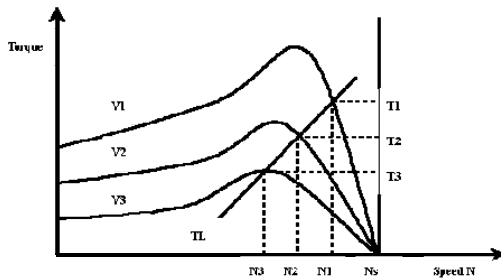


## ทำไมจึงต้องใช้ Soft starters

ถึงแม้ว่า Soft starters จะไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ แต่การสตาร์ทมอเตอร์ด้วย Soft starters ถือได้ว่าเป็นการสตาร์ทมอเตอร์ด้วยการลดแรงดันวิธีหนึ่ง ดังในสมการพื้นฐานที่เป็นส่วนสำคัญที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและแรงบิด



แรงบิด หรือทอร์คของอินดักชั่นมอเตอร์จะแปรผันตามแรงดัน ยกกำลังสอง ( $T = V^2$ ) กล่าวคือหากมีการลดแรงดันไฟฟ้า ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ก็จะทำให้แรงบิดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลง เช่นหากแรงดันลดลง 10% จะทำให้ทอร์คของมอเตอร์ลดลง 19% ดังรูป

การสตาร์ทมอเตอร์มีกี่วิธี อะไรบ้าง และ แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

การสตาร์ทอินดักชั่นมอเตอร์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปแล้วจะประกอบ 2 วิธี ดังนี้

1. การสตาร์ทแบบ Full Voltage Starting
2. Reduce Voltage Start

### • การสตาร์ทแบบ Full Voltage Starting

Full Voltage Starting หรืออีกชื่อคือ "การสตาร์ทแบบต่อโดยตรงจากไลน์" (Direct on – line starting, DOL) โดยทั่วไปวิธีนี้จะใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กจนถึง 7.5 kW. ลักษณะการต่อใช้งานขดลวดมอเตอร์จะได้รับแรงดันเต็มพิกัด เช่นถ้าแผ่นป้ายมอเตอร์บอกพิกัดแรงดันเป็น 220/380 V. เราก็จะต่อเป็นแบบสตาร์ท (เนื่องจากระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมในบ้านเราเป็นแบบ 3 phase 380 volt 50 Hz.) หรือถ้าแผ่นป้ายบอกพิกัดแรงดันเป็น 380/660 V. เราก็จะต่อเป็นแบบเดลต้า การสตาร์ทด้วยวิธีนี้มอเตอร์จะมีกระแสสตาร์ทสูงถึง 4-8 เท่าของกระแสพิกัด ส่วนทอร์คจะมีค่า 0.5-1.5 เท่า ของแรงบิดพิกัด ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติด้านทอร์คของมอเตอร์แต่ละตัว

การสตาร์ทด้วยวิธีนี้ หากใช้กับเครื่องจักรที่มีโหลดน้อย ๆ จะทำให้อัตราเร่งของโรเตอร์สูงเกินไป เนื่องจากมอเตอร์มีแรงบิดขณะสตาร์ทสูง ทำให้เกิดการกระชาก เกิดการแกว่ง (Oscillations) ของทอร์คที่เพลลา ซึ่งจะนำไปสู่การสึกหรอของชุดส่งกำลัง ชุดเกียร์ และ

ชุดขับเคลื่อน หรือหากใช้กับเครื่องจักรที่มีโหลดหนักก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ได้เหมือนกัน เช่น อาจส่งผลทำให้สายพานและมู่เล่ย์เกิดการลื่นไถล ทำให้เกิดการชำรุดและสึกหรออย่างรวดเร็ว หรือหากใช้กับปั๊มก็จะทำให้ปั๊มเกิดการคลอนตัว เกิดการกระแทกของท่อในขณะที่มอเตอร์ทำงานและหยุดทำงาน

การสตาร์ทแบบ DOL โดยทั่วไปเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นวงจรสตาร์ทที่ทำได้ง่าย ๆ มีค่าใช้จ่ายต่ำ ความผิดพลาดในการสตาร์ทก็น้อย จึงทำให้มีเสน่ห์ และมีแรงดึงดูดจนทำให้หลายท่านลืมนึกถึงค่าใช้จ่ายแฝงที่จะส่งผลกระทบต่อในระยะยาว เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้น อายุการใช้งานอุปกรณ์ส่งกำลังและอื่น ๆ ลดลง นอกจากนี้ ยังอาจเกิดความเสียหายต่อความเสียหายของมอเตอร์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการใช้งานที่มีการสตาร์ทและหยุดบ่อย ๆ

- **การสตาร์ทโดยการลดแรงดัน (Reduce Voltage Starting)**

เทคนิคการลดแรงดันช่วงสตาร์ทโดยทั่วไปจะมีหลายวิธี เช่น Auto-Transformer starting หรือ Primary resistance starting และอื่น ๆ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีที่นิยมใช้งานมากที่สุดในอุตสาหกรรม คือการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า (Star – delta starting)

องค์ประกอบของวงจรแบบสตาร์-เดลต้า จะประกอบด้วยคอนแทคเตอร์ 3 ชุด และไทม์เมอร์ วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับมอเตอร์ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ที่ขดลวดสเตเตอร์ถูกออกแบบมาใช้งานที่พิกัดเมื่อต่อแบบเดลต้า (380/660 V.) ลักษณะการทำงานของวงจรสตาร์ทแบบนี้ เมื่อเริ่มสตาร์ท ขดลวดของมอเตอร์จะถูกต่อวงจรให้เป็นแบบสตาร์ โดยคอนแทคเตอร์ (แรงดันที่จ่ายเข้าขดลวดจะต่ำกว่าพิกัด 42% และเหลือเพียง 58 %) หลังจากนั้น เมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์เพิ่มขึ้นถึง 80 % ขดลวดก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแบบเดลต้า โดยใช้ไทม์เมอร์เป็นตัวตั้งเวลา ผลของการสตาร์ทด้วยวิธีนี้จะทำให้แรงบิดมอเตอร์ลดลงเหลือ 1 ใน 3 (ประมาณ 34 %) ของแรงบิดขณะถูกล็อคโรเตอร์ (Locked rotor torque, LTR) ซึ่งก็ทำให้กระแสขณะสตาร์ทและอัตราการเร่งเครื่องลดลงด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่มีการปลดวงจรเพื่อเปลี่ยนจากสตาร์ไปเป็นเดลต้าอย่างรวดเร็ว จะมีสนามแม่เหล็กตกค้างและมีกระแสไหลในโรเตอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันในขดลวดสเตเตอร์ เนื่องจากความถี่โรเตอร์ และในขณะที่ต่อแบบเดลต้าเข้าไปอีกครั้ง ในขณะที่ความเร็วของโรเตอร์ต่ำกว่า 80 % จะทำให้เกิดกระแสลี้จสูงและเกิดการแกว่ง (Oscillation) ของกระแสและแรงบิดซึ่งทำให้มีค่าสูงสุดถึง 15 เท่า ของระดับโหลดสูงสุด

## Soft Starters คืออะไร

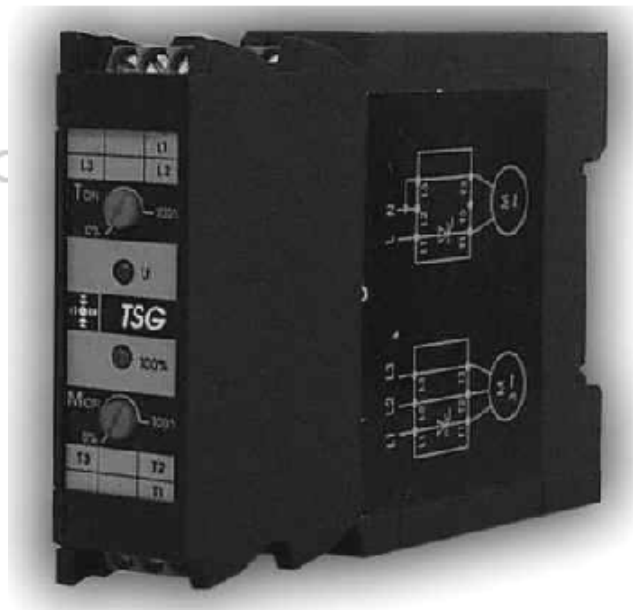
จากปัญหาที่ตั้งกล่าวมา สามารถปรับปรุงและแก้ไขได้โดยใช้ Soft Start (การสตาร์ทแบบนุ่มนวล) ลักษณะโครงสร้างที่สำคัญของ Soft Starter คือวงจรกำลัง (Power circuit) จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เข้ามาทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังขดลวดมอเตอร์แทนคอนแทคเตอร์ วงจรโดยทั่วไปประกอบด้วย Thyristors หรือ SCR ต่อกลับหัวแบบขนานกัน 3 ชุด (Antiparallel หรือ Back to Back )



การควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าของ Soft Starter จะขึ้นอยู่กับมุมจุดชนวน (Firing angle) หรือมุมทริกที่ SCR เช่น ถ้ามุมจุดชนวนของ SCR ต่ำหรือเข้าใกล้ 0 องศา แรงดันเฉลี่ยด้านขาออกจะสูง หากมุมจุดชนวน SCR สูงหรือเข้าใกล้ 180 องศา แรงดันเฉลี่ยขาออกก็จะต่ำ



ตัวอย่าง Soft Starter ที่ใช้ใน  
อุตสาหกรรม

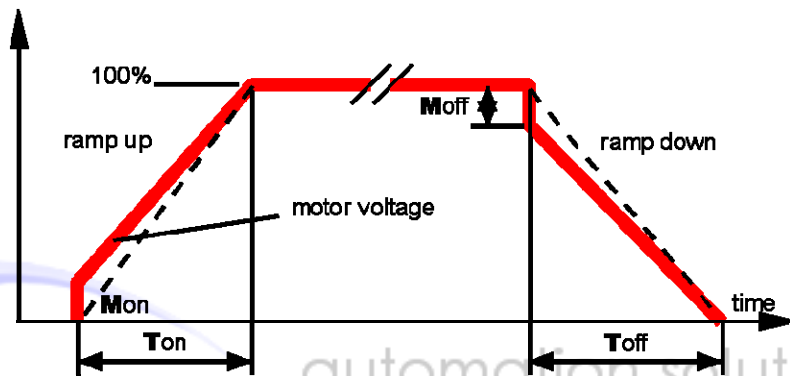


## Soft Starters มีข้อได้เปรียบอย่างไร

จากหลักการดังกล่าว ทำให้ Soft Starter สามารถทำการควบคุมแรงดันและพลังงานที่จ่ายไปยังมอเตอร์ได้ โดยแรงดันที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามการตั้งเวลา Ramp up ทำให้การออกตัวและการหยุดเป็นไปอย่างนุ่มนวล ความเร็วที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจะช่วยลดแรงจุดหรือแรงกระชากในขณะออกตัว ซึ่งจะช่วยลดการสึกหรอของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โซ่ สายพาน เกียร์ หรือเฟืองทด และอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้โดยทั่วไปยังมีฟังก์ชันการจำกัดกระแส (Current Limiting) ทำให้สามารถควบคุมกระแสขณะสตาร์ทไม่ให้เกินค่าสูงสุดตามที่ปรับตั้งไว้ได้ (2.5 – 5 ของ

กระแสฟัด) ซึ่งเหมาะสำหรับมอเตอร์ที่ใช้ขั้วโวลต์ที่มีทอร์คเพิ่มขึ้นตามความเร็ว เช่น บี้ม หรือ พัดลม (ต้องการทอร์คในการออกตัวไม่สูง) ซึ่งต้องการการลดกระแสขณะสตาร์ท หรือ

กรณีที่โวลต์หนักต้องการแรงบิด 1 หรือ 2 เท่าของทอร์คฟัด กระแสสตาร์ทจะมีค่าเท่ากับการสตาร์ทด้วยวิธี DOL แต่จะไม่เกิดการกระชากอย่างรุนแรง เนื่องจาก Soft Starters จะมีการป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลอย่างรุนแรง (Switching Surge)



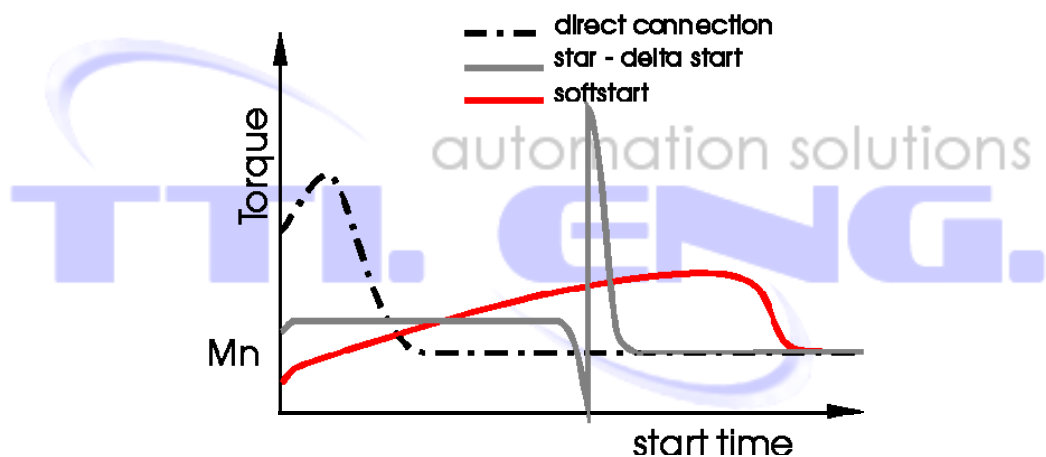
นอกจากนั้นในบางรุ่นหรือบางยี่ห้อ ยังประกอบด้วยฟังก์ชันที่สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้อีกด้วย โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มีการเปลี่ยนแปลงตามโวลต์ที่ใช้งาน ซึ่งจะช่วยให้ค่า Power Factor มีค่าสูงขึ้น ลด Reactive Power ให้ต่ำลงค่า Power Factor มีค่าใกล้เคียงกับการใช้งานขณะ Full Load วิธีนี้จะช่วยลดกระแสและลดการสูญเสียในขดลวดของมอเตอร์ รวมถึงการสูญเสียในสายด้วย (ฟังก์ชันนี้จะประหยัดพลังงานได้เฉพาะกรณีที่มีโวลต์ต่ำ หรือมีการเดินเครื่องแบบ No load เป็นช่วง ๆ)

### การใช้ Soft Starter จะทำให้มีค่าใช้จ่ายที่แพงกว่าหรือไม่

หากพิจารณาในแง่ของราคาระดับขั้นต้นการใช้ Soft Starter อาจจะดูเหมือนมีราคาแพงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสตาร์ทด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DOL หรือแบบ Star-Delta ดังที่กล่าวมา แต่หากพิจารณาถึงผลกระทบระยะยาว เช่น การสึกหรอและการฉีกขาดทั้งด้านทางกล (Mechanical) และทางด้านไฟฟ้า (Electrical) ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน (Down time) รวมถึงการชำรุดเสียหายของสินค้าที่ผลิต อันเนื่องจากการกระตุก หรือการกระชากของเครื่องจักรในขณะสตาร์ทและขณะหยุดทำงาน จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายโดยรวมในระยะยาวจะค่อนข้างแตกต่างกันมาก

## Soft Starter กับ Inverter แบบไหนจะดีกว่ากัน

โดยทั่วไปแล้ว อินเวอร์เตอร์ จะมีฟังก์ชันและขีดความสามารถที่เหนือกว่า Soft Starters จนกระทั่งมีคำกล่าวขานในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายอินเวอร์เตอร์ว่า “ฟังก์ชันอะไรก็ตามที่ Soft Starter ใช้งานได้ อินเวอร์เตอร์ทำได้หมด” ถึงแม้ว่าคำกล่าวนี้จะเป็นจริงก็ตาม แต่หากพิจารณาจากประโยชน์ในการประยุกต์ใช้งานแล้ว เช่น ถ้าเครื่องจักรของคุณไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมความเร็ว ใช้งานที่ความเร็วรอบคงที่(Fixed speed) ต้องการการควบคุม Ramp time ต้องการความนุ่มนวล ไม่มีการกระตุก (Jerk) หรือการกระชากในขณะออกตัวหรือช่วงหยุด การใช้ Soft Starter จะเป็นคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องกว่า เนื่องจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้อินเวอร์เตอร์



เปรียบเทียบการสตาร์ทด้วยวิธี DOL., Star-Delta และ Soft starter