

## STARTER ประโยชน์ที่แท้จริงและข้อจำกัดในการใช้งาน



เรียบเรียงโดย : บริษัท แอดวานซ์ เพาเวอร์ อีควิปเมนต์(ประเทศไทย) จำกัด  
(ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องป้องกันมอเตอร์และการสตาร์ทมอเตอร์)  
<http://www.ape-thai.com/home/v1/homepage.php>  
นำเสนอความรู้สู่สังคมโดย: [www.9engineer.com](http://www.9engineer.com)

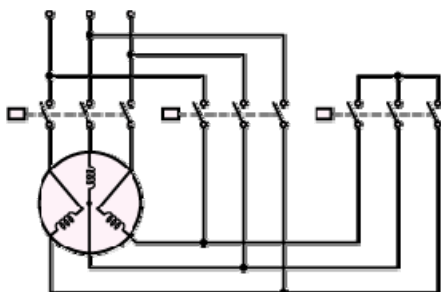
มีผู้ขายจำนวนมากที่เข้าไปขาย Soft Starter โดยจุดขายในเรื่องของการประหยัดพลังงาน ทั้งในขณะ Start และ ขณะทำงาน แต่รับโหลดน้อย ๆ (Partial Load) ซึ่งจุดขายนี้สามารถพิสูจน์ให้ดูเหมือนว่า สิ่งทีกล่าวนี เป็นจริงได้ถ้าเรา นำเอาแอมป์มอเตอร์ไปวัดกระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ ก็จะพบว่า กระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ ในขณะที่สตาร์ทลดลงจริง เช่นเดียวกัน ในกรณีที่มอเตอร์ทำงานแบบไม่มีโหลด หรือรับโหลดน้อย ๆ ถ้าใน Soft Starter ทำงานในโหมดประหยัดพลังงาน ก็จะพบว่ากระแสลดลงจริง จึง เป็นเหตุให้ผู้ที่ไม่ทราบในหลักการ ทำงาน ของ Soft Starter ได้เข้าใจผิดคิดว่า Soft Starter จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงาน ได้เป็นจำนวนมาก แต่ถ้าได้ศึกษา กันอย่างลึกซึ้งแล้วจะพบว่า Soft Starter ไม่ได้ช่วยลดขนาดของพลังงาน และ ค่าไฟได้ในสัดส่วนเดียวกับกับขนาด ของกระแสที่ลดลง บทความนี้จึงถูกเขียนขึ้น เพื่อชี้แจงให้ผู้ใช้งานได้เข้าใจถึงขนาดของพลังงาน และค่าไฟที่แท้จริง ที่สามารถประหยัดได้ ซึ่งไม่มาก อย่างที่คิด แต่ถ้าประโยชน์หลักของ Soft Starter ไม่ได้อยู่ที่เรื่องของการประหยัด พลังงานแล้ว ประโยชน์ที่แท้จริงของ Soft Starter คืออะไร บทความนี้จะช่วยตอบคำถามนี้ พร้อมกันนี้ จะกล่าวถึง ข้อจำกัดของการเลือก Soft Starter มาใช้งานโดยละเอียด เพื่อให้ผู้ใช้งานโดยเฉพาอย่างยิ่ง เจ้าของโรงงาน และ วิศวกรของโรงงานขนาดกลาง และ เล็กได้ใช้เป็นข้อมูลในการติดต่อกับผู้ขาย Soft Starter เนื่องจาก Soft Starter คือ อุปกรณ์ ที่นำไปใช้ควบคุมมอเตอร์ ไฟฟ้า ที่ใช้ขับ โหลดทางกล ดังนั้นจะขอแบ่งการวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น จากการนำ Soft Starter ไปใช้ใน 2 ทางคือ ผลทางไฟฟ้า และ ผลทางกล ดังจะได้ชี้แจงให้เห็นโดยละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. ผลทางไฟฟ้า

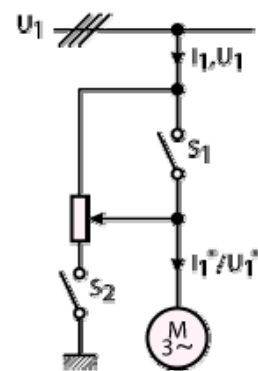
ในสมัยก่อนที่มีการเริ่มนำเอา Soft Starter มาใช้ใหม่ ๆ นั้นความสามารถของ Soft Starter ที่มีผลต่อทางไฟฟ้า จะมีเพียงอย่างเดียวคือ ลดกระแสสตาร์ทของมอเตอร์ในขณะที่เริ่มเดิน แต่ต่อมา ได้มีการพัฒนา การใช้ประโยชน์ Soft Starter ให้ครอบคลุมไปถึงการลดกำลังการสูญเสีย ขณะทำงานแบบ ไม่มีโหลด หรือ มีโหลดน้อย ๆ ด้วย ในปัจจุบันการนำ Soft Starter ไปใช้งานจึงส่งผลทางไฟฟ้าใน 2 แนวทางคือ เพื่อลดกระแสสตาร์ทของมอเตอร์ และลดกำลังการสูญเสียขณะทำงานแบบมีโหลดน้อย ๆ

#### 1.1 ประโยชน์ในการลดกระแสสตาร์ทของมอเตอร์

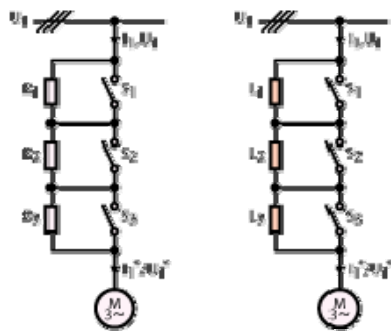
ผู้เขียนเข้าใจเป็นการส่วนตัวว่าประโยชน์ในเรื่องการลดกระแสขณะสตาร์ทของมอเตอร์เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการติดตั้ง Soft Starter ขึ้นมา เพราะว่าการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Direct on Line นั้น จะทำให้กระแสสตาร์ทสูงมาก ๆ โดยเฉลี่ย จะอยู่ที่ ประมาณ 6-7 เท่า บางตัวอาจจะขึ้น ไปถึง 9-10 เท่าก็เคยเจอ การที่กระแสสตาร์ทมีค่าสูง ๆ ดังกล่าวจะส่งผลกระทบหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบทางกลหรือผลกระทบทางไฟฟ้า จึงได้มีผู้คิดค้นวิธีการลดกระแสสตาร์ทขึ้นมาหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นวิธีง่าย ๆ เช่น การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า ดังรูปที่ 1(ก), การใช้วิธี Auto-transformer ดังรูปที่ 1(ข), การใช้วิธี Step R หรือ Step L ดังรูปที่ 1(ค) และการใช้วิธีเพิ่มความต้านทานของโรเตอร์ขณะสตาร์ทดังรูปที่ 1(ง) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสม สำหรับโรเตอร์ที่เป็นสลีปริ่ง



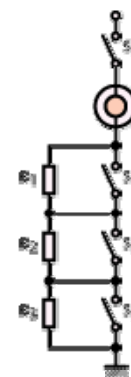
รูปที่ 1(ก) การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า



รูปที่ 1(ข) การใช้ Auto-transformer

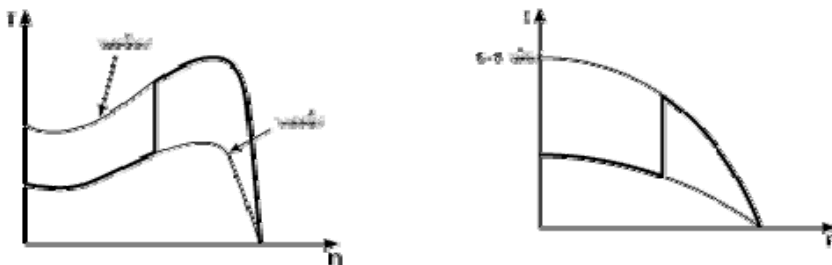


รูปที่ 1(ค) การใช้วิธี Step R หรือ Step L



รูปที่ 1(ง) วิธีเพิ่มความต้านทานของโรเตอร์ขณะสตาร์ท

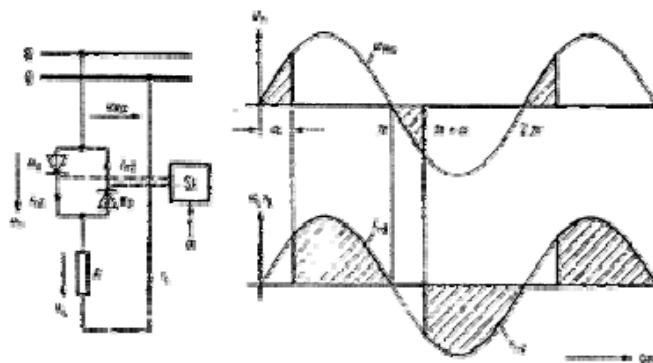
การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า นั้น จะได้รับการนิยมมากที่สุด เพราะค่าใช้จ่ายจะน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 3 รูปแบบที่เหลือ แต่การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า นั้นก็ยังมีข้อเสีย กล่าวคือยังมีการกระชากของกระแสและแรงบิด ขณะเปลี่ยนจากสตาร์ท เป็นเดลต้า ดังรูปที่ 2



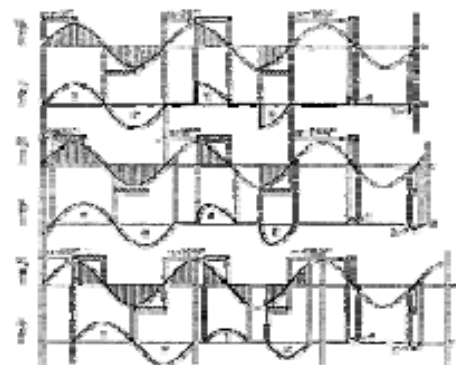
รูปแบบการสตาร์ทที่น่าจะนิมนวลที่สุด สำหรับการสตาร์ททั้ง 3 แบบแรกก็คือการสตาร์ทโดยใช้ Auto-transformer แต่การสตาร์ทแบบนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญคือต้นทุนสูง และไม่เหมาะกับมอเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ ส่วนการสตาร์ทในแบบ สตาร์ทนั้น จะเหมาะสำหรับกรณีโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มต้นหนัก ๆ ซึ่งก็มีข้อจำกัดคือ ตัวมอเตอร์ต้องมีโรเตอร์ เป็นแบบสลลิ่ง การสตาร์ทแบบนี้ จึงเหมาะสำหรับงานบางประเภทเท่านั้น

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของแรงบิดและกระแสของการสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า

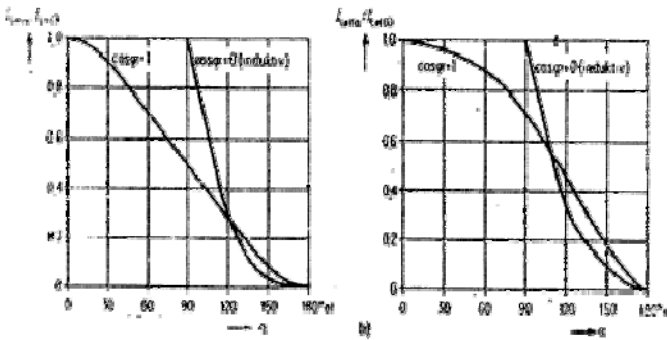
ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำได้รับการพัฒนาขึ้น จึงเกิดแนวคิดนำเอา ไทริสเตอร์ มาใช้ในการควบคุมแรงดัน ยานการกำหนดมมจตขนวน ไทริสเตอร์ ทำให้ค่าเฉลี่ยของแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ มีค่าแปรเปลี่ยนเล็กน้อย ตามการกำหนด มมจตขนวนที่ ไทริสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3-7 โดยรูปที่ 3 เป็นวงจรควบคุมแรงดัน กรณีแหล่งจ่าย เป็นไฟเฟสเดียว รูปที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบลักษณะของรูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อมมจตขนวน ( $\alpha$ ) มีค่าต่าง ๆ กัน และเป็นการเปรียบเทียบ กรณีที่โหลดมีรูปแบบต่าง ๆ กันทั้งกรณีที่มีโหลดเป็น R, RL, L, จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าโหลดจะเป็นแบบไหน ถ้ามม  $\alpha$  มีค่า มากขึ้นทั้งแรงดันและกระแส ก็จะมีค่าลดลงตามการมากขึ้นของมม ? ซึ่งหากนำมาเขียนเป็นกราฟเปรียบเทียบระหว่าง กระแสที่มม  $\alpha$  ต่าง ๆ กับกระแสสูงสุด (มม  $\alpha = 0$ ) ก็จะได้เส้นกราฟดังแสดงในรูปที่ 5 โดยเส้นกราฟที่กำกับด้วย  $\cos j = 1$  หมายถึงกรณีมีโหลดเป็น R ส่วนเส้นกราฟที่กำกับด้วย  $\cos j = 0$  หมายถึงกรณีมีโหลดเป็น L สำหรับโหลดที่เป็น RL จะอยู่ระหว่างเส้นกราฟ ทั้งสอง แต่จะอยู่ตรงไหนขึ้นอยู่กับค่า R และ L ถ้า R มากกว่า L ก็จะใกล้กับกราฟ  $\cos j = 1$  ถ้า L มากกว่า R ก็จะขยับไปทางกราฟ  $\cos j = 0$  สำหรับรูปที่ 6 และ 7 ก็จะเป็นกรณีของไฟ 3 เฟส



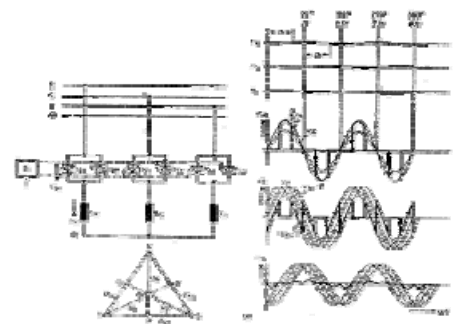
รูปที่ 3 การควบคุมแรงดันโดยใช้ ไทริสเตอร์กรณีแหล่งจ่ายเป็นไฟเฟสเดียว



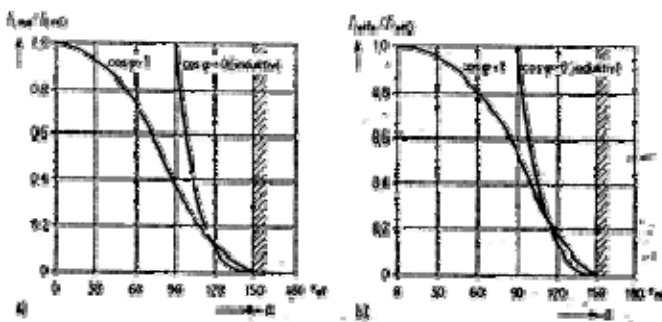
รูปที่ 4 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสของโหลด R, RL และ L กรณีแหล่งจ่ายไฟเป็นไฟเฟสเดียว



รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบขนาดกระแสเฉลี่ยและกระแส RMS ที่มุม  $\alpha$  ต่าง ๆ เมื่อเทียบกับกรณีมุม  $\alpha = 0$  กรณีแหล่งจ่ายเป็นไฟเฟสเดียว

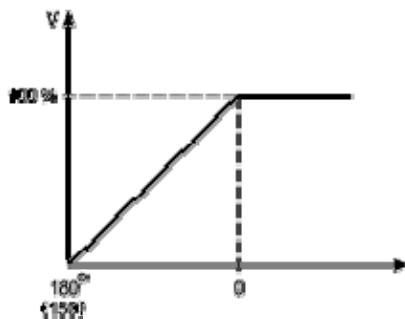


รูปที่ 6 การควบคุมแรงดันโดยใช้ไทรสเตอร์กรณีแหล่งจ่ายเป็นไฟ 3 เฟส



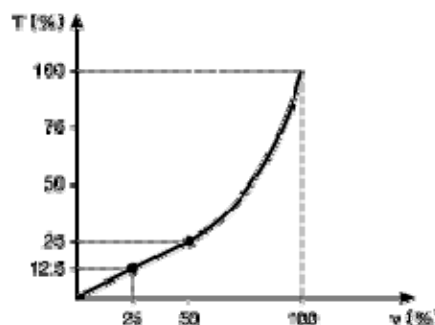
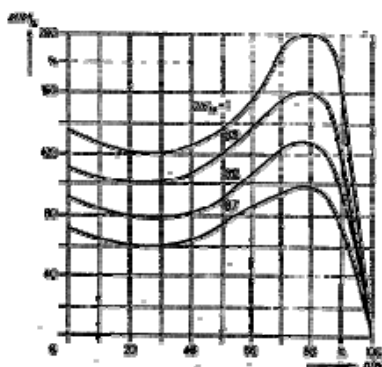
<<= รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบขนาดกระแสเฉลี่ยและกระแส RMS ที่มุมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับกรณีมุม  $\alpha = 0$  กรณีแหล่งจ่ายเป็นไฟ 3 เฟส

Soft Starter ได้นำเอาหลักการควบคุมแรงดันโดยกำหนดมุมจุดชนวนไทรสเตอร์มาใช้ จะต่างกันตรงที่ว่า มุมจุด ชนวน ของ Soft Starter จะไม่คงที่ ณ มุมใดมุมหนึ่ง แต่จะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ โดยจะเริ่มจากมุม  $180^\circ$  แล้วลดลงมาเรื่อย ๆ จนถึง  $0^\circ$  (หรือ  $150^\circ @ 0^\circ$  ในกรณีไฟ 3 เฟส) ส่งผลให้ระดับแรงดันค่อย ๆ เปลี่ยนจาก 0 เป็น 100 % ดังแสดงในรูปที่ 8



<<= รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันเมื่อเปลี่ยนมุมจุดชนวน ;

การปรับแรงดันดังกล่าว นอกจากจะทำให้กระแสเริ่มต้นลดลงแล้ว ยังส่งผลต่อเนื่องไปถึงแรงบิดด้วย โดยขนาดของแรงบิดจะแปรตามขนาดของแรงดันยกกำลังสองดังแสดงในรูปที่ 9



<<=รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงแรงบิดของมอเตอร์ถ้าแรงดันเปลี่ยนเป็นค่าต่าง ๆ

จากรูปจะเห็นได้ว่า ถ้าเริ่มปรับแรงดันจากศูนย์โวลต์ แรงบิดก็จะเริ่มจากศูนย์เช่นกัน ส่งผลให้ไม่มีแรงบิดในการ สตาร์ท ในทางปฏิบัติจึงไม่นิยมเริ่มปรับแรงดันจากศูนย์โวลต์ แต่จะเริ่มด้วยระดับแรงดันค่าหนึ่ง ที่อย่างน้อย สามารถสร้างแรงบิดของมอเตอร์ ให้สามารถเอาชนะแรงบิดของโหลดเพื่อให้มอเตอร์เริ่มออกตัวได้ ด้วยเหตุนี้ กระแสสตาร์ทจึงไม่เริ่มจากศูนย์ แต่จะเริ่มที่ค่า ๆ หนึ่ง ซึ่งจะมากน้อยเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับแรงดัน ที่เริ่มสตาร์ท และค่าอิมพีแดนซ์ของตัวมอเตอร์ แต่ก็จะน้อยกว่าในกรณีของการสตาร์ทแบบ Direct on Line

จากคุณสมบัติในการลดกระแสสตาร์ท และทำให้กระแสสตาร์ทไม่กระชากดังเช่นในกรณีของ Direct on Line และ Star-Delta ในขณะที่ต้นทุนก็ไม่สูงเหมือนดังเช่นกรณีของ Auto-transformer ทำให้ในระยะหลัง ๆ จึงมีผู้นิยมใช้ Soft Starter ในการสตาร์ทมอเตอร์มากขึ้น

## 2. ผลทางกล

จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่าการใช้ Soft Starter จะทำให้แรงบิดเริ่มสตาร์ทลดลง ซึ่งการลดลงของแรงบิดเริ่มสตาร์ทนี้ จะมีทั้งผลดีและผลเสีย ดังนี้

### 2.1 ผลดีของการที่แรงบิดเริ่มสตาร์ทลดลง

ผลดีที่เห็นได้ชัดคือ ระบบจะสตาร์ทได้อย่างนิ่มนวลขึ้นซึ่งจะส่งผลดีตามมาในอีก 2 ทางคือ

**2.1.1 ลดการกระชากทางกล** ผลดีข้อนี้จะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ทางกล เช่น ลดการสึกหรอของเฟือง ทำให้เฟืองไม่พังเร็ว ลดการเกิดสลิปของสายพาน ช่วยยืดอายุของสายพาน และการสูญเสียเนื่องจากความร้อน

ยืดอายุการใช้งานของแบริ่ง

**2.1.2 โหลดการผลิตไม่กระตุกขณะสตาร์ท** ทำให้กระบวนการผลิตมีความนิ่มนวลมากขึ้น

ประโยชน์ทางกลทั้งสองข้อนี้ถือได้ว่าเป็นประโยชน์หลักและประโยชน์ที่แท้จริงของการใช้ Soft Starter นอกเหนือ ไปจากใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลง แต่กลับเป็นประโยชน์ที่ผู้ขายไม่ค่อยพูดถึงบ่อยนัก เพราะไม่สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้อย่างชัดเจน แต่สำหรับผู้ที่ปัญหาเรื่องเกียร์พังบ่อย ๆ สายพานพังบ่อย ๆ ผู้เขียนขอแนะนำให้ลองนำ Soft Starter มาใช้ ผู้เขียน เชื่อว่า จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุงได้อย่างมาก

### 2.2 ผลเสียของการที่แรงบิดเริ่มสตาร์ทลดลง

ผลดีที่เห็นได้ชัดคือ ระบบจะสตาร์ทได้อย่างนิ่มนวลขึ้นซึ่งจะส่งผลดีตามมาในอีก 2 ทางคือ

**2.2.1 ทำให้ออกตัวช้าลง หรือบางกรณีอาจถึงกับออกตัวไม่ไหว** ตามที่ได้อธิบายไว้ด้วยสมการที่ 4 แล้วว่าการใช้ Soft Starter จะทำให้ระยะเวลาในการสตาร์ทนานขึ้น เพราะเมื่อ  $T_m$  ลดลง แรงบิดลัพท์ที่จะไปขับ หม้อเตอร์ออกตัวก็จะน้อยลง ทำให้ระยะเวลาในการออกตัวนานขึ้น และ จะเป็นปัญหามากขึ้น ในกรณีที่โหลด มีค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (J) สูง ๆ เช่น โหลดที่เป็น Blower, Centrifuge หรือพวก Mill ซึ่งผู้เขียนเคยเจอกับตัวเอง ในกรณีของโหลด Blower ที่มีค่า J สูงมาก ในกรณีนั้นเป็น Blower ด้าน Suction ที่ใช้ดูดลมออกจาก Boiler เป็น Blower ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.8 เมตร ผู้เขียนพบว่าถ้าตั้งค่าแรงดันเริ่มสตาร์ทน้อยไป มอเตอร์จะไม่ ออกตัวเลย ต้องตั้งมากถึงระดับหนึ่งจึงจะออกตัวได้ แต่ความเร็วจะเพิ่มขึ้นได้อย่างช้า ๆ เพราะโหลดมีความเฉื่อยมาก ในกรณีของ Blower ตัวนี้ต้องใช้เวลากถึงเกือบ 4 นาที ความเร็วลมจึงจะเข้าสู่ความเร็วปกติของมอเตอร์

สำหรับโหลดบางประเภท เช่น เครื่องโม่หิน สายพานลำเลียงหิน คอมเพรสเซอร์ โหลดพวกนี้ โมเมนต์ความเฉื่อย ไม่สูง แต่ต้องการแรงบิดเริ่มสตาร์ทสูง การใช้ Soft Starter อาจมีผลทำให้ขับโหลดไม่ไหว ถ้าแรงดันเริ่มสตาร์ท มีค่าต่ำจนมอเตอร์ไม่สามารถสร้างแรงบิด  $T_m$  มาชนะ TL ได้ มอเตอร์ก็จะไม่สามารถเริ่มหมุน ได้ การสตาร์ทโหลด ประเภทนี้จึงต้องตั้งแรงดันให้สูงพอสมควร จนบางครั้งอาจต้องตั้งถึง 70-80 % จึงจะสตาร์ทไหว แต่ถ้ามาคิดว่า ถ้าหากต้องตั้งแรงดันเริ่มสตาร์ทสูงขนาดนั้น ความเป็น Soft Start ก็คงไม่เหลือแล้ว สู้ไม่ใช้เสียเลยจะดีกว่า

ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตบางรายแก้ปัญหาแรงบิดเริ่มสตาร์ทสูง ๆ ด้วยการออกแบบฟังก์ชันการสตาร์ทที่เรียกว่า Torque Control กล่าวคือ เครื่องจะตรวจสอบเอาว่าสตาร์ทไหวหรือไม่ ถ้าไม่ เครื่องก็จะเพิ่มขนาดแรงดันหรือกระแส (ขึ้นอยู่กับว่าเป็น Voltage Control หรือ Current Control) จนกระทั่งออกตัวไหว หลังจากนั้น ก็จะรักษาระดับแรงดัน หรือ กระแสที่สามารถสร้างแรงบิดให้มอเตอร์สามารถเพิ่มความเร็วจนเรื่อย ๆ จนถึงความเร็วปกติ ปัญหาเรื่องการ ออกตัวไม่ไหว หรือใช้เวลานานเกินไปก็จะทุเลาลง

### 2.2.2 ตั้งกระแสสูงกว่าปกติยาวนานกว่าที่ควร ถ้าโหลดมี J มาก

ข้อเสียนี้ต่อเนื่องมาจากข้อเสียข้างต้น เพราะในกรณีที่โหลดมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยมาก ๆ การลดแรงบิดเริ่มสตาร์ท จะทำให้การตั้งกระแสที่สูงกว่าปกติยาวนานกว่าที่ควร ถึงแม้กระแสเพิ่มขึ้นจะมีค่าต่ำกว่ากรณีสตาร์ทแบบ Direct on Line และ Star-Delta ก็ตาม แต่การตั้งกระแสสูงกว่าปกติยาวนานผิดปกติ จะทำให้เกิดปัญหาที่สำคัญคือ ปัญหาความร้อนสะสมทั้งที่ตัวมอเตอร์และที่ Soft Starter ตามมา ปัญหาดังกล่าวรู้จักกันในรูปของค่าจำกัด I2t

จะขอยกตัวอย่างกรณีจริงที่ผู้เขียนพบมาตามที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

มอเตอร์ 4 Pole, 400 kW, 1488 RPM กระแสฟลักซ์ 690 A Starting Control กรณี Direct on Line 6.5 เท่า ของกระแส ฟลักซ์โหลดคือ Blower ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.8 เมตร ของเดิมใช้การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า โดยมีระยะเวลาสตาร์ทประมาณ 3-4 นาที ปัญหาที่ผ่านมาคือ Magnetic Contractor พังบ่อยมาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อม สูงมาก เพราะเป็นตัวใหญ่ ทำให้ราคาสูงมาก จึงคิด

เปลี่ยนมาใช้ Soft Starter แต่เนื่องจากผู้ใช้ไม่ได้คำนึงถึงค่า J จึงทำเรื่องขอซื้อ Soft Starter ขนาด 400 kW มาซึ่งผู้เขียนหลังจากติดตั้งพบว่าไม่สามารถสตาร์ทมอเตอร์ตัวนี้ให้เข้าสู่ความเร็วพิกัดได้ แต่จะ Trip ด้วยฟังก์ชัน I2t เสมอ ไม่ว่าจะตั้งค่า Current Limit ไว้ที่เท่าใดก็ตาม เมื่อพิจารณา ก็พบว่าลักษณะของโหลดทำให้การเพิ่มของความเร็วเป็นไปอย่างช้า ๆ ส่งผลให้มอเตอร์ต้องดึงกระแสสูงต่อเนื่องยาวนาน เพราะแม้สตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลดต้า ก็จะดึงกระแสประมาณ 3-4 เท่า ยังต้องใช้เวลายาวนานถึง 3-4 นาที เมื่อเราเปลี่ยนมาใช้ Soft Starter แล้วตั้ง Limit ไว้ที่ 300 % Soft Starter ก็จะต้องรับกระแส 300 % ได้เป็นระยะเวลา อย่างน้อย 4 นาที เช่นเดียวกัน แต่เมื่อไปตรวจสอบ Spec ระยะเวลาการรับกระแส Over Load ของ Soft Starter ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า Soft Starter จะสามารถรับกระแสขนาด 300 % ของกระแสพิกัดของตัวเอง ได้เป็นเวลา เพียง 60 วินาที กรณีสตาร์ทจากสภาพอุณหภูมิปกติ ไม่มีความร้อนสะสม (Cold Start) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็เป็นที่แน่นอนว่า ถ้าตั้ง Limit ไว้ที่ 300 % จะไม่มีทางสตาร์ทผ่านแน่ ๆ เพราะโหลดต้องการระยะเวลาสตาร์ทถึงเกือบ 4 นาที แต่ถ้าทดลองลด I Limit ลงเหลือ 200 % ก็จะพบว่าเกิด Trip I2t เช่นเดิมเพราะว่าที่กระแส 200 % แรงบิดย่อมลดลง ดังนั้นแทนที่จะใช้เวลาสตาร์ท 4 นาที อาจต้องใช้ถึง 10 นาที แต่ไทรสเตอร์ของ Soft Starter รับกระแส 200 % ได้เพียง 200 วินาที กรณี Cold Start และ 100 วินาที Hot Start เป็นอันว่า Soft Starter ขนาด 400 kW ไม่สามารถ สตาร์ทมอเตอร์ขนาด 400 kW ได้

### แล้วจะใช้ Soft Starter ขนาดเท่าใดดี

สมมติว่า Limit กระแสไว้ที่ 4 เท่าของกระแสพิกัดมอเตอร์เพื่อให้สตาร์ทได้ในเวลา 3 นาที

จะได้ว่ากระแสสตาร์ทเท่ากับ  $690 \times 4 = 2760 \text{ A}$

ดังนั้นต้องเลือก Soft Starter ที่สามารถทนกระแส 2760 A ได้ อย่างน้อย 3 นาที หรือ 180 วินาที

จากตารางที่ 4 พบว่าถ้ากระแส 200 % จะทนได้ 200 วินาทีหรือ 3 นาทีกับ 20 วินาที ดังนั้นเราจึงเลือก Soft Starter ที่มีกระแส 200 % เท่ากับ 2760 A หรือ 100 % เท่ากับ 1380 A

Starting Current (% ของ $I_n$ )		600 %	450 %	300 %	250 %	200 %
Max-Starting Time ( วินาที)	Cold	2	10	60	120	200
	Hot	1	5	30	60	100

ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่ทนได้ที่กระแสขนาดต่าง ๆ

จาก Catalog ของ Soft Starter ยี่ห้อดังกล่าวพบว่ากระแสพิกัดที่ใกล้เคียงคือ 1200 A ซึ่งเป็นของ Soft Starter ขนาด 710 kW จึงได้นำ Soft Starter ขนาดดังกล่าวไปทดลองสตาร์ท ซึ่งพบว่าสตาร์ทผ่านโดยใช้เวลาในการ สตาร์ทประมาณ 3 นาที

สรุป ต้องใช้ Soft Starter ขนาด 710 kW จึงจะสามารถสตาร์ทมอเตอร์ขนาด 400 kW ได้

แต่ไม่ใช่ว่าจะเป็นแบบนี้เสมอไป กรณีแบบนี้จะเกิดขึ้นกับโหลดที่มีค่า J สูง ๆ เท่านั้น แต่ก็เป็นการศึกษาที่ดีว่าการเลือก Soft Starter มาใช้ต้องคำนวณกระแสสตาร์ทและระยะเวลาสตาร์ทให้แน่นอนไม่เช่นนั้นจะ ไม่สามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ยังเสียทั้งเวลาและเงินโดยไม่จำเป็น และนี่คือข้อจำกัดที่สำคัญอีกข้อหนึ่ง ของการใช้ Soft Starter

### สรุป ประโยชน์ของ Soft Starter

1. เพิ่มความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลง
2. ลดการสึกหรอและสูญเสียทางกล

### สรุปประเด็นที่ต้องพิจารณาเมื่อเลือกซื้อ Soft Starter

1. แรงบิดเริ่มต้นที่โหลดต้องการ
2. โหมดความเฉื่อยของโหลด
3. ขนาดของกระแสและระยะเวลาที่ต้องใช้ในการสตาร์ท

หมายเหตุ : [www.9engineer.com](http://www.9engineer.com) ขอสงวนสิทธิ์ในการรับรองความถูกต้องในข้อมูล เนื้อหา ภายในเว็บไซต์

Copyright ©2009 All rights reserved [www.9engineer.com](http://www.9engineer.com).