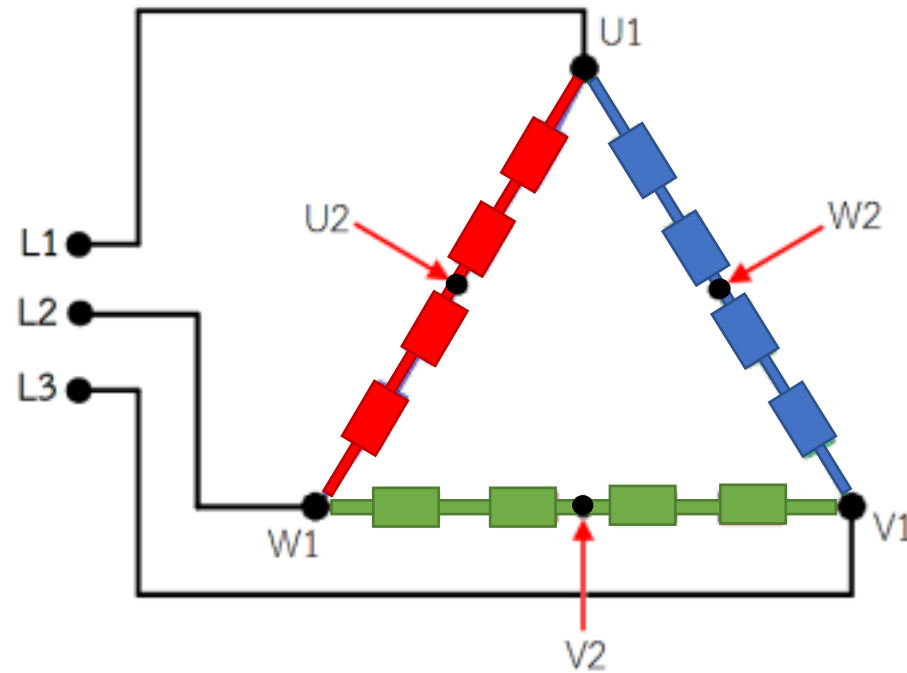
จากไดอะแกรม สายที่ต่อออกจากขดลวดไปเข้าหลักต่อสายที่กล่องต่อสายจะมีอยู่ 6 สาย เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบสูง ให้ต่อสาย **U1, V1, W1** รวมกัน และจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้กับ **V2, U2, W2** แต่ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ตารางได้แสดงรายละเอียดการต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ที่มีแรงบิดคงที่ให้ต่อสาย **U1, V1, W1** เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ส่วน **U2, V2, W2** จะปล่อยทิ้งไว้ให้เป็นอิสระ (แยกไว้)

ตาราง แสดงรายละเอียดการต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ที่มีแรงบิดคงที่

ความเร็ว	L1	L2	L3	แยกไว้	ต่อรวมกัน
ต่ำ	U1	V1	W1	U2, V2, W2	-
สูง	U2	V2	W2	-	U1, V1, W1

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

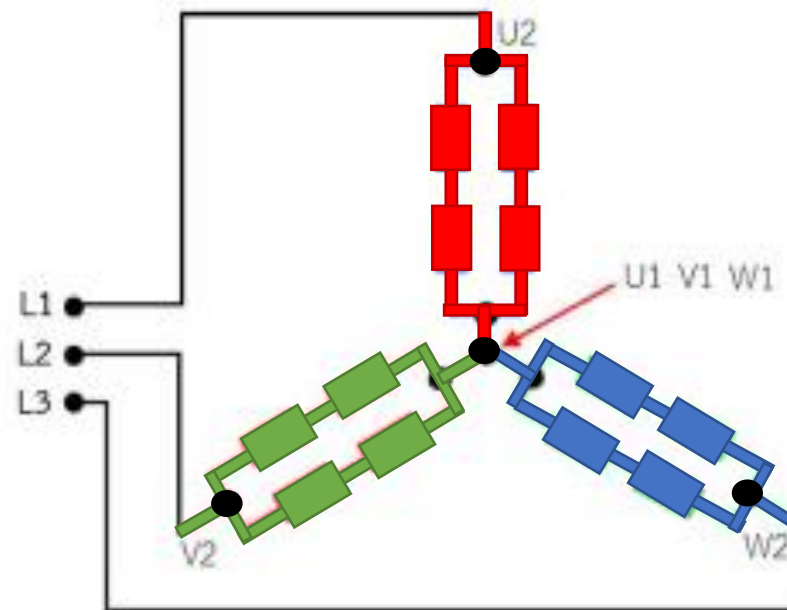
เราสามารถต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบต่ำ ซึ่งการต่อลักษณะแบบนี้เรียกว่า ต่อแบบอนุกรมเดลตา (Series delta)



การต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบต่ำต่อแบบอนุกรมเดลตา

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

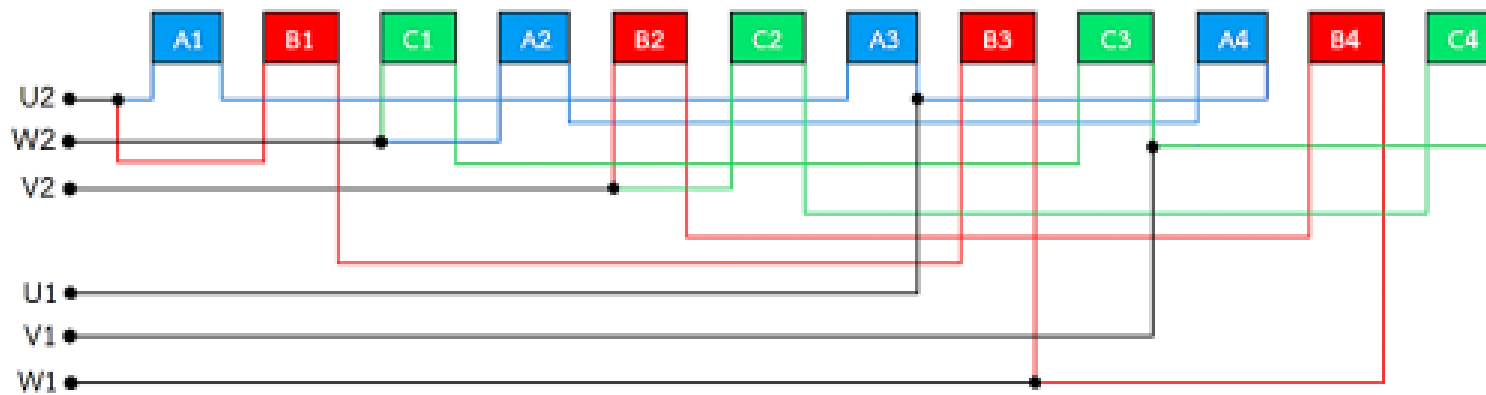
เราสามารถต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบสูง ซึ่งการต่อลักษณะแบบนี้เรียกว่า ต่อแบบขนานสตาร์(Parallel star)



การต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบสูงต่อแบบขนานสตาร์

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ตัวอย่างของการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว โดยต่อให้เป็นแบบ 4 ขั้ว และ 8 ขั้ว ที่มีกำลังคงที่



ไดอะแกรมการต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็วที่มีกำลังคงที่

สายที่ต่อออกจากขดลวดไปเข้าหลักต่อสายที่กล่องต่อสายจะมีอยู่ 6 สาย เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ให้ต่อสาย V2, U2, W2 รวมกัน และจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้กับ U1, V1, W1 แต่ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบสูง ให้ต่อสาย U2, V2, W2 เข้า กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ส่วน U1, V1, W1 จะปล่อยทิ้งไว้ให้เป็นอิสระ (แยกไว้)

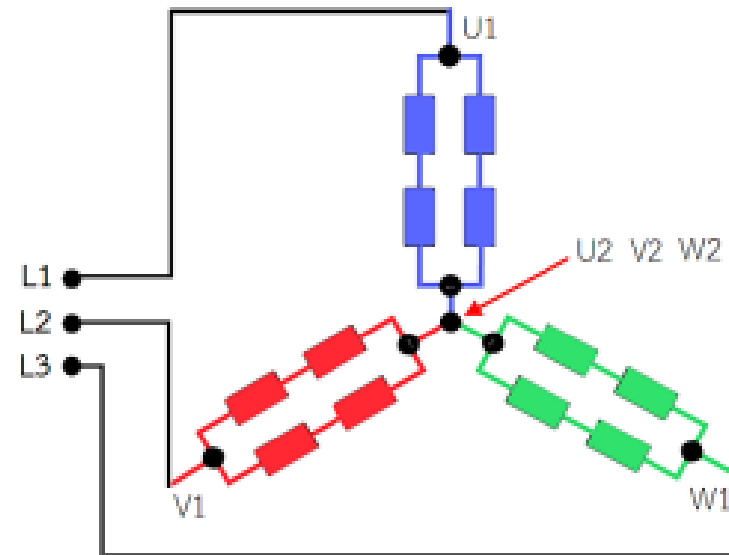
## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

ตารางแสดงรายละเอียดการต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ที่มีกำลังคงที่

ความเร็ว	L1	L2	L3	แยกไว้	ต่อรวมกัน
ต่ำ	U1	V1	W1	-	U2 , V2 , W2
สูง	U2	V2	W2	U1 , V1 , W1	-

เราสามารถต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบต่ำ ซึ่งการต่อลักษณะแบบนี้เรียกว่า ต่อแบบขนานสตาร์ (Parallel star)

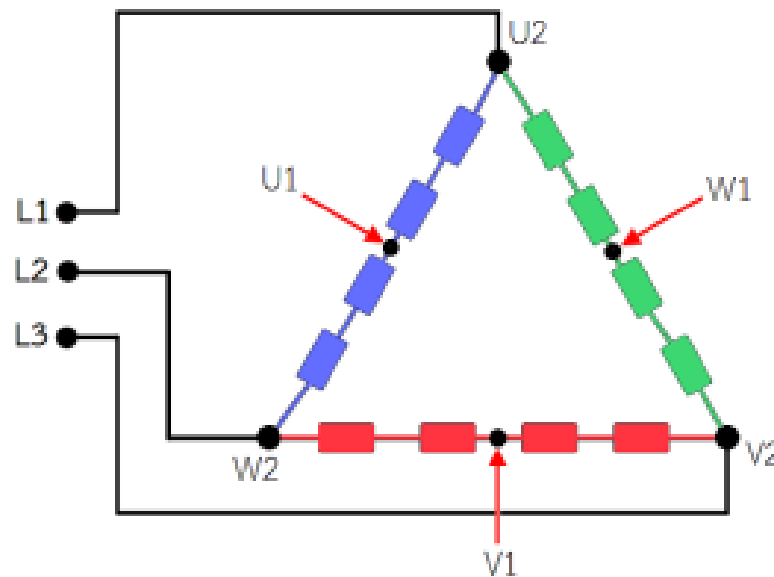
การต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบต่ำต่อแบบขนานสตาร์





## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

เราสามารถต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบสูง ซึ่งการต่อลักษณะแบบนี้เรียกว่า ต่อแบบอนุกรมเดลตา (Series delta)



การต่อมอเตอร์ 3 เฟส 2 ความเร็ว ด้วยความเร็วรอบสูงต่อแบบอนุกรมเดลตา

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### บทสรุป

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าเป็นเศษส่วนแรงม้าจนถึงเป็น 1,000 แรงม้า เป็นมอเตอร์ที่แรงบิดเริ่มหมุนสูงความเร็วรอบคงที่ นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายใน โรงงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องกลึง บ่มลม สายพานล าเลียง พัดลมขนาดใหญ่ และเครื่องจักรกล ต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีโครงสร้าง ส่วนประกอบง่าย แข็งแรงทนทาน การซ่อมแซมและบำรุงรักษาทำได้ง่าย ราคาถูก

### มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

1.1 มอเตอร์ 3 เฟส แบ่งตามโครงสร้างโรเตอร์ได้ 2 ชนิด คือ มอเตอร์ที่มีโรเตอร์เป็นชนิดกรงกระรอก และ มอเตอร์ที่มีโรเตอร์เป็นชนิดพันขดลวด หรือวาวด์โรเตอร์ มอเตอร์ 3 เฟส มีขดลวด พันที่สเตเตอร์จำนวน 3 ชุด ต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็ก และวางห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า โครงสร้างของมอเตอร์ 3 เฟสมีส่วนประกอบหลัก คือ สเตเตอร์ โรเตอร์ และฝาครอบ

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

1.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส ซึ่งอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าจาก สเตเตอร์ไปยังโรเตอร์โดยใช้หลักการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดทั้ง 3 ชุด เกิดสนามแม่เหล็ก หมุนในสเตเตอร์ไปเหนี่ยวนำโรเตอร์มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลในโรเตอร์ เกิดแรงบิดทำให้โรเตอร์หมุนในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน

1.3 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส มีวิธีการต่อวงจรเพื่อนำไปใช้งาน 2 แบบ คือ

1.3.1 แบบสตาร์

1.3.2 แบบเดลตา

1.4 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส สามารถทำได้โดยการสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายเข้าขดลวดคู่ใดคู่หนึ่ง ซึ่งในการสลับสายนี้อาจจะสลับที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือที่ขั้วสายมอเตอร์

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส หลายความเร็ว

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส หลายความเร็ว สามารถควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ ได้ 2 วิธี

2.1.1 การปรับความถี่ไฟฟ้า

2.1.2 การเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์

2.2 การควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ด้วยการเปลี่ยนจำนวน ขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ และแบ่งออกเป็นได้ 2 ชนิด คือ ชนิดขดลวด 2 ชุด และ ชนิดขดลวดหนึ่งชุด

2.3 การควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของโรเตอร์ของมอเตอร์ด้วยการเปลี่ยนจำนวน ขั้วแม่เหล็กหรือจำนวน โพลของมอเตอร์ ชนิดขดลวดชุดเดียว มีจุดประสงค์ของการต่อคือ

2.3.1 ต่อเพื่อให้ได้แรงบิดคงที่

2.3.2 ต่อเพื่อให้ได้ก ลังคงที่

## ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_BcOq4dL0FM](https://www.youtube.com/watch?v=_BcOq4dL0FM)

# แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า





# แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า

แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า หรือ **name plate** จะติดมากับตัวมอเตอร์เสมอ จะเป็นสิ่งที่บ่งบอก ข้อมูลเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวนั้น โดย มอเตอร์ไฟฟ้า จะมี 2 มาตรฐานด้วยกัน คือ มาตรฐาน **IEC** และ มาตรฐาน **NEMA** ซึ่งในประเทศไทย จะคุ้นเคยกับมาตรฐาน **IEC** มากกว่า

1: CMG AUSTRALIA logo  
2: THREE PHASE ASYNCHRONOUS MOTOR TYPE HGA112M-4  
3: CE mark IEC 60034  
4: Motor type and model number  
5: DUTY S1, INS. CL. F, IP 55, EFF1  
6: Operating conditions table  
7: Product and serial numbers, ambient temperature, and weight

DUTY	S1	INS. CL.	F	IP	55	EFF1	
VOLTS	CONN.	Hz	kW	RPM	AMPS	COSφ	EFF %
380 - 415	DELTA	50	4.0	1450	8.1	0.80	88.3
660 - 720	STAR	50	4.0	1450	4.7	0.80	88.3
440 - 480	DELTA	60	4.6	1740	8.1		

6306 - C3	6306 - C3
PROD No. M34004003HGA	AMB. TEMP. 40 °C
SERIAL No. xxxxxxxx	F 10 Wt. 54 kg



## แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า

จากรูป จะเห็นว่าข้อมูลที่ปรากฏอยู่บน **Name plate** จะบอกถึงคุณลักษณะทั้งหมดของมอเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ยี่ห้อและสถานที่ผลิต เช่น **CMG AUSTRALIA**
2. เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส
3. **Type** ของมอเตอร์ (**HGA112M-4**) หมายถึง มอเตอร์ **CMG** รุ่น **HGA, Frame size : 112M** และ **4 Poles**
4. เป็นมอเตอร์มาตรฐาน **IEC**

## แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า

5. **Duty** หมายถึง ชนิดการทำงาน (**S1** : การทำงานอย่างต่อเนื่อง)

**INS.CL. F** : ชนิดของฉนวน **Class F** (สามารถทนความร้อนได้สูงสุด 155 องศาเซลเซียส)

**IP55** : ความสามารถในการป้องกัน โดย

ตัวเลขตัวแรก : ความสามารถในการป้องกันฝุ่นละออง

ตัวเลขตัวที่สอง : ความสามารถในการป้องกันของเหลว

**Eff** คือ มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ โดย

**Eff 1** : มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

**Eff 2** : มอเตอร์มาตรฐาน

## แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า

6. ข้อมูลคุณลักษณะของมอเตอร์ที่แรงดันและความถี่ต่างๆ

**kW** : กำลังทางไฟฟ้าขาออก (โดย 1 แรงม้า = 0.746 kW )

**RPM** : ความเร็ว (**speed**) ของมอเตอร์

**AMPS** : กระแสไฟฟ้าเมื่อมอเตอร์ขับโหลดที่พิกัดเต็มกำลัง (**Full load Operation**)

**Cosx** : ค่าตัวประกอบกำลัง

**Efficiency %** : ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์

7. ข้อมูลชนิด **Bearing** ด้าน **D-end (6306-C3)** , **N-end (6306-C3)**

**PROD No. : Model** ของมอเตอร์

**Serial No. :** ซีเรียลของมอเตอร์

**AMB Temp. : Ambient temperature**

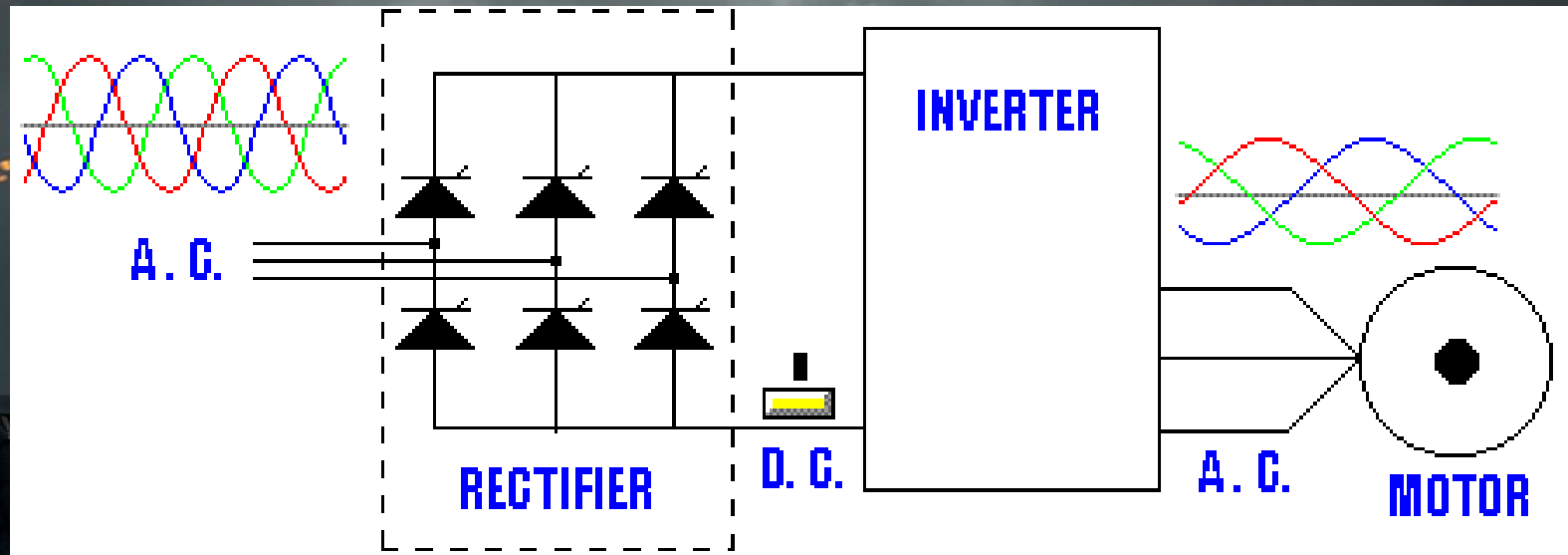
**Wt. :** น้ำหนักมอเตอร์

## แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า

<https://www.youtube.com/watch?v=2DV990eDWtl>

# อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

## INVERTER



## อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (**Inverter**) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของ **3-Phase Squirrel-Cage Induction Motor** โดยวิธีการปรับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์ บางครั้งจะเรียกว่า “**V/F Control**” อินเวอร์เตอร์ (**Inverter**) ยังมีชื่อเรียกอีกหลายอย่าง เช่น

- VSD : Variable Speed Drives
- VVVF : Variable Voltage Variable Frequency
- VC : Vector Control

# อินเวอร์เตอร์

## หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)



โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นไซน์ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่น แตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนี้ยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3-Phase Induction Motor

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น



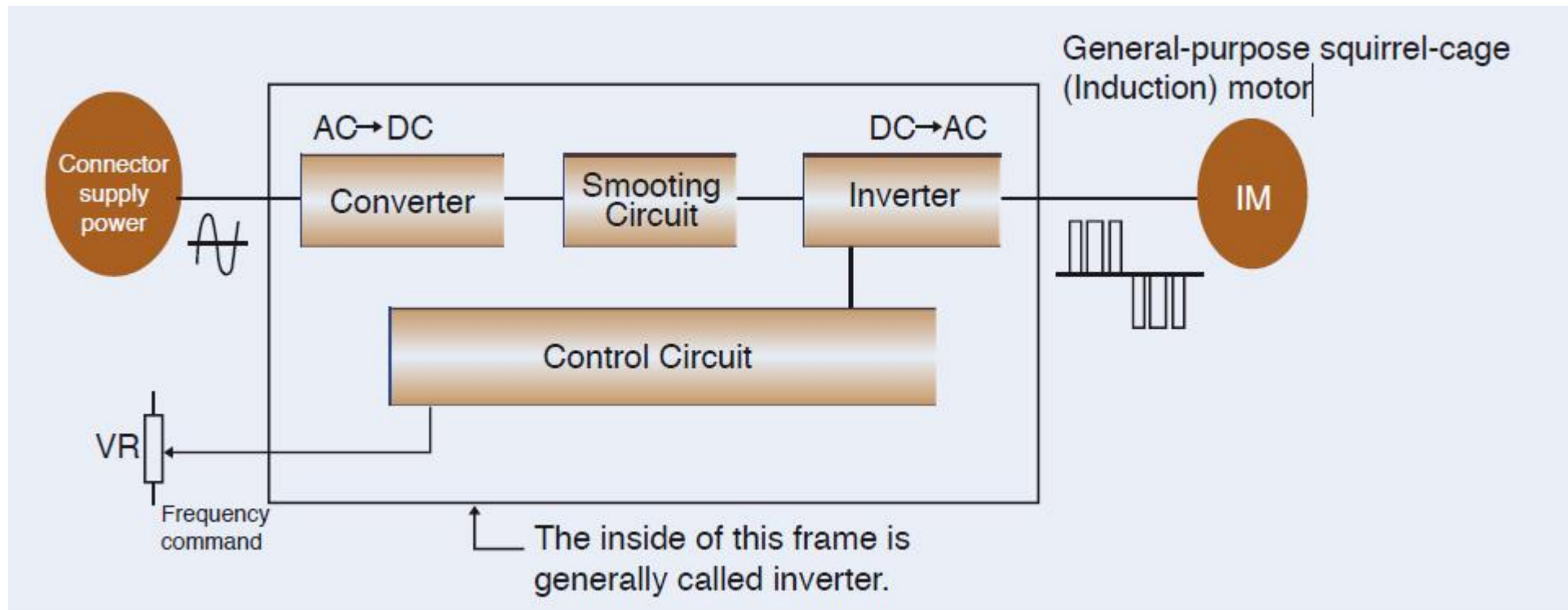
# อินเวอร์เตอร์

## โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

- ชุคคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC Power Supply (50 Hz) ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC Voltage)
- ชุคอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟกระแสสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้
- ชุควงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุคคอนเวอร์เตอร์และชุคอินเวอร์เตอร์

# อินเวอร์เตอร์

## โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)



# อินเวอร์เตอร์

## วิธีการเลือกอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

- ระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ : ถือเป็นรายละเอียดที่สำคัญมาก เราควรดูว่าอินเวอร์เตอร์ที่เราเลือกนั้นใช้กับระบบไฟฟ้าแบบใด แบบ 1 เฟส หรือแบบ 3 เฟส และมีช่วงแรงดันและกระแสในการใช้งานอยู่ที่เท่าไร
- กำลังของมอเตอร์ : ใช้กับกำลังมอเตอร์ขนาดเท่าไร
- ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟมอเตอร์ : ความถี่ของมอเตอร์ที่สามารถใช้ได้
- แรงบิด (Torque) ของโหลด : ควรพิจารณาจากการใช้งานว่าเราต้องการแรงบิดที่จะป้อนให้กับโหลดเท่าใด
- สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง : บริเวณที่ทำการติดตั้งนั้นมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณเท่าไร มีความชื้นแค่ไหน และหากบริเวณที่เราติดตั้งนั้นต้องเผชิญกับฝุ่นและน้ำเราก็ควรเลือกอินเวอร์เตอร์ที่ได้รับมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ
- ขนาด : ขนาดของอินเวอร์เตอร์เราควรพิจารณาจากพื้นที่ที่เราทำการติดตั้ง
- Cooling Method : เวลาใช้งานตัวอินเวอร์เตอร์จะเกิดความร้อนขึ้น เพื่อไม่ให้อินเวอร์เตอร์ร้อนเกินไป ในขณะที่ใช้งานทางที่ดีเพื่อป้องกันความเสียหายควรเลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีระบบการระบายความร้อน

## อินเวอร์เตอร์

### ข้อดีของการใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

- การสตาร์ทที่นุ่มนวล (Soft Start)
- ไม่มีการกระชากของกระแส (Inrush Current)
- สามารถปรับอัตราเร่งและอัตราหน่วงได้ (Adjustable Acceleration and Deceleration Time)
- สามารถควบคุมได้จากระยะไกล (Remote Control)
- สามารถควบคุมการทำงานโดยต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์
- มีระบบ Protection
- ประหยัดพลังงาน (Energy Saving)
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (Reduce Maintenance Cost)