

คู่มือการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

ศูนย์รวมข้อมูลที่นำเสนอเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า (Star-Delta) ข้อมูลเหล่านี้เหมาะกับผู้สนใจศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าหรือผู้ที่ทำวิธีการสตาร์ทมอเตอร์เพื่อนำไปใช้งานจริง ทั้งเนื้อหาของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า Star-Delta Starter ที่อธิบายวิธีการสตาร์ทที่ไว้อย่างละเอียด ตั้งแต่ทำไมต้องใช้วิธีนี้ ตัวอย่างการสตาร์ท ข้อดี-ข้อเสียของการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้ พร้อมวิธีการแก้ปัญหา

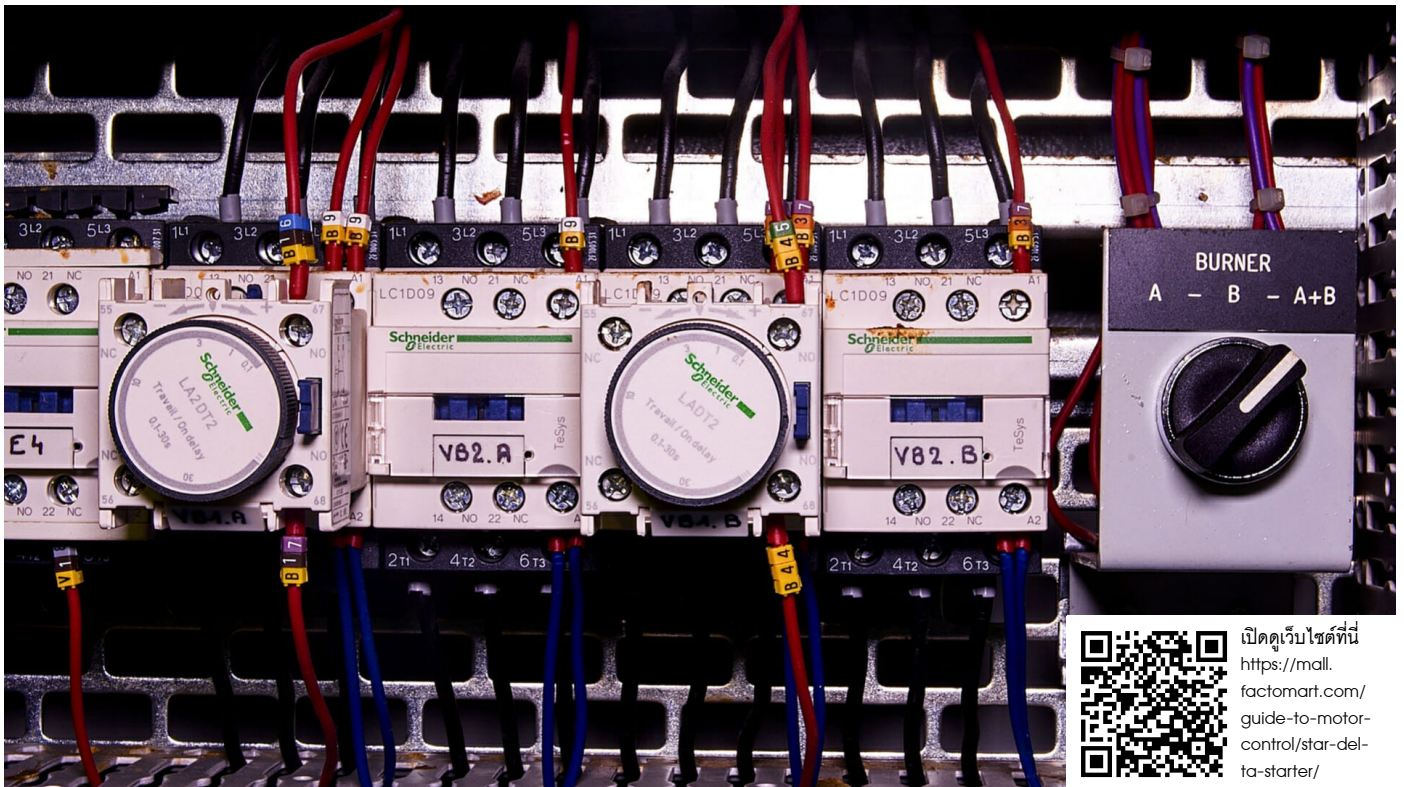
บทความสอนวิธีการต่อวงจร สตาร์-เดลต้า (Star-Delta) สำหรับมือใหม่ ที่มีปัญหาดวงจรไดอะแกรมของ Star-Delta ไม่เข้าใจ เนื่องจากสับสนวิธีการเข้าสาย เปรียบเทียบอุปกรณ์จริงกับสัญลักษณ์ในวงจรจริงและบอกวิธีการต่อสายเข้ามอเตอร์แบบง่ายๆ ให้อ่าน และวิธีการหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยน Star เป็น Delta ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Star-delta มีทริคเจอบริบทที่ทำให้แมกเนติกมันเกิดช็อกกัน ในจังหวะที่มีการเปลี่ยนจากสตาร์เป็นเดลต้า จึงต้องหาระยะเวลานานเท่าไรที่จะใช้ในการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้าที่ดีที่สุด ทาง [factomart.com](https://www.factomart.com) ได้รวบรวมบทความจากในเว็บไซต์มาเรียบเรียงเป็นไฟล์เอกสารให้คุณดาวน์โหลดไว้อ่าน โดยมีบทความเรื่องต่างๆ ดังนี้

- 1 การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า Star-Delta Starter**
อธิบายวิธีการสตาร์ทอย่างละเอียด ทำไมต้องใช้วิธีนี้ ตัวอย่าง ข้อดี-ข้อเสีย พร้อมวิธีการแก้ปัญหา
- 2 สอนวิธีการต่อวงจร สตาร์-เดลต้า (Star-Delta) สำหรับมือใหม่**
สาธิตการต่อวงจรด้วยอุปกรณ์จริงเทียบกับสัญลักษณ์ในไดอะแกรม และการต่อสายเข้ามอเตอร์อย่างชัดเจน
- 3 อุปกรณ์สำหรับสตาร์ทมอเตอร์ แบบ Star-delta**
อยากลองต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ของจริงดู สงสัยใหม่อุปกรณ์ที่ใหม่อะไรบ้าง? และหน้าตาเป็นอย่างไร?
- 4 เวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยน Star เป็น Delta**
ระยะเวลาว่านานเท่าไรที่จะใช้ในการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้า โดยป้องกันไม่ให้แมกเนติกช็อกกัน



<https://mall.factomart.com/star-delta-motor-starting-guide-center/>

บทที่ 1 : การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า Star-Delta Starter



ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมาก มอเตอร์ที่นิยมใช้งานจะเป็นมอเตอร์แบบ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่กินกระแสไฟตอนเริ่มสตาร์ทสูง อาจทำให้เกิดแรงดันไฟตก ไฟกระพริบ จึงต้องหาวิธีสตาร์ทที่ช่วยลดปัญหาเหล่านี้ลงให้ได้ เพื่อป้องกันอุปกรณ์หรือมอเตอร์เสียหาย จึงมีการคิดวิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Star-Delta ขึ้นมา วิธีสตาร์ทแบบ star-delta พัฒนามาจากการสตาร์ทแบบ DOL ที่จะกินกระแสไฟตอนสตาร์ทสูง ทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟตกบ่อย วิธีสตาร์ทแบบ star-delta นั้นเป็นวิธีที่นิยมใช้สตาร์ทมอเตอร์บ่อย เหมาะกับมอเตอร์ขนาดใหญ่ ที่มีพิกัดมากกว่า 7.5 kW สามารถช่วยลดกระแสไฟและกระแสไฟกระชาก (Inrush current) ตอนเริ่มสตาร์ทได้ดี อีกทั้งยังไม่มีปัญหาเกี่ยวกับฮาร์มอนิกได้อีกด้วย นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการสตาร์ทก็สามารถหาซื้อได้ง่ายอีกด้วย

นอกจากนี้เรายังมีบทความอื่นๆ ที่น่าสนใจอีกมากมายรวบรวมไว้ที่ศูนย์รวมข้อมูลเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า พร้อมให้คุณได้เข้าไปศึกษา พร้อมมีบทความให้ดาวน์โหลดฟรี!!

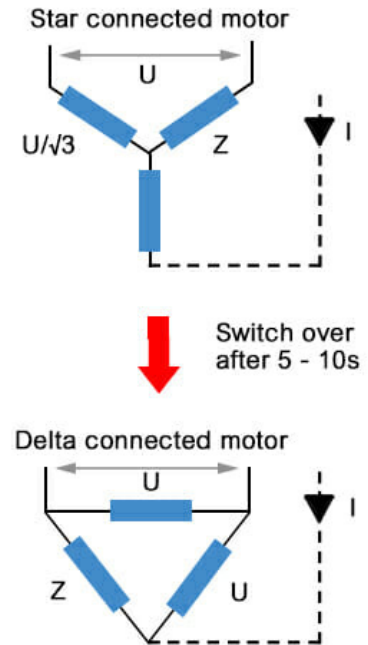
วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า (star-selta) คืออะไร?

เป็นการสตาร์ทเพื่อลดกระแสขณะสตาร์ท โดยใช้หลักการนำอุปกรณ์ภายนอกมาเปลี่ยนวงจรขดลวดเพื่อให้มีแรงดันที่ป้อนให้กับขดลวดต่อเฟสลดลงจากเดิม ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องให้กระแสลดลงเป็นสัดส่วนกับแรงดัน แต่แรงบิดจะลดลงเป็นสัดส่วนกำลังสอง ขณะสตาร์ทมอเตอร์เป็นแบบสตาร์และเมื่อมอเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 75% ของความเร็วพิกัด มอเตอร์จะต้องหมุนแบบเดลต้า

ทำไมต้องใช้วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า (star-delta)? และขนาดพิกัดมอเตอร์ที่เหมาะสม?

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า เป็นวิธีที่ง่าย และสามารถลดกระแสขณะสตาร์ทได้ ซึ่งมอเตอร์ที่จะนำมาสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้าได้ ขดลวดสเตเตอร์จะถูกออกแบบให้ทำงานที่พิกัดขดลวดเป็นขดเฟสที่ต่อแบบเดลต้า เช่น มอเตอร์ชนิด 400 V (Delta)/690 V (Star) ในขณะที่ทำการสตาร์ท ขดลวดมอเตอร์จะถูกต่อแบบสตาร์ ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมที่ขดลวดลดลงเหลือเพียง 57% เมื่อแรงดันตกคร่อมลดลงส่งผลทำให้กระแสสตาร์ทจะลดลง และแรงบิดลือกโรเตอร์ก็จะลดลงไปด้วยประมาณ 1 ใน 3 ของค่าที่ต่อแบบเดลต้า หลังจากนั้นเมื่อความเร็วรอบมอเตอร์เข้าใกล้พิกัดก็จะต่อกลายเป็นแบบเดลต้าที่ระบบไฟฟ้า 400 V

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า จะเหมาะกับมอเตอร์ที่มีพิกัดมากกว่า 7.5 kW ซึ่งถ้าใช้การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง (Direct on Line) กับมอเตอร์ที่มีพิกัดมากกว่า 7.5 kW แล้วจะทำให้เกิดผลเสียกับระบบไฟฟ้าหลายอย่าง เช่น แรงดันไฟตกหรือเกิดโอเวอร์โวลต์ที่หม้อแปลง ดังนั้นการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า จะเหมาะสมกว่า



สตาร์-เดลต้า ตอบโจทย์จุดมุ่งหมายหลักในการสตาร์ท และควบคุมมอเตอร์ มากน้อยเพียงใด?

1 เพื่อที่จะสตาร์ทมอเตอร์ให้สำเร็จ

การสตาร์ทแบบ Y/D นั้น สามารถได้สำเร็จกับบาง application ซึ่งถ้าโหลดประเภทโหลดคงที่หรือ constant load จะเป็นโหลดที่มีทอร์กขณะสตาร์ทหนักมาก ๆ ทำให้ช่วงเริ่มสตาร์ทของวงจรสตาร์ทนั้นไม่สามารถขับออกตัวได้ หรือแม้ขับออกตัวได้บางกรณีในช่วงเปลี่ยนจากสตาร์ทเป็นเดลต้าความเร่งไม่พอที่จะทำให้เพิ่มความเร็วไปถึงพิกัดของความเร็วมอเตอร์ได้ ดังนั้นการใช้การสตาร์ทด้วยวงจร Y/D จะเหมาะกับบางงานเท่านั้น

2 เพื่อที่จะไม่สร้างปัญหาให้กับระบบไฟฟ้าในโซดงาน

การสตาร์ทแบบ Y/D เป็นวิธีที่พัฒนาจากการสตาร์ทแบบ DOL เพื่อลดกระแสและกระแสกระชาก (inrush current) ช่วงเริ่มสตาร์ท แต่ก็ยังเกิดกระแสกระชากอยู่ในช่วงการเปลี่ยนจากวงจรสตาร์ทมาเป็นเดลต้า สำหรับโหลดที่การเพิ่มของทอร์กเป็นแบบ exponential เช่น บั้ม พัดลม เป็นต้น ทั้งนี้การสตาร์ทแบบนี้จะไม่เกิดปัญหาในเรื่องสัญญาณรบกวนของฮาร์โมนิกเหมือน VFD

3 เพื่อที่จะป้องกันการป้องกันอันตรายที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้กับผู้ใช้งานหรือผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

การป้องกันอันตรายที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้แก่ ผู้ใช้งานหรือผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเหล่านี้ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์และโอเวอร์โวลต์ ที่มีคุณภาพและมีการรับรองมาตรฐาน Coordination

4 เพื่อที่จะป้องกันความเสียหายของระบบไฟฟ้า ในกรณีที่มีอุบัติเหตุที่ไม่น่าคาดคิดเกิดขึ้น

ป้องกันอุบัติเหตุที่ไม่น่าคาดคิดในกรณีต่างๆ เช่น สายพานลำเลียงขาด เกียร์พัง คัปปลิ้ง Coupling เสียหาย รั้น Dry Pump ขณะไม่มีน้ำ ทำให้มอเตอร์ได้รับความเสียหาย โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์เพิ่ม เช่น เซนเซอร์วัดความเร็ว เพื่อป้องกันกรณีสายพานลำเลียงตกหรือขาด, เซนเซอร์วัดระดับน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดรั้น Dry Pump ขณะไม่มีน้ำ ,เซนเซอร์วัดการสั่นสะเทือน (Vibration sensor) เพื่อสังเกตการสั่นของมอเตอร์ที่ผิดปกติจากปัญหาต่างๆ เช่น เกียร์พัง, คัปปลิ้ง (Coupling) และลูกปืน (Bearing) มีการสึกหรอ เป็นต้น

5 เพื่อที่จะควบคุมทิศทางของตัวมอเตอร์ เช่น การกลับทางหมุน (เฉพาะบางงานเท่านั้น)

การกลับทางหมุนได้ แต่บางครั้งมีความซับซ้อนและยุ่งยาก

6 เพื่อที่ต้องการปรับแรงบิดและความเร็วรอบในขณะที่มอเตอร์ทำงานอยู่ (เฉพาะบางงานเท่านั้น)

ไม่สามารถปรับแรงบิดและความเร็วรอบในขณะที่มอเตอร์ทำงานอยู่ได้

7 เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์แมคคาณิกที่ต่อพ่วงกับมอเตอร์

การสตาร์ทแบบ สตาร์ท-เดลต้าจะทำให้อุปกรณ์ทางแมคคาณิกสึกหรอง่าย และยังเกิดปัญหาอีกมากมาย เช่น การไหลของสายพาน, Water hammer, อุปกรณ์ gearbox มีอายุการใช้งานที่สั้นลง ทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการซ่อมบำรุง

8 เพื่อที่จะได้ประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดพลังงาน ลดการเกิด Inrush Current และสามารถลดความเร็วรอบของมอเตอร์ลงได้

สามารถลดการเกิด Inrush Current ยกเว้นโหลดประเภท Exponential ทั้งนี้ไม่ประหยัดพลังงานและลดความเร็วรอบของมอเตอร์

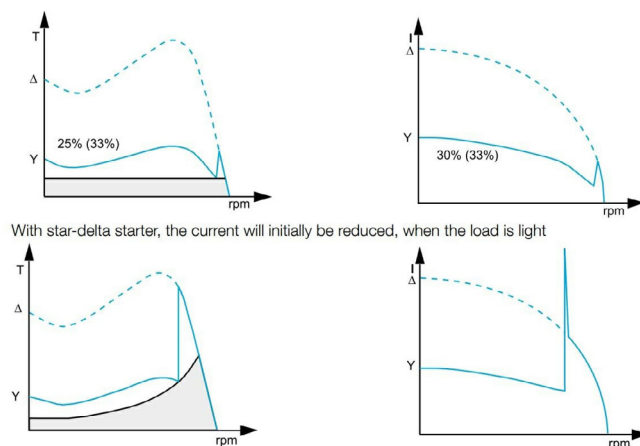
9 เพื่อที่จะได้ความคุ้มค่ากับการลงทุนของระบบการสตาร์ทมอเตอร์ที่ดีที่สุด

ถ้าพูดถึงความคุ้มค่ากับการลงทุนนั้นการสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้านั้นเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดกระแสและการสั่นสะเทือนขณะสตาร์ท เหมาะกับมอเตอร์ที่ไม่ต้องการปรับความเร็วรอบ และไม่เหมาะกับงานป้อนหรือพัลลัม

ตัวอย่างการสตาร์ทมอเตอร์แบบ สตาร์-เดลต้า ในแต่ละโหลด

อย่างที่ทราบกันว่าการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตานั้นถูกพัฒนามาจากการสตาร์ทโดยตรง (DOL) เพื่อลดกระแสและกระแสกระชากขณะเริ่มสตาร์ท แต่การสตาร์ทแบบนี้จะยังเกิดกระแสกระชากอยู่ในช่วงของการเปลี่ยนจากวงจรถูกเป็นเดลต้า ดังรูปด้านข้าง จะเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับความเร็วมอเตอร์ และกระแสกับความเร็วมอเตอร์ ซึ่งสองกราฟบนเป็นการแสดงถึงการสตาร์ทมอเตอร์ที่โหลดคงที่ที่สามารถลดทอร์กและกระแสช่วงสตาร์ทได้และไม่มีการเกิดกระแสกระชากอีกด้วย

โดยการสตาร์ทเริ่มด้วยวงจรถูกที่ได้อทอร์ก 25% ,ที่แรงดัน 33% และที่กระแส 30% จนกระทั่งได้ความเร็วอยู่ 80-85% ของพิกัดความเร็วมอเตอร์หรือจนความเร็วนิ่ง ก็ทำการเปลี่ยนจากวงจรถูกเป็นเดลต้าโดยไม่มีการเกิดกระแสกระชากสำหรับโหลดแบบนี้ แต่ในกรณีที่เป็นโหลดแบบ exponential เช่น บั๊มหรือพัดลม เป็นต้น ในช่วงเริ่มสตาร์ทจะยังไม่เกิดปัญหาอะไร แต่ขณะทำการเปลี่ยนจากวงจรถูกเป็นเดลต้าจะเกิดกระแสกระชาก (inrush current) และกระแสกระชากอาจจะสูงกว่าการสตาร์ทโดยตรง (Direct online) ดังสองกราฟล่าง



With star-delta starter, the current will initially be reduced, when the load is light

When starting a pump, huge transmission peaks might occur

รูปภาพ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับความเร็วมอเตอร์ และกระแสกับความเร็วมอเตอร์

ข้อดี-ข้อเสีย ของการสตาร์ทมอเตอร์แบบ สตาร์-เดลต้า (Star-Delta)

ข้อดี

- 1 ลดกระแส Inrush Current ที่เกิดขึ้นช่วง Start Motor
- 2 ไม่ก่อให้เกิด Harmonics ในระบบ
- 3 ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

ข้อเสีย

- 1 ถ้าต่อมอเตอร์ใช้งานในระบบของไหล เช่น บั๊มน้ำ บั๊มไฮดรอลิก แล้วมีการหยุดมอเตอร์ทันที จะทำให้เกิด Water Hammer, Water Surge ซึ่งมีผลทำให้ท่อระเบิด หรือใบพัดหัก
- 2 ไม่ก่อให้เกิด Harmonics ในระบบ
- 3 ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

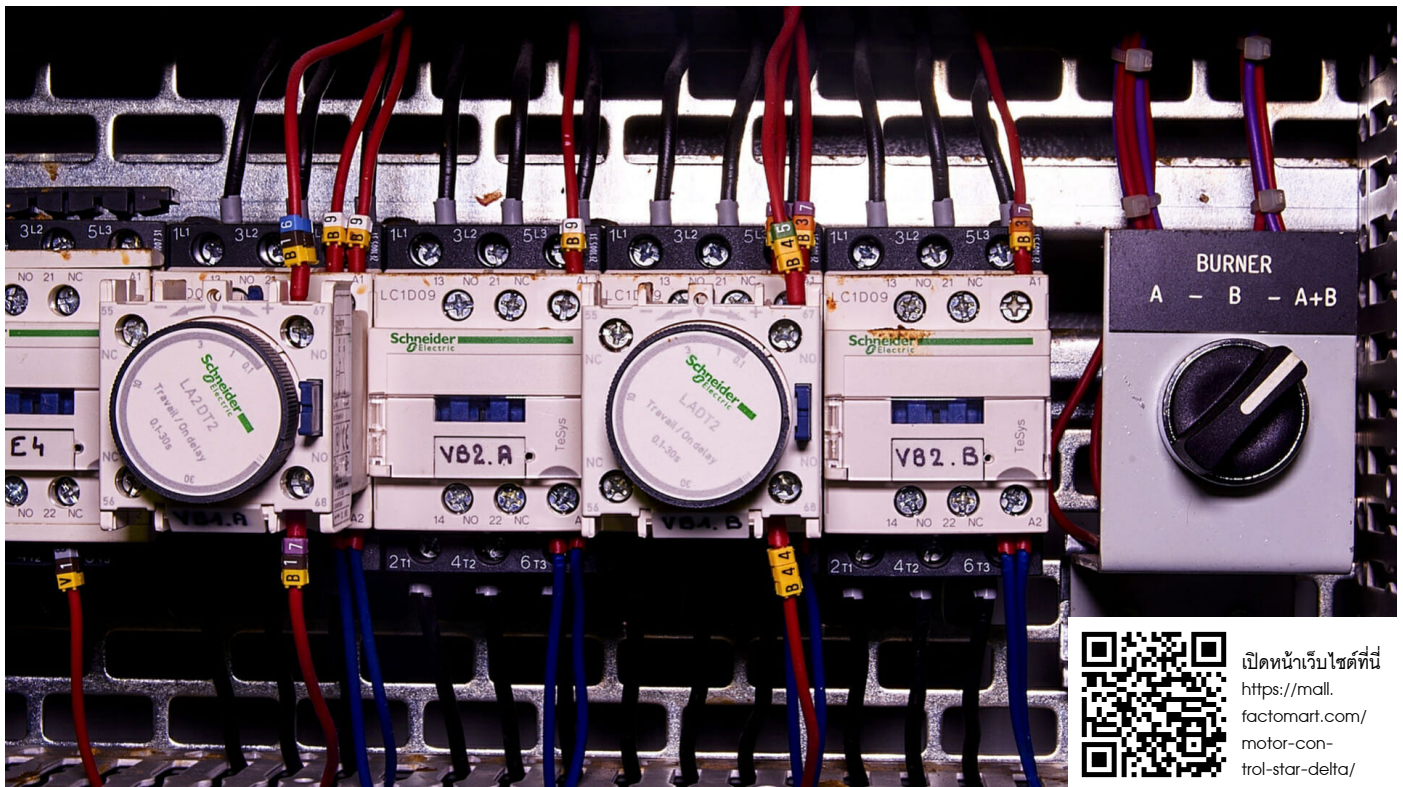
วิธีแก้ปัญหา

- 1 ใช้หม้อแปลงใหญ่ และสายใหญ่ขึ้น หรือใช้วิธีการ Start Motor แบบปรับแรงดันไฟฟ้า
- 2 ไม่ก่อให้เกิด Harmonics ในระบบ
- 3 ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

จำเป็นต้องใช้ Contactor Main Contactor Delta Contactor Star ที่มีพิกัดเท่ากัน หรือยี่ห้อเดียวกันหรือไม่?

คอนแทคเตอร์ทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในวงจรถูกมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า ควรจะเลือกให้มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ตัว เช่น มอเตอร์มีพิกัด 7.5 kW ให้เลือกคอนแทคเตอร์ที่ทนพิกัดมอเตอร์ได้ 7.5 kW คำนี้อาจมีบอกไว้บน Nameplate ถ้าเลือกคอนแทคเตอร์ที่มีขนาดที่เท่ากันทั้ง 3 ตัว แล้วเวลาคอนแทคเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งเกิดมีปัญหา จะได้สะดวกในการนำตัวอื่นมาแทนที่ และเบอร์นัมของคอนแทคเตอร์ทั้ง 3 ตัว สามารถจะใช้เป็นเบอร์นัมเดียวหรือคละเบอร์นัมก็ได้ แต่ให้มีขนาดคอนแทคเตอร์ที่เท่ากันพอ

บทที่ 2 : สอนวิธีการต่อวงจรสตาร์-เดลต้า (Star-Delta) สำหรับมอเตอร์



มีสมาชิกเพื่อนวิศวกรจำนวนมากที่ดูวงจรไดอะแกรมของ Star-Delta ไม่เข้าใจ เนื่องจากสับสนวิธีการเข้าสาย ทางเราจึงทำบทความขึ้นเพื่อไขข้อข้องใจเหล่านี้ให้หมดไป โดยเปรียบเทียบอุปกรณ์จริงกับสัญลักษณ์ในวงจรจริงให้ออกมาดูง่ายที่สุด นอกจากนี้เรายังบอกวิธีการต่อสายเข้ามอเตอร์แบบง่ายๆ ให้ด้วย

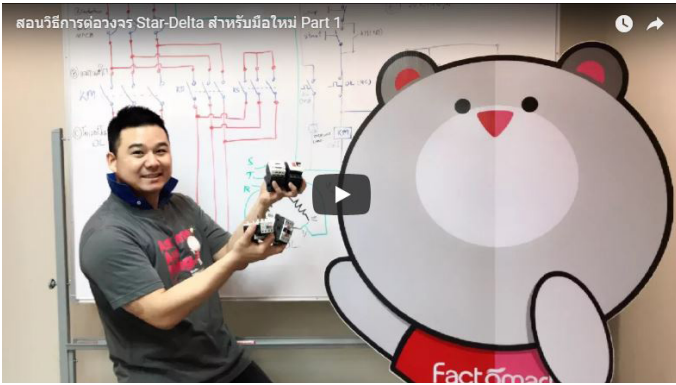
นอกจากนี้เรายังมีบทความอื่นๆ ที่น่าสนใจอีกมากมายรวบรวมไว้ที่ศูนย์รวมข้อมูลเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าพร้อมให้คุณได้เข้าไปศึกษา พร้อมมีบทความให้ดาวน์โหลดฟรี!!



เปิดหน้าเว็บไซต์ที่นี่
<https://mall.factomart.com/motor-control-star-delta/>

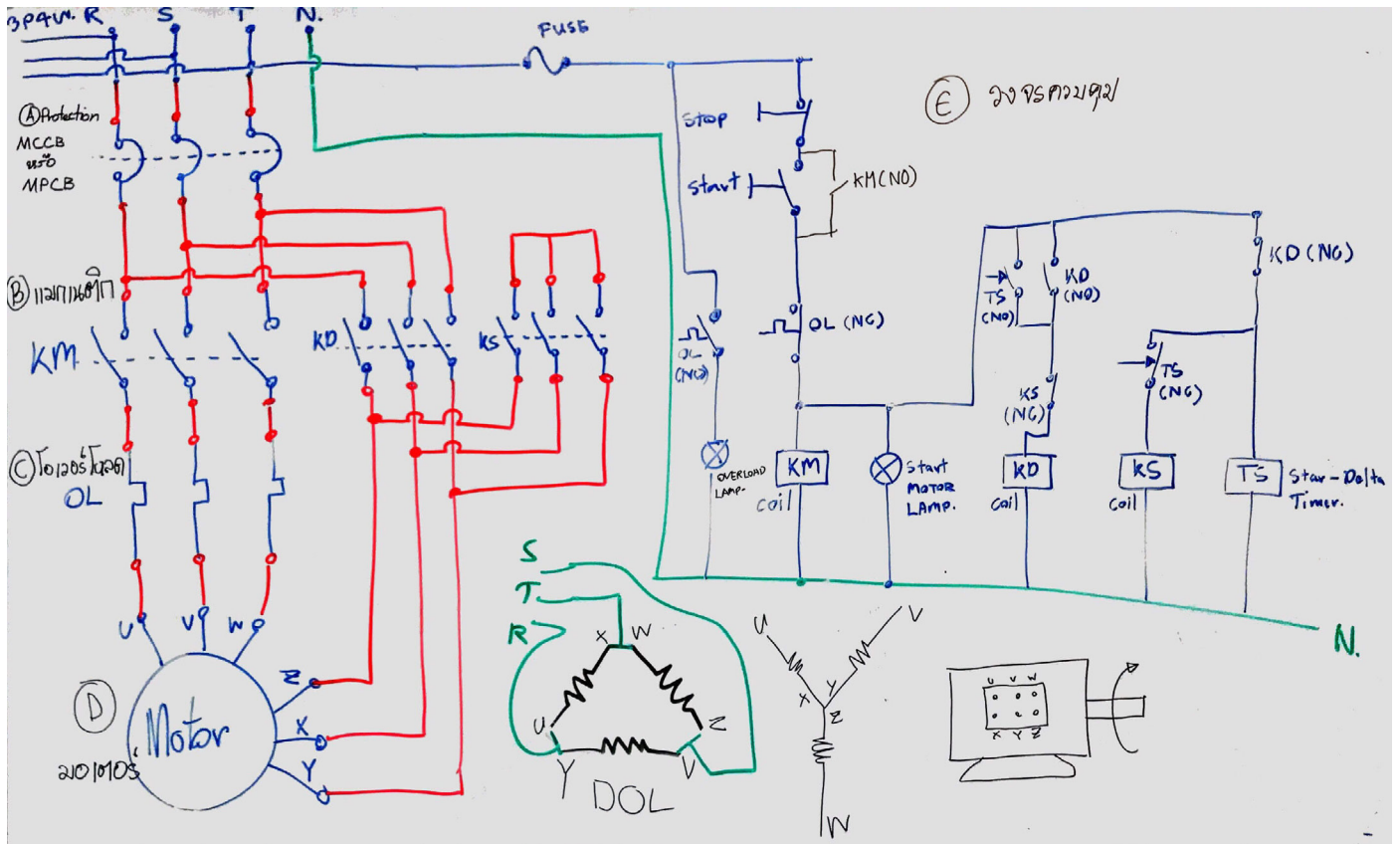
วิดีโอวิธีการต่อวงจรสตาร์-เดลต้า ตอนที่ 1

วิดีโอวิธีการต่อวงจรสตาร์-เดลต้า ตอนที่ 2



เข้าชมวิดีโอที่นี่
<https://www.youtube.com/watch?v=AsvKJpw2tw>

เข้าชมวิดีโอที่นี่
<https://www.youtube.com/watch?v=16wO3GCeqgk>

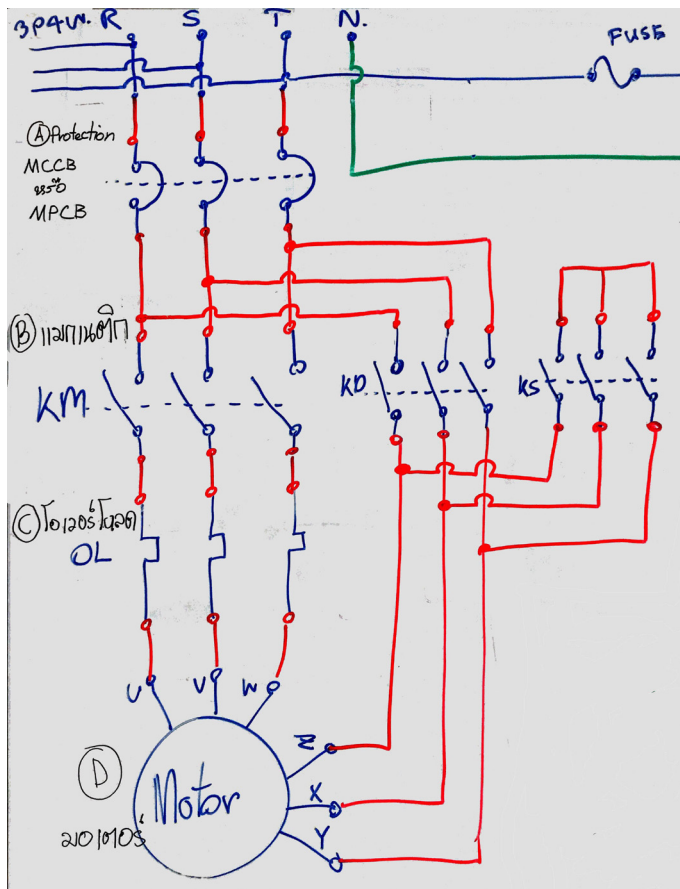


วงจรไฟฟ้า Star-Delta (YΔ) สำหรับสตาร์ทมอเตอร์

วันนี้เราจะมาสอนวิธีต่อวงจร Star-Delta หรือเขียนย่อเป็น YΔ สำหรับมือใหม่กันครับ ลำดับแรกเราต้องพูดถึงวงจรไฟฟ้าของ YΔ กันก่อนว่ามีอะไรบ้าง อันดับแรกส่วนการจ่ายไฟเข้ามาที่แมกเนติก ตามที่เขียนไว้คือส่วน A เป็นส่วนที่ใช้ MPCB หรือ MCCB ส่วน B คือแมกเนติก ส่วนต่อจากเบรกเกอร์ไปหาแมกเนติก และส่วน C เป็นโอเวอร์โหลด รีเลย์ที่ต่อมาจากแมกเนติกส่วน B อีกที และส่วน D คือมอเตอร์ที่เราจะต้องไปสตาร์ท ส่วนสุดท้ายคือส่วน E เป็นส่วนของวงจรควบคุม (Control Circuit) ส่วนนี้เราจะไม่พูดถึงกัน ครั้งนี้จะพูดเฉพาะส่วน A – D ซึ่งมันก็คือส่วนที่เรียกว่า วงจรกำลัง (Power Circuit) นั่นเอง

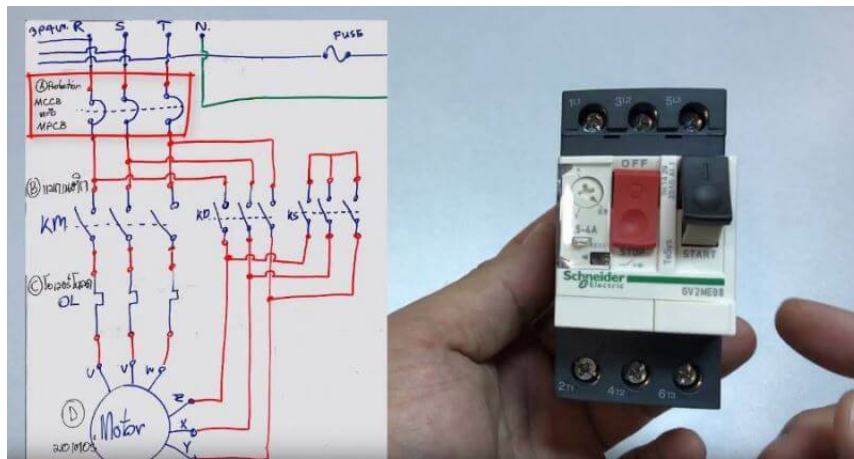
ส่วนประกอบของวงจร Star-Delta ($Y\Delta$)

วงจร Star-Delta จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ วงจรควบคุม (Control Circuit) และวงจรกำลัง (Power Circuit)



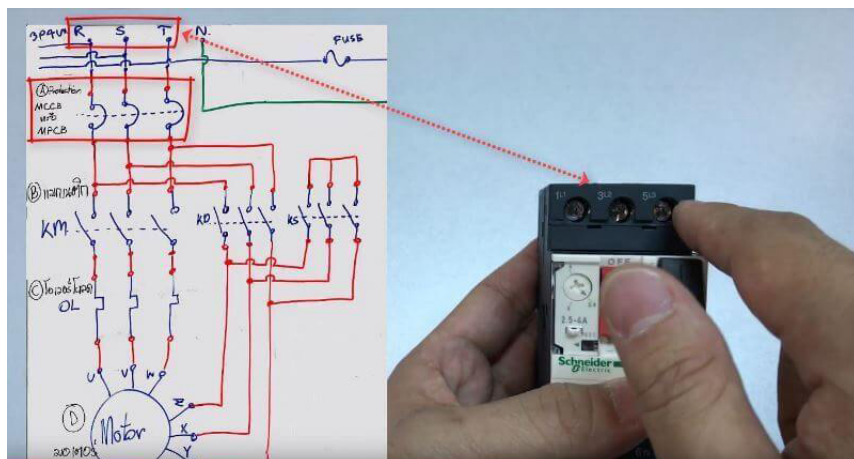
วงจรกำลัง (Power Circuit)

ในส่วนของวงจรกำลัง (Power Circuit) จะประกอบได้ด้วย MCCB/MPCB, แมกเนติก คอนแทคเตอร์, โอเวอร์โวลต์ และมอเตอร์ รายละเอียดแต่ละส่วนผมจะอธิบายไว้ด้านล่างพร้อมภาพประกอบ

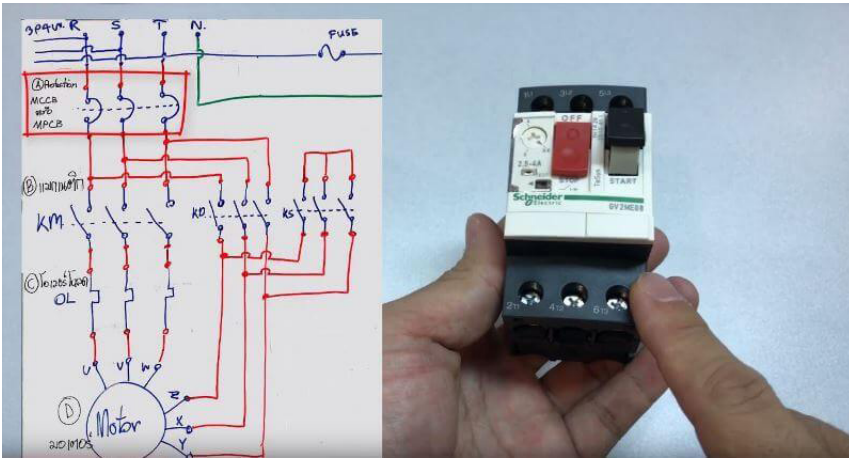


A MPCB หรือ MCCB

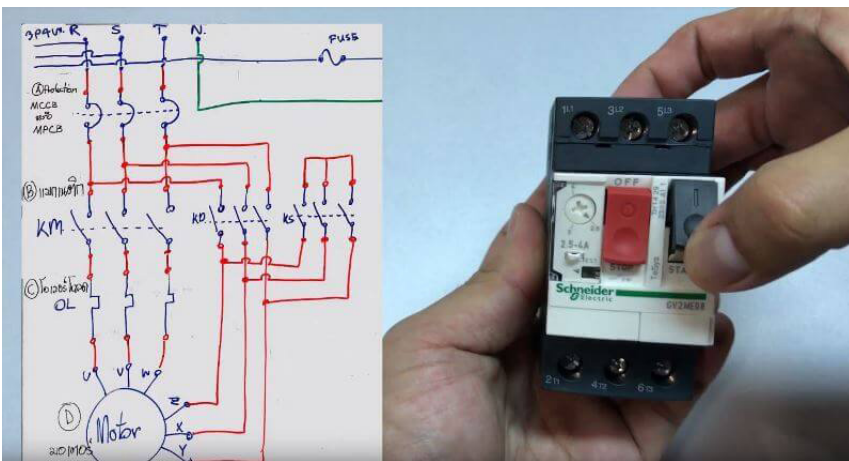
อุปกรณ์ชิ้นนี้ก็คือ MPCB ของแบรนด์ชไนเดอร์ นะครับ เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ออกแบบมาสำหรับสตาร์ทมอเตอร์ ลักษณะของมันส่วนด้านหน้าจะเป็นสีขาวและด้านหลังเป็นสีดำ มี Nameplate ติดไว้ด้านข้างเพื่อบอกสเปคสินค้า นะครับ



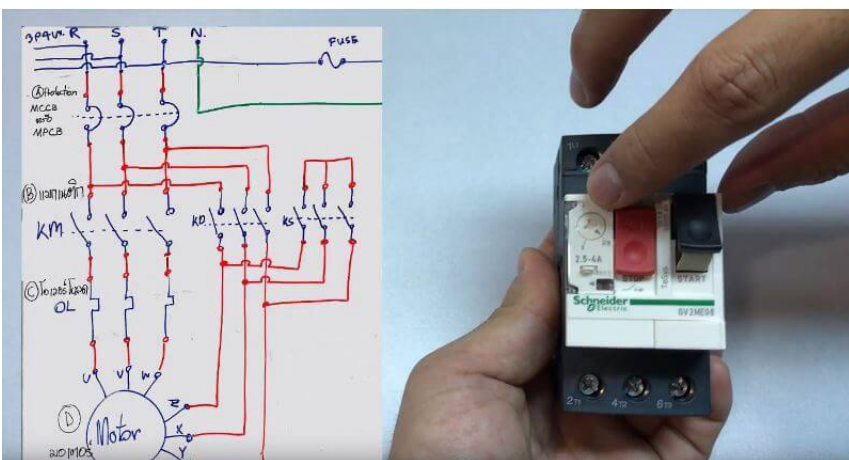
ส่วนนี้จะเป็นตำแหน่ง R, S, T เป็นส่วนจ่ายไฟไปที่ L1, L2, L3 ของ MPCB จะอยู่ด้านบนของตัวเบรกเกอร์



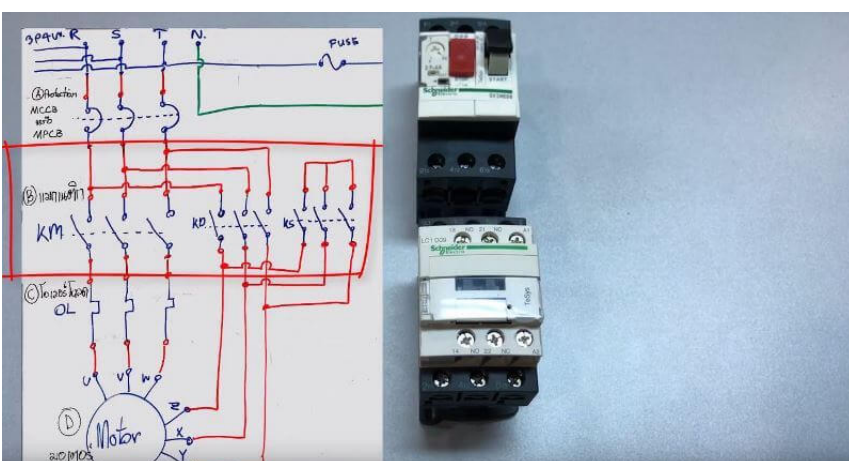
เมื่อไฟเข้ามาจาก L1, L2, L3 ผ่านตัวเบรกเกอร์แล้ว จากนั้นไฟจะออกที่ตำแหน่ง T1, T2, T3 เพื่อจ่ายไฟให้กับแมกเนติก คอนแทคเตอร์ต่อไปครับ



ส่วนของปุ่ม Start — Stop ของตัวเบรกเกอร์จะมีลักษณะเป็นปุ่มกดสีแดงและสีดำ โดยสีแดงเป็นปุ่ม Stop หยุดการทำงาน และสีดำเป็นปุ่ม Start เริ่มการทำงาน เวลาจะใช้งานก็แค่กดลงไป สังเกตเวลาที่กดลงไปทีปุ่มใดปุ่มแล้วนั้นอีกปุ่มจะดันขึ้นมาทันที ใช้งานได้สะดวกดีครับ

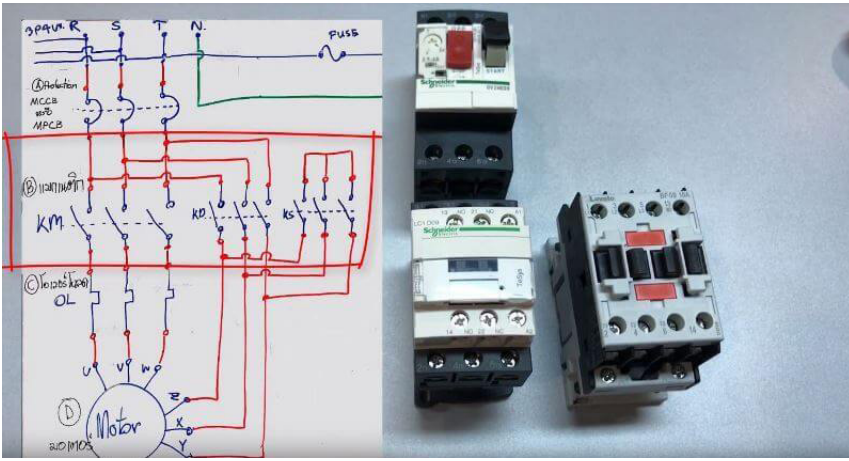


MPCB ตัวนี้จะมีส่วนที่พิเศษว่าเบรกเกอร์แบบอื่นๆ ตรงที่มันจะมีโอเวอร์โหลดติดตั้งมาในตัวเบรกเกอร์เลย อยู่ที่ด้านซ้ายมือที่เห็นเป็นเหมือนร่องให้ขันน็อตได้ โอเวอร์โหลดจะทำหน้าที่คอยตัดกระแสไฟฟ้าเกินในตัวเบรกเกอร์ให้ครับ

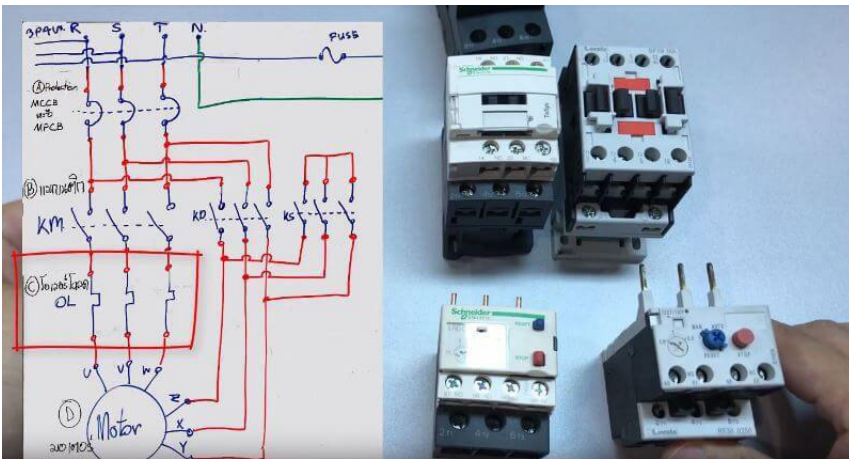


B แมกเนติก คอนแทคเตอร์

ตัวนี้เป็นแมกเนติก คอนแทคเตอร์ จากแบรนด์ชไนเดอร์ ตัวแมกเนติกนี้จะนำมาต่อเข้ากับตัวเบรกเกอร์มาเข้าที่ตำแหน่ง R, S, T หรือ L1, L2, L3 ที่อยู่ด้านบนของแมกเนติก แมกเนติกแบรนด์ชไนเดอร์ตัวนี้เรากำหนดให้เป็นแมกเนติกตัวที่ 1 หรือเรียกว่า KM ที่เขียนไว้บนไดอะแกรมด้านซ้ายมือครับ

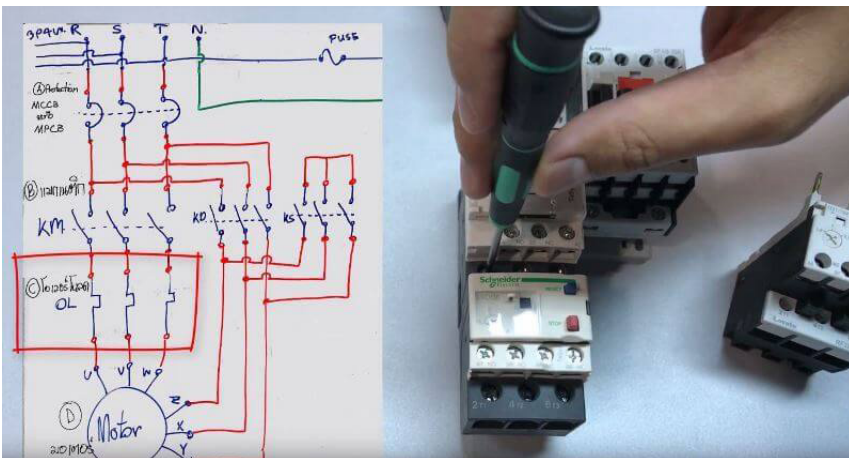


แมกเนติกตัวนี้เป็นของแบรนด์ Lovato ที่เรานำมาเป็นแมกเนติกตัวที่ 2 หรือเรียกว่า KD นำมาวางข้างๆ แมกเนติกของขั้วไนเตอร์ (KM) แมกเนติก KM, KD, KS เราสามารถใช้คณะแบรนด์กันได้ครับ แมกเนติก KD จะลากสายออกมาจาก MPCB มาจ่ายไฟเข้าที่ L1, L2, L3 ของแมกเนติกแบรนด์ Lovato (KD) หรือจะเรียกว่า R, S, T ก็ได้ครับ ส่วนด้านขั้วมือสุดบนตัวแมกเนติกตัวนี้จะเป็นคอนแทคช่วย ส่วนนี้จะไม่ได้อาศัยงานเท่าไรครับ ส่วนแมกเนติกตัวที่ 3 (KS) เป็นสตาร์ท จะนำมาวางไว้ข้างๆ แมกเนติก KD

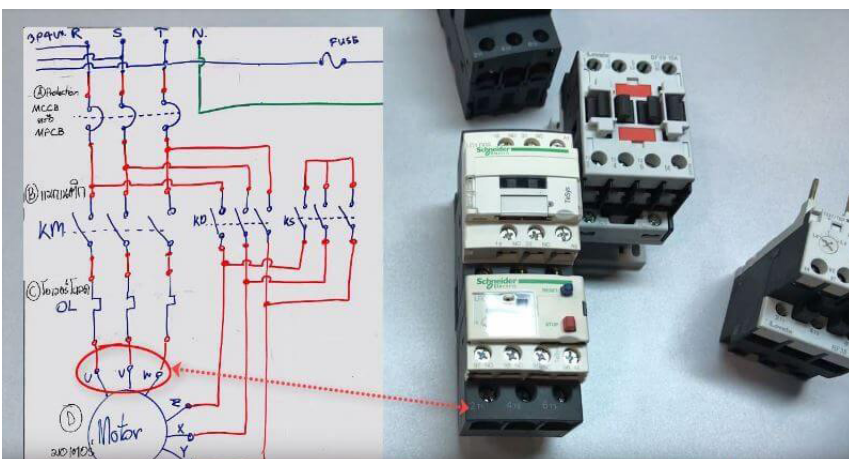


C โอเวอร์โหลต รีเลย์

เมื่อต่อแมกเนติกเสร็จแล้วต่อไปจะนำโอเวอร์โหลตมาต่อเข้าไป แมกเนติกแบรนด์ขั้วไนเตอร์ จะใช้โอเวอร์โหลตของแบรนด์ขั้วไนเตอร์ ส่วนแมกเนติกของ Lovato ก็ใช้โอเวอร์โหลตของ Lovato นะครับ ถ้าใช้คณะแบรนด์กันจะต่อเข้าไปไม่ได้ครับ

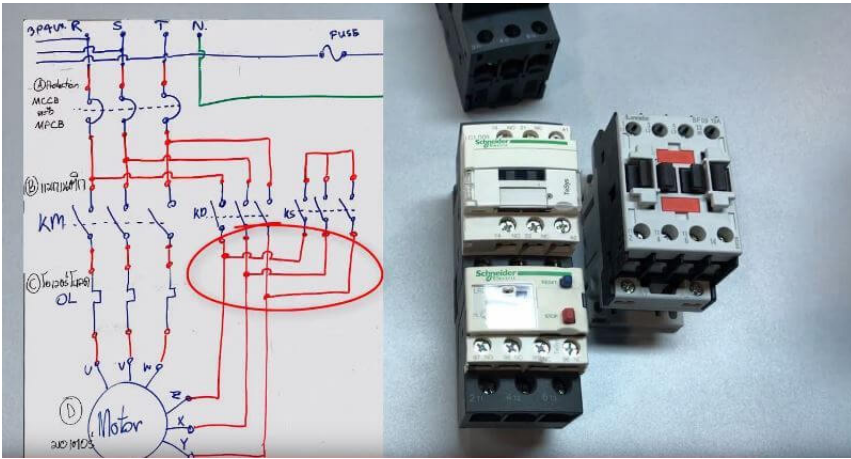


ตอนติดตั้งโอเวอร์โหลตเข้ากับแมกเนติก ต้องขันน็อตให้แน่นกันม้นหลุดออกจากกัน เพราะตอนติดตั้งจะไม่มีรางให้โอเวอร์โหลตยึดไว้ ต่างจากตัวแมกเนติกครับ



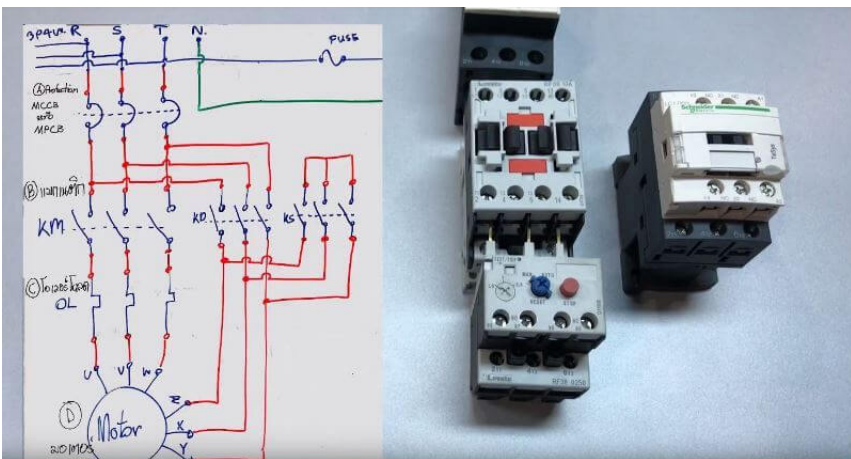
D มอเตอร์

ด้านล่างของโอเวอร์โหลตจะต่อสายไปหามอเตอร์ได้เลยที่ตำแหน่ง U, V, W ทั้ง 3 เส้นนะครับ



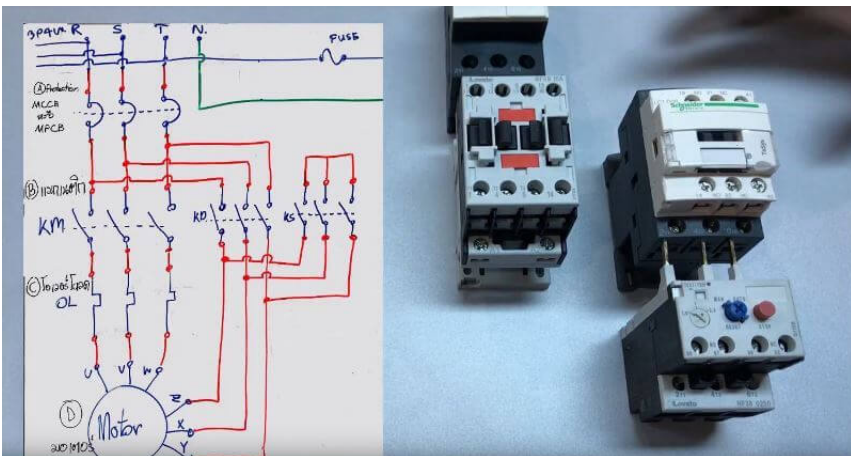
KD และ KS ต้องต่อโอเวอร์โวลต์เข้าไปด้วยหรือไม่ ?

แมกเนติก KD และ KS ไม่จำเป็นต้องต่อโอเวอร์โวลต์ สามารถลากสายเข้าไปหามอเตอร์ได้เลยที่ตำแหน่ง X, Y, Z



เปลี่ยนแมกเนติก KM เป็นแบรนด์อื่นบ้างดีกว่า ได้หรือไม่?

ลองนำแมกเนติกแบรนด์ Lovato มาเป็นตัว KM ดูบ้าง จากไดอะแกรมต้องต่อโอเวอร์โวลต์เข้าไปที่แมกเนติก KM ดังนั้นโอเวอร์โวลต์ที่นำมาต่อต้องเป็นของแบรนด์ Lovato เท่านั้น ส่วนแมกเนติก KD จะใช้แมกเนติกแบรนด์อื่นแทน แมกเนติก KD จะไม่ต่อโอเวอร์โวลต์เข้าไป แมกเนติก KS ก็ไม่ต้องต่อโอเวอร์โวลต์เช่นกัน ในวงจรจะใช้โอเวอร์โวลต์แค่ 1 ตัวเท่านั้น ก็คือตัวที่ต่อกับแมกเนติก KM ครับ

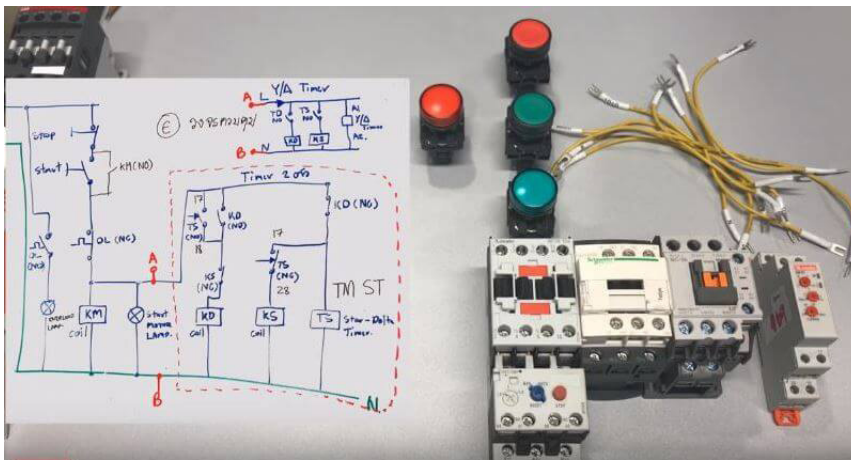
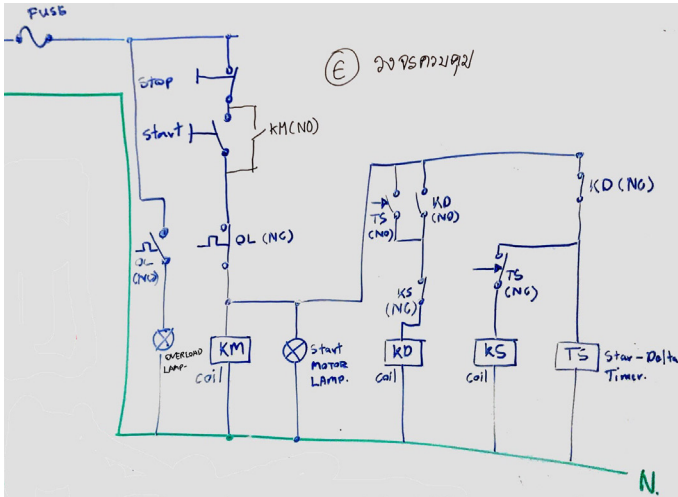


แมกเนติกละแบรนด์กันได้ไหม?

คำตอบคือได้ครับ!!!!.....ในตู้คอนซูเมอร์เราสามารถใส่แมกเนติกละแบรนด์กันได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นแบรนด์เดียวกัน แต่ส่วนที่สำคัญคือ โอเวอร์โวลต์ต้องเป็นแบรนด์เดียวกับแมกเนติกเท่านั้น สาเหตุไม่ใช่อะไรหรอกครับ เวลาที่เอาแมกเนติกคนละแบรนด์กับโอเวอร์โวลต์มาต่อเข้าด้วยกัน มันต่อเข้าไปไม่ได้ครับ อาจด้วยการออกแบบที่เขาออกแบบมาให้เข้ากับแมกเนติกของแบรนด์ตัวเองเฉพาะ พยายามหาซื้อที่มันแบรนด์เดียวกันหน่อยนะครับ

วงจรควบคุม (Control Circuit)

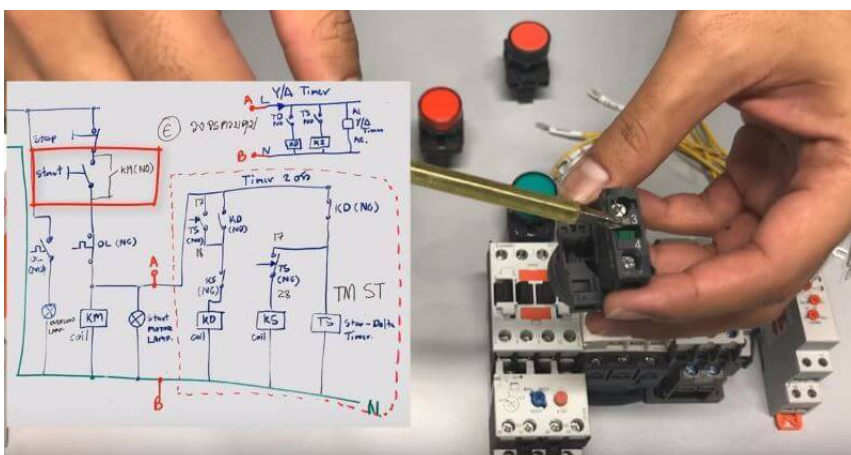
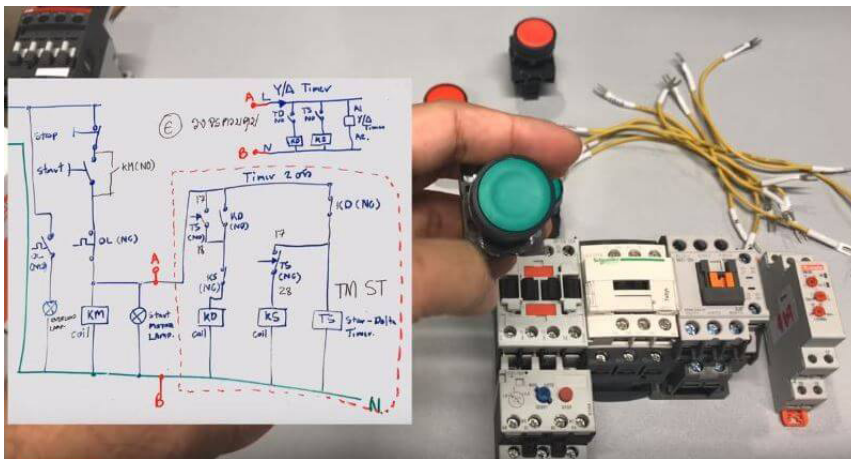
ส่วนนี้เป็นวงจรควบคุม (Power Circuit) ที่ผมจะอธิบายไว้ในคลิปวิดีโอตอนที่ 2 ด้านบนนะครับ ในส่วนนี้จะมีอุปกรณ์เหล่านี้ครับ แมกเนติก ไฟลิตแลมป์ Push Button โอเวอร์โวลต์รีเลย์ และไทมเมอร์ มาดูกันเลยว่าส่วนวงจรควบคุมจะมีการทำงานอย่างไรบ้าง



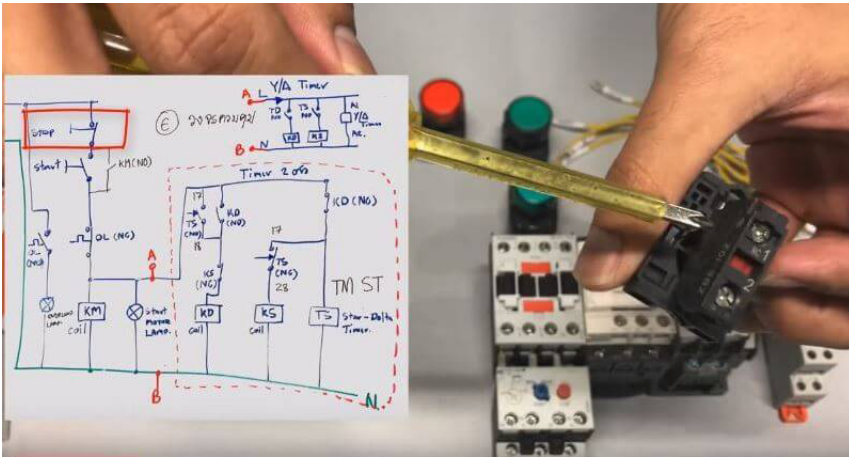
เอาละครับเราก็มาถึงส่วนสุดท้ายของวงจร สตาร์ท-เดลต้ากันแล้ว นั่นก็คือส่วนวงจรควบคุมหรือ Control Circuit ดูตามรูปด้านบนเลยครับ ด้านซ้ายมือจะเป็นวงจรไฟฟ้าของวงจรควบคุม มีสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเขียนไว้อย่างชัดเจน และด้านขวามือเป็นอุปกรณ์จริงที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า มี Pilot Lamp แบบ Push Button สีเขียว สีแดง แมกเนติกคอนแทคเตอร์ KM KD KS สายไฟที่เข้าทางปลากัไว้เรียบร้อยแล้ว และ ไทมเมอร์ครับ

Pilot Lamp ปุ่มกด ตัวช่วยทำงานของคุณมันง่ายขึ้น!!

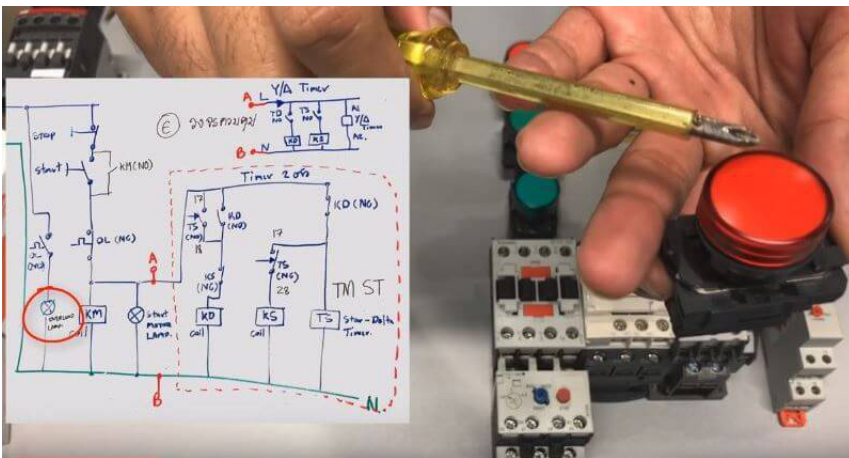
จะใช้ Pilot Lamp และ Push Button ตัวนี้คือรุ่น XB5 ของชไนเดอร์ครับ มีทั้งแบบสีแดง และ สีเขียว นำมาเป็นตัวชี้สถานะการทำงานของวงจร และเป็นตัว Start และ Stop การทำงานในวงจร



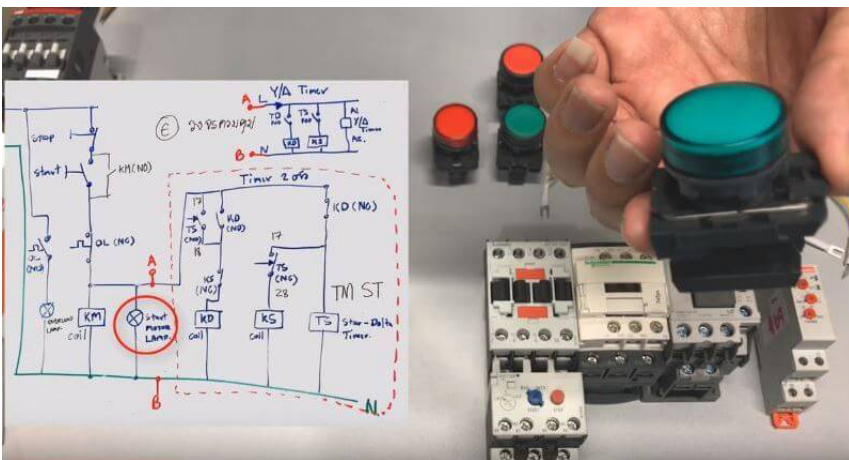
Push button switch สีเขียวตัวนี้จะเป็น ปุ่ม Start ตัวมอเตอร์ให้ทำงานครับ วิธีการดูจะครับ ให้พลิกไปด้านหลังจะเจอกับแถบสีเขียว และมีอักษรเขียนไว้ว่า NO



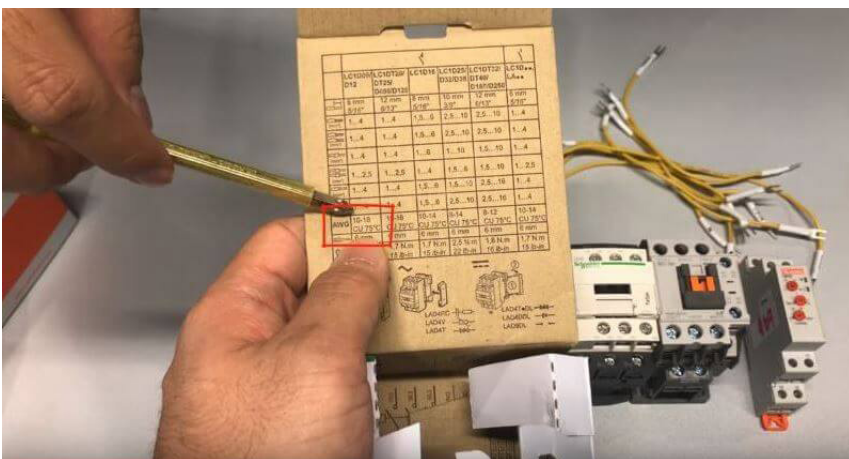
Push button switch สีแดงตัวนี้จะเป็นปุ่ม Stop ตัวมอเตอร์ให้หยุดทำงานครับ วิธีการดูนะครับ ให้พลิกไปด้านหลังจะเจอกับแถบสีแดง และมีอักษรเขียนไว้ว่า NC



Pilot Lamp สีแดงตัวนี้จะเป็นตัวชี้สถานะว่ามอเตอร์นั้นโอเวอร์โวลต์แล้ว อยู่ตรงตำแหน่งวงกลมสีแดงในวงจรไฟฟ้าด้วยซ้ำเลยครับ



Pilot Lamp สีเขียวตัวนี้เป็น LED ครับ การทำงานของ Pilot Lamp ตัวนี้ก็คือเมื่อมอเตอร์ทำงานจะติด ถ้ามอเตอร์หยุดก็จะดับนะครับ และถ้าอยากให้มอเตอร์ทำงานก็ให้กดที่ปุ่มสีเขียว อยากให้มอเตอร์หยุดทำงานก็กดที่ปุ่มสีแดงครับ



อย่าลืมสายไฟ

จะใช้ Pilot Lamp และ Push Button ตัวนี้คือรุ่น XB5 ของชไนเดอร์ครับ มีทั้งแบบสีแดง และ สีเขียว นำมาเป็นตัวชี้สถานะการทำงานของวงจร และเป็นตัว Start และ Stop การทำงานในวงจร

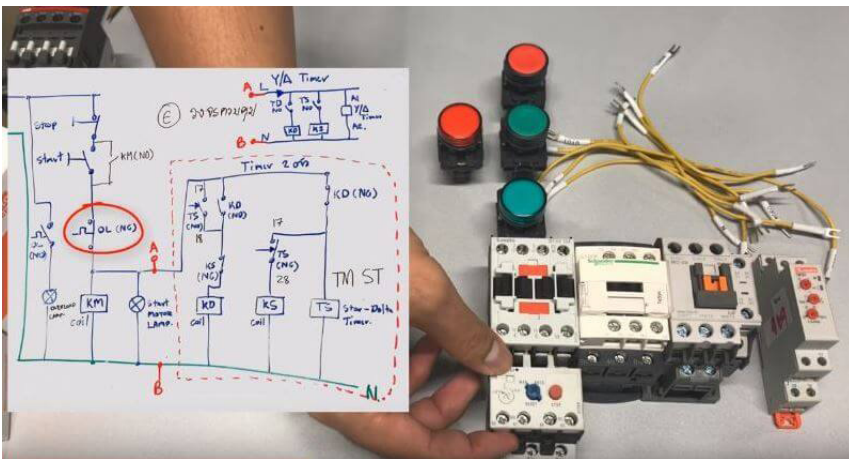
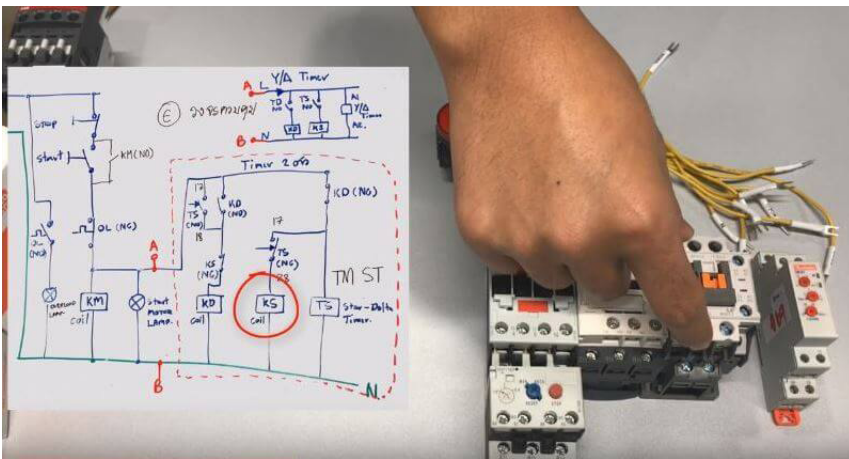
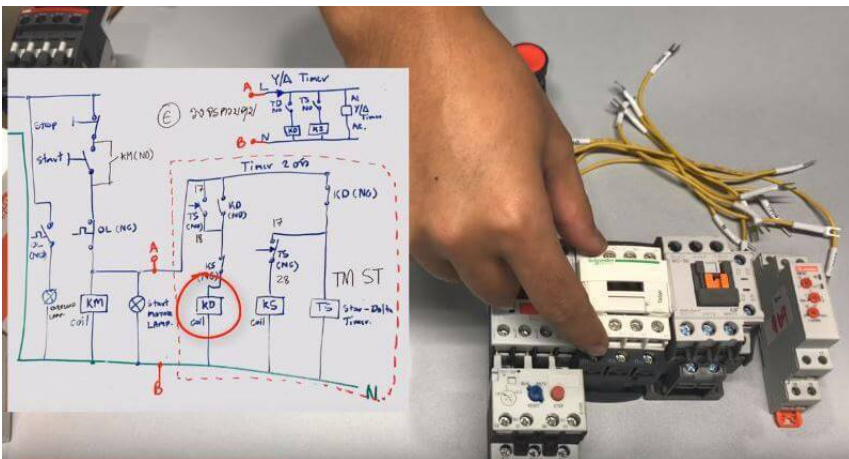
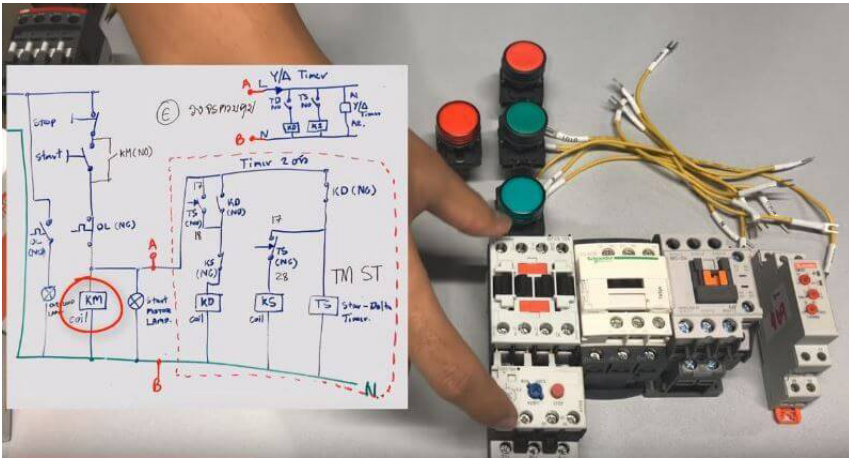
แมกเนติก คอนแทคเตอร์ ประเภทของงานนี้

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่ใช้ในวงจรจอร์สตาร์-เดลต้า จะมีทั้งหมด 3 ตัว นะครับ มีตัวเมน (KM) ตัวสตาร์ (KS) และตัวเดลต้า (KD) คอนแทคเตอร์ตัวแรกก็คือตัวเมนหรือ KM นี่นะครับ เป็นคอนแทคเตอร์แบรนด์ Lovato คอนแทคเตอร์ตัวเมนจะต้องมีคอนแทคช่วยที่เป็น NO ด้วยครับ

แมกเนติก คอนแทคเตอร์ตัวที่ 2 จะเป็นคอนแทคเตอร์ตัวเดลต้า (KD) ครับ เป็นคอนแทคเตอร์แบรนด์ซีไนเดอร์ ต้องมีคอนแทคช่วยที่เป็น NO และ NC ด้วย

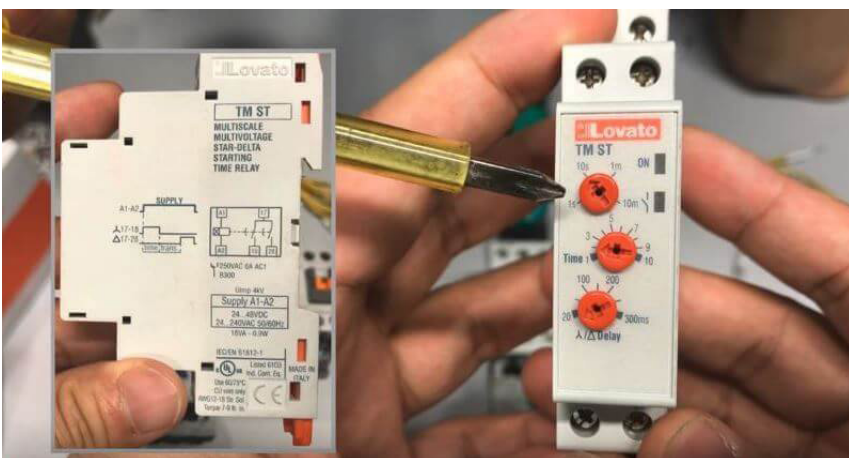
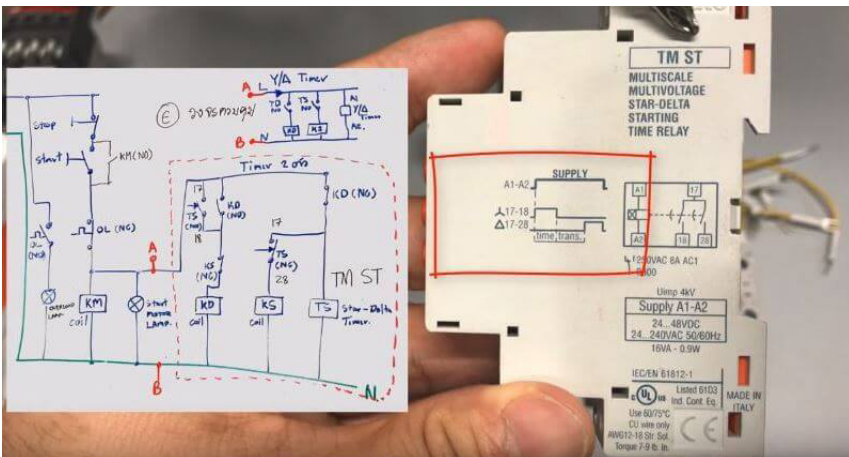
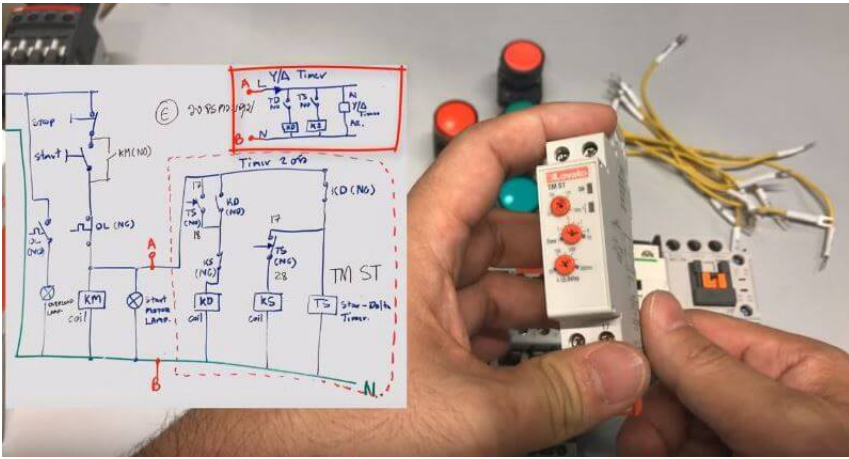
และคอนแทคเตอร์ตัวที่ 3 หรือตัวสตาร์ (KS) ก็ต้องมีคอนแทคช่วย NO และ NC ด้วยเช่นกันครับ

คอนแทคเตอร์ทั้ง 3 ตัวนี้สามารถใช้นาฬิกาเท่ากันเลยก็ได้ครับ แต่คอนแทคเตอร์ตัวเมน (KM) จำเป็นต้องมีโอเวอร์โหลดต่อเข้าไปด้านล่าง 1 ตัวครับ ส่วนคอนแทคเตอร์สตาร์ (KS) และเดลต้า (KD) ไม่ต้องต่อโอเวอร์โหลดครับ



Start-Delta Timer ตัวเปลี่ยนการทำงาน ให้แม่แกนต์

อุปกรณ์ตัวสุดท้ายที่ลืมไม่ได้เลยครับ ก็คือ Star-Delta Timer ตัวเปลี่ยนการทำงานของคอนแทคเตอร์ ถ้าใช้ไทมเมอร์ทั่วไปจะไม่เหมาะกับการทำงานแบบนี้ครับ ควรใช้ไทมเมอร์แบบนี้มากกว่า เพราะมีช่วงเวลาในการดีเลย์อยู่

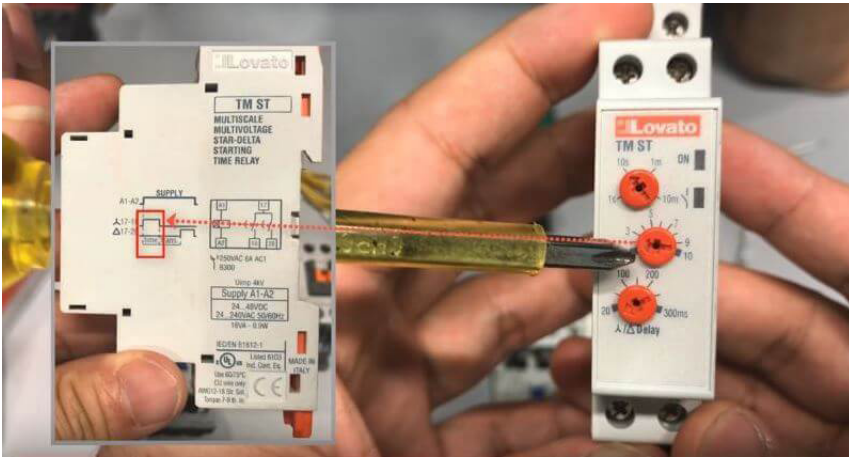


Timer ตัวนี้เป็นของ Lovato รุ่น ST Series ความพิเศษของไทมเมอร์แบบนี้ครับ จะจ่ายไฟเข้าที่ขา A1 — A2 ให้เป็นชัฟฟลาย ฟังก์ชันการทำงานจะสตาร์ทแบบ Star ก่อน หน้าคอนแทคเตอร์ตัวสตาร์ทจะทำงาน มีไทมเมอร์หน่วงเวลาช่วงทรานซิสชัน (trans.) หน่วงเวลาออกไป สามารถตั้งค่าได้ พอถึงเวลาตามที่เราได้ตั้งไว้ คอนแทคเตอร์ตัว Delta จะทำงาน หน้าคอนแทคเดลด้าทำงาน ส่วนตรงนี้จะมีส่วนกำหนดเวลาไม่ให้คอนแทคเตอร์ทั้ง 2 ตัว ทำงานพร้อมกันได้

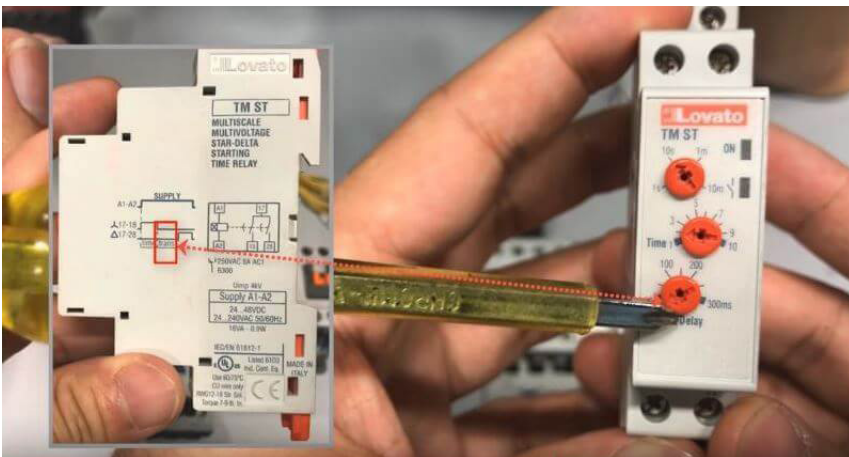
ถ้าเป็น Timer แบบปกติทั่วไป จะไม่มีหน้าคอนแทคของเดลด้า เวลาเปลี่ยนการทำงานจะเปลี่ยนเลย เช่น เปลี่ยนจาก ON มา OFF เลยทันที ไม่มีดีเลย์ในช่วงนี้ครับ เราจะใช้ไทมเมอร์แบบปกติในวงจรก็ได้ครับ แต่จะมีโอกาสที่ ON กับ OFF จะทำงานพร้อมกันได้ ซึ่งถ้ามันทำงานพร้อมกัน เวลาที่คอนแทคเตอร์ตัวแรกทำงานแล้วยังไม่หยุด และคอนแทคเตอร์ตัวที่ 2 ก็ทำงานขึ้นมา มันจะเกิดการช็อคขึ้น ทำให้คอนแทคเตอร์มันพังได้เลยครับ

การเซตไทมเมอร์จะอยู่ที่ปุ่มบนสุด ปุ่ม range เป็นปุ่มตัวคูณ มีเขียนว่า 1s, 10s, 1m, 10m ถ้าต้องการให้ตัวคูณเป็นเท่าไร ก็ปรับหมุนลูกศรให้ตรงกับเลขเหล่านี้ครับ ในภาพหัวลูกศรชี้ไปที่ 10s ครับ

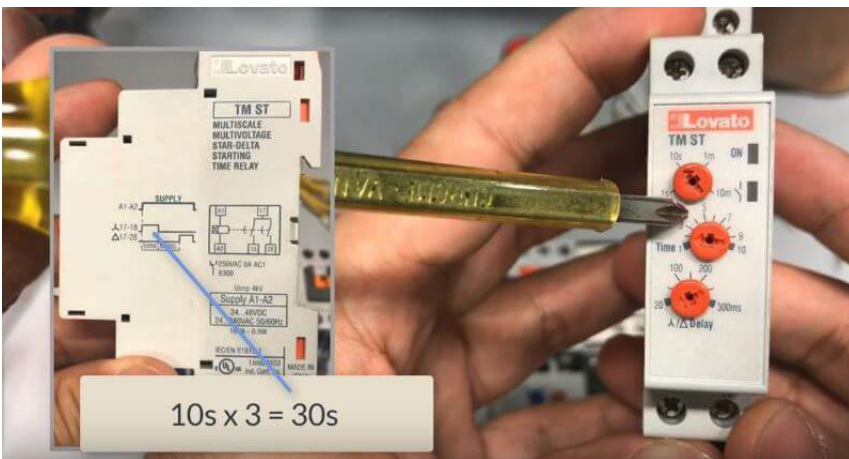
ปุ่มตรงนี้ที่เขียนว่า Time เป็นตัวเวลาที่ เราจะตั้งว่าจะให้คอนแทคเตอร์ดีเลย์เท่าไรใน การ สตาร์ทช่วงที่เป็นสตาร์



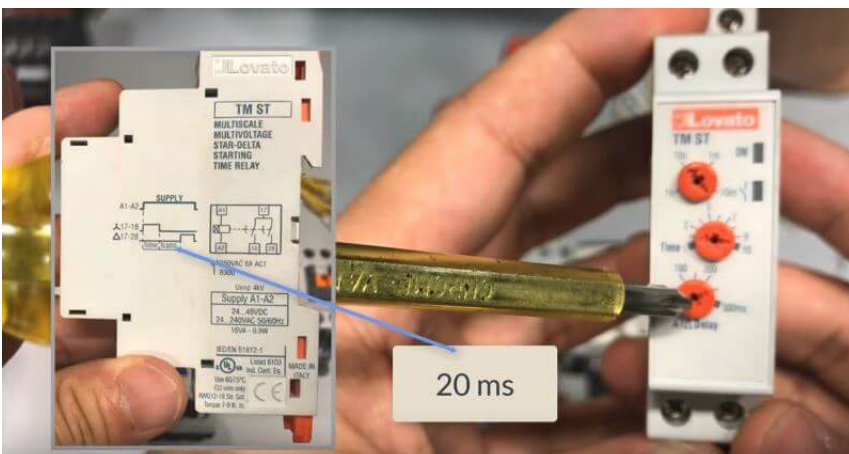
ปุ่มสุดท้ายที่มีสัญลักษณ์ Star-delta Delay เป็นปุ่มตั้งเวลาที่กำหนดให้เปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้า จะใช้ระยะเวลาเท่าไร

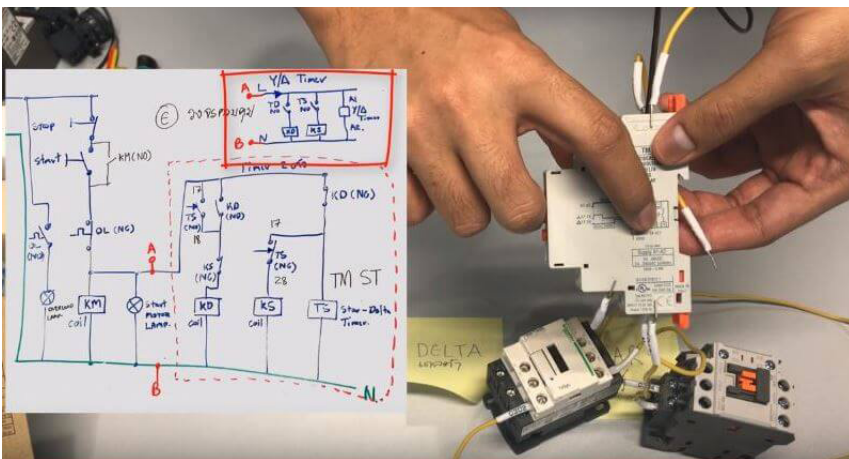
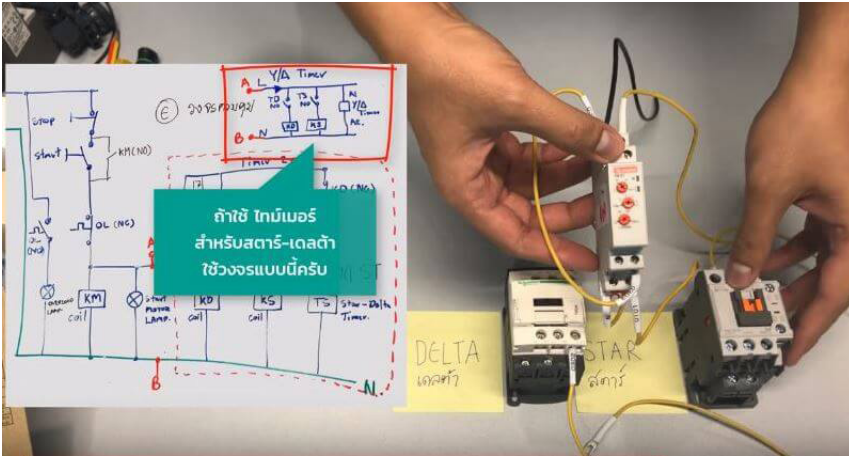


ตัวอย่างครับ ผมจะปรับปุ่มตัวแรกให้ลูกศร ชี้ไปที่ตำแหน่ง 10s หรือ 10 วินาที และปรับปุ่ม Time ให้ลูกศรชี้ที่เลข 3 นำเอา 10s x 3 เท่ากับ 30 s มันก็ หมายความว่า คอนแทคเตอร์จะดีเลย์ช่วงที่เป็นสตาร์ อยู่ 30 วินาทีหรือสตาร์เป็นสตาร์อยู่ 30 วินาทีครับ



ส่วนปุ่ม Star-delta Delay ผมปรับลูกศร ให้ชี้ไปที่ตำแหน่ง 20 มันก็คือ ช่วงเวลาที่คอนแทค เตอร์เปลี่ยนจากสตาร์เป็นเดลต้าจะใช้เวลา 20 ms ปรับได้ตามความต้องการเลยครับ สามารถปรับสูงสุด ได้ถึง 300 ms





ต่อ Timer เข้ากับ KD และ KS อย่างไร ?

มาถึงขั้นตอนสุดท้ายแล้วนะครับ นั่นคือการต่อตัวไทมเมอร์เข้ากับคอนแทคเตอร์สตาร์ (KS) และคอนแทคเตอร์เดลต้า (KD) เราจะใช้ไทมเมอร์แบบสตาร์-เดลต้า วิธีการต่อคือจะต่อไฟเข้าเริ่มจาก Line ไปนิวทรัล สาย Line สีดำนั้นจะครบจะนำไฟ 220V เข้ามา แล้วเข้าไปที่ตำแหน่ง A1 ส่วนตำแหน่ง A2 จะไปต่อเข้านิวทรัล

จากนั้นมาต่อตัวไทมเมอร์ที่ตำแหน่งขา 18 และขา 28 ให้นำขา 18 ของไทมเมอร์ต่อกับคอนแทคเตอร์สตาร์ (KS) เข้าที่ตำแหน่ง Coil 220V และข้างตำแหน่ง Coil ให้ต่อสายออกไปนิวทรัล

และไทมเมอร์ขา 28 ให้นำมาต่อเข้ากับคอนแทคเตอร์เดลต้า (KD) ที่ตำแหน่ง A1 ของคอนแทคเตอร์ และตำแหน่ง A2 ของคอนแทคเตอร์ให้ต่อสายไปหานิวทรัล

เมื่อต่อเสร็จเรียบร้อยแล้วเราจะได้สายที่ต่อไปนิวทรัลทั้งหมด 3 เส้น และมีสายที่มาจาก Line สายเส้นสีดำเข้าไทมเมอร์ 1 เส้น จากนี้ก็สามารถใช้งานวงจรสตาร์-เดลต้าได้แล้ว

มอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส คืออะไร

มอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้งานกันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอกมีข้อดีคือ ไม่มีแปรงถ่านทำให้การสูญเสียเนื่องจากความฝืดมีค่าน้อย มีตัวประกอบกำลังสูง การบำรุงรักษาต่ำ การเริ่มเดินทำได้ไม่ยาก ความเร็วรอบค่อนข้างคงที่ สร้างง่าย ทนทาน ราคาถูกและมีประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ซึ่งในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่ที่โรเตอร์โดยตรงแต่ได้จากการเหนี่ยวนำ (Induction) จึงนิยมเรียกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor)



มอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส คืออะไร

ในการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟสที่ใช้ความเร็วรอบคงที่ มอเตอร์ในขณะที่สตาร์ทจากจุดหยุดนิ่งจะต้องใช้กระแสจำนวนมากเพื่อเอาชนะแรงเฉื่อยขณะหยุดนิ่งและเมื่อมอเตอร์ทำงานจะเกิดแรงบิดหรือแรงจลน์กระชากที่สูงมาก เราจึงต้องหาวิธีลดกระแสรวมทั้งลดแรงบิดลงซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดความเสียหายของแบร์ริงหรืออุปกรณ์เครื่องจักรที่ต่ออยู่กับเพลลาของมอเตอร์

วิธีการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส

วิธีการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส มีหลายวิธี แต่ที่มักใช้กันจะมี 2 ประเภท คือ

1. การสตาร์ทแบบแรงดันเต็มพิกัด (Full Voltage Starting)

หรือที่เราเรียกว่าการต่อโดยตรง (Direct Online Starter: DOL) นั่นเอง มอเตอร์จะมีกระแสขณะสตาร์ทประมาณ 6 ถึง 7 เท่าของกระแสพิกัดจึงเหมาะกับมอเตอร์ขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์มีขนาดไม่เกิน 7.5 กิโลวัตต์ หรือ 10 แรงม้า หรืออาจใช้ในมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่านี้ที่ต้องการแรงบิดสูง การสตาร์ทด้วยวิธีนี้หากใช้กับเครื่องจักรที่มีโหลดน้อยๆ จะทำให้อัตราเร่งของโรเตอร์สูงเกินไป เนื่องจากมอเตอร์มีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงจะทำให้เกิดการกระชาก ซึ่งจะนำไปสู่การสึกหรอของชุดส่งกำลัง, ชุดเกียร์และชุดขับเคลื่อน ทำให้เกิดการชำรุดและสึกหรออย่างรวดเร็ว

2. การสตาร์ทโดยการลดแรงดัน (Reduce Voltage Starting)

ในการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสที่มีขนาดใหญ่ เช่น เกินกว่า 7.5 กิโลวัตต์ นั้นถ้าต่อโดยตรงแบบแรกจะมีกระแสสูงมากประมาณ 7 เท่าของกระแสปกติของค่าพิกัดมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียแก่ระบบไฟฟ้า เช่น ไฟตก แสงสว่างในโรงงานวูบหรือกระพริบ มีปัญหาในการทำงาน ฟิวส์แรงสูงที่ระบบจ่ายไฟฟ้าขาด อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกทำงาน ระบบจ่ายไฟมีปัญหาจากโอเวอร์โหลด และยังอาจกระทบต่อการทำงานของมอเตอร์อื่นๆ ในโรงงาน

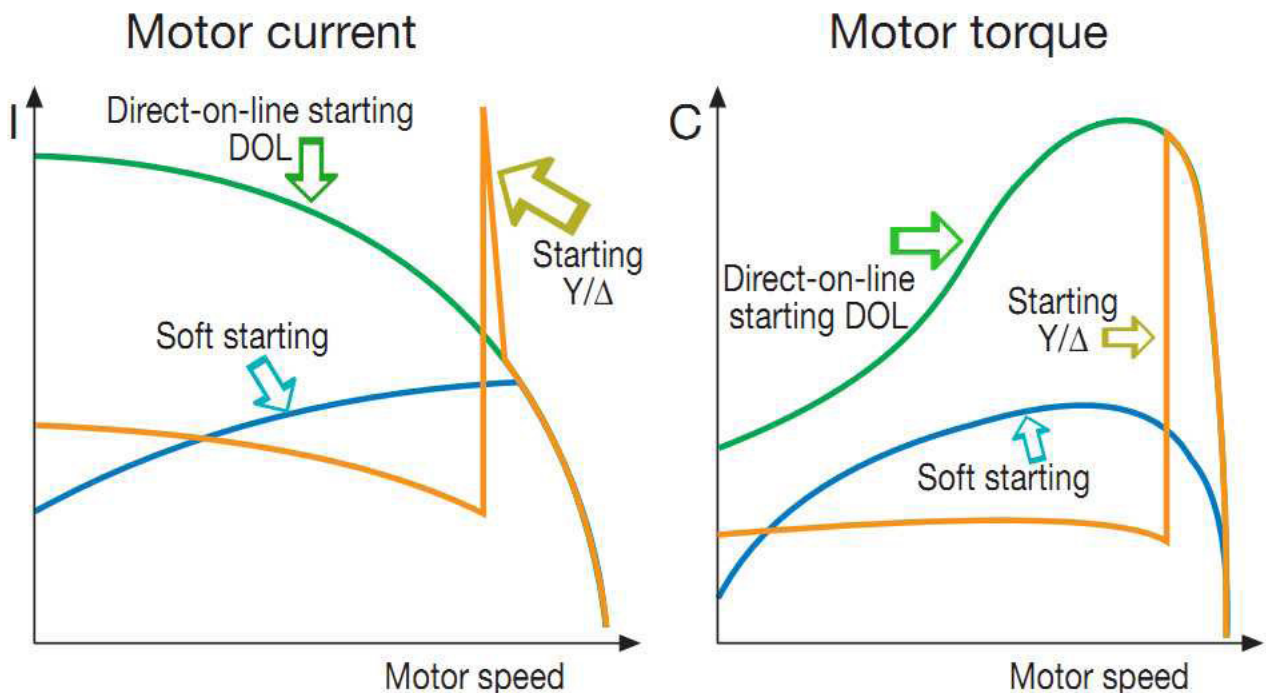
ดังนั้นมอเตอร์ที่มีขนาดสูงกว่า 7.5 กิโลวัตต์ ต้องใช้เทคนิคการสตาร์ทมอเตอร์แบบลดกระแสซึ่งมีอยู่ 3 วิธี

1. การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า
2. การสตาร์ทแบบลดกระแสแบบตัวต้านทาน
3. การสตาร์ทโดยใช้หม้อแปลงลดแรงดัน

ซึ่งวิธีที่ใช้งานกันมากในอุตสาหกรรมคือ การสตาร์ทแบบ Star-delta ในที่นี้จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะการสตาร์ทแบบนี้เท่านั้น

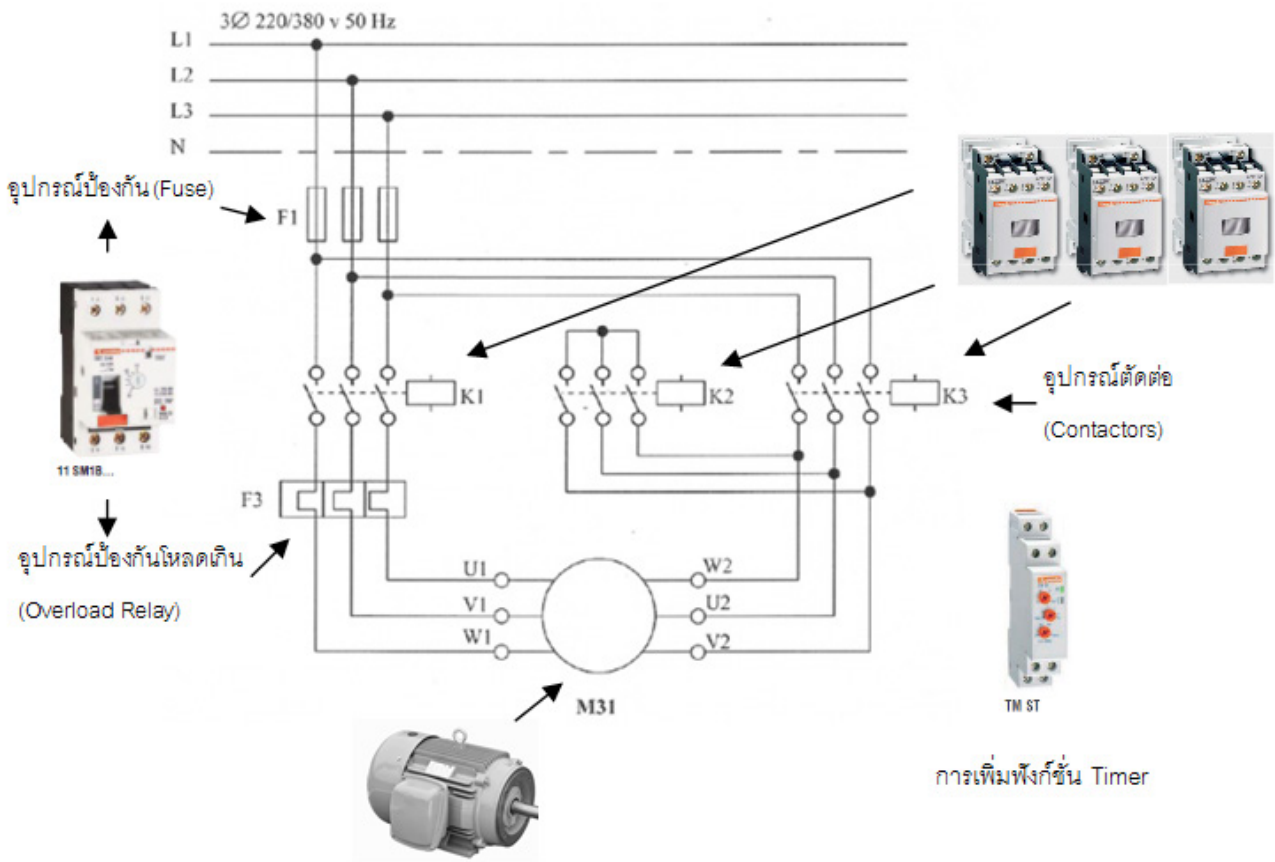
ทำไมต้องใช้การควบคุมมอเตอร์แบบ Star-Delta

การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า ใช้เทคนิคการสตาร์ทมอเตอร์แบบลดกระแสตอนเริ่มต้นเพื่อแก้ปัญหากระแสสูง ซึ่งเกิดผลเสียดังที่กล่าวมาแล้ว โดยการทำงานของมอเตอร์จะถูกสตาร์ททำงานแบบ Star และเมื่อมอเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 75% ของความเร็วพิกัด มอเตอร์จะถูกสั่งให้ทำงานแบบ Delta แทน เราสามารถดูกราฟกระแสและแรงบิดที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างการสตาร์ทแบบต่อโดยตรงและแบบสตาร์ท-เดลต้า



วงจรการสตาร์ทแบบ Star-Delta ทำงานอย่างไร และมีอุปกรณ์อะไรบ้าง

การสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตานั้นเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากออกแบบง่ายและเหมาะสำหรับการสตาร์ทมอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีการต่อขดลวดภายในที่มีปลายสายต่อออกมาข้างนอก 6 ปลายและมอเตอร์จะต้องมีพิกัดแรงดันสำหรับการต่อแบบเดลตาที่สามารถต่อเข้ากับแรงดันสายจ่ายได้อย่างปลอดภัย ปกติพิกัดที่ตัวมอเตอร์สำหรับระบบแรงดัน 3 เฟส 380 V จะระบุเป็น 380/660 V



วงจรกำลังของการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตานั้น การสตาร์ทจะต้องเรียงกันจาก Star ไป Delta และคอนแทคเตอร์ Star กับคอนแทคเตอร์ Delta จะต้องมี Interlock ซึ่งกันและกัน

องค์ประกอบของวงจรแบบ Star-Delta จะประกอบด้วย แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 3 ชุด และ Timer เหมาะสำหรับใช้งานกับมอเตอร์ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เมื่อเริ่มสตาร์ทขดลวดของมอเตอร์จะถูกต่อวงจรให้เป็นแบบ Star โดย Contactor (แรงดันที่จ่ายเข้าขดลวดจะต่ำกว่าพิกัด 42% และเหลือเพียง 58%) หลังจากนั้นเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์เพิ่มขึ้นถึง 75% ขดลวดก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแบบ Delta โดยใช้ Timer เป็นตัวตั้งเวลา ผลของการสตาร์ทด้วยวิธีนี้จะทำให้แรงบิดมอเตอร์ลดลงเหลือ 1 ใน 3 (ประมาณ 34%) ของแรงบิด ซึ่งก็ทำให้กระแสขณะสตาร์ทลดลงด้วย

จะเห็นได้ว่านอกจากมีอุปกรณ์วงจรสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตแล้วจะต้องเพิ่มอุปกรณ์ เช่น Pilot Light, Push-Button, Fuse Holder, Terminal Block และ Label รวมทั้งการติดตั้ง Emergency Stop เพื่อให้สามารถรองรับการหยุด Motor แบบฉุกเฉินได้ การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลั 3 เฟส โดยการสตาร์ทแบบ Star-Delta สามารถทำได้ง่าย ๆ



บทที่ 3 : อุปกรณ์สำหรับสตาร์ทมอเตอร์ แบบ Star-delta



เปิดหน้าเว็บไซต์ที่นี่
<https://mall.factomart.com/equipment-for-star-delta-starting-motor/>

หลังจากคุณดูไดอะแกรมของวงจร star-delta แล้ว และรู้สึกอยากจะลองต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ของจริงดู..... สงสัยไหมว่าอุปกรณ์ที่ใช้มีอะไรบ้าง? และหน้าตาเป็นอย่างไร? อุปกรณ์ที่ใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบ star-delta หลักๆ จะมีอยู่ 4 อย่างด้วยกัน อย่างแรกคือ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ที่ถือว่าสำคัญมาก จะขาดไปไม่ได้เลย ตัวที่ 2 เป็นเบรกเกอร์ จะใช้ MCCB หรือ MPCB ก็ได้ ตัวนี้จะเอาไว้ช่วยป้องกันความเสียหาย ส่วนโอเวอร์ รีเลย์ จะใช้ติดตั้งกับคอนแทคเตอร์ และสุดท้ายจะลืมไม่ได้เลย คือ สตาร์ท-เดลต้า ไทเมอร์ ตัวนี้แหละที่จะช่วยไม่ให้วงจรสตาร์ท-เดลต้าทำงานซ้อนกัน นอกจากนี้ก็ยังมีพวก Push Button Pilot Lamp ซึ่งรายละเอียดทั้งหมด พร้อมวิธีการต่ออุปกรณ์ที่ถูกต้อง เราจะอธิบายไว้ในเนื้อหาของบทความนี้

นอกจากนี้เรายังมีบทความอื่นๆ ที่น่าสนใจอีกมากมายรวบรวมไว้ที่ศูนย์รวมข้อมูลเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ท-เดลต้า พร้อมให้คุณได้เข้าไปศึกษา พร้อมมีบทความให้ดาวน์โหลดฟรี!!

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า (Star-Delta)



(Main)

(Star)

(Delta)

สั่งซื้อสินค้า

แมกเนติก คอนแทคเตอร์

หรือเรียกว่าการต่อโดยตรง (Direct Online Starter: DOL) นั้นเอง มอเตอร์จะมีกระแสขณะสตาร์ทประมาณ 6 ถึง 7 เท่าของกระแสที่กีดจึงเหมาะกับมอเตอร์ขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์มีขนาดไม่เกิน 7.5 กิโลวัตต์ หรือ 10 แรงม้า หรืออาจใช้ในมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่านี้ที่ต้องการแรงบิดสูง การสตาร์ทด้วยวิธีนี้หากใช้กับเครื่องจักรที่มีโหลดน้อยๆ จะทำให้อัตราเร่งของโรเตอร์สูงเกินไป เนื่องจากมอเตอร์มีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงจะทำให้เกิดการกระชาก ซึ่งจะนำไปสู่การสึกหรอของชุดส่งกำลัง, ชุดเกียร์และชุดขับเคลื่อน ทำให้เกิดการชำรุดและสึกหรออย่างรวดเร็ว



เบรกเกอร์ MCCB หรือ MPCB

สั่งซื้อสินค้า

MCCB หรือ MPCB

MCCB หรือ MPCB เซอร์กิต เบรกเกอร์สำหรับป้องกันวงจรสตาร์ทมอเตอร์เสียหาย ต่อไฟเข้ามาที่เบรกเกอร์ก่อนแล้วจึงจะออกไปที่แมกเนติก ถ้าเป็น MPCB เบรกเกอร์ประเภทนี้จะมีโอเวอร์โหลดในตัว คอยตัดกระแสไฟฟ้าเกินในตัวเบรกเกอร์



โอเวอร์โหลด รีเลย์
Overload Relay

สั่งซื้อสินค้า

โอเวอร์โหลด รีเลย์

โอเวอร์โหลด รีเลย์จะใช้ต่อกับแมกเนติกตัวเมน KM เท่านั้น ต้องเลือกตัวที่เป็นแบรนด์เดียวกับแมกเนติก หากเลือกต่างแบรนด์กันส่วนใหญ่จะเข้ากันไม่ได้ ส่วนแมกเนติกสตาร์ KS และเดลต้า KD ไม่ต้องต่อโอเวอร์โหลด รีเลย์ เข้าไป

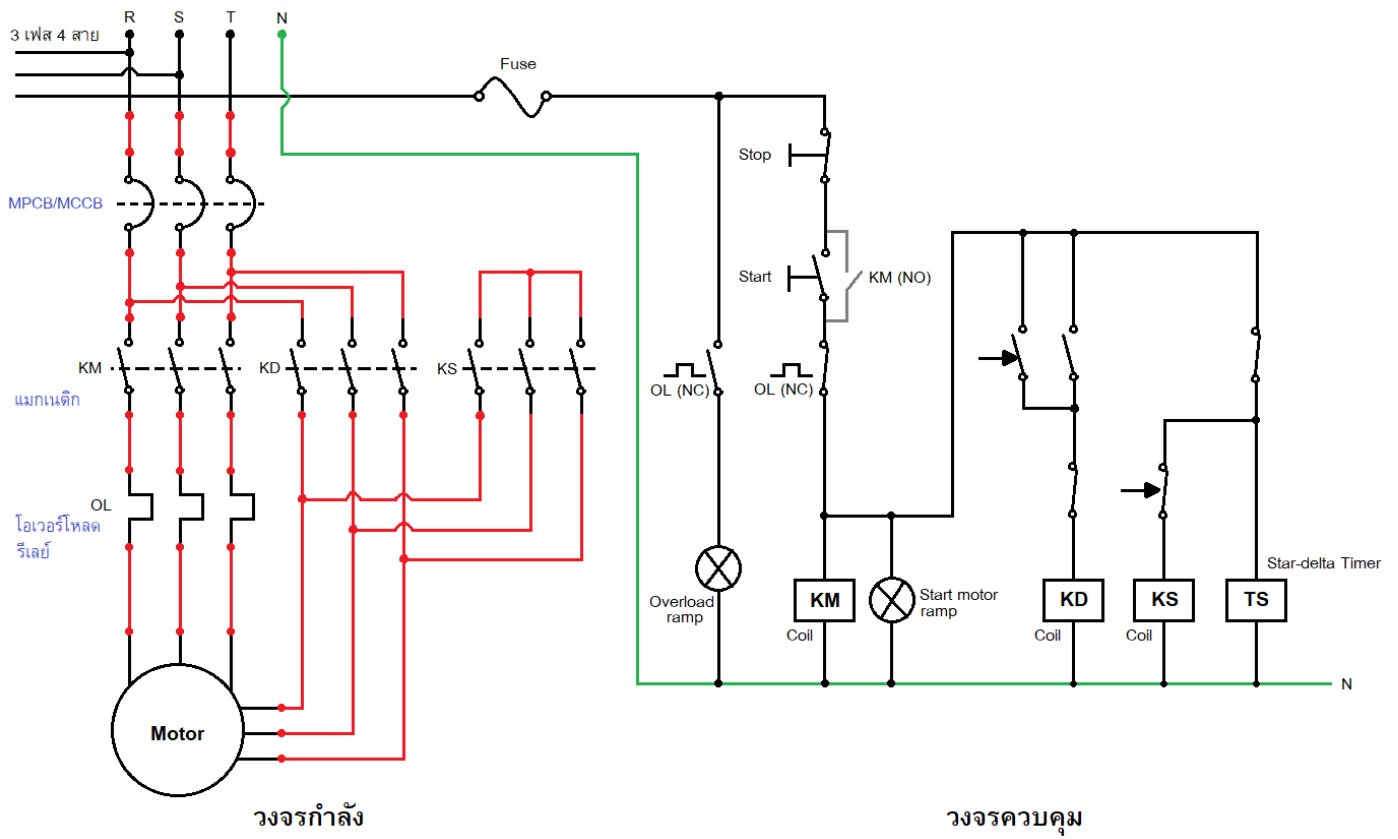


Timer Relay หรือ
Star-Delta Timer

สั่งซื้อสินค้า

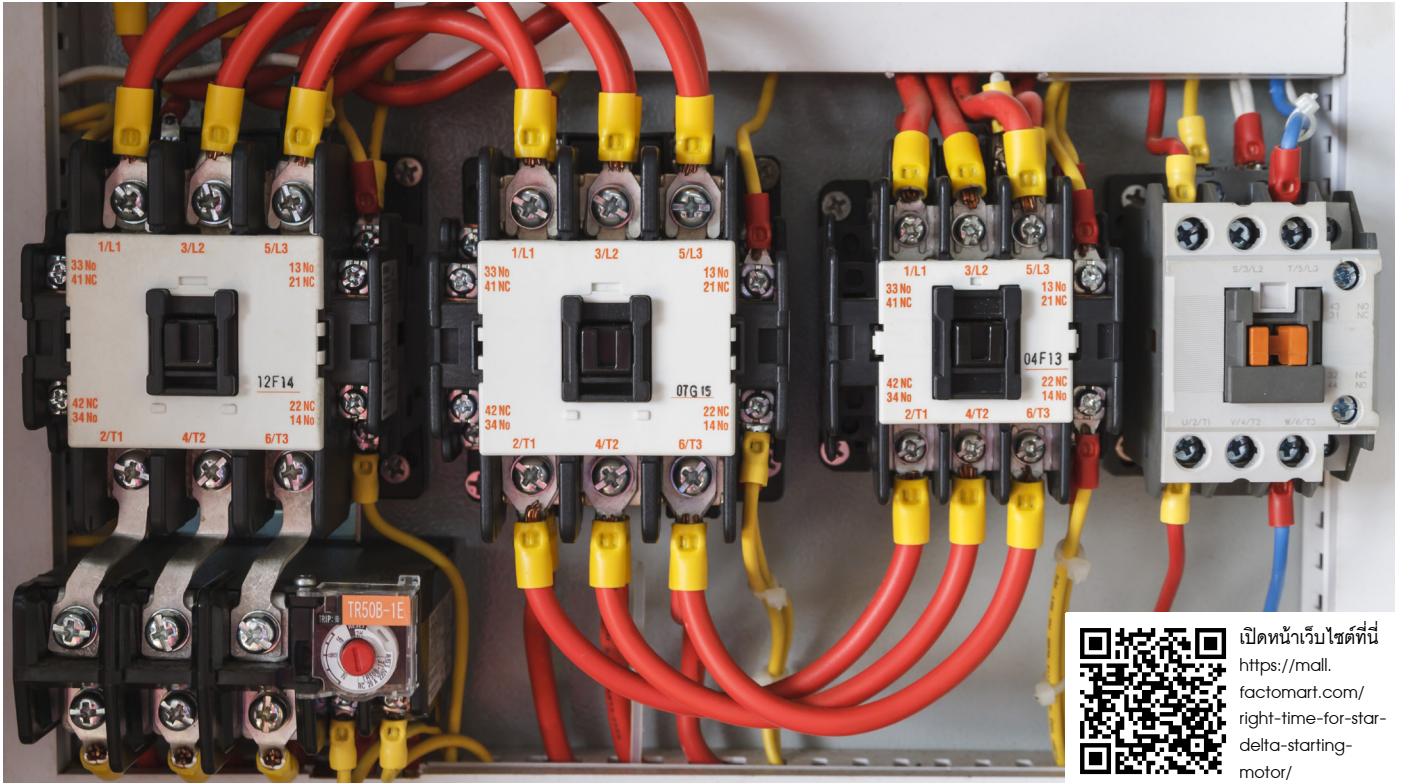
สตาร์-เดลต้า ไทเมอร์

Star-Delta Timer ควรใช้ไทเมอร์แบบนี้สำหรับเปลี่ยนการทำงานของแมกเนติก คอนแทคเตอร์ ถ้าใช้ไทเมอร์ทั่วไปมันจะมีโอกาสที่ ON กับ OFF จะทำงานพร้อมกันได้ ทำให้แมกเนติกเสียหายได้ แต่ถ้าเป็นไทเมอร์แบบ Star-Delta จะมีการหน่วงเวลาไม่ให้ KS และ KD ทำงานพร้อมกันได้ มันก็จะไม่เกิดการช็อตขึ้น จะปลอดภัยกว่า



อุปกรณ์ทั้ง 4 ตัวนี้ เป็นอุปกรณ์หลักที่มีความสำคัญในการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า เมื่อดูไดอะแกรมประกอบจะใช้แมกเนติกทั้งหมด 3 ตัว แบ่งเป็นตัวเมน ตัวสตาร์ และตัวเดลต้า โดยแมกเนติกทั้ง 3 ตัวนี้จะเป็นตัวควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ โดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เข้ามาช่วยทำให้การสตาร์ทมอเตอร์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเบรกเกอร์ MPCB ไทเมอร์ และโอเวอร์โหลดรีเลย์

บทที่ 4 : เวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยน Star เป็น Delta



ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบ star-delta มักจะเจอปัญหาที่ทำให้แมกเนติกมันเกิดช็อคกัน ในจังหวะที่มีการเปลี่ยนจากสตาร์เป็นเดลต้า จึงต้องหาระยะเวลานานเท่าไรที่จะใช้ในการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้าที่ดีที่สุด เรื่องนี้ถือว่าสำคัญมากเพราะมันมีผลต่อการทำงานของตัวแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ถ้าตั้งเวลาไม่ถูกแล้วล่ะก็ ตัวคอนแทคเตอร์มีสิทธิ์เสียหายได้แน่ การตั้งเวลานี้จะต้องในตั้งค่าที่ตัวไทเมอร์ ส่วนระยะเวลานานเท่าไรนั้น มันจะขึ้นอยู่กับขนาดพิกัดมอเตอร์โดยตรง ซึ่งคุณจะต้องดูจากตารางคู่มือที่ให้มากับมอเตอร์ หรือบน Nameplate ซึ่งในบทความนี้จะอธิบายวิธีการหาเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้าไว้แล้ว

นอกจากนี้เรายังมีบทความอื่นๆ ที่น่าสนใจอีกมากมายรวบรวมไว้ที่ศูนย์รวมข้อมูลเกี่ยวกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าพร้อมให้คุณได้เข้าไปศึกษา พร้อมมีบทความให้ดาวน์โหลดฟรี!!

วิธีการหาระยะเวลาสำหรับเปลี่ยนสตาร์เป็นเคลต้า

การที่เราจะหาระยะเวลาสำหรับเปลี่ยนสตาร์เป็นเคลต้าได้นั้น เราต้องอิงจากตารางทั้ง 2 ตารางด้านล่างนี้ประกอบ อาจค้นหาได้จากเอกสารคู่มือของอุปกรณ์จากผู้ผลิตได้จัดทำไว้ ถ้าคุณจะหาระยะเวลาที่ดียิ่งที่สุดคุณต้องมีขนาดพิกัดมอเตอร์และตารางเหล่านี้เตรียมไว้

ตารางที่ 1 ขนาดพิกัดมอเตอร์

Standard output								
Frame size	Shaft extension diameter		Rated output				Flange number	
	2 poles mm	4,6,8 poles mm	2 poles kW	4 poles kW	6 poles kW	8 poles kW	Free holes (FF)	Tapped holes (FT)
56	9	9	0.09 or 0.12	0.06 or 0.09			F100	F65
63	11	11	0.18 or 0.25	0.12 or 0.18			F115	F75
71	14	14	0.37 or 0.55	0.25 or 0.37			F130	F85
80	19	19	0.75 or 1.1	0.55 or 0.75	0.37 or 0.55		F165	F100
90S	24	24	1.5	1.1	0.75	0.37	F165	F115
90L	24	24	2.2	1.5	1.1	0.55	F165	F115
100L	28	28	3	2.2 or 3	1.5	0.75 or 1.1	F215	F130
112M	28	28	4	4	2.2	1.5	F215	F130
132S	38	38	5.5 or 7.5	5.5	3	2.2	F265	F165
132M	38	38	-	7.5	4 or 5.5	3	F265	F165
160M	42	42	11 or 15	11	7.5	4 or 5.5	F300	F215
160L	42	42	18.5	15	11	7.5	F300	F215
180M	48	48	22	18.5	-	-	F300	
180L	48	48	-	22	15	11	F300	
200L	55	55	30 or 37	30	18.5 or 22	15	F350	
225S	55	60	-	37	-	18.5	F400	
225M	55	60	45	45	30	22	F400	
250M	60	65	55	55	37	30	F500	
280S	65	75	75	75	45	37	F500	
280M	65	75	90	90	55	45	F500	
315S	65	80	110	110	75	55	F600	
315M	65	80	132	132	90	75	F600	

Table 3.1 Power - frame size correlation according to CENELEC

ตารางที่ 2 ระยะเวลาสำหรับเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้าที่เหมาะสม

Motor size	Starting method	Number of poles			
		2	4	6	8
56	DOL	25	40	NA	NA
63	DOL	25	40	NA	NA
71	DOL	20	20	40	40
80	DOL	15	20	40	40
90	DOL	10	20	35	40
100	DOL	10	15	30	40
112	DOL	20	15	25	50
	Y/D	60	45	75	150
132	DOL	15	10	10	60
	** Y/D	45	30	30	20
160	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
180	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
200	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
225	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
250	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
280	DOL	15	18	17	15
	Y/D	45	54	51	45
315	DOL	15	18	16	12
	Y/D	45	54	48	36
355	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90
400	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90
450	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90

Table 4.2 Maximum starting times in seconds for occasional starting, single-speed motors

การตั้งเวลาสำหรับการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้า จะอ้างอิงจากตารางทั้ง 2 ตาราง ในตารางที่ 1 สมมติมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ 2 Pole พิกัดขนาด 7.5 kW จะมี Frame size เท่ากับ 132S หมายความว่าขนาดมอเตอร์ 132 จากนั้นนำขนาดมอเตอร์ที่ได้มาหาค่าเวลาต่อในตารางที่ 2 Motor size ขนาด 132 สตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ เดลต้า Y/D ขนาด 2 Pole จะตั้งเวลาสูงสุดได้ 45 วินาที ดังนั้นเวลาที่เหมาะสำหรับการเปลี่ยนสตาร์เป็นเดลต้าของมอเตอร์ 2 Pole พิกัดมอเตอร์ 7.5 kW คือไม่เกิน 45 วินาที

จำเป็นต้องใช้ Contactor Main Contactor Delta Contactor Star ที่มีพิกัดเท่ากันหรือยี่ห้อเดียวกันหรือไม่?

คอนแทคเตอร์ทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในวงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ เดลต้า ควรจะเลือกให้มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ตัว เช่น มอเตอร์มีพิกัด 7.5 kW ให้เลือกคอนแทคเตอร์ที่ทนพิกัดมอเตอร์ได้ 7.5 kW ค่านี้จะมีบอกไว้บน Nameplate ถ้าเลือกคอนแทคเตอร์ให้มีขนาดที่เท่ากันทั้ง 3 ตัวแล้วเวลาคอนแทคเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งเกิดมีปัญหา จะได้สะดวกในการนำตัวอื่นมาแทนที่ และแบรนด์ของคอนแทคเตอร์ทั้ง 3 ตัว สามารถจะใช้เป็นแบรนด์เดียวหรือละแบรนด์กันก็ได้ แต่ให้มีขนาดคอนแทคเตอร์ที่เท่ากัน

ข้อดีของการสตาร์ทแบบ Star-Delta

1. ลดกระแส Inrush Current ที่เกิดขึ้นช่วง Start Motor
2. ไม่ก่อให้เกิด Harmonics ในระบบ
3. ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

ข้อเสียของการสตาร์ทแบบ Star-Delta

1. ถ้าต่อมอเตอร์ใช้งานในระบบของไหล เช่น ปั๊มน้ำ ปั๊มไฮดรอลิก แล้วมีการหยุดมอเตอร์ทันที จะทำให้เกิด Water Hammer, Water Surge ซึ่งมีผลทำให้ท่อระเบิด หรือใบพัดหัก
2. ราคาสูงกว่าแบบ DOL เพราะใช้อุปกรณ์ มากกว่า
3. วงจรซับซ้อน ถ้าต่อผิดอาจทำให้ระเบิดได้

สำหรับการหาระยะเวลาการตั้งค่าเปลี่ยนจากสตาร์เป็นเดลตานั้น เป็นเรื่องที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก ในมอเตอร์แต่ละตัวจะมีพิกัดที่แตกต่างกัน ระยะเวลาที่ใช้นั้นต้องอิงกับค่าพิกัดของมอเตอร์ เช่น มอเตอร์ขนาด 7.5 kW 2 pole จะใช้เวลาไม่เกิน 45 วินาที หรือถ้าเป็น 4 pole จะใช้เวลาไม่เกิน 30 วินาที ถ้าคุณเข้าใจวิธีการหาระยะเวลาที่ถูกต้องได้แล้ว เหนือคุณก็สามารถป้องกันการทำงานพร้อมกันของแมกเนติกตัวสตาร์ และตัวเดลต้า ไม่ให้ช้อตกันได้