สงวนลิขสิทธิ์ © พ.ศ. 2546 ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ โดย พิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์ ห้ามลอกเลียนแบบไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของบทความฉบับนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนเท่านั้น ยกเว้นเพื่อการศึกษาโดยไม่แสวงหากำไร (Copyright © 2003)

บริษัท ไทนามิก จำกัด
Tinamics Co., Ltd.

การทดสอบมอเตอร์

ตอน Routine Test

Induction Motor Testing

ตอน Routine Test

เมื่อต้นปี 2003 นี้ บริษัท ซีเมนส์ เอจี กลุ่ม ออโตเมชั่น แอนด์ ไดร์ฟ แผนก Large Drives ประเทศเยอรมันนี ได้รวมเอาห้องทดสอบต่างๆ มารวมไว้ที่ศูนย์เดียวกัน ด้วยขนาดพื้นที่ 4000 ตารางเมตรของศูนย์ทดสอบเครื่องจักรกล ทำให้สามารถทดสอบ ได้ทั้งมอเตอร์และ ไดร์ฟ รวมไปถึง ชุดขับเคลื่อนรถรางไฟฟ้า จนกระทั่งถึงชุดขับเคลื่อนรถรางไฟฟ้าความเร็วสูง (ชุดขับเคลื่นรถไฟฟ้า BTS และรถไฟฟ้าใต้ดินกรุงเทพมหานคร ที่จะเปิดใช้เร็วๆ นี้ ก็ได้ผ่านการทดสอบจากศูนย์ทดสอบแห่งนี้)

ศูนย์ทดสอบแห่งนี้ สามารถทดสอบเครื่องจักรกลหมุนได้ตามมาตรฐานที่สำคัญต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น IEC, VDE, DIN หรือมาตรฐานอื่นๆ รวมทั้งสามารถทำการปรับสภาพแวดล้อมในการทดสอบอุปกรณ์เสมือนจริงได้เช่น ที่อุณหภูมิแวดล้อมการทดสอบสูงถึง 85^{O}C หรือ ที่อุณหภูมิแวดล้อมติดลบได้ถึง -55^{O}C และด้วยความสามารถของศูนย์ทดสอบเครื่องจักรกลนี้ เมื่อนำเครื่องจักรที่ได้ผ่านการทดสอบ ไปติดตั้ง Commissioning และนำออกไปใช้งานจริง จะสามารถช่วยลดเวลาในการติดตั้ง และลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับโครงการต่างๆได้

ในการทดสอบระบบขับเคลื่อนรถรางไฟฟ้า สามารถทดสอบเครื่องจักรกลได้ถึงขนาด 1600 kW ต่อตัวด้วยความเร็วรอบทดสอบสูงสุดถึง 4200 รอบต่อนาที ยกตัวอย่าง รถรางแม่เหล็กไฟฟ้าความเร็วสูงหัวจรวด *ICE* ของประเทศเยอรมันนี ที่หมุนด้วยความเร็วรอบถึง 6000 รอบต่อนาที นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ถึง 30 kV

สำหรับการทดสอบเครื่องจักรกล ในงานอุตสาหกรรม ศูนย์ทดสอบแห่งนี้สามารถสร้างโหลดเสมือน (Simulate) ได้เสมือนจริง เช่นลักษณะโหลด คอมเพรสเซอร์ โหลดระบบสายพานลำเลียง (Conveyor) พัดลม หรือปั๊มน้ำ ทำให้ผลการทดสอบสามารถทำได้เสมือนจริงมากที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม ด้วยเครื่องจักรทดสอบขนาดใหญ่ถึง 5 MW สามารถทดสอบความเร็วรอบได้สูงสุดถึง 4200 รอบต่อนาที ทั้งแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรง และระบบไฟฟ้ากระแสสลับสามารถทดสอบได้สูงสุดถึง 13.8 กิโลโวลท์ ทั้งที่ความถี่ 50 Hz และ 60 Hz ซึ่งนับเป็นศูนย์ทดสอบมอเตอร์ที่ใหญ่ และทันสมัยที่สุดในโลก ทั้งนี้สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ Web site *http://www.siemens.com/ad-picture/529 หรือ http://www.siemens.de/largedrives*

จาก*รูปที่ 1* แสดงบรรยากาศภายนอกของศูนย์ทดสอบที่ใหญ่ และทันสมัยที่สุดในโลก และภาพภายในศูนย์ทดสอบ ในขณะที่ผู้เขียนได้มีโอกาสไปทำการทดสอบมอเตอร์แรงดันไฟฟ้าสูง 3300 โวลท์ ขนาดกำลัง 900 กิโลวัตต์ แบบ 10 ขั้ว ที่ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที พร้อมทั้งทดสอบชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์แรงดันไฟฟ้า 3300 V แบบ 12 pulse rectifier, Voltage source 3 Level systems

รูปที่ 1 แสดงภายนอก และภายในศูนย์ทดสอบมอเตอร์ ของซีเมนส์ประเทศเยอรมัน

ในการไปทดสอบครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบมอเตอร์ตามมาตรฐาน IEC โดยเป็นการทดสอบต่อหน้าพยาน ทั้งการทดสอบแบบประจำที่ต้องกระทำกันทุกตัวตามขบวนการผลิตอยู่แล้วตามมาตรฐานการผลิต ISO และ การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test) ในบางหัวข้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบขับโหลดเสมือนจริง (Heat run test) ที่พิกัดยาวนานกว่า ครึ่งวัน และการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลทั้งมอเตอร์ และชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์

ในการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ จะเป็นการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 34-1 และ IEC 34-2 ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีคุณภาพสูง และเนื่องจากประเทศไทยมีมาตรฐาน มอก. 866-2532 และ มอก. 867-2532 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับมาตรฐาน IEC มาก โดยมีกลุ่มของการทดสอบ 3 แบบ คือ การทดสอบแบบประจำ (Routine test) การทดสอบเฉพาะแบบ (Type test) และ การทดสอบรับรองพิเศษเฉพาะแบบ (Special type test) โดยมีรายการทั้งหมดตามมาตรฐานการทดสอบดังต่อไปนี้

A การทดสอบแบบประจำ (Routine test)

การทดสอบแบบประจำของมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้าแบบกรงกระรอก (**S**quirrel **C**age **I**nduction motor, **SCI**) หรือแบบสลิปริงมอเตอร์ (Wound rotor or Slipring rotor) ปกติจะทำทุกตัวตามขบวนการผลิตอยู่แล้ว การทดสอบแบบประจำจะทำเพื่อให้แน่ใจได้ว่า มอเตอร์อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ไม่มีการชำรุดเสียหายทั้งทางไฟฟ้าและทางกล ซึ่งรายการทดสอบประจำต่อไปนี้อาจจะใช้ทำการทดสอบมอเตอร์ทุกรายการหรือทำการทดสอบบางรายการนั้นขึ้นกับขนาดของมอเตอร์

การทดสอบแบบประจำ (Routine test)	ชนิดของมอเตอร์	
	SCI	Slip ring
A1. ความต้านทานของขดลวดสเตเตอร์ (Resistance of stator winding)	✓	✓
A2. ความต้านทานของขดลวดโรเตอร์ (Resistance of Rotor winding)		✓
A3. การวัดความต้านทานของฉนวนสเตเตอร์ (Insulation resistance test of the stator)	✓	✓
A4. การวัดความต้านทานของฉนวนโรเตอร์ (Insulation resistance test of the rotor)		✓
A5. การทดสอบขณะเดินเครื่องไม่มีโหลด (No-Load test)	✓	✓
A6. การทดสอบตรึงโรเตอร์ (Short circuit or Lock Rotor test)	✓	✓
A7. ทิศทางการหมุนและลำดับเฟส (Phase sequence and direction)	✓	✓
A8. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดสเตเตอร์ (Stator winding voltage test)	✓	✓
A9. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดโรเตอร์ (Rotor winding voltage test)		✓
A10. วัดความสั่นสะเทือนจากการทำงาน (Vibration test, ISO 3945 ,VDI 2056)	✓	✓
A11. การตรวจสอบอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ติดกับมอเตอร์ (Functional check of the accessories)	✓	✓
A12. การตรวจสอบแรงดันโรเตอร์เมื่อตรึงโรเตอร์ (Locked-rotor standstill voltage)		✓

B การทดสอบเฉพาะแบบ (Type test)

การทดสอบเฉพาะแบบของมอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัสดุ, ฝีมือ, ความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในขบวนการผลิต และส่วนประกอบที่ใช้ โดยใช้การสุ่มจากมอเตอร์ที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบประจำมาแล้ว โดยส่วนใหญ่จะทำการทดสอบเพียงตัวเดียวหากในการผลิตในครั้งเดียวกันมีลักษณะเหมือนๆ กัน โดยรายการทดสอบเฉพาะแบบมีรายการดังต่อไปนี้

การทดสอบเฉพาะแบบ (Type test)	ชนิดของมอเตอร์	
	SCI	Slip ring
B1. การทดสอบอุณหภูมิโหลดตามพิกัด (Heat run test)	✓	✓
B2. การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่เพลา (Checking the shaft voltages)	✓	✓
B3. ทดสอบคุณสมบัติการอิ่มตัวในภาวะที่ไม่มีโหลด (Plotting the no-load characteristic and measuring the iron and friction losses)	✓	✓
B4. ทดสอบคุณสมบัติการอิ่มตัวในภาวะที่ตรึงโรเตอร์ (Lock rotor) (Plotting the short-circuit characteristic and measuring the short-circuit losses)	✓	✓
B5. ทดสอบคุณสมบัติของโหลด (Plotting the load characteristic)	✓	✓

B6. การหาค่า หรือการวัดประสิทธิภาพ (Test or Calculating the efficiency)	✓	✓
B7. สำหรับมอเตอร์กันระเบิด : วัดระยะเวลาการเริ่มหมุน For Eex e: Measuring the tE time	✓	✓
B8. สำหรับมอเตอร์กันระเบิด : ตรวจสอบระบบอัดอากาศเพื่อกันระเบิด For Eex p: Measuring the pressure distribution	✓	✓

C. การทดสอบรับรองพิเศษเฉพาะตามแบบ (Special type test)

การทดสอบรับรองพิเศษเฉพาะตามแบบ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำมีเพื่อตรวจสอบว่า การออกแบบเป็นไปตามาตรฐานหรือไม่ โดยจำนวนทดสอบให้ตกลงกับผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งรับรองพิเศษเฉพาะตามแบบมีดังนี้

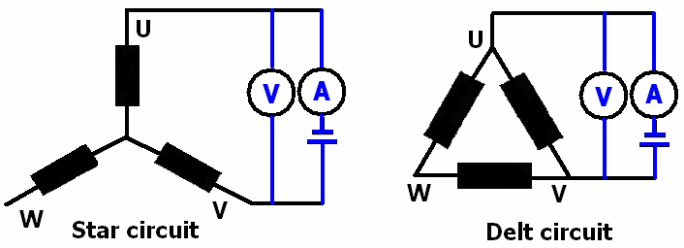
การทดสอบรับรองพิเศษเฉพาะแบบ (Special Type test)	SCI	Slipring
C1. การทดสอบขดลวดสเตเตอร์ Loss-tangent (loss factor)	✓	✓
C2. วัดระดับเสียง (Noise measurement)	✓	✓
C3. ตรวจวัดปริมาณไหลของลมระบายความร้อน (Measuring the cooling air flow)	✓	✓
C4. ตรวจวัดคุณสมบัติ กระแส และแรงบิดเมื่อความเร็วรอบเกินโดยใช้ cradle dynamometer	✓	✓
C5. คำนวณหาค่าแรงเฉื่อยของทุ่นโรเตอร์ (Determine the moment of inertia using deceleration)	✓	✓
C6. ทดสอบความเร็วรอบหมุนเกินพิกัด (Over speed test)	✓	✓
C7. ทดสอบฉนวนโดยการจุ่มน้ำ (wet test) ตามมาตรฐานNEMA MG1-20.49.1	✓	✓
C8. ตรวจสอบกราฟเริ่มหมุน (Checking the starting torque)	✓	

A1, A2. ความต้านทานของขดลวดสเตเตอร์ (Resistance of stator winding)

การทดสอบนี้จะทำการวัดค่าความต้านทานที่ขั้วมอเตอร์ ที่อุณหภูมิแวดล้อมปกติในห้องทดลอง โดยจะปล่อยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ขดลวดจนกระทั่งกระแสที่เข้าสู่มอเตอร์คงที่ และทำการวัดอุณหภูมิเมื่อกระแสที่ปล่อยเข้าคงที่ ค่าความต้านทานสามารถคำนวณได้จากค่าแรงดันและค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ หลังจากนั้นก็ทำการวัดซ้ำแบบเดิมโดยเปลี่ยนไปวัดที่ขั้วอื่นๆจนครบ ค่าที่วัดได้ในแต่ละเฟสจะต้องมีค่าผิดพลาดกันไม่เกิน 3% จากค่าที่วัดได้จะต้องถูกคำนวณปรับค่าให้ถูกต้องเป็นค่าที่อุณหภูมิมาตรฐานที่ 20^{O} C เพื่อสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่มาตรฐานที่กำหนดไว้โดยใช้สมการด้านล่างนี้

$$R_{20} = \frac{R_{measured} * (K + 20)}{K + T_{measured}}$$

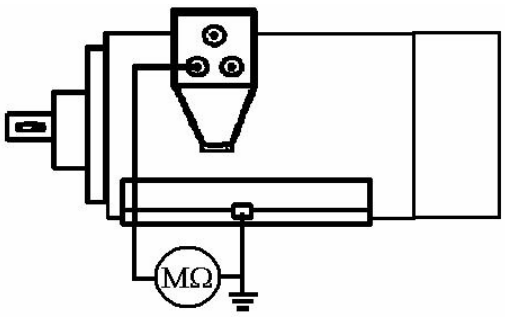
เมื่อ R_{20} เป็นความต้านทานของขดลวด (โอห์ม) ที่ถูกทำให้ถูกต้องที่อุณหภูมิ 20^{O} C
$R_{measured}$ เป็นความต้านทานของขดลวด (โอห์ม) ที่วัดได้ที่อุณหภูมิแวดล้อม $t_{measured}$
K เป็นค่าคงที่ของเนื้อโลหะ (ทองแดงมีค่า 234.5 ; อลูมิเนียมมีค่า 225)
$T_{measured}$ เป็นอุณหภูมิของขดลวดขณะที่วัดความต้านทาน (^{O}C)



จากรูปค่าความต้านทานแต่ละขด U_1-U_2, V_1-V_2, W_1-W_2 สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

R_{phase} = 1/2 * $R_{phase\text{-}to\text{-}phase}$ สำหรับขดลวดสเตเตอร์ที่ต่อแบบ Y หรือแบบ Star
R_{phase} = 3/2 * $R_{phase\text{-}to\text{-}phase}$ สำหรับขดลวดสเตเตอร์ที่ต่อแบบ Δ หรือแบบ Delta

A3, A4. การวัดความต้านทานของฉนวน (Insulation resistance test)



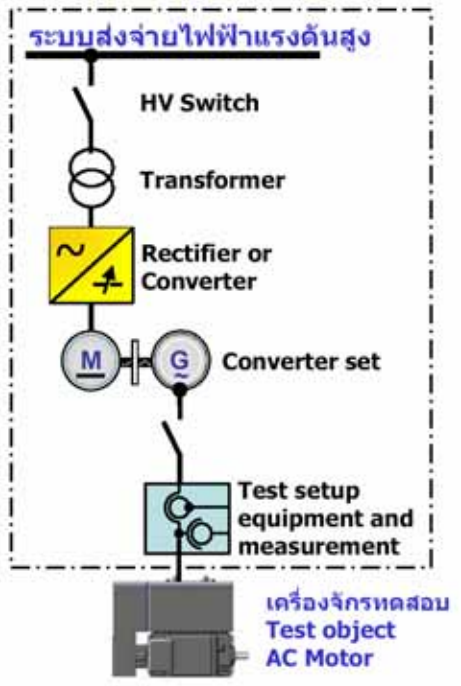
การทดสอบความต้านทานของฉนวนนี้ จะกระทำกับมอเตอร์ทุกตัวที่โรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน IEC เป็นการทดสอบแบบประจำ (Routine test) การวัดนี้จะกระทำทั้งก่อนและระหว่างการใช้งานมอเตอร์ ซึ่งจะเป็นตัวชี้คุณภาพของฉนวนและความเสื่อมคุณภาพของฉนวน ค่าความต้านทานของฉนวนเปรียบเสมือนเครื่องวัดการบำรุงรักษาในระยะยาว ในการทดสอบให้นำสายตัวนำที่ต่อเชื่อมเข้าขั้วของมอเตอร์ปลดออก ซึ่งสายตัวนำต่างๆ จะถูกต่อเข้าด้วยกัน และวัดค่าความเป็นฉนวนระหว่างขดลวดกับโครงมอเตอร์หรือกราว์ด โดยวัดแค่เพียงชุดเดียวก็สามารถใช้แทนค่าของขดลวดทั้งหมดได้

การทดสอบความต้านทานของฉนวนจะต้องทำก่อนที่จะมีการจ่ายไฟฟ้า หรือเริ่มหมุน โดยปกติค่าความต้านทานจะทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้า 1000 V ที่อุณหภูมิแวดล้อม 20^{O}C ตามค่ามาตรฐานความชื้นจะต้องมีผลไม่ต่ำกว่าค่าดังต่อไปนี้

สำหรับขดลวดใช้กับแรงดันไฟฟ้า	Un < 2kV	10 MΩ
	Un > 2kV	100 MΩ
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิต่างๆ		500 MΩ
ชุดขดลวดความร้อน (Space Heaters)		1 MΩ
อุปกรณ์อื่นๆ		100 MΩ
ค่าความเป็นฉนวนของแหวนรองลื่น		1 MΩ (100 V test voltage)

ค่าความต้านทานของฉนวนอาจจะมีค่าต่ำกว่านี้ได้ ถ้าความชื้นมีค่ามากกว่ามาตรฐาน หรืออุณหภูมิสูงกว่ามาตรฐาน

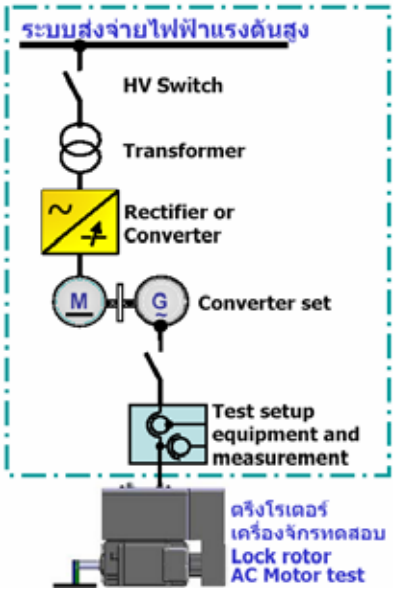
A5. การทดสอบขณะเดินเครื่องไม่มีโหลด (No-Load test)



การทดสอบเดินเครื่องในขณะที่เครื่องจักรกลไม่ได้ต่อ โหลด หรือไม่ได้ทดสอบขับโหลด เป็นการขับมอเตอร์ตัวเปล่า การทดสอบนี้เป็นวิธีการตรวจสอบทางกายภาพ และการออกแบบทั้งทางไฟฟ้า และเครื่องกลได้ดี ในขณะที่ทำการการทดสอบขณะเดินเครื่องยังสามารถทำการตรวจสอบค่าความสูญเสียในแกนเหล็ก และค่าสูญเสียทางกลโดยตรงได้ รวมไปจนถึงสามารถตรวจสอบช่องว่างระหว่างอากาศได้ (Air gap are checked)

ค่าต่างๆที่ได้จากการวัด จะทำการทดสอบหลังจากอุณหภูมิคงที่ และค่าต่างๆที่จะวัดมีค่าคงที่จึงจะทำการบันทึก สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันสูงจะต้องหมุนไม่น้อยกว่า 30 นาทีจึงจะสามารถบันทึกค่าได้ ค่ากระแสไม่มีโหลด และค่าสูญเสียต่างๆ ให้วัดที่แรงดัน และความถี่พิกัด หลังจากนั้นให้นำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากการออกแบบ เพื่อประเมินผลค่าความคลาดผิดพลาด

A6. การทดสอบตรึงโรเตอร์ (Short circuit or Lock Rotor test)

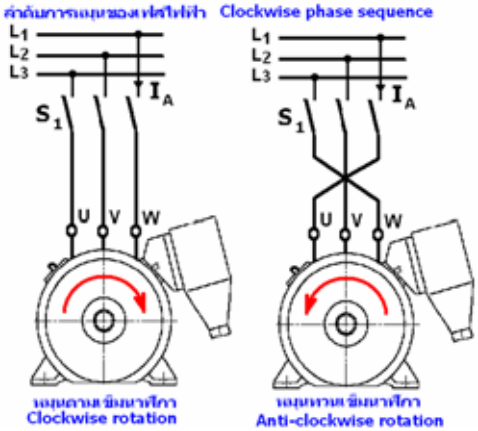


การทดสอบตรึงโรเตอร์ หรือ ล๊อกโรเตอร์ หรือบางครั้งก็เรียกว่า Short circuit test การทดสอบนี้เป็นการทดสอบถึงการออกแบบของโรเตอร์ รวมไปถึงขดลวดภายในตัวโรเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่ส่งถ่ายมาจากขดลวดสเตเตอร์ โดยการตรวจสอบค่าความแตกต่างของกระแสทั้งสามเฟส และสนามแม่เหล็กสมมาตรกันหรือไม่

การทดสอบนี้จะทำการล๊อกโรเตอร์โดยทางกลไม่ให้หมุนได้ ที่แกนเพลามอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ชนิดสลิปริง หรือ วาวส์โรเตอร์จะต้องทำการลัดวงจรที่ขดลวดโรเตอร์เสียก่อน ก่อนที่จะทำการตรวจสอบวัดค่า

การทดสอบจะโดยการเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ที่พิกัดความถี่ของมอเตอร์ที่ต้องการทดสอบ จนกระทั่งกระแสไหลมีค่าเท่ากับพิกัดกระแสตามที่ออกแบบไว้ หลังจากนั้นจึงทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากำลังสูญเสียที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นให้นำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากกการออกแบบ เพื่อประเมินผลค่าความคลาดผิดพลาด

A7. ทิศทางการหมุนและลำดับเฟส (Phase sequence and direction)



ลำดับเฟสของระบบจ่ายไฟฟ้าจะถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน L1, L2, L3 เมื่อจ่ายเข้าสู่มอเตอร์ ที่ขั้วต่อสาย U V W ทิศทางของมอเตอร์ ให้เป็นไปดังต่อไปนี้

เมื่อจ่ายไฟฟ้า L1, L2, L3 ต่อเข้ากับขั้วมอเตอร์ U V W ตามลำดับ แล้วทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านเพลาขับ หรือ clockwise rotation

เมื่อจ่ายไฟฟ้า L1, L2, L3 ต่อเข้ากับขั้วมอเตอร์ W V U ตามลำดับ แล้วทำให้มอเตอร์หมุนทวนตามเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านเพลาขับ หรือ Anti-Clockwise

A8, A9. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดสเตเตอร์ และ โรเตอร์ (Stator and Rotor winding voltage test)

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบค่าความเป็นฉนวนของขดลวด ระหว่างขดลวดเฟสกับเฟส และ ระหว่างกราว์ด รวมทั้ง อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ เช่น RTD หรือ PT100 โดยใช้แรงดันที่ทดสอบดังตารางต่อไปนี้

เครื่องจักรกลที่ทดสอบ	แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบ (V_{rms})
ขดลวดสเตเตอร์ เมื่อมอเตอร์มีขนาด 1 kW ≤ 10000 kW	2 * Un + 1000 V, ต่ำที่สุด 1500 V_{rms}
ขดลวดสเตเตอร์ เมื่อมอเตอร์มีขนาด > 10000 kW	2 * Un + 1000 V
ขดลวดทุติยภูมิ หรือที่โรเตอร์ เมื่อไม่มีการกลับทิศทางการหมุน เมื่อต้องการกลับทิศทางการหมุน	 2 * U_{Rotor} + 1000 V 4 * U_{Rotor} + 1000 V

เมื่อ U_{Rotor} หมายถึงแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดทุติยภูมิ หรือที่โรเตอร์

แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบระหว่างขดลวด หรือระหว่างกราว์ด สำหรับมอเตอร์ ถ้าหากเป็นไปได้ควรจะแยกวัด ในแต่ละเฟส โดยใช้เวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 นาที

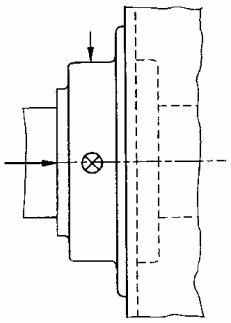
สำหรับเครื่องจักรที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 660 โวลท์ และมีกำลังไม่เกิน 220 kW ในระยะเวลาที่ทำการทดสอบ 1 นาที่ สามารถจะทำการทดสอบของเฟสอื่นๆ ได้ใหม่ภายในระยะเวลา 5 วินาที

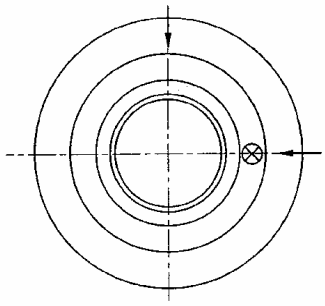
ในระหว่างการทดสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่เครื่องจักรจะต้องถูกวัด และบันทึกค่าของกระแส เพื่อใช้คำนวณ และเปรียบเทียบกับค่าความเป็นฉนวนพังทลาย (Insulation breakdown)

ยกตัวอย่างมอเตอร์ที่ทำการทดสอบมีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 3300 โวล์ท ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ คือ 2*3300 + 10000 = 7600 โวลท์ โดยทดสอบจ่ายแรงดันไฟฟ้าค้างเอาไว้ไม่น้อยกว่า 60 วินาที

A10. การทดสอบความสั่นสะเทือน (Vibration Test)

การทดสอบนี้เป็นการตรวจสอบความสมดุลย์ของโรเตอร์ เมื่อมอเตอร์เดินเครื่องในสภาวะไม่มีโหลด โดยป้อนแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าตามพิกัด ค่าการสั่นสะเทือนที่ชุดรองรับแบริ่งดังรูป ทั้งด้านแนวนอน (Horizontal) ด้านแนวตั้ง (Vertical) และแนวแกนเดียวกับแกนเพลา ตั้งแต่หมายเลข 1-6 จะถูกบันทึกค่าความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน IEC 34-14 ในรูปของความเร็วยอดคลื่น (Peak velocity) หน่วยที่วัดเป็น มิลลิเมตร/วินาที (mm/s) โดยมีค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ไม่เกิน V_{rms}= 2.8 mm/s สำหรับเครื่องจักรกลที่มีความเร็วระหว่าง 600-3600 รอบต่อนาที หรือในกรณีพิเศษอาจจะมีการออกแบบ ดังตารางแสดงตามมาตรฐาน IEC 34-14 ดังต่อไปนี้





Vibration Severity Grade of quality	Speed range รอบต่อนาที	Maximum vibration in V_{rms} mm/s (deviation +10%) at motor shaft high (mm.)		
		56-132	132-225	225-400
N (Normal)	600 - 3600	1.8	2.8	3.5
R (Reduced)	600 - 1800	0.71	1.12	1.8
	> 1800 - 3600	1.12	1.8	2.8
S (Special)	600 - 1800	0.45	0.71	1.12
	> 1800 - 3600	0.71	1.12	1.8

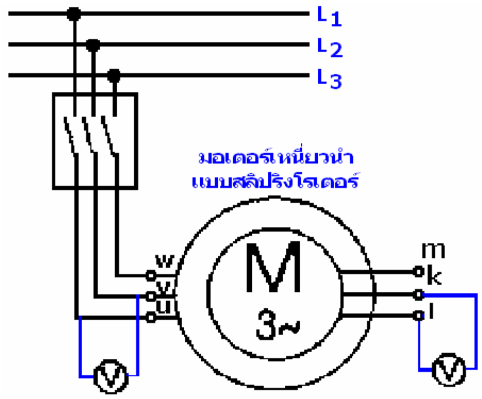
A11. การตรวจสอบอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ติดกับมอเตอร์ (Functional check of the accessories)

สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่โดยทั่วไปจะมีชุดตรวจวัดความร้อนฝังอยู่ในขดลวดสเตเตอร์ เพื่อป้องกันมอเตอร์ร้อนเกินจนขดลวดไหม้ รวมทั้งจะมีขดลวดความร้อนเพื่อทำหน้าที่อุ่นเครื่องป้องกันความชื้นเข้าไปจับในขดลวดอาจจะทำให้เกิดการลัดวงจรได้

ดังนั้นอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ ควรจะได้รับการทดสอบ โดยเฉพาะค่าความเป็นฉนวนของอุปกรณ์เหล่านี้ โดยจะต้องทำการทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1500 โวลท์ โดยส่วนใหญ่จะทำการทดสอบไปพร้อมกันกับหัวข้อ A3 การวัดความต้านทานของฉนวน (Insulation resistance test)

สำหรับแหวนรองลื่น (Bearing) หรืออุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนที่ฝังอยู่ในแหวนรองลื่น หรืออุปกรณ์ตรวจวัดอื่นๆ ก็จำเป็นจะต้องทดสอบรวมกันไปด้วย ตามคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรกลนั้นๆ

A12. การตรวจสอบแรงดันโรเตอร์เมื่อตรึงโรเตอร์ (Checking the locked-rotor standstill voltage)



สำหรับสลิปริ่งมอเตอร์ หรือ วาวล์โรเตอร์จะมีอัตราส่วนของขดลวด ระหว่าง ขดลวดสเตเตอร์ และขดลวดโรเตอร์ การตรวจสอบวัดแรงดันเมื่อตรึงโรเตอร์ เป็นการตรวจวัดอัตราส่วนโดยเปิดวงจรของโรเตอร์ออกที่ขั้วต่อสายโรเตอร์ จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่พิกัดเข้าที่ขดลวดสเตเตอร์ แรงดันไฟฟ้าจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดโรเตอร์ เหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า จึงทำการวัด และบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของโรเตอร์ทั้งสามขั้ว

คคค

ตีพิมพ์ลงวารสาร ***เทคนิค*** *เครื่องกล•ไฟฟ้า•อุตสาหกรรม* ฉบับที่ *228* ประจำเดือน *ตุลาคม พ.ศ.2546*