MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

หลักสูตร
การประหยัดพลังงานด้วย Inverter

หลักสูตรนี้จะช่วยให้คุณเข้าใจความสามารถของ Inverter
ในการทำงานแบบประหยัดพลังงาน

Copyright ©2016 Mitsubishi Electric Corporation. All Rights Reserved.

บทนำ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

จากบทเรียนในหลักสูตรนี้ คุณจะได้เรียนรู้ว่า:

- เหตุใดมอเตอร์ที่ขับโดย Inverter จึงสามารถประหยัดพลังงานได้
- มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้นอย่างไร

หลักสูตรนี้ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Inverter
เราขอแนะนำให้คุณเริ่มด้วยหลักสูตรเบื้องต้นที่ชื่อว่า "อุปกรณ์ FA สำหรับผู้เริ่มใช้งาน"

บทนำ โครงสร้างของหลักสูตร

หลักสูตรนี้ประกอบด้วยบทต่างๆ ดังต่อไปนี้
แนะนำให้เรียนรู้บทต่างๆ เหล่านี้เรียงตามลำดับจากบทที่ 1

บทที่ 1 - แนวโน้มในการประหยัดพลังงาน

เรียนรู้เกี่ยวกับแนวโน้มในการประหยัดพลังงาน

บทที่ 2 - หลักการประหยัดพลังงานด้วย Inverter

เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการประหยัดพลังงานเพื่อทำความเข้าใจถึงสาเหตุในการเลือกใช้งาน Inverter

บทที่ 3 - ระบบการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในรุ่น FR-F800/700

เรียนรู้เกี่ยวกับระบบการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในรุ่น FR-F800/700

บทที่ 4 - ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

เรียนรู้เกี่ยวกับข้อบังคับของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

บทที่ 5 - รุ่น Superline แบบพรีเมียม (SF-PR)

เรียนรู้เกี่ยวกับรุ่น Superline แบบพรีเมียม (SF-PR)

บทที่ 6 - การประหยัดพลังงานด้วย Inverter และมอเตอร์ IPM

เรียนรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานโดยใช้ Inverter ร่วมกับมอเตอร์ IPM

แบบทดสอบประเมินผล

ระดับคะแนนที่ถือว่าผ่าน: 60% ขึ้นไป

บทนำ วิธีใช้งานเครื่องมือ e-Learning นี้

ไปที่หน้าถัดไป		ไปที่หน้าถัดไป
กลับไปยังหน้าที่แล้ว		กลับไปยังหน้าที่แล้ว
เลื่อนไปยังหน้าที่ต้องการ		ระบบจะแสดง "สารบัญ" ช่วยให้คุณสามารถไปยังหน้าต่างๆ ได้
ออกจากการเรียนรู้		ออกจากการเรียนรู้

บทนำ ข้อควรระวังในการใช้งาน

ข้อควรระวังด้านความปลอดภัย

เมื่อคุณเรียนรู้ตามการใช้งานผลิตภัณฑ์จริง โปรดอ่านข้อควรระวังด้านความปลอดภัยในคู่มือที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด

ข้อควรระวังในหลักสูตรนี้

หน้าจอแสดง Software MELSOFT ที่คุณใช้อาจจะแตกต่างจากหน้าจอในหลักสูตรนี้

บทที่ 1 แนวโน้มในการประหยัดพลังงาน

บทนี้จะอธิบายถึงแนวโน้มในการประหยัดพลังงานและอัตราส่วนการใช้พลังงานมอเตอร์จากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดทั่วโลก

1.1 แนวโน้มในการประหยัดพลังงาน
1.2 อัตราส่วนการใช้พลังงานมอเตอร์จากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดทั่วโลก
1.3 บทสรุป

1.1 แนวโน้มในการประหยัดพลังงาน

ความกังวลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเริ่มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก เช่น สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างผิดปกติ ผลผลิตของพืชผลที่ลดจำนวนลง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยเนื่องจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น การดำเนินการเพื่อประหยัดพลังงานคือสิ่งจำเป็นที่ต้องทำอย่างเร่งด่วนเพื่อป้องกันการเกิดภาวะโลกร้อน (เพื่อลดการปล่อยก๊าซ CO_2)

ยุโรป

- **ปี 2001 มีการจัดตั้งกฎระเบียบว่าด้วย*การส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนภายในตลาดซื้อขายไฟฟ้าส่วนภูมิภาค***
  มีการกำหนดเป้าหมายปริมาณพลังงานหมุนเวียนในแต่ละประเทศ
- **ปี 2009 มีการจัดตั้งกฎระเบียบว่าด้วย*การส่งเสริมการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน***
  กฎระเบียบนี้มีการกำหนดเป้าหมายให้แก่ทุกประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้แหล่งพลังงานหมุนเวียนมีสัดส่วนพลังงานอยู่ที่ 20% ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในสหภาพยุโรปภายในปี 2020

ฝรั่งเศส

- **ปี 2005 มีการจัดตั้ง*พระราชบัญญัติพลังงาน***
  พระราชบัญญัติฉบับนี้มีการกำหนดเป้าหมายดังต่อไปนี้:
  - การลดก๊าซเรือนกระจกลง 75% ภายในปี 2050
  - การพัฒนาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเฉลี่ยอย่างน้อย 2% ต่อปีภายในปี 2015 และเฉลี่ย 2.5% ต่อปี ภายในช่วงระหว่างปี 2015 ถึงปี 2030

สหรัฐอเมริกา

- **ปี 2011 มีการกำหนดกฎหมายแห่งรัฐชื่อว่า *มาตรฐานผลงานทางด้านพลังงานหมุนเวียน (RPS)***
  พื้นที่รัฐกว่า 30 แห่งได้รับเอามาตรฐาน RPS นี้มาใช้ในการส่งเสริมการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เป้าหมายคือให้ 33% ของการจำหน่ายไฟฟ้าแบบปลีกมาจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน

จีน

- **ปี 2006 มีการจัดตั้ง*กฎหมายพลังงานหมุนเวียน***
  เป้าหมายคือให้ 15% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดมาจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนภายในปี 2020
- **ปี 2011 มีการกำหนด*แผนพัฒนาระยะเวลา 5 ปี (FYP) ฉบับที่ 12***
  เป้าหมายของแผนพัฒนานี้ประกอบด้วย:
  - การลดการปล่อยก๊าซ CO_2 ลง 17% ภายในปี 2015
  - การเพิ่มพลังงานที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงจากฟอสซิลเป็น 11.4% ของพลังงานทั้งหมด

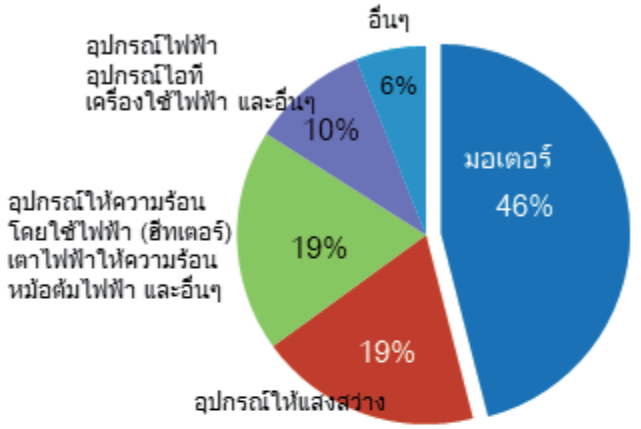
1.2 อัตราส่วนการใช้พลังงานมอเตอร์จากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดทั่วโลก

ในชีวิตประจำวันของเรามีการใช้งานมอเตอร์อยู่ทุกที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ที่ใช้สำหรับ:

- อุปกรณ์ปรับอากาศ (สำหรับอาคาร ศูนย์การค้า โรงงาน และอื่นๆ)
- ลิฟต์/บันไดเลื่อน
- เครื่องจักร
- สายพาน
- ลานจอดรถสองชั้น

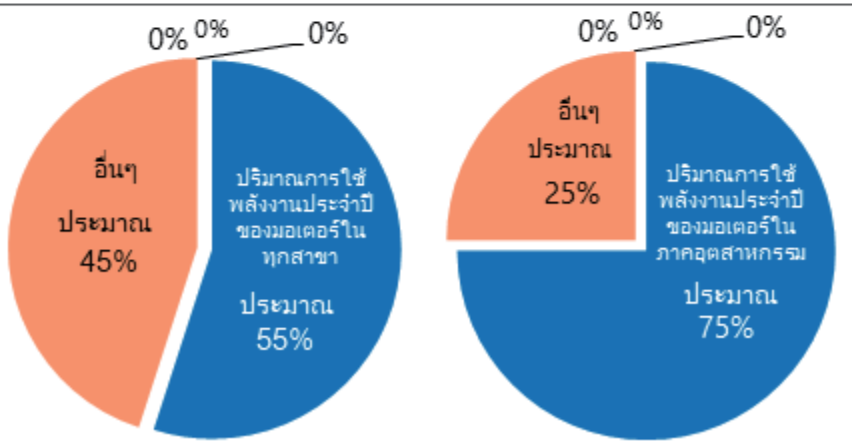
เมื่อมีการใช้งานมอเตอร์ในอุปกรณ์ต่างๆ หลายประเภท **พลังงานที่ใช้ไปในระบบมอเตอร์ไฟฟ้าจึงมีสัดส่วนสูงถึง 46% ของปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก (เป็นสัดส่วนประมาณ 55% ในญี่ปุ่น)** หากมอเตอร์ทุกตัวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถูกเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประหยัดพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานจะลดลงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันอย่างเห็นได้ชัด

สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก (21.4 ล้านล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมงในปี 2010)



ที่มา: MOTOR SUMMIT 2012 - Key World Energy STATISTICS 2012

สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานในญี่ปุ่น (1 ล้านล้านกิโลวัตต์/ชั่วโมงในปี 2009)



ที่มา: IAE-0919107 (รายงานการสำรวจสถานการณ์จริงของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในปี 2009)

1.3 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

แนวโน้มในการประหยัดพลังงาน	ความกังวลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเริ่มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก เช่น สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างผิดปกติ ผลผลิตของพืชผลที่ลดจำนวนลง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยเนื่องจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น การดำเนินการเพื่อประหยัดพลังงานอย่างรวดเร็วคือสิ่งที่จำเป็นต้องทำอย่างเร่งด่วนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะโลกร้อน (เพื่อลดการปล่อยก๊าซ CO_2)
อัตราส่วนการใช้พลังงานมอเตอร์จากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในญี่ปุ่น	ในเมื่อมีการใช้งานมอเตอร์ในอุปกรณ์ต่างๆ หลากหลายประเภท พลังงานที่ใช้ไปในระบบมอเตอร์ไฟฟ้าจึงมีสัดส่วนกว่า 46% ของปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก หากมอเตอร์ทุกตัวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถูกเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประหยัดพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานจะลดลงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้อย่างมาก

บทที่ 2 หลักการประหยัดพลังงานด้วย Inverter

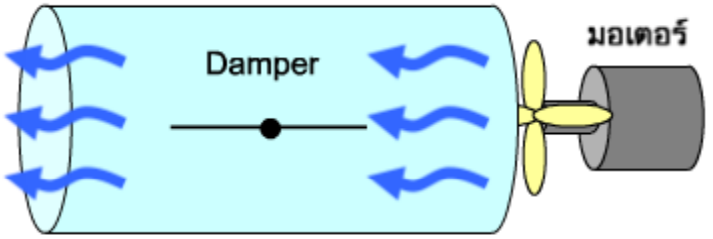
บทนี้จะอธิบายหลักการประหยัดพลังงานด้วย Inverter

2.1 วิธีเปลี่ยนความเร็วด้วยมอเตอร์มาตรฐาน
2.2 standard มอเตอร์พร้อม Inverter
2.3 ลักษณะแรงบิดโหลด Load torque characteristics
2.4 แนวคิดในการคำนวณการประหยัดพลังงาน
2.5 บทสรุป

2.1 วิธีเปลี่ยนความเร็วด้วยมอเตอร์มาตรฐาน

การควบคุมปริมาณลมโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง

ปริมาณลมจะถูกควบคุมโดยแผ่นป้องกันที่เรียกว่า Damper
เนื่องจากมอเตอร์มีความเร็วคงที่ การลดปริมาณลมจึงไม่สามารถลดการใช้พลังงานได้มากนัก

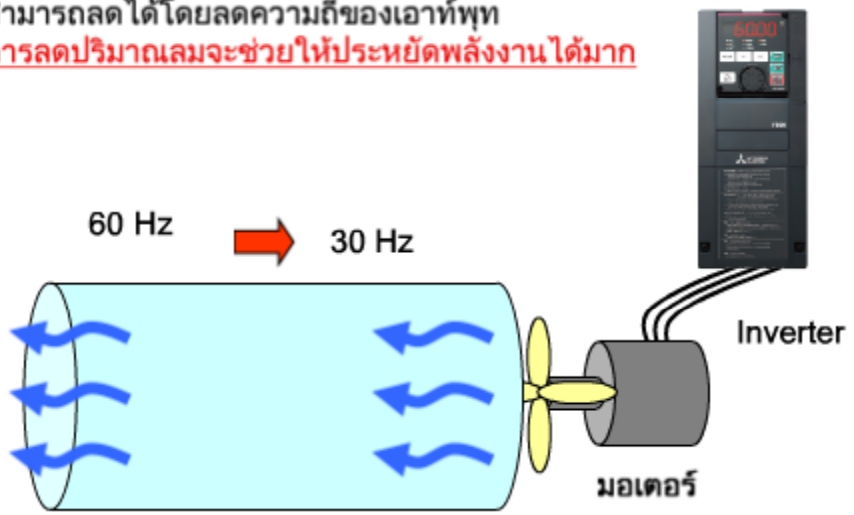


โดยทั่วไปแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์มาตรฐานได้ ความเร็วมอเตอร์มักจะถูกเปลี่ยนด้วย coupling ซึ่งติดตั้งอยู่ระหว่างมอเตอร์และโหลดเพื่อทำให้เกิดการเลื่อน สำหรับโหลดที่มีแรงบิดในระดับต่างๆ โดยปกติแล้ว Damper จะถูกใช้เพื่อลดกระแสลมหรือกระแสน้ำที่ไหลเข้ามา
อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการหมุนของมอเตอร์มาตรฐานจะมีความเร็วเกือบคงที่ เอาท์พุทของมอเตอร์จึงจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แม้ว่าความเร็วในการโหลดหรือปริมาณลม/น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปก็ตาม ดังนั้นพลังงานที่เหลือหลังจากหักลบกับพลังงานที่ต้องการจากปริมาณเอาท์พุทของมอเตอร์แล้วจะถูกใช้ไปในระหว่างที่เกิดการสูญเสียความร้อนที่ coupling หรือ Damper

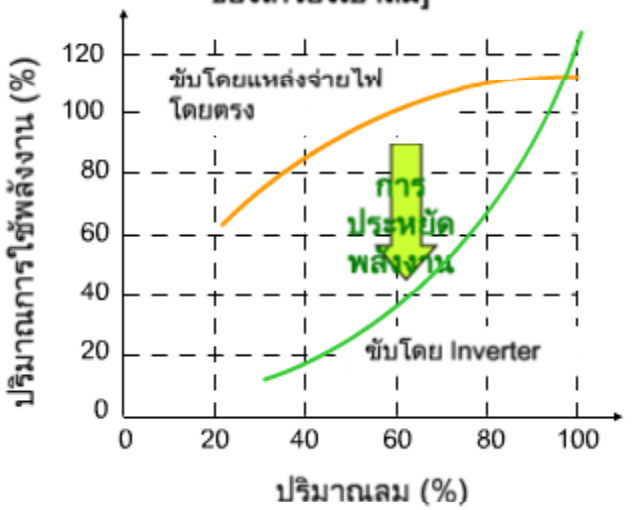
2.2 standard มอเตอร์พร้อม Inverter

การควบคุมปริมาณลมด้วยการควบคุมความเร็วมอเตอร์ (การควบคุม Inverter)

ปริมาณลมจะถูกควบคุมโดยความเร็วมอเตอร์ ซึ่งสามารถลดได้โดยลดความถี่ของเอาท์พุท
การลดปริมาณลมจะช่วยให้ประหยัดพลังงานได้มาก

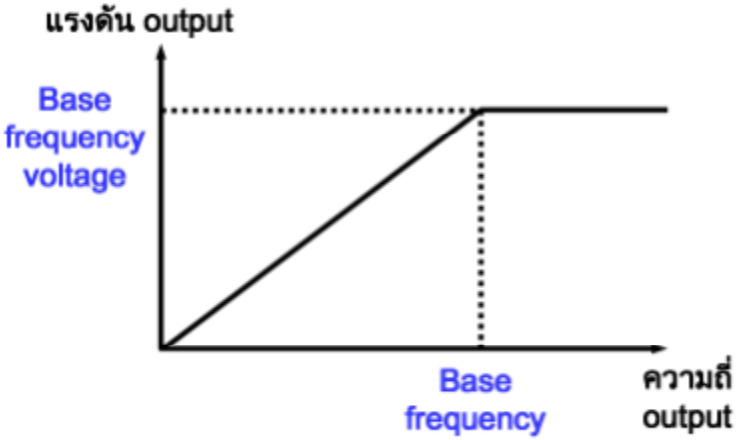


[กราฟแสดงลักษณะการทำงานของเครื่องเป่าลม]



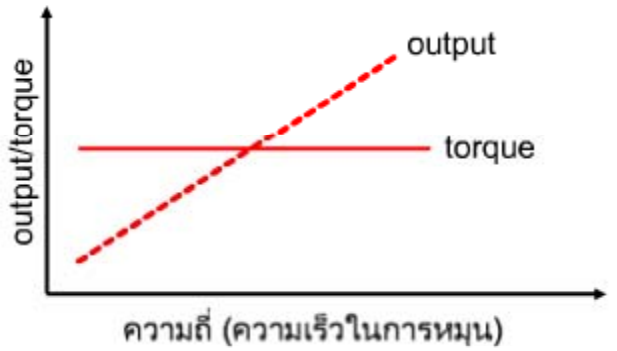
■ **เหตุใดมอเตอร์ที่ขับโดย Inverter จึงสามารถประหยัดพลังงานได้**

เมื่อ Inverter ขับมอเตอร์ด้วยความเร็วปานกลาง แรงดันจะลดลงเป็นสัดส่วนตามความเร็วมอเตอร์ไม่ว่าการไหลของกระแสจะเป็นอย่างไร ซึ่งนี่มีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงาน เราสามารถพูดได้ว่าในการใช้งานประเภทใดๆ ก็ตาม การขับมอเตอร์แบบความเร็วแปรผันด้วย Inverter จะสามารถลดการใช้พลังงานได้
ซึ่งหมายความว่าการขับมอเตอร์แบบความเร็วแปรผันด้วย Inverter สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าการขับ standard มอเตอร์ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรงและการใช้เบรกเพื่อลดความเร็วมาอยู่ที่ความเร็วระดับกลาง



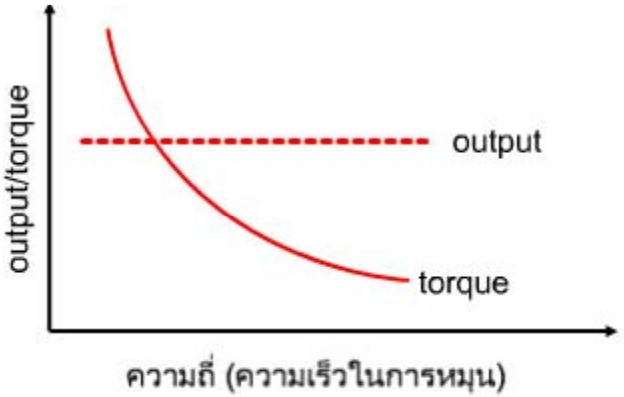
2.3 ลักษณะแรงบิดโหลด Load torque characteristics

■ โหลดแบบแรงบิดคงที่ (Constant-torque load) แรงบิดจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักแม้ว่าความเร็วมอเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลง



การใช้งานหลัก: สายพาน เครื่องลำเลียง และอื่นๆ

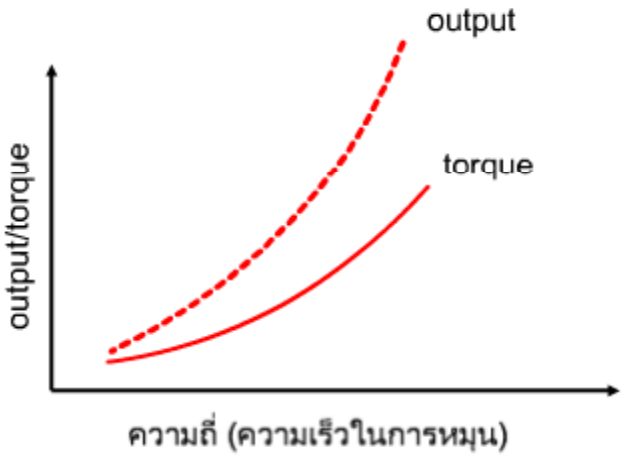
■ โหลดเอาท์พุทต่อเนื่อง (Constant-output load) เมื่อความเร็วในการหมุนเพิ่มขึ้น แรงบิดจะน้อยลง



การใช้งานหลัก: เครื่องจักร เครื่องม้วน และอื่นๆ

2.3 ลักษณะแรงบิดโหลด Load torque characteristics

■ โหลดแรงบิดแบบแปรผัน (Variable-torque load) เมื่อความเร็วในการหมุนลดลง แรงบิดจะน้อยลง



เราจะสามารถประหยัดพลังงานได้มากเมื่อเครื่องจักรที่มีโหลดแรงบิดแบบแปรผันได้รับการควบคุมโดยใช้ Inverter เมื่อเทียบกับการควบคุมโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง

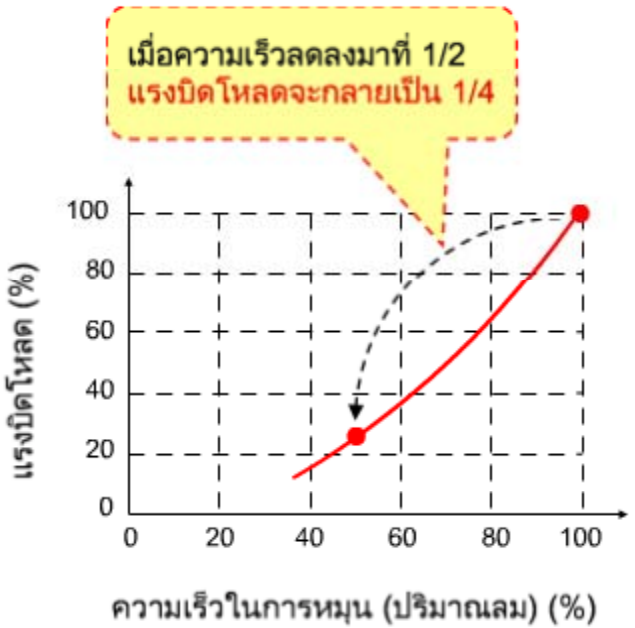
การใช้งานหลัก: พัดลม เครื่องสูบ เครื่องเป่า และอื่นๆ

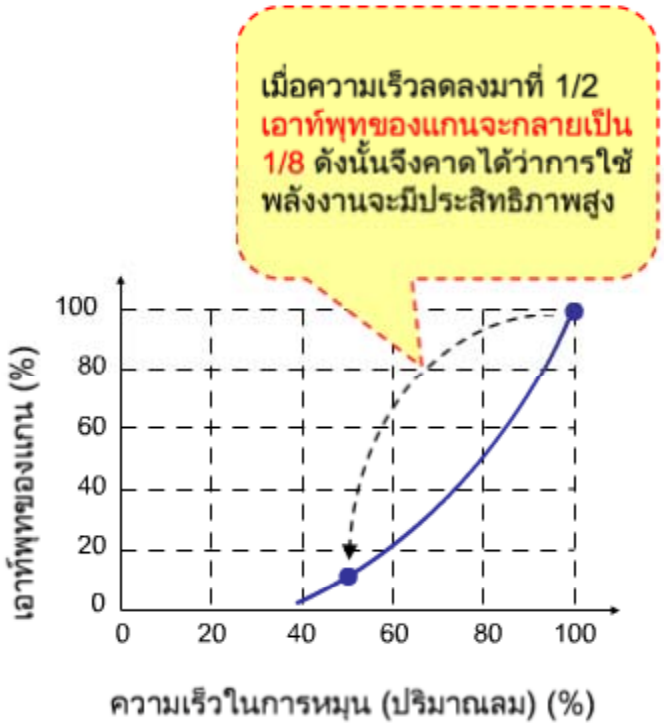
2.3 ลักษณะแรงบิดโหลด Load torque characteristics

สำหรับพัดลมและเครื่องสูบ (ลักษณะการโหลดแบบแปรผัน)

แรงบิดโหลด เป็นสัดส่วนตามความเร็วการหมุนยกกำลังสอง (ปริมาณลม) $T \propto N^2$
เอาท์พุทของแกน: เป็นสัดส่วนตามความเร็วการหมุนยกกำลังสาม (ปริมาณลม) $P \propto N^3$

โดยเฉพาะเมื่อความเร็วลดลงมาที่ 50% กำลังของแกนมอเตอร์จะลดลงมาที่
(1/2) ^3 = 1/8 ตามที่แสดงในกราฟต่อมา





2.4 แนวคิดในการคำนวณการประหยัดพลังงาน

ค่าพลังงานและค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่จะประหยัดได้ในแต่ละปีสามารถคำนวณได้โดยหาค่าความต่างของปริมาณการใช้พลังงานประจำปีระหว่างมอเตอร์ที่ขับโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรงและมอเตอร์ที่ขับโดย Inverter
หากต้องการทราบรายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณ ให้อ้างอิง *หมายเหตุเชิงเทคนิค หมายเลข 27 การคำนวณการประหยัดพลังงานโดยใช้ Inverter*

2.5 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

วิธีเปลี่ยนความเร็วด้วย standard มอเตอร์	ปริมาณลมจะถูกควบคุมโดยแผ่นป้องกันที่เรียกว่า Damper เนื่องจากมอเตอร์มีความเร็วคงที่ การลดปริมาณลมจึงจะไม่ช่วยลดการใช้พลังงานมากนัก
มอเตอร์ขับมาตรฐานพร้อม Inverter	ปริมาณลมจะถูกควบคุมโดยความเร็วมอเตอร์ ซึ่งสามารถลดได้โดยลดความถี่ของ output การลดปริมาณลมจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มาก
ลักษณะแรงบิดการโหลด	การประหยัดพลังงานปริมาณมากสามารถทำได้เมื่อ Inverter ควบคุมเครื่องจักรมีโหลดแรงบิดแบบแปรผัน (เช่น พัดลม เครื่องสูบ หรือเครื่องเป่า) เนื่องจาก output ของแกนจะลดลงมาที่ 1/8 เมื่อเทียบกับการทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง
แนวคิดในการคำนวณการประหยัดพลังงาน	การคำนวณค่าพลังงานและค่าไฟฟ้าทั้งหมดที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละปีเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยต้องหาค่าความต่างของปริมาณการใช้พลังงานประจำปีระหว่างมอเตอร์ที่ทำงานโดยใช้แหล่งใช้จ่ายไฟโดยตรงและมอเตอร์ที่ทำงานโดย Inverter

บทที่ 3 ระบบการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในรุ่น FR-F800/700

บทนี้จะอธิบายรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ และการทำงานของแต่ละรุ่นที่จะช่วยในการประหยัดพลังงาน

3.1 รู้จักกับรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ
3.2 การปรับแต่งระบบประหยัดพลังงาน
3.3 ความสอดคล้องของมอเตอร์จากผู้ผลิตอื่นๆ
3.4 การทดสอบระบบด้วยอินพุท 24 VDC
3.5 ดูผลการประหยัดพลังงานอย่างรวดเร็ว
3.6 บทสรุป

ในบทนี้ จะมีการใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้เพื่อระบุรุ่นที่มีระบบนี้อยู่

สัญลักษณ์	Inverter ที่เกี่ยวข้อง
F800	FR-F800
F700PJ	FR-F700PJ

3.1 รู้จักกับรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ

■ รุ่น FR-F800 Series – Inverter รุ่นใหม่ที่มีระบบควบคุมการประหยัดพลังงานที่ดีกว่าเดิม

Inverter รุ่น FR-F800 ใช้งานง่ายและปลอดภัย และรองรับการใช้งานแบบประหยัดพลังงานแบบหลากหลาย โดยมีระบบการทำงานต่างๆ ที่เหมาะสำหรับพัดลมและเครื่องสูบ
รุ่น FR-F800 เป็น Inverter รุ่นใหม่ เหมาะสำหรับพัดลมและเครื่องสูบ

- การควบคุมไฟฟ้าขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นใหม่จะสร้างแรงบิดขั้นต้นปริมาณมากพร้อมกับการคงประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้เหมือนอยู่ภายใต้การควบคุมของไฟฟ้าขั้นสูงแบบธรรมดา
- ซึ่งรองรับทั้ง standard มอเตอร์และมอเตอร์ IPM โดยมอเตอร์ IPM จะมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่า standard มอเตอร์
  มอเตอร์ที่ใช้สามารถสลับกันได้ระหว่างมอเตอร์มาตรฐานกับมอเตอร์ IPM โดยการตั้งค่าเพียงครั้งเดียว
- ระบบการจูนเครื่องทำให้ Inverter สามารถรองรับได้ทั้งมอเตอร์ทั่วไปและมอเตอร์ PM จากผู้ผลิตรายอื่น (*1) ซึ่งจะช่วยเพิ่มขอบเขตในการใช้งาน Inverter เพื่อการประหยัดพลังงาน
- เมื่อใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC จะสามารถปิดสัญญาณอินพุท MC ได้เมื่อมอเตอร์หยุด และเปิดสัญญาณได้ก่อนเริ่มใช้งานมอเตอร์
  Inverter ทำให้สามารถจัดการกับพลังงานได้ด้วยตนเองเพื่อลดการใช้พลังงานสำรอง

*1: การจูนเครื่องอาจไม่สามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของมอเตอร์ที่จะใช้งาน

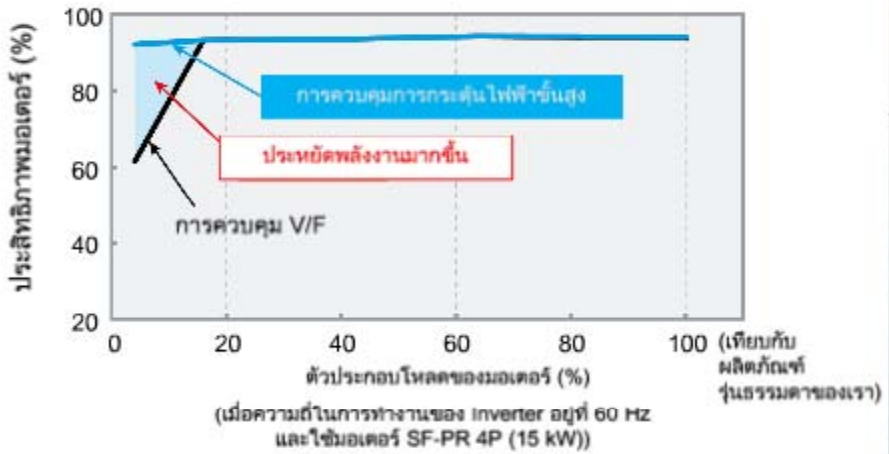
■ รุ่น FR-F700PJ –Inverter ขนาดกะทัดรัด เหมาะสำหรับระบบปรับอากาศ

ระบบการทำงานที่เหมาะสำหรับพัดลมและเครื่องสูบช่วยให้ประหยัดพลังงาน ชุดไส้กรองที่ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องโดยออกแบบมาให้กะทัดรัดโดยลดการใช้เดินสายไฟ

- การควบคุมความเร็วในการหมุนเพื่อควบคุมปริมาณลมในการประหยัดพลังงานได้
- สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้จากหน้าจอแสดงผลหรือด้วยคลื่นพัลส์จากเอาท์พุทพาวเวอร์
- รองรับทั้งมอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ IPM โดยมอเตอร์ IPM จะมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่ามอเตอร์มาตรฐาน
  มอเตอร์ที่ใช้สามารถสลับกันได้ระหว่างมอเตอร์มาตรฐานกับมอเตอร์ IPM โดยการตั้งค่าเพียงครั้งเดียว

3.2 การปรับแต่งระบบประหยัดพลังงาน F800

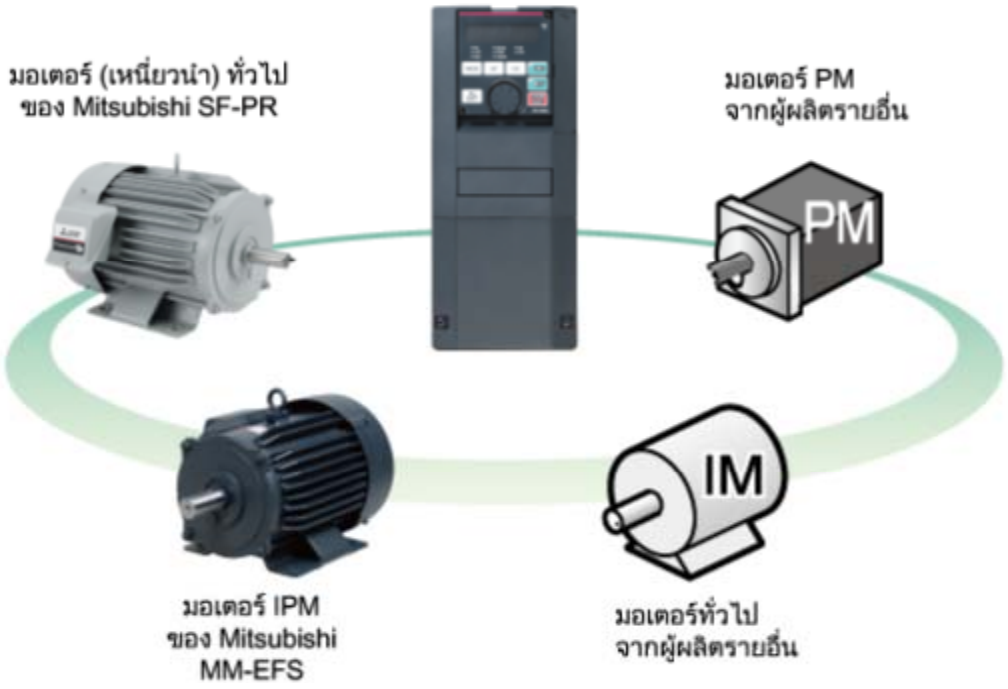
การควบคุมการกระตุ้นไฟฟ้าขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นใหม่จะสร้างแรงบิดขั้นต้นได้ในปริมาณมาก พร้อมกับคงประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้เหมือนอยู่ภายใต้การควบคุมการกระตุ้นไฟฟ้าขั้นสูงแบบธรรมดา การเร่งความเร็วสามารถทำได้โดยไม่ต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ให้ยุ่งยากแต่อย่างใด (เช่น การเพิ่มแรงบิด เวลาเร่งความเร็ว/ลดความเร็ว) การทำงานที่ช่วยประหยัดพลังงานโดยให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพสูงสุดสามารถทำได้ขณะที่ระบบทำงานด้วยความเร็วคงที่



3.3 ความสอดคล้องของมอเตอร์จากผู้ผลิตอื่นๆ F800

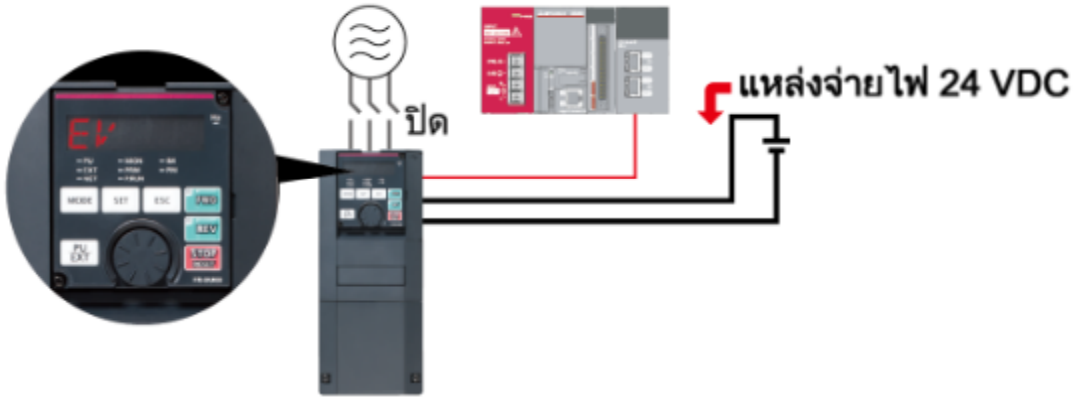
ระบบการออโต้จูนนิ่งแบบออฟไลน์เพื่อวัดค่าคงที่ภายในวงจรมอเตอร์ทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ
แม้ว่าค่าคงที่ของมอเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้มอเตอร์ของผู้ผลิตรายอื่น หรือเมื่อความยาวของสายไฟมีการเปลี่ยนแปลง
มอเตอร์ PM ของ Mitsubishi (MM-EFS, MM-THE4) ซึ่งเป็นมอเตอร์ทั่วไปของ Mitsubishi สามารถทำงานแบบไม่มีเซ็นเซอร์ได้
เช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป* และมอเตอร์แม่เหล็กถาวร (PM)* จากผู้ผลิตรายอื่น
ระบบการจูนเครื่องทำให้สามารถทำการควบคุมการกระตุ้นไฟฟ้าขั้นสูงของมอเตอร์ทั่วไป*จากผู้ผลิตรายอื่นได้
ซึ่งจะช่วยทำให้สามารถใช้งานได้อย่างประหยัดพลังงาน

*: การจูนเครื่องอาจไม่สามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของมอเตอร์ที่จะใช้งาน



3.4 การทดสอบระบบด้วยอินพุท 24 VDC

นอกเหนือจากแหล่งจ่ายไฟแบบควบคุมที่จ่ายให้แก่ R1 และ S1 (AC) ก็จะมีอินพุท 24 VDC ด้วย
เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC ทำให้วงจรควบคุมสามารถทำงานได้อย่างอิสระ การตั้งค่าพารามิเตอร์และการสื่อสารสามารถทำได้แม้ว่าจะปิดแหล่งจ่ายไฟหลักแล้ว ซึ่งจะช่วยลดการสำรองพลังงาน ทำให้สามารถทำงานบำรุงรักษาได้อย่างปลอดภัย F800

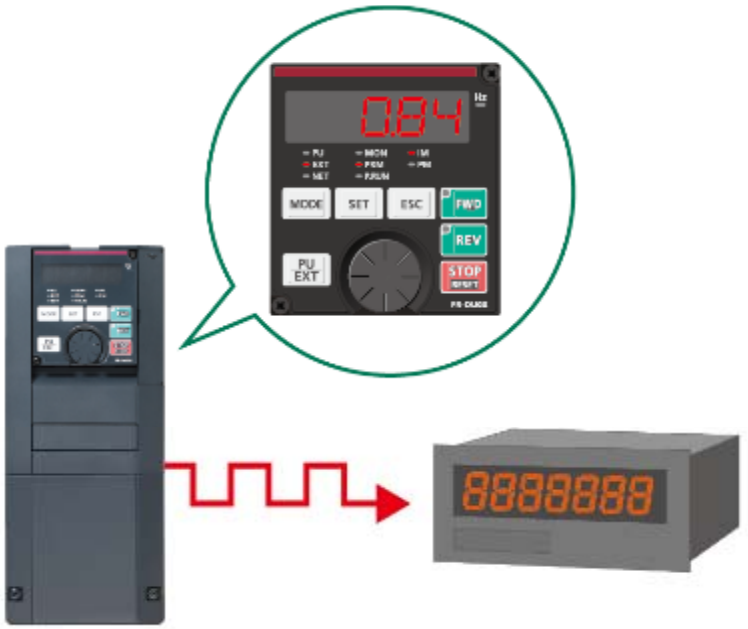


- เมื่อใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC จะสามารถปิดสัญญาณอินพุท MC ได้เมื่อมอเตอร์หยุด และเปิดสัญญาณได้ก่อนเริ่มใช้งานมอเตอร์
  Inverter ช่วยให้สามารถจัดการกับพลังงานได้ด้วยตนเองเพื่อลดการใช้พลังงานสำรอง F800

- สามารถควบคุมพัดลมระบายความร้อน Inverter ได้เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของครีบระบายความร้อน Edit Inverter เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณออกไปเพื่อตอบสนองต่อการทำงานของพัดลมระบายความร้อน Inverter ได้ พัดลมที่ติดตั้งบนแผงจะสามารถใช้งานได้พร้อมกับพัดลมระบายความร้อน Inverter จึงทำให้สามารถลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นในขณะที่มอเตอร์ทำงาน F800 F700PJ

3.5 ดูผลการประหยัดพลังงานอย่างรวดเร็ว F800 F700PJ

- อุปกรณ์นี้มีหน้าจอประหยัดพลังงาน ผลของการประหยัดพลังงานสามารถตรวจสอบได้โดยใช้แผงควบคุม ขั้วเอาท์พุท หรือเครือข่าย
- ข้อมูลปริมาณกำลังเอาท์พุทที่วัดได้โดย Inverter จะแสดงขึ้นเป็นจังหวะ ปริมาณพลังงานที่สะสมสามารถตรวจสอบได้อย่างง่ายดาย
- ผลของการประหยัดพลังงานสามารถแสดง วัด และรวบรวมได้ด้วยโมดูลวัดพลังงานของ Mitsubishi



3.6 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

รู้จักกับรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ	ซึ่งรองรับทั้งมอเตอร์แบบมาตรฐานและมอเตอร์ IPM
การทำงานที่ช่วยประหยัดพลังงานได้มากขึ้น	แรงบิดออกตัวด้วยปริมาณมากสามารถสร้างได้พร้อมกับการคงประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้เหมือนอยู่ภายใต้การควบคุมของการกระตุ้นไฟฟ้าขั้นสูงแบบธรรมดา
ความสอดคล้องของมอเตอร์จากผู้ผลิตอื่นๆ	ระบบการจูนเครื่องอัตโนมัติเพื่อการคำนวณค่าคงที่ของมอเตอร์โดยอัตโนมัติทำให้มั่นใจได้ว่ามอเตอร์จะสามารถทำงานได้ด้วยลักษณะพิเศษสูงสุด แม้ว่าจะมีความแตกต่างในค่าคงที่ของมอเตอร์ มอเตอร์จากผู้ผลิตรายอื่น หรือระบบสายไฟที่ติดตั้งมีลักษณะที่ยาว
การทดสอบระบบด้วยอินพุท 24 VDC	แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC ทำให้วงจรควบคุมสามารถทำงานได้อย่างอิสระ ซึ่งจะช่วยลดการสำรองพลังงานได้
ดูผลการประหยัดพลังงานอย่างรวดเร็ว	อุปกรณ์นี้มีหน้าจอประหยัดพลังงานและข้อมูลปริมาณกำลังเอาท์พุทจะแสดงขึ้นเป็นจังหวะ ผลของการประหยัดพลังงานสามารถตรวจสอบได้

บทที่ 4 ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

บทนี้จะอธิบายข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

4.1 เกี่ยวกับข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
4.2 IE คืออะไร
4.3 ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทั่วโลก
4.4 บทสรุป

4.1 เกี่ยวกับข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

การประหยัดพลังงานปริมาณมากสามารถทำได้โดยการพัฒนาประสิทธิภาพของมอเตอร์ หรือด้วยการใช้มอเตอร์ร่วมกับ Inverter เนื่องจากมีการประเมินว่าพลังงานไฟฟ้าเกือบ 60% ทั่วโลกถูกใช้ไปกับมอเตอร์ ผลของการพัฒนาดังกล่าวจึงทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ในปริมาณมาก บทนำของข้อกำหนดเพื่อการบังคับใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้รับการสนับสนุน เนื่องจากทั่วโลกได้มีการตระหนักถึงความจำเป็นในการประหยัดพลังงานมากขึ้นเพื่อป้องกันภาวะโลกร้อน

4.2 IE คืออะไร

IE เป็นตัวย่อของ International Efficiency Standard Level (ระดับมาตรฐานประสิทธิภาพนานาชาติ) และเป็นข้อกำหนดมาตรฐานนานาชาติในด้านประสิทธิภาพของมอเตอร์

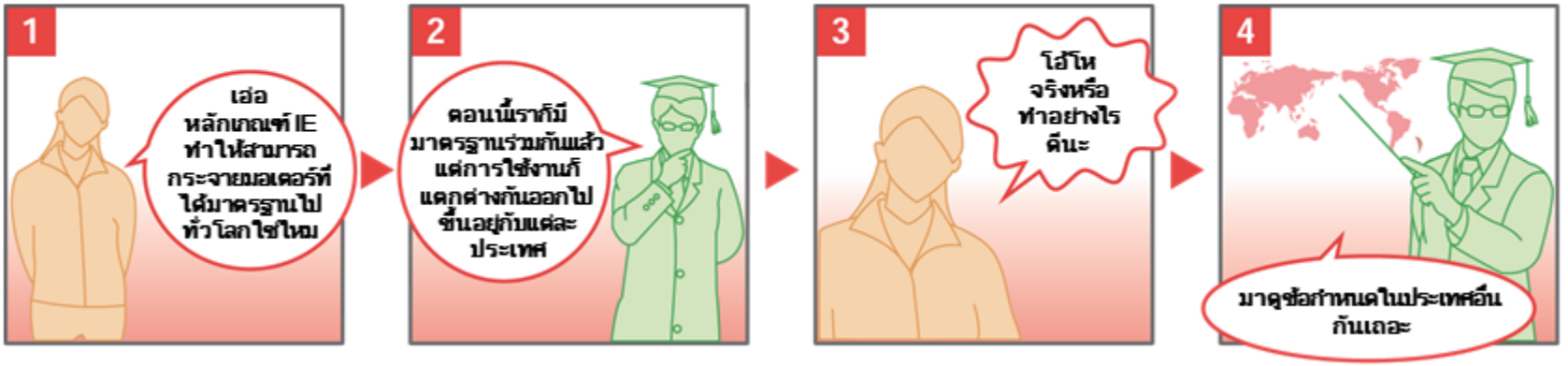
แนวโน้มทั่วโลกในการพัฒนาประสิทธิภาพมาพร้อมกับความต้องการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่เพิ่มมากขึ้น หากต้องการเพิ่มการใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องมีการผสมผสานระหว่างมอเตอร์มาตรฐานที่มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้เฉพาะในแต่ละประเทศ

ในเดือนตุลาคม 2008 องค์กร IEC ได้กำหนดมาตรฐานนานาชาติ IEC 60034-30 (ระดับประสิทธิภาพสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกความเร็วเดียว) มาตรฐานนี้เป็นตัวกำหนดหลักเกณฑ์ IE หลักเกณฑ์ IE มี 4 ระดับ

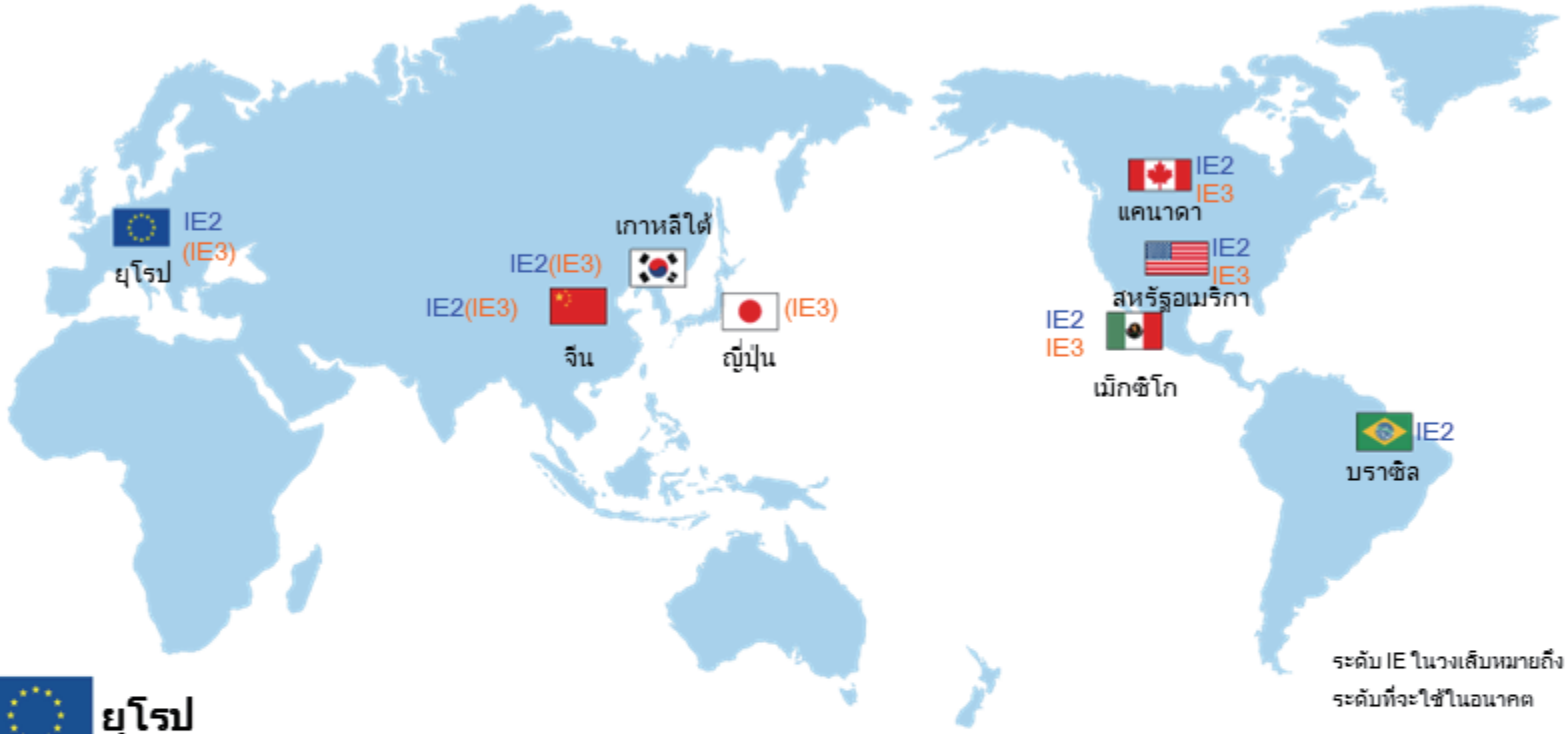
ประสิทธิภาพ: สูง / ต่ำ

ระดับประสิทธิภาพ IEC 60034-30	ประสิทธิภาพของมอเตอร์ Mitsubishi	
	มอเตอร์ทั่วไป	มอเตอร์ IPM
IE4 (ประสิทธิภาพระดับซูเปอร์พรีเมียม) *3	—	IPM ประสิทธิภาพสูงระดับพรีเมียม (M-EFS, MM-THE4)
IE3 (ประสิทธิภาพระดับพรีเมียม)	รุ่น Superline แบบพรีเมียม (SF-PR)	—
IE2 (ประสิทธิภาพระดับสูง)	รุ่น Superline แบบอีโค (SF-HR)	—
IE1 (ประสิทธิภาพระดับมาตรฐาน)	รุ่น Superline (SF-JR)	—
ต่ำกว่าระดับ		—

*3 รายละเอียด IE4 มีระบุอยู่ใน IEC 60034-31



4.3 ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทั่วโลก



ยุโรป

ในยุโรป ข้อกำหนดที่กำหนดไว้ว่ามอเตอร์ต้องมีประสิทธิภาพในระดับ IE2 ถูกบังคับใช้ตั้งแต่ 16 มิถุนายน 2011 อย่างไรก็ตาม ไม่รวมมอเตอร์ดังต่อไปนี้: มอเตอร์เบรก มอเตอร์ที่ออกแบบมาให้ทำงานขณะจุ่มลงในของเหลวทั้งชิ้น มอเตอร์ที่รวมเข้ากับผลิตภัณฑ์ (ซึ่งไม่สามารถทดสอบประสิทธิภาพพลังงานแยกต่างหากได้) และมอเตอร์ที่ออกแบบมาให้ทำงานในสภาพแวดล้อมเฉพาะที่ (เช่น ที่ความสูงเกินกว่า 1000 ม.เหนือระดับน้ำทะเลหรืออุณหภูมิอากาศโดยรอบสูงเกิน 40°C) ขณะใช้งานมอเตอร์ในยุโรป สิ่งสำคัญที่ต้องทำคือตรวจสอบรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคของมอเตอร์ ข้อกำหนดนี้มีการปรับปรุงแก้ไขในวันที่ 1 มกราคม 2015 โดยกำหนดให้มอเตอร์ที่มีกำลังตั้งแต่ 7.5 ถึง 375 กิโลวัตต์ต้องมีประสิทธิภาพในระดับ IE3 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2017 มอเตอร์ที่มีกำลังตั้งแต่ 0.75 ถึง 375 กิโลวัตต์ต้องมีประสิทธิภาพในระดับ IE3 ซึ่งมอเตอร์ SF-PR-EU ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

จีน

มีการออกข้อกำหนดเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2011 โดยกำหนดให้มอเตอร์ผ่านการรับรอง Grade GB2 (เทียบเท่า IE2) แทน Grade GB3 (เทียบเท่า IE1) ที่ผ่านมา ข้อกำหนดนี้ใช้กับมอเตอร์ป้องกันการระเบิดอีกด้วย เนื่องจากข้อกำหนดนี้ใช้กับมอเตอร์ต่างๆ เชิงพาณิชย์ จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมรับความเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนด มีการออกข้อกำหนดในวันที่ 1 มกราคม 2016 โดยกำหนดให้มอเตอร์ที่มีกำลังตั้งแต่ 7.5 ถึง 375 กิโลวัตต์ต้องผ่านระดับประสิทธิภาพใน Grade GB2 (เทียบเท่า IE3) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2017 มอเตอร์ที่มีกำลังตั้งแต่ 0.75 ถึง 375 กิโลวัตต์ต้องมีประสิทธิภาพในระดับ GB2 (IE3) ซึ่งมอเตอร์ SF-PR-CN ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

4.3 ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทั่วโลก

เกาหลีใต้

ข้อกำหนดนี้มีขึ้นในเดือนกรกฎาคม 2008 โดยกำหนดระดับประสิทธิภาพไว้ที่เทียบเท่า IE2 องค์กรที่ได้รับคำสั่งให้มีเอกสารรับรองจะถูกจำกัดอยู่เพียงแค่บริษัทที่มีโรงงานอยู่ในประเทศเกาหลีใต้เท่านั้น ข้อบังคับนี้มีการปรับปรุงแก้ไขในวันที่ 1 มกราคม 2015 โดยกำหนดให้มอเตอร์ต้องมีประสิทธิภาพในระดับ IE3 ขอบเขตกำลังของมอเตอร์ที่เข้าข่ายในข้อกำหนดนี้จะขยายตามระดับ ซึ่งมอเตอร์ SF-PR-KR ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

สหรัฐอเมริกา

แต่เดิมมอเตอร์ถูกควบคุมโดย EPAct เพื่อให้พลังงานมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเทียบเท่า IE2 หลังจาก EPAct จะเป็น Energy Independence and Security Act ("EISA") ซึ่งมีการบังคับใช้ในเดือนธันวาคม 2010 ประเด็นหลักที่มีการแก้ไขเพิ่มเติมมีดังนี้:

- มอเตอร์จะต้องผ่านระดับประสิทธิภาพเทียบเท่า IE3 แทนระดับ IE2 ที่ใช้กันก่อนหน้านี้
- ข้อกำหนดนี้จะขยายขอบเขตขึ้นโดยบังคับให้มอเตอร์ที่ก่อนหน้านี้อยู่นอกขอบเขตของ EPAct ต้องผ่านระดับ IE2

ซึ่งมอเตอร์ SF-PR ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

แคนาดา

ตั้งแต่เดือนมกราคม 2011 ประสิทธิภาพพลังงานในระดับสูงจะต้องเป็นไปตามขอบเขตข้อกำหนดตามที่บังคับใช้ในสหรัฐอเมริกา

เม็กซิโก

ข้อกำหนดประสิทธิภาพของพลังงานฉบับปรับปรุงมีผลบังคับใช้ในเดือนมกราคม 2011 โดยพื้นฐานแล้วทวีปอเมริกาเหนือและกลางได้พยายามให้พลังงานมีประสิทธิภาพในระดับสูงยิ่งขึ้นภายในขอบเขตข้อกำหนดตามที่บังคับใช้ในสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตาม เมื่อต้องส่งออกมอเตอร์ จะต้องระมัดระวังข้อห้ามต่างๆ ที่อาจระบุอยู่ในข้อกำหนดด้วย ซึ่งมอเตอร์ SF-PR-MX ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

บราซิล

บราซิลเป็นสมาชิกกลุ่ม BRICS และมีการใช้พลังงานขั้นต้นอยู่ในอันดับที่ 8 ของโลก ตั้งแต่วันที่ 8 ธันวาคม 2009 เป็นต้นไป มอเตอร์ต่างๆ จะต้องได้รับการรับรองว่ามีระดับประสิทธิภาพพลังงานตรงตามที่ EPAct กำหนด (เช่น เทียบเท่า IE2) นอกจากนั้นยังได้กำหนดให้ติดฉลากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองอีกด้วย

ญี่ปุ่น

มีการปรึกษาหารือเกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานของมอเตอร์ในระดับสูงให้มากขึ้นอีกตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2009 และในปี 2012 มีการประกาศหลักเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพพลังงานตามกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานและมีการออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานอย่างมีเหตุผล (กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน) ในเดือนเมษายน 2015 ด้วยเหตุนี้มอเตอร์ที่จะใช้จึงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน Top Runner ในหลักการ ซึ่งมอเตอร์ SF-PR ของเรามีคุณสมบัติตามเกณฑ์

4.4 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	บทนำของข้อกำหนดเพื่อการบังคับใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้รับการส่งเสริมทั่วโลก
IE คืออะไร	IE เป็นตัวย่อของ International Efficiency Standard Level (ระดับมาตรฐานประสิทธิภาพในนานาชาติ) และเป็นข้อกำหนดมาตรฐานนานาชาติในด้านประสิทธิภาพของมอเตอร์ ในเดือนตุลาคม 2551 องค์กร IEC ได้กำหนดมาตรฐานนานาชาติ IEC 60034-30 (ระดับประสิทธิภาพสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกความเร็วเดียว) และในมาตรฐานนั้นมีการกำหนดหลักเกณฑ์ IE
ข้อกำหนดของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทั่วโลก	ประเทศต่างๆ ทั่วโลกเริ่มกำหนดข้อกำหนดสำหรับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงกันมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตาม ประเทศญี่ปุ่นก็ยังช้ากว่ายุโรปและสหรัฐอเมริกาในแง่ของความพยายามใช้ข้อกำหนดดังกล่าวอยู่เล็กน้อย

บทที่ 5 รุ่น Superline แบบพรีเมียม (SF-PR)

บทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับรุ่น Superline แบบพรีเมียม SF-PR ที่สามารถทำงานร่วมกันกับประสิทธิภาพ IE3 แบบพรีเมียม เมื่อใช้ร่วมกับ Inverter FR-A800 มอเตอร์จะทำงานอย่างต่อเนื่องโดยเริ่มจากความเร็วต่ำ

5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่าง SF-PR และ SF-JR

5.2 มอเตอร์ SF-PR เหมาะสำหรับรุ่น FR-F800 ที่สุด

5.3 การประมาณผลการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ SF-PR

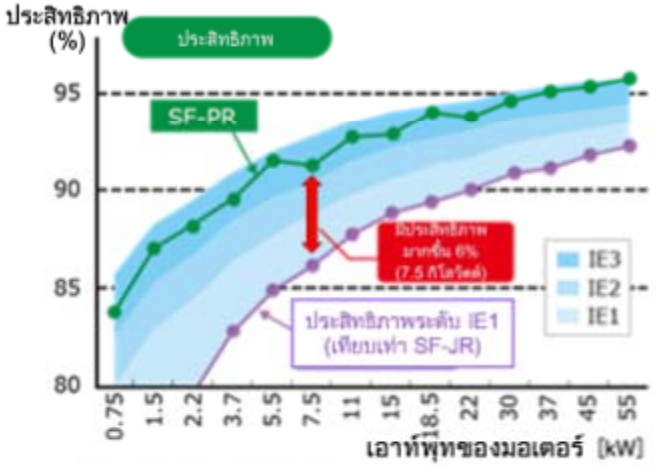
5.4 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ SF-PR

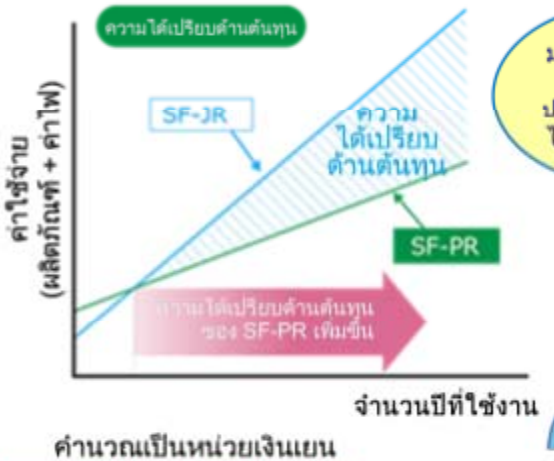
5.5 รายการมอเตอร์ SF-PR

5.6 บทสรุป

5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่าง SF-PR และ SF-JR

มอเตอร์ SF-PR ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน Top Runner Program Standards ของญี่ปุ่น (เทียบเท่า IE3) มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานสูงกว่ามอเตอร์มาตรฐานถึง SF-JR 6% (7.5 กิโลวัตต์)
การทำงานแบบประหยัดพลังงานสามารถลดค่าไฟ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินการได้





คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

จำนวนเงินที่ประหยัดได้ในแต่ละปี (ค่าไฟ)

$$\text{Output (กิโลวัตต์)} \times \left(\frac{100}{\text{ประสิทธิภาพของมอเตอร์ในปัจจุบัน (\%)}} - \frac{100}{\text{ประสิทธิภาพของมอเตอร์ SF-PR (\%)}} \right) \times \text{จำนวนมอเตอร์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน (ชม./วัน)} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน (วัน/ปี)} \times \text{ค่าไฟ (เยน/กิโลวัตต์-ชม.)}$$

[สำหรับมอเตอร์ขนาด 7.5 กิโลวัตต์]

$$7.5\ (\text{กิโลวัตต์}) \times \left(\frac{100}{85.6(\%)\ \boxed{\text{SF-JR}}} - \frac{100}{91.2(\%)\ \boxed{\text{SF-PR}}} \right) \times 1\ (\text{มอเตอร์}) \times 24\ (\text{ชม./วัน}) \times 365\ (\text{วัน/ปี}) \times 16\ (\text{เยน/กิโลวัตต์-ชม.})$$

= 75,406 เยน

เมื่อประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น **6%**
จะสามารถ **ประหยัดค่าไฟ**ได้ประมาณ
75,000 เยน/ปี

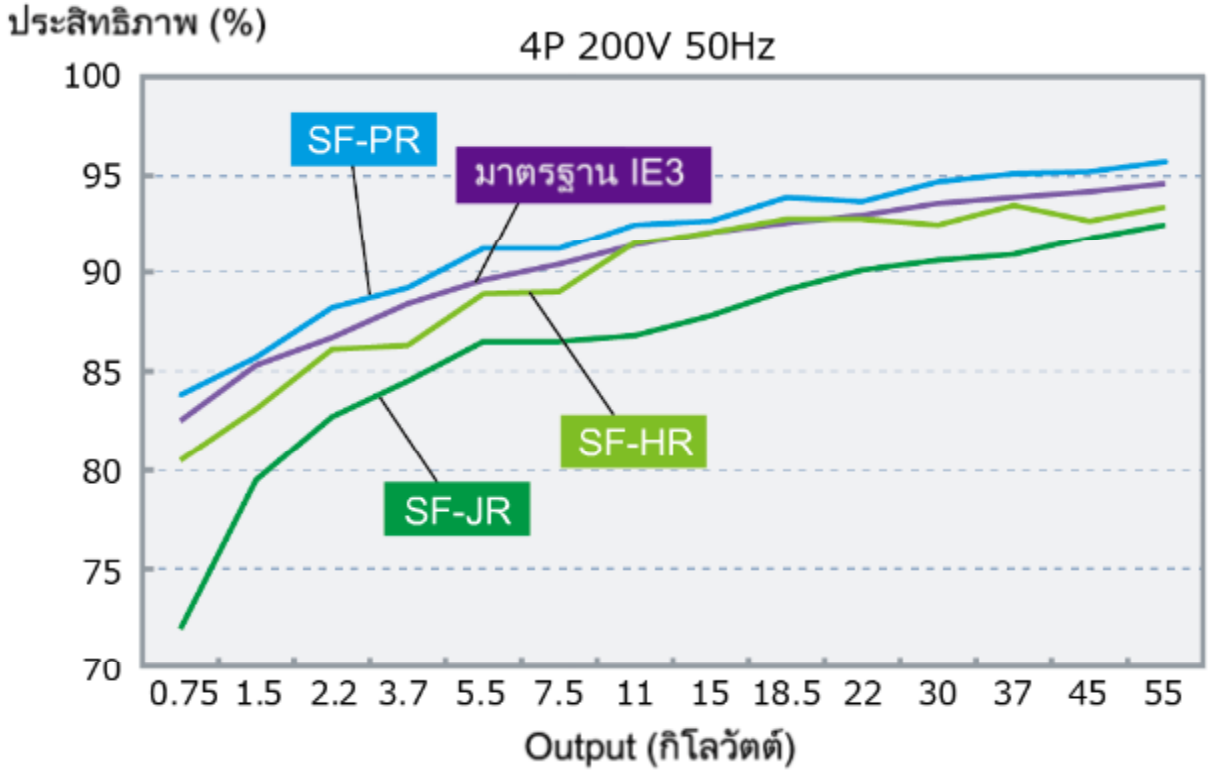
ถ้าใช้มอเตอร์ 100 ตัว
จะสามารถประหยัดได้ประมาณ
7.5 ล้านเยนต่อปี

5.2 มอเตอร์ SF-PR เหมาะสำหรับรุ่น FR-F800 ที่สุด

ถ้าคุณต้องการขับมอเตอร์ SF-PR ด้วย Inverter FR-F800 สิ่งที่คุณต้องทำก็คือตั้งค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ SF-PR (70, 73, 74) ใน Pr.71 Applied motor
เนื่องจากได้ตั้งค่าคงที่ของมอเตอร์ไว้ภายใน Inverter FR-F800 แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องทำการตั้งค่าแบบซับซ้อนอีก
นอกเหนือจากมอเตอร์แบบประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงรุ่นธรรมดาแล้ว ยังสามารถใช้เป็นตัวเลือกสำหรับมอเตอร์แรงบิดคงที่แบบทำงานด้วย Inverter ได้อีกด้วย

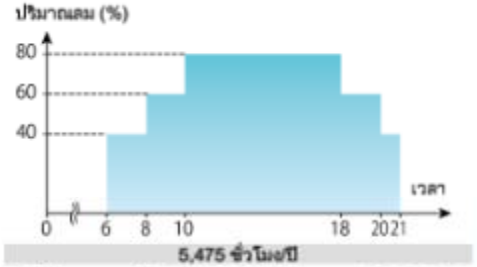
■ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่ดีที่สุด

เนื่องจากได้ตั้งค่าคงตัวของมอเตอร์ไว้ภายใน Inverter FR-F800 แล้ว จึงสามารถทำงานแบบประหยัดพลังงานได้โดยแค่ตั้งค่าพารามิเตอร์เท่านั้น
มอเตอร์ SF-PR ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน Top Runner Program Standards ของญี่ปุ่น (เทียบเท่า IE3) ทำให้สามารถทำงานแบบประหยัดพลังงานและลดค่าไฟ จึงช่วยลดต้นทุนการดำเนินการได้



5.3 การประมาณผลการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ SF-PR

■ ผลกระทบจากการประหยัดพลังงานต่อการออกแบบของเรา
(Inverter + มอเตอร์ทั่วไป (SF-JR) → Inverter + มอเตอร์ทั่วไป (SF-PR)

เงื่อนไข	รูปแบบการทำงาน	ผลของการเปลี่ยนระบบธรรมดาด้วย มอเตอร์ SF-PR ที่ขับด้วย Inverter
[จำนวนเครื่องที่ทำงาน] ● เครื่องระบายอากาศ (เครื่องเป่าลม) 0.75 กิโลวัตต์ × 3 เครื่อง 1.5 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 2.2 กิโลวัตต์ × 3 เครื่อง ● เครื่องปรับอากาศ 15 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 18.5 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 30 กิโลวัตต์ × 2 เครื่อง 	 ● ใช้มอเตอร์ SF-JR ประมาณ 250,000 กิโลวัตต์ ประมาณ 3.44 ล้านเยน ● ใช้มอเตอร์ SF-PR ประมาณ 230,000 กิโลวัตต์ ประมาณ 3.2 ล้านเยน/ปี	● ผลการประหยัดพลังงานประจำปี (ความต่างในด้านปริมาณและต้นทุน) ประมาณ 17,000 กิโลวัตต์ **ประมาณ 240,000 เยน** ● ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ที่ลดได้ในแต่ละปี ประมาณ 17,000 กิโลวัตต์ **9.5 ตัน**

คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

5.4 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ SF-PR

■ เงื่อนไขการใช้งาน ขนาดมอเตอร์: 15 กิโลวัตต์; ปริมาณลม: 70%;
ชั่วโมงการทำงาน: 16 ชั่วโมง/วัน × 250 วัน/ปี = 4,000 ชั่วโมง/ปี

	มอเตอร์มาตรฐานที่ทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง (การควบคุม Damper)	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแบบทำงานด้วย Inverter	หมายเหตุ
ขนาดมอเตอร์	15 กิโลวัตต์		ต้นทุนเบื้องต้นของการควบคุม Damper จะเท่ากับราคามาตรฐานของมอเตอร์มาตรฐาน ต้นทุนเบื้องต้นของการเริ่มใช้มอเตอร์มาตรฐานแบบทำงานด้วย Inverter หรือมอเตอร์ IPM แบบทำงานด้วยEdit Inverter ประกอบด้วยราคามาตรฐานของมอเตอร์ที่จะใช้และต้นทุนการติดตั้ง (มอเตอร์ + Inverter) × 0.5
ชื่อรุ่น Inverter	ไม่ใช้	FR-F840-15K	
ต้นทุนเบื้องต้น	291,000 เยน	1,396,800 เยน	
ปริมาณลม (%)	70 %		
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าประจำปี (กิโลวัตต์)	64,800 กิโลวัตต์	29,400 กิโลวัตต์	
ค่าไฟประจำปี	907,200 เยน	411,600 เยน	14 เยน/กิโลวัตต์
ค่าเปลี่ยนตลับลูกปืน	120,000 เยน	120,000 เยน	ต้นทุนค่าเปลี่ยนอุปกรณ์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสถานการณ์
ระยะเวลาในการเปลี่ยนตลับลูกปืน(*)	5 ปี	5 ปี	
ระยะเวลาในการเปลี่ยน Inverter		10 ปี	
ความต่างของค่าไฟเมื่อเทียบกับ IPM	571,200 เยน	75,600 เยน	ผลของการประหยัดพลังงานประจำปีหลังจากเริ่มใช้มอเตอร์ IPM แบบพรีเมียม (1,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ≒ ปล่อย 0.555 ตันคาร์บอนไดออกไซด์)
ความต่างของการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน) ที่ลดได้เทียบกับ IPM	**22.6 ตัน**	**2.9 ตัน**	
LCC (ใน 1,000 เยน)	14,259	8,153	LCC ในเวลา 15 ปี

(*) อายุการใช้งานจาระบีของตลับลูกปืนเพิ่มมากขึ้น

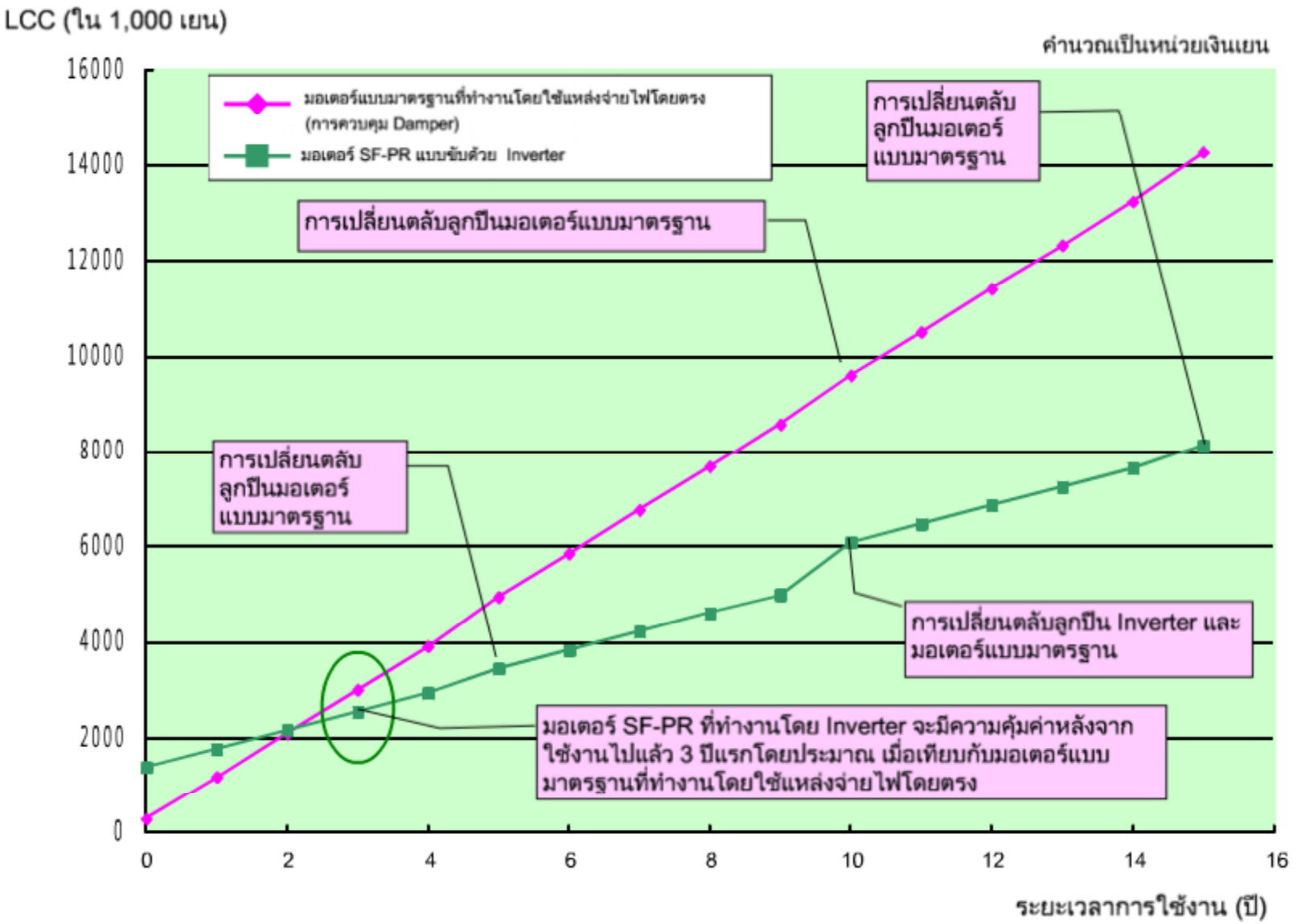
คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

เนื่องจากโรเตอร์แทบจะไม่สร้างความร้อนเลย ตลับลูกปืนจึงมีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานจาระบีของตลับลูกปืน

* อุณหภูมิจะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของตลับลูกปืนอย่างมาก มีการคาดคะเนไว้ว่าเมื่ออุณหภูมิลดลง 10°C จะทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

5.4 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ SF-PR

■ เงื่อนไขการใช้งาน ขนาดมอเตอร์: 15 กิโลวัตต์; ปริมาณลม: 70%;
จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน: 16 ชั่วโมง/วัน × 250 วัน/ปี = 4,000 ชั่วโมง/ปี



5.5 รายการมอเตอร์ SF-PR

ความเข้ากันได้ของขนาดมอเตอร์ที่ถูกติดตั้ง (หมายเลขโครง) ระหว่างรุ่น SF-PR และรุ่น SF-JR
จะทำให้สามารถเปลี่ยนมอเตอร์ได้ง่าย

■ ชื่อรุ่น

S F - PR □ □ □

สัญลักษณ์	โครงสร้าง
S	รุ่น Superline

สัญลักษณ์	โครงสร้างป้องกัน
F	ประเภทปิด

สัญลักษณ์	รุ่น
PR	รุ่น Premium โครงแบบโลหะ

สัญลักษณ์	วิธีติดตั้ง
ไม่ใช้	ชนิดแนวนอนแบบมีขา
V	ชนิดแนวตั้ง
F	ชนิดหน้าแปลน

สัญลักษณ์	การแบ่งประเภท
ไม่ใช้	ในร่ม
O	กลางแจ้ง
P	กันฝุ่นและกันน้ำ

สัญลักษณ์	การแบ่งประเภท
ไม่ใช้	ไม่มีเบรก
P	มีเบรก

■ ขนาดที่มี

ชื่อรุ่น		SF-PR			SF-PRV			SF-PRF		
จำนวนขั้ว		2P	4P	6P	2P	4P	6P	2P	4P	6P
Output [กิโลวัตต์]	0.75	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	1.5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	2.2	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	3.7	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	5.5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	7.5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	11	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	15	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	18.5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	22	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	30	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	37	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	45	●	●	●	●	●	●	●	●	-
	55	●	●	-	●	●	-	-	-	-

5.6 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงานระหว่าง SF-PR และ SF-JR	มอเตอร์ SF-PR ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน Top Runner Program Standards ของญี่ปุ่น (เทียบเท่า IE3) มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานสูงกว่ามอเตอร์มาตรฐานถึง SF-JR 6% (7.5 กิโลวัตต์) การทำงานแบบประหยัดพลังงานสามารถลดค่าไฟ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินการได้
มอเตอร์ SF-PR เหมาะสำหรับรุ่น FR-F800 ที่สุด	เนื่องจากได้ตั้งค่าคงตัวของมอเตอร์ไว้ภายใน Inverter FR-F800 แล้ว จึงสามารถทำงานแบบประหยัดพลังงานได้โดยแค่ตั้งค่าพารามิเตอร์เท่านั้น มอเตอร์ SF-PR ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน Top Runner Program Standards ของญี่ปุ่น (เทียบเท่า IE3) ทำให้สามารถทำงานแบบประหยัดพลังงานและลดค่าไฟ จึงช่วยลดต้นทุนการดำเนินการได้
การประมาณผลการประหยัดพลังงานของ SF-PR	การเปลี่ยนมอเตอร์มาตรฐาน (SF-JR) เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (SF-PR) จะช่วยลดค่าไฟและการปล่อยก๊าซ CO_2
การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ SF-PR	ต้นทุนเบื้องต้นของการเริ่มใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (SF-PR) มีราคาที่สูง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของมอเตอร์และการใช้พลังงานที่ลดลงจะทำให้ทำงานได้อย่างคุ้มค่าเงินมากกว่าหลังจากใช้งานไปแล้ว 2 ปีแรกเมื่อเทียบกับการใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง (การควบคุม Damper)
รายการมอเตอร์ SF-PR	ความเข้ากันได้ของขนาดมอเตอร์ที่ถูกติดตั้ง (หมายเลขโครง) ระหว่างรุ่น SF-PR และรุ่น SF-JR จะทำให้สามารถเปลี่ยนมอเตอร์ได้ง่าย

บทที่ 6 การประหยัดพลังงานด้วย Inverter และมอเตอร์ IPM

บทนี้จะอธิบายถึงการประหยัดพลังงานโดยใช้ Inverter ร่วมกับมอเตอร์ IPM

6.1 มอเตอร์ IPM คืออะไร

6.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ IPM

6.3 มอเตอร์ IPM (MM-EFS และ MM-THE4)

6.4 เหตุใดมอเตอร์ IPM จึงมีประสิทธิภาพมากกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ

6.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดขับมอเตอร์ IPM และชุดขับมอเตอร์มาตรฐาน

6.6 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ IPM

6.7 การประมาณผลการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ IPM

6.8 รายการ MM-EFS และ MM-THE4

6.9 บทสรุป

6.1 มอเตอร์ IPM คืออะไร

■ เกี่ยวกับมอเตอร์ IPM

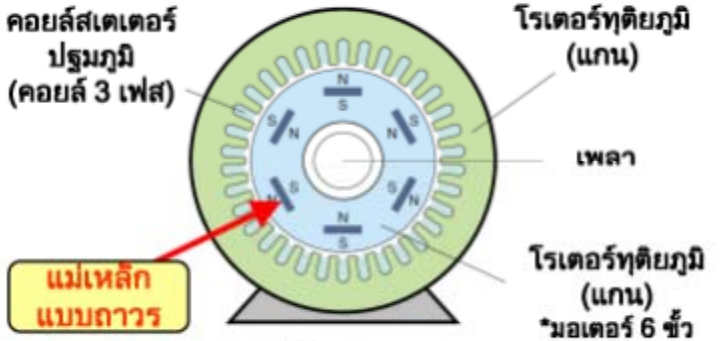
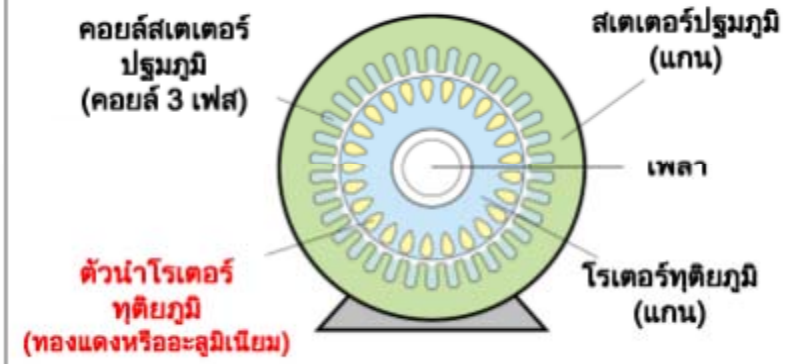
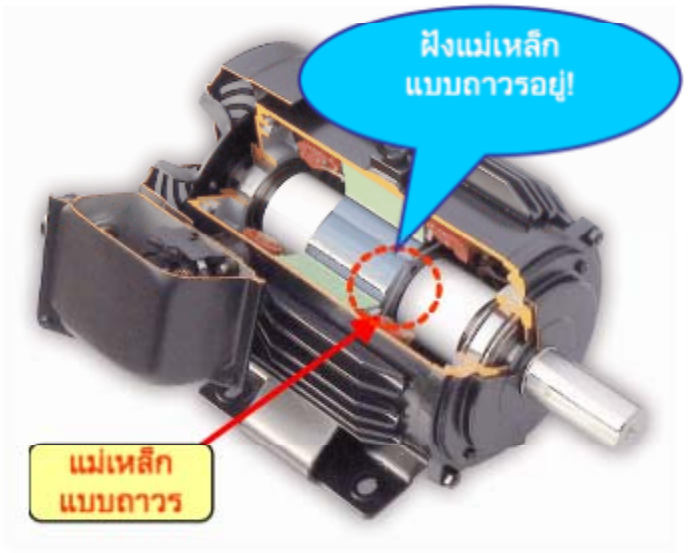
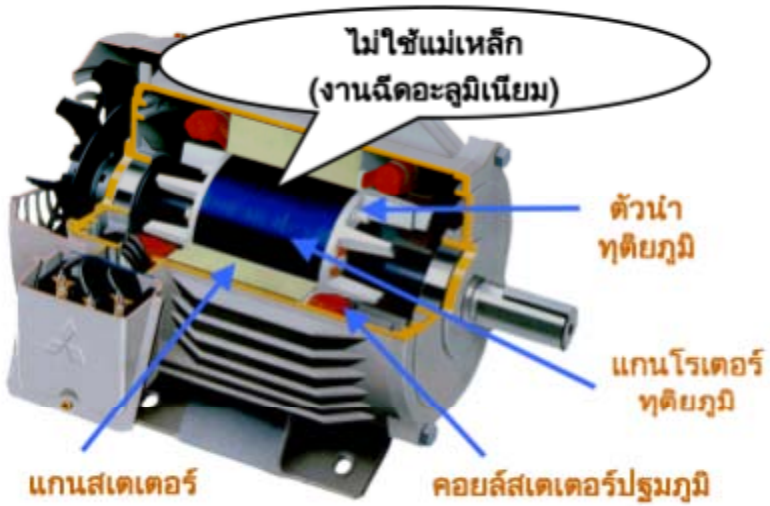
IPM เป็นตัวย่อของคำว่า
Interior Permanent Magnet (แม่เหล็กถาวรภายใน)
มอเตอร์ IPM ที่มีแม่เหล็กถาวรฝังอยู่ในโรเตอร์จะมี
ประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ และตอบสนอง
ความต้องการของลูกค้าในการประหยัดพลังงานได้มากกว่า

มอเตอร์ IPM

■ ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

- มอเตอร์แบบซิงโครนัส
  - ระบบแม่เหล็กถาวร
    - **ชนิดแม่เหล็กที่ฝัง: IPM (IPM: Interior Permanent Magnet)**
    - ชนิดแม่เหล็กแบบถาวรที่ติดภายนอก: SPM (SPM: Surface Permanent Magnet)
- มอเตอร์เหนี่ยวนำ
  - ชนิดกรงกระรอก
  - ชนิดคอยล์

6.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ IPM

	มอเตอร์ IPM (มอเตอร์แบบซิงโครนัส)	มอเตอร์ทั่วไป (มอเตอร์เหนี่ยวนำ)
โครงสร้าง (ภาพตัด)	 *จำนวนขั้วจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดมอเตอร์	
หลักการทำงาน	สนามแม่เหล็กหมุนของสเตเตอร์และสนามของแม่เหล็กที่ฝังอยู่ในโรเตอร์ทำให้เกิดแรงบิดที่จะสร้างแรงหมุนขึ้นมา	เมื่อแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเข้ามาที่สเตเตอร์ สนามแม่เหล็กหมุนจะปรากฏขึ้น และกระแสไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำเข้ามาในตัวนำโรเตอร์ แรงบิดจะถูกสร้างขึ้นระหว่างกระแสไฟฟ้านี้และสนามแม่เหล็กหมุนสร้างแรงหมุนขึ้นมา
แบบจำลองผ่าซีก		

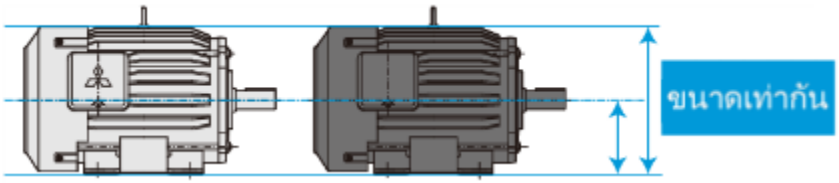
6.3 มอเตอร์ IPM (MM-EFS และ MM-THE4)

■ ใช้ได้กับ Inverter รุ่น FR-F800/F700PJ

มอเตอร์ IPM ของ Mitsubishi (MM-EFS และ MM-THE4) ใช้ได้กับรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ
เนื่องจากรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ รองรับทั้งมอเตอร์ IPM และมอเตอร์มาตรฐาน ตัวเลือกแรกในการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานคือการใช้ Inverter ในการทำงานด้วยมอเตอร์ 3 เฟสแบบมาตรฐาน หลังจากเริ่มใช้ระบบแล้วสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพพลังงานยิ่งขึ้นได้ตามขั้นตอน เช่น การเปลี่ยนมอเตอร์เป็นมอเตอร์ IPM อย่างเดียว

■ หมายเลขโครงทั่วไป (ไม่เกิน 55 กิโลวัตต์) ระหว่างมอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูงระดับ Premium และมอเตอร์เหนี่ยวนำ (4 ขั้ว)

มอเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนใดๆ กับโครงยึดมอเตอร์ของเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำเลย



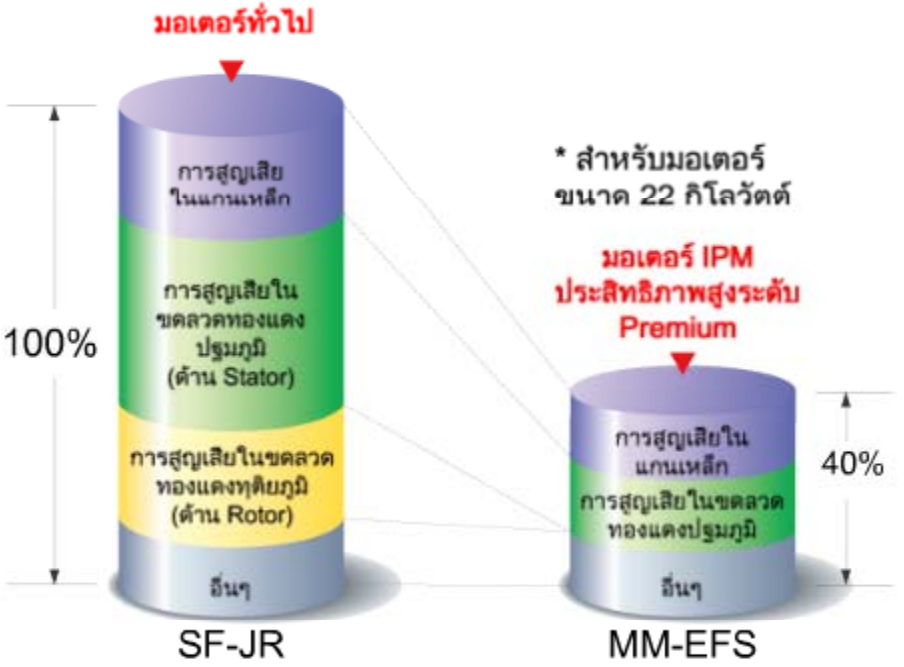
6.4 เหตุใดมอเตอร์ IPM จึงมีประสิทธิภาพมากกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ

เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านด้าน Rotor (ด้านทุติยภูมิ) จึงจะไม่มีการสูญเสียทองแดงทุติยภูมิ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียพลังงาน (Loss)ได้ ⇒ ประสิทธิภาพก็จะดีขึ้น

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\,[\%] = \frac{\text{Output}}{\text{Input} + \text{Loss}} \times 100\,[\%]$$

การเปรียบเทียบความสูญเสียในมอเตอร์

*แผนภูมิต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ความสูญเสียภายในมอเตอร์ (เทียบกับผลิตภัณฑ์จากบริษัทของเรา)

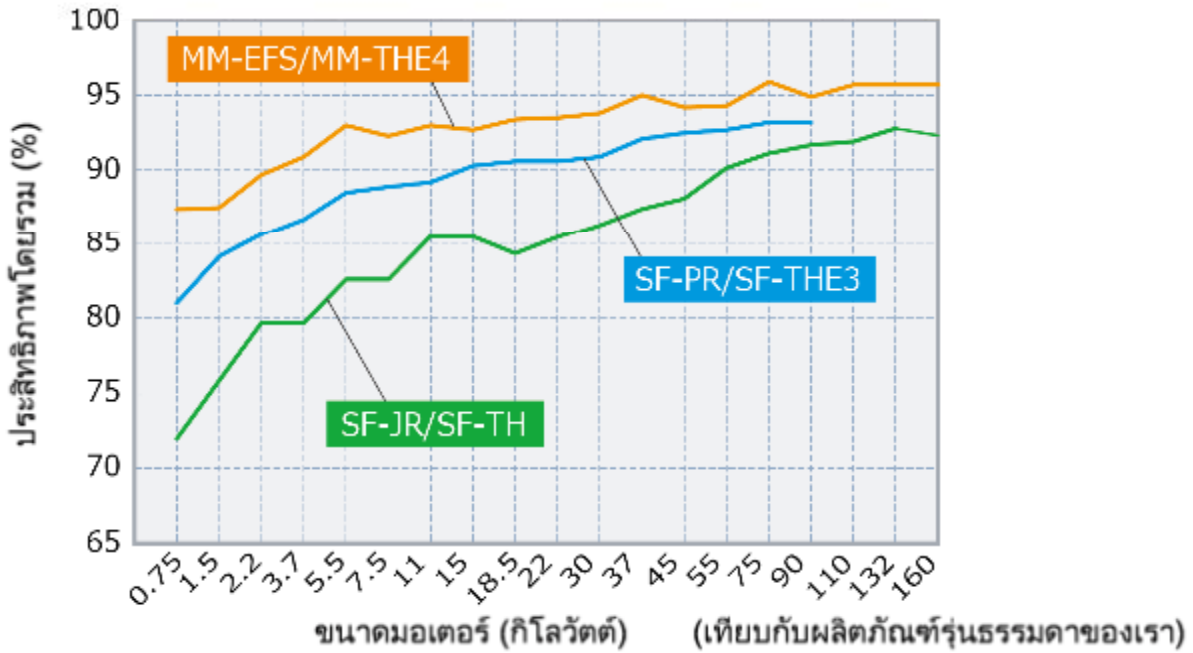


6.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดขับมอเตอร์ IPM และชุดขับมอเตอร์มาตรฐาน

หากมอเตอร์แบบมาตรฐาน (มอเตอร์เหนี่ยวนำ) ทำงานโดยใช้ Inverter ด้วยความเร็วในการหมุนเท่ากับมอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง การสูญเสียพลังงานจะเกิดขึ้นใน Inverter เท่านั้น
ในขณะเดียวกัน เมื่อมอเตอร์ IPM ทำงานโดยใช้ Inverter ด้วยความเร็วเท่ากับมอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง การสูญเสียพลังงานโดยรวมในมอเตอร์ IPM และ Inverter จะน้อยกว่าช่วงที่มอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง (ไม่เกิน 55 กิโลวัตต์)

มอเตอร์ IPM สามารถทำงานในรูปแบบการประหยัดพลังงานได้
แม้ว่าความเร็วในการหมุนจะไม่เปลี่ยนแปลงและยังคงที่

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้มอเตอร์ IPM กับ มอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง



* ประสิทธิภาพ: มอเตอร์ IPM และมอเตอร์แบบมาตรฐานทำงานโดยใช้ Inverter ด้วยความเร็วพิกัด (1800 รอบ/นาที);
ประสิทธิภาพโดยรวมคือผลรวมทั้งหมดของประสิทธิภาพในมอเตอร์และประสิทธิภาพใน Inverter ภายใต้พิกัดของการโหลด
เมื่อใช้มอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรงจะคำนวณประสิทธิภาพในขณะที่มอเตอร์ทำงานด้วย
แหล่งจ่ายไฟโดยตรง (220 โวลต์, 60 เฮิร์ตซ์)

6.6 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ IPM

■ **เงื่อนไขการใช้งาน** **ขนาดมอเตอร์: 15 กิโลวัตต์; ปริมาณลม: 70%;**
ชั่วโมงการทำงาน: 16 ชั่วโมง/วัน × 250 วัน/ปี = 4,000 ชั่วโมง/ปี

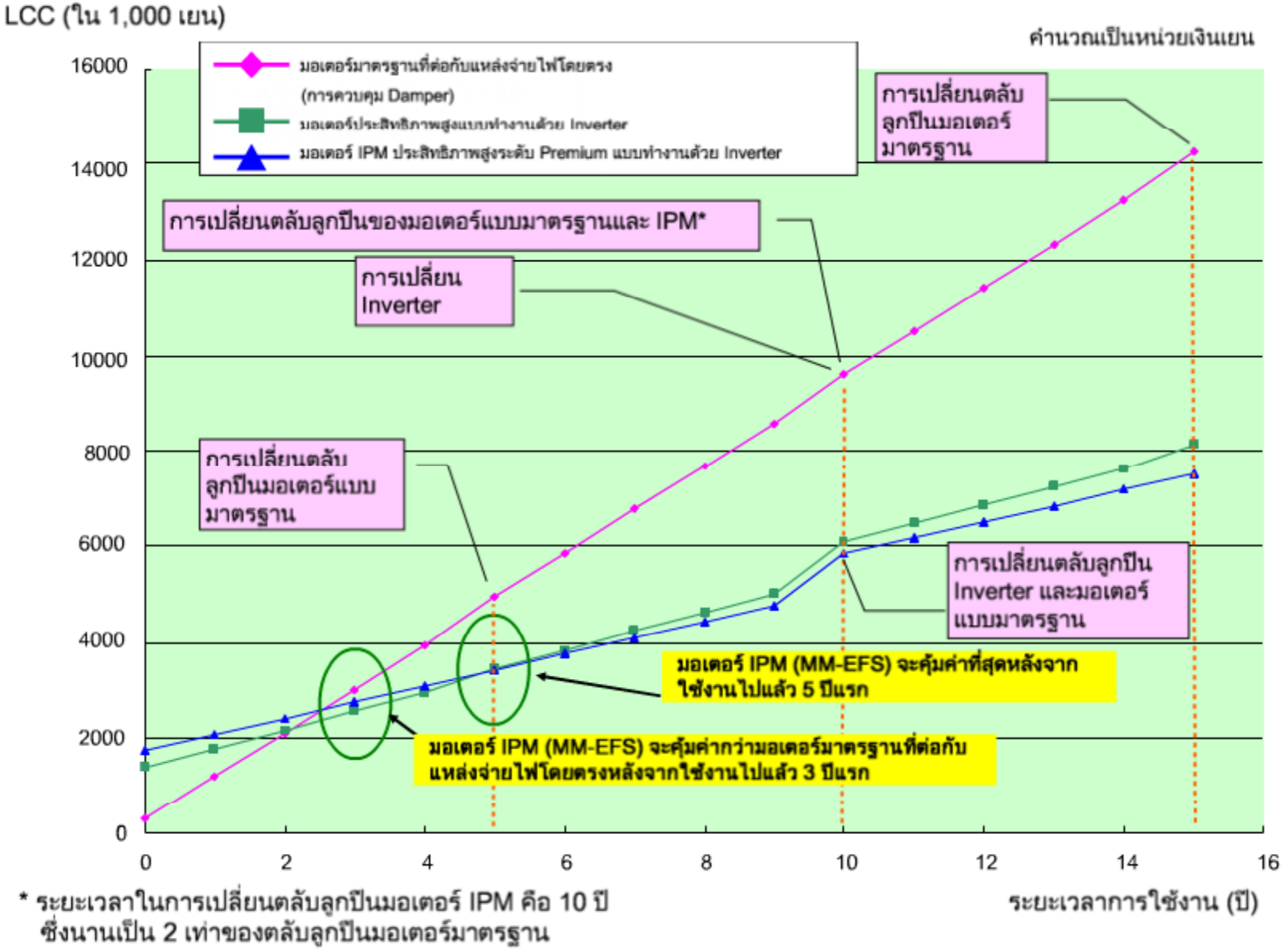
	มอเตอร์มาตรฐานที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง (การควบคุม Damper)	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแบบทำงานด้วย Inverter	มอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูงระดับ Premium แบบทำงานด้วย Inverter (MM-EFS)	หมายเหตุ
ขนาดมอเตอร์	15 กิโลวัตต์			ต้นทุนเบื้องต้นของการควบคุมชุดแผ่นปรับลมจะเท่ากับราคามาตรฐานของมอเตอร์มาตรฐาน ต้นทุนเบื้องต้นของการเริ่มใช้มอเตอร์มาตรฐานแบบทำงานด้วย Inverter หรือมอเตอร์ IPM แบบทำงานด้วย Inverter ประกอบด้วยราคามาตรฐานของมอเตอร์ที่จะใช้และต้นทุนการติดตั้ง (มอเตอร์ + Inverter) × 0.5
ชื่อรุ่น Inverter	ไม่ใช้	FR-F840-15K		
ต้นทุนเบื้องต้น	291,000 เยน	1,396,800 เยน	1,738,800 เยน	
ปริมาณลม (%)	70 %			
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าประจำปี (กิโลวัตต์)	64,800 กิโลวัตต์	29,400 กิโลวัตต์	24,000 กิโลวัตต์	
ค่าไฟประจำปี	907,200 เยน	411,600 เยน	336,000 เยน	14 เยน/กิโลวัตต์
ค่าเปลี่ยนตลับลูกปืน	120,000 เยน	120,000 เยน	150,000 เยน	ต้นทุนค่าเปลี่ยนอุปกรณ์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสถานการณ์
ระยะเวลาในการเปลี่ยนตลับลูกปืน(*)	5 ปี	5 ปี	10 ปี	
ระยะเวลาในการเปลี่ยน		10 ปี	10 ปี	
ความต่างของค่าไฟเมื่อเทียบกับ IPM	571,200 เยน	75,600 เยน		ผลการประหยัดพลังงานประจำปีหลังจากเริ่มใช้มอเตอร์ IPM แบบ Premium (1,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ≒ ปล่อย 0.555 ตันคาร์บอนไดออกไซด์)
ความต่างของการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน) ที่ลดได้เทียบกับ IPM	22.6 ตัน	2.9 ตัน		
LCC (ใน 1,000 เยน)	14,259	8,153	7,511	LCC ในเวลา 15 ปี

คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

(*) อายุการใช้งานจาระบีของตลับลูกปืนเพิ่มมากขึ้น
เนื่องจากโรเตอร์แทบจะไม่สร้างความร้อนเลย ตลับลูกปืนจึงมีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานจาระบีของตลับลูกปืน
* อุณหภูมิจะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของตลับลูกปืนอย่างมาก มีการคาดคะเนไว้ว่าเมื่ออุณหภูมิลดลง 10°C จะทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

6.6 การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ IPM

■ เงื่อนไขการใช้งาน ขนาดมอเตอร์: 15 กิโลวัตต์; ปริมาณลม: 70%;
ชั่วโมงการทำงาน: 16 ชั่วโมง/วัน × 250 วัน/ปี = 4,000 ชั่วโมง/ปี

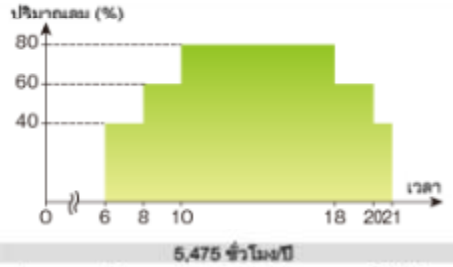


* ระยะเวลาในการเปลี่ยนตลับลูกปืนมอเตอร์ IPM คือ 10 ปี ซึ่งนานเป็น 2 เท่าของตลับลูกปืนมอเตอร์มาตรฐาน

6.7 การประมาณผลการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ IPM

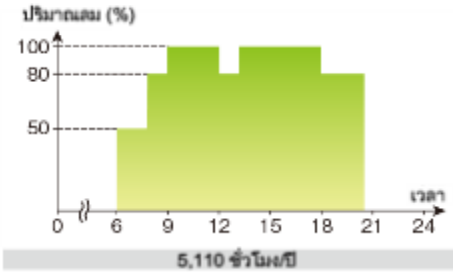
■ ผลกระทบจากการประหยัดพลังงานต่อการออกแบบของเรา

(Inverter + มอเตอร์ทั่วไป (SF-JR) → Inverter + มอเตอร์ IPM (MM-EFS)

เงื่อนไข	รูปแบบการทำงาน	ผลของการเปลี่ยนระบบธรรมดาด้วย มอเตอร์ IPM ที่ขับเคลื่อนด้วย Inverter
[จำนวนเครื่องที่ทำงาน] ●เครื่องระบายอากาศ (เครื่องเป่าลม) 0.75 กิโลวัตต์ × 3 เครื่อง 1.5 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 2.2 กิโลวัตต์ × 3 เครื่อง ●เครื่องปรับอากาศ 15 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 18.5 กิโลวัตต์ × 1 เครื่อง 30 กิโลวัตต์ × 2 เครื่อง 	 5,475 ชั่วโมง/ปี ● ด้วยมอเตอร์มาตรฐาน ประมาณ 250,000 กิโลวัตต์ ประมาณ 3.44 ล้านเยน ● ด้วยมอเตอร์ IPM ประมาณ 220,000 กิโลวัตต์ ประมาณ 3.02 ล้านเยน	● ผลการประหยัดพลังงานประจำปี (ความต่างในด้านปริมาณและต้นทุน) ประมาณ 30,000 กิโลวัตต์ **ประมาณ 420,000 เยน** ●ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ที่ลดได้ในแต่ละปี ประมาณ 30,000 กิโลวัตต์ **16.7 ตัน**

คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

■ เครื่องปรับอากาศสำหรับอาคาร (Inverter + มอเตอร์ทั่วไป (SF-JR) → Inverter + มอเตอร์ IPM (MM-EFS)

เงื่อนไข	รูปแบบการทำงาน	ผลของการเปลี่ยนระบบธรรมดาด้วย มอเตอร์ IPM ที่ขับเคลื่อนด้วย Inverter
[จำนวนเครื่องที่ทำงาน] ●พัดลมสำหรับเครื่องปรับอากาศ 5.5 กิโลวัตต์ × 10 เครื่อง 7.5 กิโลวัตต์ × 10 เครื่อง 3.7 กิโลวัตต์ × 100 เครื่อง 	 5,110 ชั่วโมง/ปี ● ด้วยมอเตอร์ทั่วไป ประมาณ 2.39 ล้านกิโลวัตต์ ประมาณ 33.42 ล้านเยน ● ด้วยมอเตอร์ IPM ประมาณ 2.1 ล้านกิโลวัตต์ ประมาณ 29.43 ล้านเยน	● ผลการประหยัดพลังงานประจำปี (ความต่างในด้านปริมาณและต้นทุน) ประมาณ 280,000 กิโลวัตต์ **ประมาณ 3.99 ล้านเยน** ●ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ที่ลดได้ในแต่ละปี ประมาณ 280,000 กิโลวัตต์ **158 ตัน**

คำนวณเป็นหน่วยเงินเยน

6.8 รายการ MM-EFS และ MM-THE4

มอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูงระดับ Premium

ไม่เกิน 55 กิโลวัตต์ MM-EFS 7 1M 4 □ □

สัญลักษณ์	เอาท์พุท	สัญลักษณ์	เอาท์พุท	สัญลักษณ์	เอาท์พุท
7	0.75 กิโลวัตต์	75	7.5 กิโลวัตต์	30K	30 กิโลวัตต์
15	1.5 กิโลวัตต์	11K	11 กิโลวัตต์	37K	37 กิโลวัตต์
22	2.2 กิโลวัตต์	15K	15 กิโลวัตต์	45K	45 กิโลวัตต์
37	3.7 กิโลวัตต์	18K	18.5 กิโลวัตต์	55K	55 กิโลวัตต์
55	5.5 กิโลวัตต์	22K	22 กิโลวัตต์		

สัญลักษณ์	ความเร็วพิกัด*1
1M	1500 รอบ/นาที

สัญลักษณ์	ระดับแรงดันไฟฟ้า
ไม่ใช้	200 V
4	400 V

สัญลักษณ์	ข้อกำหนดทางเทคนิค*2
ไม่ใช้	มาตรฐาน
Q	ระดับ B

สัญลักษณ์	ข้อกำหนดทางเทคนิค*2
ไม่ใช้	มาตรฐาน
P1	กลางแจ้ง

*1: สามารถทำงานที่ความเร็วพิกัด 1800 รอบ/นาทีได้
*2: ประเภทกลางแจ้งและระดับ B เป็นรุ่นที่มาตรฐาน

75 กิโลวัตต์ขึ้นไป MM-THE4

- มอเตอร์สามารถทำงานที่ความเร็วพิกัด 1500 รอบ/นาทีและ 1800 รอบ/นาทีตามที่ต้องการได้
- สำหรับมอเตอร์แบบเฉพาะทาง เช่น ชนิดกลางแจ้ง ชนิดแกนยาว ชนิดหน้าแปลน ชนิดกันน้ำและกลางแจ้ง และชนิดมีคุณสมบัติป้องกันความเสียหายจากเกลือ กรุณาติดต่อตัวแทนจำหน่ายของคุณ

เอาท์พุทพิกัด (กิโลวัตต์)		0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160
ชื่อรุ่นมอเตอร์		7	15	22	37	55	75	11K	15K	18K	22K	30K	37K	45K	55K	–	–	–	–	–
ระดับ 200 โวลต์	MM-EFS□1M	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	–	–
ระดับ 400 โวลต์	MM-EFS□1M4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	–	–
ระดับ 200 โวลต์	MM-THE4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–
ระดับ 400 โวลต์		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●	●	●	●

■คำเตือน
- มอเตอร์ IPM รุ่น MM-EFS/MM-THE4 ไม่สามารถทำงานได้โดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง
- ความยาวสายไฟทั้งหมดสำหรับมอเตอร์ IPM จะต้องอยู่ที่ไม่เกิน 100 เมตร
- Inverter แต่ละตัวจะสามารถเชื่อมต่อกับมอเตอร์ได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น
- สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยสายพานโดยใช้ MM-EFS ขนาด 11 กิโลวัตต์ขึ้นไป กรุณาติดต่อเรา

● : มี; – : ไม่มี

6.8 รายการ MM-EFS และ MM-THE4

มอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูงระดับ Premium (3000 รอบ/นาที)

ไม่เกิน 15 กิโลวัตต์

MM-EFS 7 3 □

สัญลักษณ์	เอาท์พุท	สัญลักษณ์	เอาท์พุท
7	0.75 กิโลวัตต์	55	5.5 กิโลวัตต์
15	1.5 กิโลวัตต์	75	7.5 กิโลวัตต์
22	2.2 กิโลวัตต์	11K	11 กิโลวัตต์
37	3.7 กิโลวัตต์	15 กิโลวัตต์	15 กิโลวัตต์

สัญลักษณ์	ความเร็วพิกัดในการหมุน
3	3000 รอบ/นาที

สัญลักษณ์	ระดับแรงดันไฟฟ้า
ไม่ใช้	200 V
4	400 V

■คำเตือน
- มอเตอร์ IPM รุ่น MM-EFS ไม่สามารถทำงานได้โดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง
- ความยาวสายไฟทั้งหมดสำหรับมอเตอร์ IPM จะต้องอยู่ที่ไม่เกิน 100 เมตร
- Inverter แต่ละตัวจะสามารถเชื่อมต่อกับมอเตอร์ IPM ได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น
- มอเตอร์ IPM ที่มีขนาด 11 กิโลวัตต์ขึ้นไปต้องใช้การเชื่อมต่อโดยตรง

● : มี; – : ไม่มี

6.9 บทสรุป

ในบทนี้ คุณจะได้เรียนรู้:

ประเด็น

มอเตอร์ IPM คืออะไร	มอเตอร์ IPM คือมอเตอร์แบบซิงโครนัสที่มีโรเตอร์แบบฝังแม่เหล็กถาวร มอเตอร์ IPM สามารถให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นและประหยัดพลังงานเมื่อเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
โครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ IPM	สนามแม่เหล็กหมุนของสเตเตอร์และสนามของแม่เหล็กที่ฝังอยู่ในโรเตอร์ทำให้เกิดแรงบิดที่จะสร้างแรงหมุนขึ้นมา
มอเตอร์ IPM (MM-EFS และ MM-THE4)	มอเตอร์ IPM ของ Mitsubishi (MM-EFS และ MM-THE4) สามารถใช้ได้กับรุ่น FR-F800 และ FR-F700PJ มอเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนการติดตั้ง มอเตอร์กับเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำเลย
เหตุใดมอเตอร์ IPM จึงมีประสิทธิภาพมากกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ	เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านด้านโรเตอร์ (ด้านทุติยภูมิ) จึงจะไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดงด้านทุติยภูมิ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานได้
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ IPM และชุดขับเคลื่อนมอเตอร์มาตรฐาน	ในขณะเดียวกัน เมื่อมอเตอร์ IPM ทำงานโดยใช้ Inverter ด้วยความเร็วในการหมุนเท่ากับขณะทำงานกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง การสูญเสียโดยรวมของมอเตอร์ IPM และ Inverter จะน้อยกว่าช่วงที่มอเตอร์แบบมาตรฐานทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟโดยตรง (ไม่เกิน 55 กิโลวัตต์)
การจำลองต้นทุนรวมตลอดวงจรชีวิต (LCC) ของมอเตอร์ IPM	ต้นทุนเบื้องต้นของการเริ่มใช้มอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูงระดับพรีเมียม (MM-EFS) มีราคาที่สูง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของมอเตอร์และการใช้พลังงานที่ลดลงจะทำให้ทำงานได้อย่างคุ้มค่าเงินที่สุดหลังจากใช้งานไปแล้ว 5 ปีแรก
การประมาณผลการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ IPM	การเปลี่ยนมอเตอร์มาตรฐาน (SF-JR) เป็นมอเตอร์ IPM ประสิทธิภาพสูง (MM-EFS) จะช่วยลดค่าไฟและการปล่อยก๊าซ CO_2
รายการ MM-EFS และ MM-THE4	อธิบายรายการ MM-EFS และ MM-THE4

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล

ในตอนนี้ คุณได้เรียนรู้บทเรียนทั้งหมดของหลักสูตร **การประหยัดพลังงานด้วย Inverter** และคุณพร้อมที่จะทำแบบทดสอบประเมินผลแล้ว
หากคุณยังไม่มั่นใจเกี่ยวกับหัวข้อต่างๆ ที่จะทดสอบ โปรดทบทวนหัวข้อเหล่านั้นใหม่
คำถามในแบบทดสอบประเมินผลนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ (20 รายการ)
คุณสามารถทำแบบทดสอบประเมินผลได้ทุกครั้งที่ต้องการ

วิธีการให้คะแนนการทดสอบ
ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้คลิกปุ่ม **ให้คะแนน** หลังจากเลือกคำตอบแล้ว หากไม่ทำเช่นนั้น คุณจะไม่ได้รับคะแนนจากการทดสอบ (โดยจะถือว่าคุณยังไม่ได้ตอบคำถามนั้น)

ผลคะแนน
จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง จำนวนคำถาม เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ถูกต้อง และผลลัพธ์ที่แสดงว่าผ่าน/ไม่ผ่านจะปรากฏบนหน้าผลคะแนน

คำตอบที่ถูกต้อง: 5

คำถามทั้งหมด: 5

เปอร์เซ็นต์: 100%

คุณต้องตอบคำถามถูกต้องเกินกว่า 60% จึงจะผ่านการทดสอบ

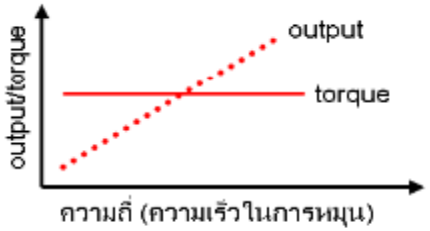
ดำเนินการต่อ | ทบทวน

- คลิกปุ่ม **ดำเนินการต่อ** เพื่อออกจากการทดสอบ
- คลิกปุ่ม **ทบทวน** เพื่อทบทวนการทดสอบ (ตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง)
- คลิกปุ่ม **ลองใหม่** เพื่อทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล 1

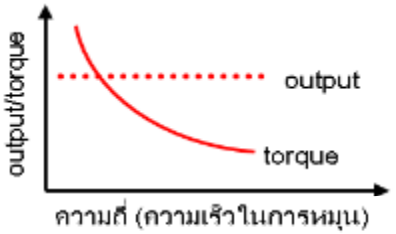
กราฟต่อไปนี้แสดงลักษณะแรงบิดของโหลด เลือกคำตอบที่ถูกต้องสำหรับกราฟแต่ละรูป

--Select-- แรงบิดจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักแม้ว่าความเร็วมอเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลง



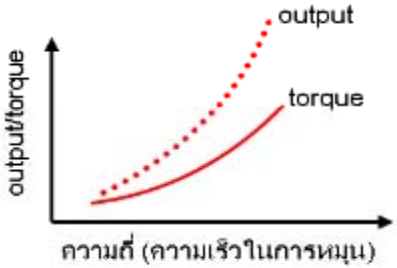
การใช้งานหลัก: สายพาน เครื่องลำเลียง และอื่นๆ

--Select-- เมื่อความเร็วในการหมุนเพิ่มขึ้น แรงบิดจะน้อยลง



การใช้งานหลัก: เครื่องจักร เครื่องม้วน และอื่นๆ

--Select-- เมื่อความเร็วในการหมุนลดลง แรงบิดจะน้อยลง



การใช้งานหลัก: พัดลม เครื่องสูบ เครื่องเป่า และอื่นๆ

ตอบ ย้อนกลับ

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล 2

จงเลือกชนิดแรงบิดของโหลดที่ถูกต้องซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงานได้มากเมื่อใช้ Inverter ในการขับมอเตอร์ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง

- [โหลดแรงบิดคงที่ (Constant-torque load)]
- [โหลดเอาท์พุทต่อเนื่อง (Constant-output load)]
- [โหลดแรงบิดแบบแปรผัน (Variable-torque load)]

ตอบ ย้อนกลับ

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล 3

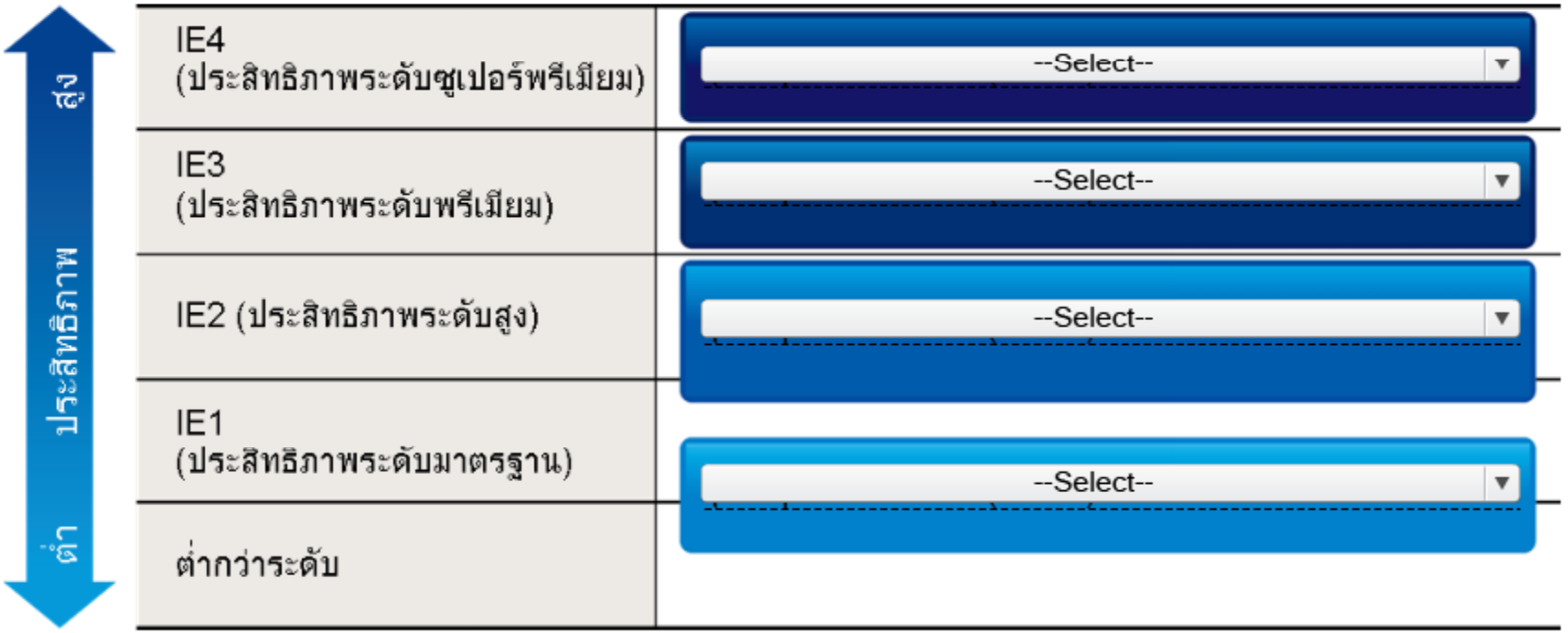
ประโยคต่อไปนี้จะอธิบายถึงการทำงานของระบบขับเคลื่อนความถี่แปรผันในรุ่น FR-F800 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมคำอธิบายให้สมบูรณ์

- --Select-- ที่พัฒนาขึ้นใหม่จะสร้างแรงบิดตอนสตาร์ทได้มากขึ้น พร้อมกับคงประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้เหมือนอยู่ภายใต้การควบคุมของการกระตุ้นไฟฟ้าขึ้นสูงแบบธรรมดา
- ซึ่งรองรับทั้ง --Select-- และ --Select-- โดยมอเตอร์ IPM มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่ามอเตอร์มาตรฐาน ผู้ใช้สามารถใช้สลับกันได้ระหว่างมอเตอร์มาตรฐานกับมอเตอร์ IPM โดยการตั้งค่าเพียงครั้งเดียว
- ฟังก์ชั่น --Select-- ทำให้ Inverter สามารถรองรับได้ทั้งมอเตอร์ทั่วไปและมอเตอร์ PM จากผู้ผลิตรายอื่น ซึ่งจะช่วยเพิ่มขอบเขตในการใช้งาน Inverter เพื่อการประหยัดพลังงาน
- เมื่อใช้ --Select-- จะสามารถปิดสัญญาณอินพุท MC ได้เมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน และเปิดใช้สัญญาณได้ก่อนเปิดใช้งานมอเตอร์ Inverter ช่วยให้สามารถ --Select-- เพื่อลดการใช้พลังงานในโหมดสแตนด์บาย
- อุปกรณ์นี้มีหน้าจอประหยัดพลังงาน ผู้ใช้สามารถตรวจสอบ --Select-- ได้โดยใช้แผงควบคุม ขั้วเอาท์พุทหรือเครือข่าย
- ปริมาณกำลังเอาท์พุทที่วัดโดย Inverter สามารถแสดงข้อมูลแบบเป็นสัญญาณพัลส์ได้ ผู้ใช้สามารถตรวจสอบ
- --Select-- ได้อย่างง่ายดาย
- --Select-- ด้วยโมดูลวัดพลังงานของมิตซูบิชิ

ตอบ ย้อนกลับ

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล 4

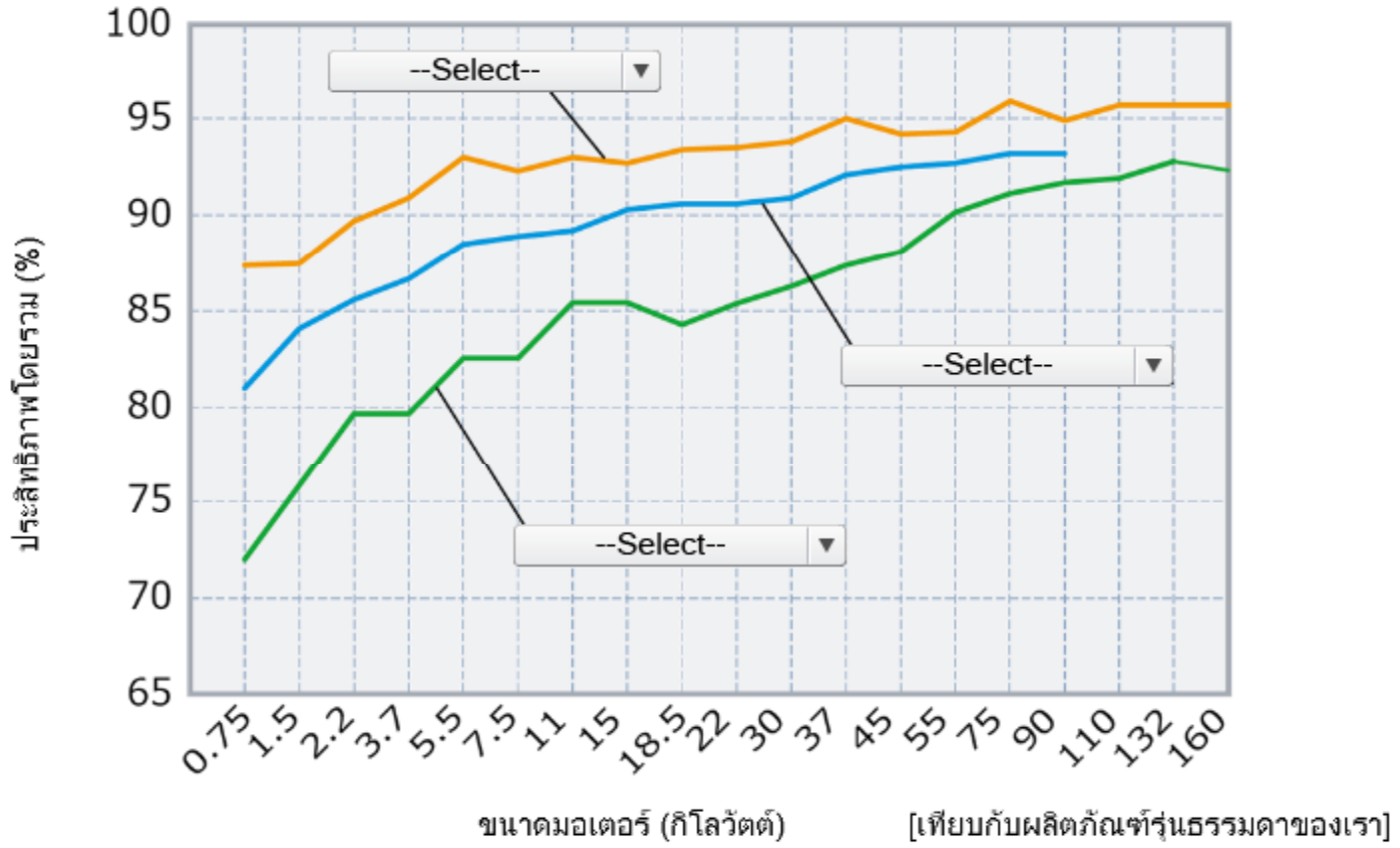
ตารางต่อไปนี้จัดเรียงระดับประสิทธิภาพตามมาตรฐาน IE ตามลำดับจากสูงสุดถึงต่ำสุด จงเลือกชื่อมอเตอร์ที่ถูกต้องในแต่ละระดับ



ตอบ ย้อนกลับ

แบบทดสอบ แบบทดสอบประเมินผล 5

แผนภูมิต่อไปนี้แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมอเตอร์ IPM และมอเตอร์มาตรฐาน (มอเตอร์เหนี่ยวนำ) ที่ทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟเชิงพาณิชย์ จงเลือกชื่อมอเตอร์ที่ถูกต้องและสอดคล้องกับกราฟแต่ละเส้น



ตอบ ย้อนกลับ

แบบทดสอบ คะแนนการทดสอบ

คุณทำแบบทดสอบประเมินผลเสร็จสิ้นแล้ว ผลลัพธ์ของคุณมีดังต่อไปนี้
ในการสิ้นสุดแบบทดสอบประเมินผล ให้ไปยังหน้าถัดไป

คำตอบที่ถูกต้อง: 5

คำถามทั้งหมด: 5

เปอร์เซ็นต์: 100%

ดำเนินการต่อ ทบทวน

ขอแสดงความยินดี คุณผ่านการทดสอบ

คุณผ่านหลักสูตร การประหยัดพลังงานด้วย Inverter แล้ว

ขอขอบคุณสำหรับการเรียนรู้หลักสูตรนี้

เราหวังว่าคุณจะเพลิดเพลินกับบทเรียน และข้อมูลที่คุณได้รับจากหลักสูตรนี้
จะเป็นประโยชน์ในอนาคต

คุณสามารถทบทวนหลักสูตรได้หลายครั้งตามต้องการ

ทบทวน ปิด