

General note



WARNING

The data and recommendations specified in all instructions supplied, and in all other related instructions, must always be observed in order to avoid hazardous situation and the risk of possible injury or damage.

These instructions are augmented by supplementary instructions (yellow), which contain additional information on the safety measures for electrical machines and devices. The latter instructions thus augment all submitted instructions and all other related instructions.

Furthermore, the pertinent national, local and plant-specific regulations and requirements should be kept in mind!

Special designs and other versions may vary in technical details! If in doubt, be sure to contact the manufacturer, quoting the type designation and serial number, or have maintenance work done by one of SIEMENS service centers.

1 Description

1.1 Application

- 1LG motors

The motors are suitable for operation in dusty and damp environments. The insulation is tropicalized. If they are properly stored or installed outdoors, special weatherproofing measures are not unusually required.

Measuring-surface sound-pressure level at 50 Hz (DIN EN 21680 Part 1)

1LG4, 1LG6, 1LG9 Aprox. 51 to 76 dB (A)

- 1LA and 1MA motors

The motors are provided with degree of protection IP55(see rating plate) and can be used in dusty and damp environments. A suitable superstructure or an additional cover is recommended if the motors are deployed or stored outdoors to avoid the long-term effects of intense, direct sunshine, rain, snow, ice and dust. If necessary please consult the manufacturer or your technical department. The motors are tropic proof. Guide value: 60% relative humidity at a coolant temperature of 40 C.

Ambient temperature -20 C ... +40 C

Site altitude ≤ 1000 m

If the ambient conditions deviate, this must be shown on the ratings plate; these data then apply.

1.2 Construction and mode of operation

- 1LG motors

The 1LG4, 1LG6 and 1LG9 motors are standardly self ventilated with own fans. In addition to that the 1LG motors are optionally either without and own fan (such as fan motors with cooling by means of a separate fan arranged on the shaft end) or with external cooling (option G17).

The 1PP4, 1PP6 and 1PP9 motors are equipped with own cooling without any fan.

The feet on foot-mounted motors are cast integrally with the motor casing (see fig.1) or they can be optionally bolted onto the casing (option K11/see fig.2)

Rearranging the feet (e.g. for changing the position of the terminal box) is possible for options K9, K10 and K11. The bores and surfaces, necessary for this purpose, are already machined in a corresponding way. Where motors with brake are concerned (e.g. option G26), take into consideration also the brake operating instructions!

ข้อมูลทั่วไป



คำเตือน

เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ ผู้ใช้งานควรศึกษารายละเอียดและปฏิบัติตามข้อมูลและคำแนะนำที่ระบุอยู่ในคู่มือฉบับนี้และเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รายละเอียดเพิ่มเติมทางด้านความปลอดภัยสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถดูได้จากเอกสารเพิ่มเติม(ฉบับสีเหลือง) นอกจากนั้นในการนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศและท้องถิ่น รวมถึงข้อกำหนดและความต้องการของโรงงานอีกด้วย ถ้ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับรุ่นอื่น ๆ หรือต้องการให้ออกแบบสำหรับการใช้งานแบบพิเศษที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดทางด้านเทคนิค กรุณาติดต่อกับ SIEMENS โดยให้ระบุ Type designation และ Serial number ด้วย ในกรณีที่ต้องการสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงกรุณาติดต่อกับ SIEMENS service centers

1. รายละเอียด

1.1 การนำไปใช้งาน

- มอเตอร์แบบ 1LG

มอเตอร์แบบ 1LG เป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นและความชื้น เนื่องจากฉนวนถูกออกแบบมาเป็นพิเศษเหมาะกับการใช้งานในเขตร้อนสามารถติดตั้งหรือจัดเก็บไว้ภายนอกอาคารได้ ระดับความชื้นของเสียงบริเวณพื้นผิวที่ทำการวัดที่ความถี่ 50 Hz(ตามมาตรฐานDIN EN 21680 Part1)สำหรับมอเตอร์แบบ1LG4,1LG6,1LG9 ประมาณ 51 ถึง 76dB(A)

- มอเตอร์แบบ 1LA และ 1MA

มอเตอร์แบบ 1LA และ 1MA มีระดับการป้องกัน(Degree of protection)เป็นแบบ IP55(ดูได้จากแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์) และสามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นและความชื้น ในกรณีที่ติดตั้งใช้งานภายนอกอาคารควรมีหลังคาคลุม เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบระยะยาวที่เกิดจากความร้อน, แสงแดด, ฝน, หิมะ, น้ำแข็งและฝุ่น มอเตอร์ถูกออกแบบมาให้เหมาะกับการใช้งานในเขตร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -20 ถึง +40 องศาเซลเซียส และในระดับความสูงไม่เกิน 1000 เมตร ในกรณีที่จจะนำมอเตอร์ไปใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเกินจากช่วงระหว่าง -20 ถึง +40 องศาเซลเซียส มอเตอร์ตัวนั้นจะต้องมีช่วงอุณหภูมิใช้งานระบุอยู่บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์

1.2 โครงสร้างและรูปแบบการใช้งาน

- มอเตอร์แบบ 1LG

มอเตอร์แบบ1LG4,1LG6 และ 1LG9จะมีใบพัดลมระบายความร้อนติดตั้งภายในเป็นอุปกรณ์มาตรฐานยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถติดตั้งพัดลมระบายความร้อนเพิ่มเติมภายนอกที่ปลายเพลาหรือจะติดตั้งชุดระบายความร้อนภายนอก(Option G17) ได้อีกด้วย มอเตอร์แบบ 1PP4, 1PP6 และ 1PP9 จะมีชุดระบายความร้อนติดตั้งมาด้วย ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีใบพัดลมระบายความร้อนแบบใดๆทั้งสิ้น

ขาของมอเตอร์แบบยึดฐาน(foot-mounted motor)จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ

แบบที่ 1 ขาของมอเตอร์จะถูกหล่อติดกับตัวมอเตอร์(ดังรูปที่ 1)

แบบที่ 2 ขาของมอเตอร์จะยึดติดกับตัวมอเตอร์โดยใช้ bolt(Option K11 ดังรูปที่ 2)

สำหรับมอเตอร์ที่มี Option K09, K10 และ K 11 สามารถเปลี่ยนตำแหน่งของกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ได้โดยการเปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งขามอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์ที่มี Option เหล่านี้ได้มีการเจาะรูและทำพื้นผิวของตัวมอเตอร์ให้เหมาะสำหรับการติดตั้งขามอเตอร์ในตำแหน่งนั้นๆเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว สำหรับมอเตอร์ที่มีเบรก (Option G26) จะต้องดูรายละเอียดเพิ่มเติมในคู่มือการใช้งานเบรก คู่มือฉบับนี้สามารถใช้งานร่วมกับคู่มือการใช้งานมอเตอร์แบบอื่นได้ ยกเว้นมอเตอร์ที่เป็นแบบป้องกันการกระเบิด (Explosion proof motor EExe series)

These instructions are valid in addition to the operating instructions to the given motor type. They are not valid for motors of EExe series.

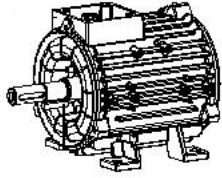


Fig.1 The feet on foot-mounted motors are cast integrally with the motor casing

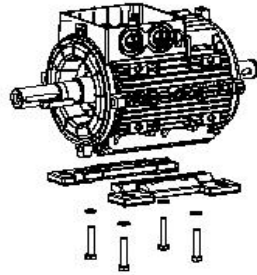


Fig.2 The feet on foot-mounted motors bolted onto the motor casing

- 1LA and 1MA motors

1LA and 1MA motors are self-cooled (with a fan). 1PP motors are supplied without their own fans. The customer must ensure that there is sufficient cooling, either through separately driven fan or, with fan drives, through the driven fan. When the fan is mounted make sure that the fan hub does not obstruct the flow of air over the cooling ribs. 1LA-BG56, 1LP and 1MF motrs are self-cooled (without a fan).

In case of the base motor the feet are screwed or cast on the motor housing. The screw-fitted feet on the motor housing can be changed over to alter the position of the terminal box (see fig.2). The thread in the existing drillholds in the motor housing can be tapped to fasten the motor feet in the retrospect. However, the stand surface of the feet must be remachined and aligned afterwards and shims fitted, if necessary.

The brake connection cable is also to be considered in the case of brake motors!

2 Operation



WARNING



Before starting any work on the machine, be sure to isolate it from the power supply.

2.1 Transportation and Storage

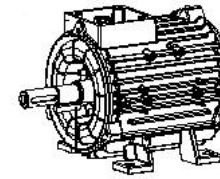


WARNING

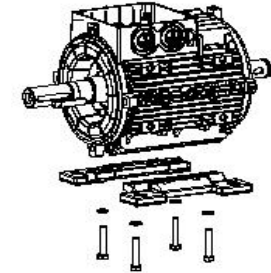


- The motors should always be lifted at both lifting eyes during transport.
- For lifting machines sets (such as built-on gearboxes, fan units) always use the lifting eyes or lifting pegs provided!
- Machine sets may not be lifted by suspending the individual machines!
- Check the lifting capacity of the hoist!
- Built-on device (e.g. tachometer) must not be used to help lift the motor.

If after delivery, the motors are stored for more than 3 years under favourable conditions



รูปที่ 1 ขาของมอเตอร์จะถูกหล่อติดกับตัวมอเตอร์



รูปที่ 2 ขาของมอเตอร์จะยึดติดกับตัวมอเตอร์โดยใช้ bolt

- มอเตอร์แบบ 1LA และ 1MA

มอเตอร์แบบ 1LA และ 1MA จะมีระบบระบายความร้อนภายในตัวเองโดยไม่มีพัดลมระบายความร้อน

มอเตอร์แบบ 1PP จะไม่มีใบพัดลมระบายความร้อนภายใน ดังนั้นผู้ใช้จะต้องแน่ใจว่ามีระบบการระบายความร้อนที่เพียงพอในกรณีที่มีการติดตั้งพัดลมระบายความร้อนเพิ่มเติม ใบพัดลมจะต้องไม่กีดขวางการไหลของลมที่จะเข้าไประบายความร้อนในกรณีระบายความร้อนของมอเตอร์

มอเตอร์แบบ 1LA-BG56, 1LP และ 1MF จะมีระบบระบายความร้อนภายในตัวเอง โดยปราศจากใบพัดลมระบายความร้อน สำหรับมอเตอร์ที่ติดตั้งแบบยึดฐาน (foot-mounted motor) ขาของมอเตอร์จะมีทั้งแบบที่หล่อติดกับตัวมอเตอร์ (ดังรูปที่ 1) และแบบที่ใช้ bolt ยึดติดกับตัวมอเตอร์ (ดังรูปที่ 2)

สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ bolt ยึดติดกับตัวมอเตอร์สามารถเปลี่ยนตำแหน่งของกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ได้ โดยการเปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งขามอเตอร์ ซึ่งจะมีการเจาะรูบนตัวมอเตอร์และทำเกลียวสำหรับขัน bolt เพื่อยึดขาติดกับตัวมอเตอร์และทำพื้นผิวของตัวมอเตอร์บริเวณที่ยึดติดกับขามอเตอร์ให้เหมาะสำหรับการติดตั้งขามอเตอร์ในตำแหน่งนั้นๆ เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว สำหรับมอเตอร์ที่มีเบรก จะต้องคำนึงถึงเรื่องการเข้าสายของชุดเบรกด้วย

2. การใช้งาน



คำเตือน

ตัดไฟทุกครั้งก่อนเข้าทำงานกับเครื่องจักร

2.1 การขนย้ายและการจัดเก็บ



คำเตือน

- ในขณะขนย้ายมอเตอร์ควรยกมอเตอร์โดยใช้ Lifting eyes ทั้งสองข้าง
- ในกรณีที่ต้องทำการยกเครื่องจักรทั้งชุด (มอเตอร์ที่ต่ออยู่กับชุดเกียร์หรือพัดลม) ควรยกโดยใช้ Lifting eyes หรือ Lifting pegs
- ไม่ควรยกเครื่องจักรด้านใดด้านหนึ่งโดยลำพังควรยกทั้งสองด้านพร้อมกัน
- ก่อนการยกต้องตรวจสอบทิศการรับน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้ในการยก เช่น จอกและเครนด้วย
- ห้ามหัวหรือแขนเชือกหรือสลิงกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งมากับตัวมอเตอร์ เช่น ตัววัดความเร็วรอบ เพื่อช่วยในการยกมอเตอร์



ในกรณีที่มอเตอร์ถูกเก็บไว้โดยไม่ได้นำมาใช้งานนานกว่า 3 ปี ในสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสม(สถานที่แห้งปราศจากฝุ่นและการสั่นสะเทือน) ก่อนทดลองเดินเครื่องจักรจะต้องทำการอัดจาระบีใหม่ แต่ถ้าสถานที่จัดเก็บไม่เหมาะสมจะต้องทำการอัดจาระบีใหม่เร็วกว่าเดิม สำหรับมอเตอร์ที่มีแม่แรงเป็นแบบลูกปืนเม็ดกลม(ball bearing) ในกรณีที่มอเตอร์ถูกเก็บไว้โดยไม่ได้นำมา

(kept in a dry place free from dust and vibration) prior to commissioning, the bearings should be regreased. Under unfavourable conditions, this period is considerably shorter.

The **roller bearings** should be replaced if the period from the time the motor is delivered up until it is commissioned exceeds 4 years. The service life of the motor unit is considerably reduced the longer it is stored.

Finished surfaces (flange surfaces, ends of shaft, etc.) should be treated with an **anti-corrosion agent**.

If necessary, the **insulation resistance** of the winding should be checked, see Section 2.6

2.2 Installation

After installations, screwed-in lifting eyes should either be removed or tightened down.

In the case of motors with shaft end facing upwards or downwards (such as IMV5, IMV6) measures must be taken to ensure that no water can penetrate into the upper bearing.

If the motor is installed vertically with the shaft end facing downwards, a protective shield is recommended for the ventilator hood in order to prevent the ingress of foreign bodies.

If the shaft end is facing upwards, a cover must be provided by the equipment operator to prevent the ingress of liquids along the shaft.

Quiet running

Stable foundations or mounting conditions, exact alignment of the motors and well-balanced transmission element are essential for quiet vibration-free running. If necessary, shims should be inserted under the motor feet to prevent strain, or the whole rotor and transmission element should be balanced.

2.3 Terminal box

- 1LG motors

In case of terminal boards with 6 terminals, the top part of the terminal box can be turned through 4x90 degrees. For terminal boards with 9 terminals, it can be turned through 180 degrees.

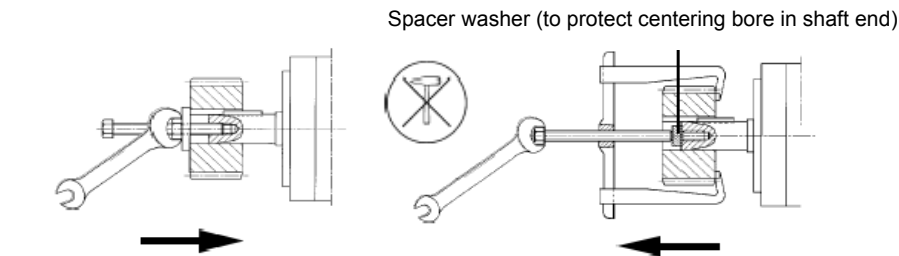
- 1LA and 1MA motors

BG56...90L: In the case of 1LA and 1LP motors, the top part of the terminal box can be turned through 4 x 90 degrees.

BG100...160L: The cast terminal box on the motor housing can not be turned. In the case of motors with screw-fitted upper section of the terminal box this can be turned 4 times through 90 degrees

2.4 Balancing, transmission elements

A suitable device should always be used for fitting and removing the transmission elements (coupling halves, pulleys, pinions) (see fig.3).



Use the tapped hole provide in the end of the shaft for fitting drive component such as couplings, gearwheels, belt pulleys, etc. and, if possible, heat the components as necessary. Use a suitable puller tool for removing the components. Do not strike the components, e.g. with a hammer or similar tool, when fitting or removing them and do not exert more than the maximum value of radial or axial force - according to the catalog-transmitted to the motor bearings through the shaft extension.

Fig.3 Removing the transmission elements

ใช้งานนานกว่า 4 ปีควรทำการเปลี่ยนแบร้งใหม่ด้วย การจัดเก็บมอเตอร์ไว้เป็นระยะเวลานานโดยไม่ได้นำมาใช้งานจะมีผลทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์ลดลง สำหรับพื้นผิวที่เป็นมันวาว เช่น หน้าแปลนหรือปลายเพลาคควรทาสารป้องกันสนิมเพื่อป้องกันการเกิดสนิมด้วย ในบางกรณีที่จำเป็นควรตรวจสอบค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวนของมอเตอร์ด้วย (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ 2.6)

2.2 การติดตั้ง

หลังจากการติดตั้งควรถอด lifting eyes ออก สำหรับมอเตอร์ที่ติดตั้งในแนวตั้งและปลายเพลาทันขึ้นด้านบน (มอเตอร์ที่ติดตั้งแบบ IM V6) จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าน้ำจากภายนอกไม่สามารถไหลซึมเข้าไปภายในแบร้งด้านบนของมอเตอร์ได้ สำหรับมอเตอร์ที่ติดตั้งในแนวตั้งและปลายเพลาทันลงสู่พื้น (มอเตอร์ที่ติดตั้งแบบ IM V5) จะต้องมียางกันน้ำปิดด้านบนเหนือฝาครอบพัดลมด้านท้าย(มอเตอร์ที่ติดตั้งแบบ IM V5 with canopy) เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งแปลกปลอมจากภายนอกเข้าไปในพัดลมระบายความร้อนด้านท้ายมอเตอร์

การเดินเครื่องโดยปราศจากการสั่นและเสียงรบกวน

สำหรับการเดินเครื่องจักรโดยปราศจากการสั่นและเสียงรบกวน จะต้องคำนึงถึงการ alignment ที่ถูกต้องเหมาะสม, การทำบาลานซ์ อุปกรณ์ส่งกำลัง, สภาพการติดตั้งและสภาพฐานวางเครื่องจักรที่เหมาะสม ในบางกรณีจำเป็นต้องมีการใส่แผ่นโลหะบางๆรองระหว่างขามอเตอร์กับฐานวางเครื่องจักร และในบางครั้งอาจต้องทำ บาลานซ์ ไรเดอร์และอุปกรณ์ส่งกำลังเพื่อลดการสั่นและเสียงรบกวนในขณะที่เครื่องจักรทำงาน

2.3 กล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ (Terminal box)

- มอเตอร์แบบ 1LG

สำหรับขั้วต่อสายไฟที่มี 6 ขั้ว ฝาครอบด้านบนกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ สามารถหมุนได้ทีละ 90 องศา สำหรับขั้วต่อสายไฟที่มี 9 ขั้ว ฝาครอบด้านบนกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ สามารถหมุนได้ทีละ 180 องศา

- มอเตอร์แบบ 1LA และ 1MA

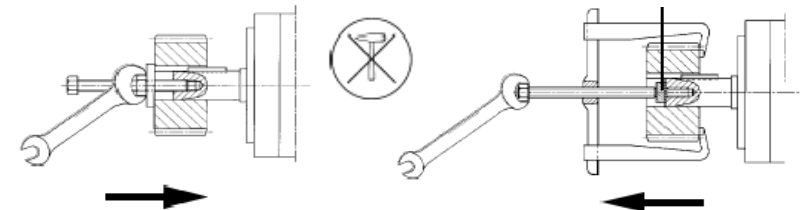
รุ่น BG56...90L สำหรับมอเตอร์แบบ 1LAและ 1LP ฝาครอบด้านบนกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์สามารถหมุนได้ทีละ 90องศา

รุ่น BG100...160L สำหรับมอเตอร์ที่มีกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์หล่อติดกับตัวมอเตอร์ไม่สามารถหมุนได้

สำหรับมอเตอร์ที่มีกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์แบบใช้สกรูยึดติดกับตัวมอเตอร์สามารถหมุนได้ทีละ 90 องศา

2.4 อุปกรณ์ส่งกำลังและการทำบาลานซ์

ในการถอดประกอบอุปกรณ์ส่งกำลัง เช่น คัปปลิง, เฟืองและพูลเลย์สายพาน ดังรูปที่ 3 ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสม ใส่ Spacer washer รองไว้เพื่อป้องกันการกระแทกที่รูตรงกลางปลายเพลาล



การถอดอุปกรณ์ส่งกำลัง เช่น คัปปลิง, เฟืองและพูลเลย์สายพาน ควรใช้เครื่องมือดังแสดงในรูปด้านบน ซึ่งในบางกรณีที่จำเป็นอาจใช้ความร้อนทำให้อุปกรณ์ส่งกำลังขยายตัวและสามารถถอดออกได้ง่าย ห้ามใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ เช่น ค้อนตอกอัดอุปกรณ์ส่งกำลังในการถอดและประกอบ และในขณะทำการถอดต้องไม่ใช้แรงกระทำในแนวรัศมีหรือแนวแกนสูงกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับได้

รูปที่ 3 แสดงวิธีการถอดอุปกรณ์ส่งกำลัง

As standard, the rotors are dynamically balanced with the half featherkey inserted.
The type of balance is marked on the drive end of the shaft (shaft end face) or the rating plate:

- H = balanced with half featherkey
- F = balanced with whole featherkey
- N = balanced without featherkey

When fitting the transmission element, keep the type of balanced in mind!
The transmission elements must be balanced in accordance with ISO1940.

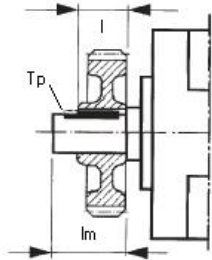
Balanced with half featherkey

Poor running characteristics can arise in the case of transmission elements having a length ratio of hub length l to length of shaft end $l_M < 0.8$ and running at speeds of > 1500 rev/min (see fig.4). If necessary, re-balancing should be carried out, e.g. the part of the featherkey T_P that protrudes from the transmission element and above the shaft surface should be cut back(see fig.4).



WARNING

The usual measures should be taken to guard transmission elements from touch. If a motor is started without transmission element attached, the featherkey should be secured to prevent it being thrown out.



T_P = Protruding section of featherkey
 l = Hub length
 l_M = Length of shaft

Fig.4 Balancing with haft featherkey

2.5 Electrical connection



WARNING



All work on the low-voltage machine must be carried out by qualified skilled worker. Before work is carried out the machine must be at a standstill, disconnected and secured against switching on. This applies to the auxiliary circuits as well (e.g. space heater)

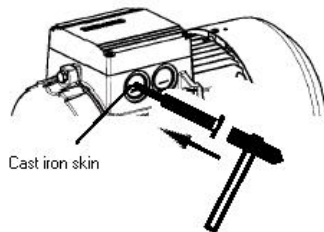


Fig.5 Knocking out the openings for cables and leads in the terminal box

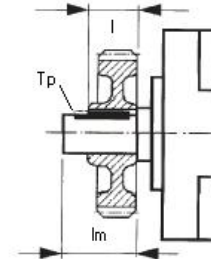
โดยทั่วไปในการทำไดนามิคบาลานซ์ ของโรเตอร์ทำได้โดยการใส่ half featherkey รูปแบบการทำบาลานซ์จะถูกทำเครื่องหมายไว้ที่พื้นที่หน้าตัดด้านหน้าของเพลามอเตอร์ด้านที่ต่อกับโหลด หรือถูกระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกตอมอเตอร์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- H = การบาลานซ์โดยใช้ half featherkey
- F = การบาลานซ์โดยใช้ whole featherkey
- N = การบาลานซ์โดยไม่ใช้ featherkey

เมื่อทำการประกอบอุปกรณ์ส่งกำลังจะต้องคำนึงถึงชนิดของการบาลานซ์ด้วยเสมอ และในการทำบาลานซ์อุปกรณ์ส่งกำลังจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน ISO1940

การทำบาลานซ์โดยใช้ half featherkey

คุณลักษณะการเดินเครื่องจักรที่ไม่ดีจะเพิ่มขึ้น ถ้าอุปกรณ์ส่งกำลังมีอัตราส่วนความยาวระหว่าง hub length (l)กับความยาวเพลา (l_M) น้อยกว่า 0.8 ที่ความเร็วรอบมากกว่า 1500 รอบต่อนาที ในบางกรณีนี้จำเป็นต้องจะทำการบาลานซ์ใหม่ โดยการตัดส่วนของ featherkey (T_P) ที่ยื่นออกมาจากอุปกรณ์ส่งกำลังและอยู่เหนือผิวของเพลา (ดูรูปที่ 4)



T_P = ส่วนของ featherkey ที่ยื่นออกมาจากอุปกรณ์ส่งกำลังและอยู่เหนือผิวของเพลา
 l = ความยาวของ hub
 l_M = ความยาวของเพลาที่ยื่นออกมาจากหน้าแปลนมอเตอร์

รูปที่ 4 การทำ บาลานซ์ ด้วย half featherkey



คำเตือน

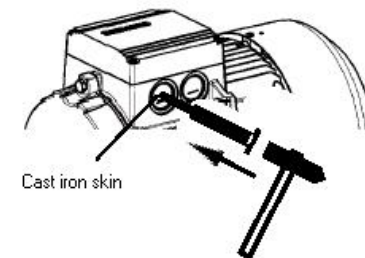
ควรจัดทำ guard ครอบอุปกรณ์ส่งกำลัง เพื่อป้องกันการสัมผัสกับอุปกรณ์ส่งกำลังในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน ในกรณีที่ต้องการให้มอเตอร์ทำงานโดยไม่มีอุปกรณ์ส่งกำลังยึดติดอยู่ที่เพลาดังต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อน ว่ามีการป้องกันการหลุดของ featherkey ออกจากเพลาในระหว่างที่มอเตอร์หมุน

2.5 การต่อวงจรไฟฟ้า



คำเตือน

ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรต้องเป็นผู้มีทักษะและความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรเป็นอย่างดี ก่อนที่จะเข้าปฏิบัติงานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องจักร เช่นขดลวดทำความร้อนต้อง ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเครื่องจักรหยุดอยู่และมีการตัดไฟเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 5 แสดงการเจาะช่องเข้าสายไฟที่กล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์

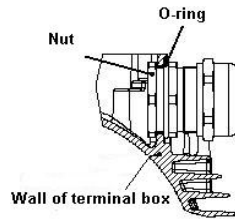
NOTE: If the opening for cables and wiring in the terminal box are sealed with a “cast skin” (knockout), this must be removed in the appropriate manner (see fig.5).

Care must be taken not to damage the terminal box, the terminal board, the cable connections, etc. inside the terminal box!

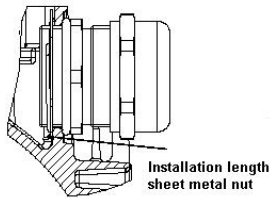
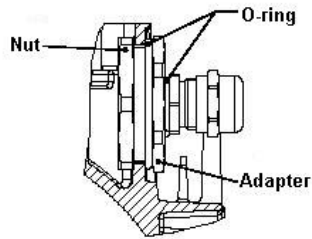
See fig.6 for details of the screwed connection for cables and leads.

An adapter must be screwed in for PTC thermistor connections!

The terminal box must be sealed so that it is dust and water-tight.



Screwed connections with nut (e.g. DIN EN 50262)



Screwed PTC thermistor connections with adapter and nuts(e.g. DIN EN 50262)

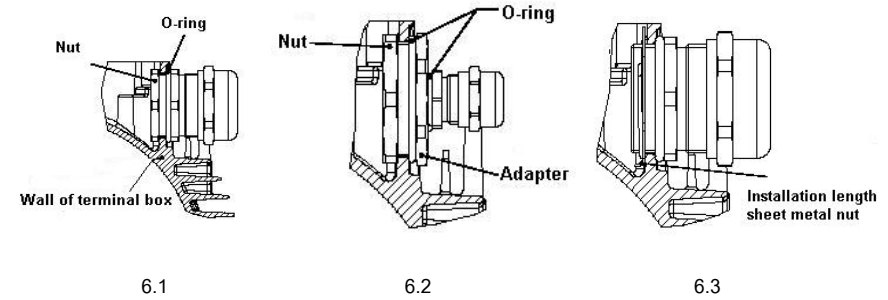
Fig.6 Detail of the screwed connections for cables and leads

Check to see that system voltage and frequency agree with the data given on the rating plate. Voltage or frequency deviations of $\pm 5\%$ (for 1ME6, frequency deviations of $\pm 3\%$) from the rated values are permitted without the necessity of derating the output. Connection and arrangement of the terminal links must agree with diagram provided in the terminal box. Connect the earthing conductor to the terminal with the marking.

Wherever terminal clips are used(for example, to DIN46282), arrange the conductors so that the clips are virtually level, i.e. not tilted when tightened. This method of connection means that the ends of single conductors must be bent in the shape of a U or be fitted with a cable lug (see fig.7). this also applies to the green-yellow protective earthing conductor and the outer earthing conductor (see fig.8).

การเจาะ(knockout) ช่องใส่สายไฟที่กล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์จะต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์, แผ่นฉนวนของขั้วต่อสายไฟ, ขั้วต่อสายไฟ และส่วนประกอบอื่นๆที่อยู่ในกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ ดังรูปที่ 5

รายละเอียดของ screwed connection แบบต่างๆสำหรับการใส่สายไฟที่กล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 6 หลังจากใส่สายไฟเรียบร้อยแล้วต้องทำการซีลเพื่อป้องกันฝุ่นและน้ำเข้าไปภายในกล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้ตรงกับที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ แรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเบี่ยงเบนได้ไม่เกิน $\pm 5\%$ (ยกเว้นมอเตอร์แบบ 1ME6 แรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเบี่ยงเบนได้ไม่เกิน $\pm 3\%$) โดยไม่ส่งผลกระทบต่อทำให้กำลังขาออกของมอเตอร์ลดลง การต่อและจัดวาง terminal จะต้องตรงตาม diagram ที่ระบุไว้ที่กล่องขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ การต่อสาย ground ต้องต่อที่ขั้วต่อสายไฟที่มีเครื่องหมาย

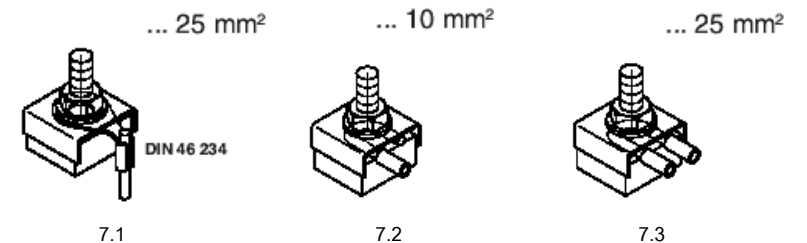


6.1 Screwed connections with nut (e.g. DIN EN 50262)

6.2 และ 6.3 Screwed PTC thermistor connections with adapter and nuts (e.g. DIN EN 50262)

รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดของ Screwed connections แบบต่างๆ

ในกรณีที่ขั้วต่อสายไฟเป็นแบบ terminal clip (ตามมาตรฐาน DIN 46282) การใส่สายไฟเข้าไปใน clip จะต้องใส่ให้ถูกต้องไม่กระดกหรือเอียงในขณะที่ทำการขัน nut วิธีการใส่สายไฟแบบนี้ปลายสายไฟจะต้องงอเป็นรูปตัว U หรือใช้หางปลา(ดังรูปที่ 7) ซึ่งวิธีการแบบนี้ยังถูกนำไปใช้ในการใส่สายกราวด์ด้วย (ดังรูปที่ 8)

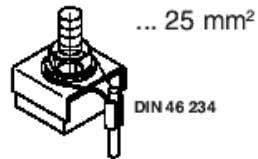


7.1 การต่อสายไฟในกรณีที่ใช้หางปลาแบบ DIN ให้งอปลายหางปลาดังตามรูป

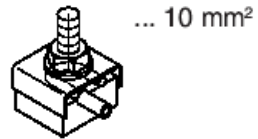
7.2 การต่อสายไฟเส้นเดียว

7.3 การต่อสายไฟสองเส้นที่มีความหนาเท่ากัน

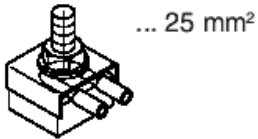
รูปที่ 7 แสดงการต่อสายไฟที่ขั้วต่อสายไฟเป็นแบบ terminal clip



If connections are made with DIN cable lug, band the cable lugs downward



Connecting a single conductor with a terminal clip



Connecting two conductor of almost equal thickness with a terminal clip

Fig.7 Electrical connection wherever terminal clips are used.



If connections are made with DIN cable lugs, under the outer earthing angle



If connections are made with DIN cable lugs

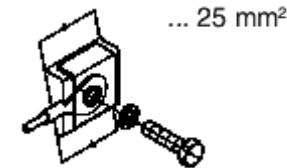
Fig.8 Electrical connection for earthing conductor

Please refer to fig.9 for tightening torques for terminal bolts and nuts (except for terminal strips). The anti-condensation heater must not be switched on during operation.

	Thread		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
	(Nm)	min	0.8	1.8	2.7	5.5	9	14	27
		max	1.2	2.5	4	8	13	20	40

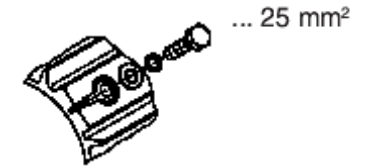
The above values of tightening torque are applicable unless alternative values are given elsewhere.

Fig.9 Tightening torques for terminal bolts and nuts (except for terminal strips).



8.1

8.1 การต่อสายกราวด์โดยใช้หางปลาแบบ DIN อยู่ใต้ the outer earthing angle



8.2

8.2 การต่อสายกราวด์โดยใช้หางปลาแบบ DIN

รูปที่ 8 แสดงการต่อสายกราวด์

ค่า torque ที่ใช้ในการขัน bolt และ nut ที่ terminal (ยกเว้น terminal strips) แสดงได้ดังตารางในรูปที่ 9 ขดลวดความร้อนที่ใช้ได้ความชื้นจะต้องไม่ทำงานในขณะที่มอเตอร์ทำงาน

	Thread		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
	(Nm)	min	0.8	1.8	2.7	5.5	9	14	27
		max	1.2	2.5	4	8	13	20	40

ในกรณีที่ไม่มีค่า torque ที่ใช้ในการขัน bolt และ nut ที่ terminal ให้ใช้ค่า torque ที่ระบุไว้ในตารางนี้

รูปที่ 9 แสดงค่า torque ที่ใช้ในการขัน bolt และ nut ที่ terminal (ยกเว้น terminal strip)

2.6 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวน

ในกรณีที่มอเตอร์ถูกเก็บไว้เป็นเวลานานหรือมอเตอร์ที่หยุดไปเป็นเวลานาน (ประมาณ 6 เดือน) ก่อนการเดินเครื่องจะต้องทำการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวนก่อนทุกครั้ง



คำเตือน

ในขณะที่ทำการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวนหรือภายหลังจากการทำการวัดเสร็จใหม่ๆ ห้ามสัมผัสกับขั้วต่อสายไฟโดยเด็ดขาดเนื่องจากอาจมีแรงดันไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้สัมผัสได้



ค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวน

- ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์ เมื่อวัดเทียบกับ ground สำหรับมอเตอร์ตัวใหม่, มอเตอร์ที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วหรือมอเตอร์ที่ทำการพันขดลวดใหม่ จะต้องมีความต้านทานค่าไม่ต่ำกว่า 10 Mohm
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าวิกฤตของฉนวน R_{crit} เท่ากับผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด (U_N ยกตัวอย่างเช่น $U_N = 0.69$ kVac) กับค่าคงที่ (0.5 Mohm/kV):

$$R_{crit} = 0.69 \text{ kV} \times 0.5 \text{ Mohm/kV} = 0.345 \text{ Mohm}$$

2.6 Checking the insulation resistance

The insulation resistance of the windings must be measured prior to initial startup of the machine, after long periods of storage or standstill (approx.6 months).



WARNING



While the measurement is being taken and immediately afterwards, some of the terminals carry dangerous voltage and must not be touched.

Insulation resistance

- The **minimum insulation resistance** of new, cleaned or repaired windings with respect to ground is 10 Mohm.
- The **critical insulation resistance** R_{crit} is calculated first by multiplying the rated voltage U_N , e.g. 0.69 kV AC, with the constant factor (0.5 Mohm/kV):

$$R_{crit} = 0.69 \text{ Kv} \times 0.5 \text{ Mohm/kV} = 0.345 \text{ Mohm}$$

Measurement

- The **minimum insulation resistance** of the windings to ground is measured with 500 VDC. The winding temperature should then be $25 \text{ C} \pm 15 \text{ C}$
- The **critical insulation resistance** should be measured with 500 V DC with the winding at operating temperature.

Checking

If The **minimum insulation resistance** of a new, cleaned or repaired machine, which has been stored or at standstill for a prolonged period of time, is less than 10 Mohm, this may be due to humidity. The winding must then be dried.

After long periods of operation, the **minimum insulation resistance** may drop to the **critical insulation resistance**. As long as the measured value does not fall below the calculated value of the **critical insulation resistance**, the machine may be continue in operation. If it does, the machine must be stopped immediately.

The cause must be determined, and the windings or winding sections repaired, cleaned or dried as necessary.

2.7 Commissioning

NOTE: where the torque is very uneven (the drive of piston-type compressor, for example), the inevitable result is a non-sinusoidal motor current, whose harmonics can lead to excessive system perturbation or excessive electromagnetic interference.

In the case of converter-fed motors. High-frequency current or voltage harmonics in the motor cables can give rise to electromagnetic interference. That is why the use of shielded cables is recommended. The electromagnetic interference is emitted to a greater or lesser degree, depending on the converter version concerned (type, interference suppression measures, manufacturer). The instructions of the converter manufacturer regarding electromagnetic compatibility must be heeded at all times. If the use of a shielded motor cable is recommended, the shield will have the greatest effect if it is conductively connected over a large area on the metal terminal box of the motor (with a screwed metal conduit thread). Noise voltages may occur on the sensor leads of motors with integrated sensors (e.g. PTC thermistors) as a result of the converter.

If the motor is operated on the converter at speeds that exceed the rated speed, the mechanical critical speeds (safe operating speed IEC 60034-1) must be observed.

Noise immunity:

If the **motor has an integrated sensor** (e.g. PTC thermistor), the owner is responsible for ensuring adequate **noise immunity** by choosing a suitable sensor signal lead (possibly with shielding, connected like the motor supply lead) and evaluator.

วิธีการวัด

- ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์เมื่อวัดเทียบกับ ground จะต้องวัดโดยใช้ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 500 V DC และอุณหภูมิของขดลวดมอเตอร์ควรอยู่ในระหว่าง 25 ± 15 องศาเซลเซียส

- ค่าความต้านทานไฟฟ้าวิกฤตของฉนวน R_{crit} ควรวัดโดยใช้ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 500 Vdc ที่อุณหภูมิขณะใช้งานของขดลวด

การตรวจสอบ

ถ้าค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ตัวใหม่, มอเตอร์ที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว หรือมอเตอร์ที่ทำการพันขดลวดใหม่ ซึ่งถูกเก็บไว้หรือหยุดอยู่เป็นเวลานานมีค่าต่ำกว่า 10 Mohm ซึ่งอาจมีผลมาจากความชื้น ดังนั้นจะต้องทำการอบมอเตอร์เพื่อไล่ความชื้นก่อนที่จะนำมาใช้งาน

ในกรณีที่มอเตอร์ถูกใช้งานมาเป็นระยะเวลาสั้น ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์อาจลดลงจนมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานไฟฟ้าวิกฤตของฉนวน ตรวจสอบโดยที่ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์ที่วัดได้ไม่ต่ำกว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าวิกฤตของฉนวนที่คำนวณได้ ดังนั้นมอเตอร์ยังคงสามารถใช้งานได้ต่อไป แต่ถ้าค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวนของขดลวดมอเตอร์ที่วัดได้ต่ำกว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าวิกฤตของฉนวนที่คำนวณได้ จะต้องทำการหยุดมอเตอร์โดยทันที และจะต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไข โดยการทำความสะอาดมอเตอร์, ทำการอบมอเตอร์เพื่อไล่ความชื้น, พันขดลวดใหม่หรือการซ่อมขดลวดเพียงบางส่วนเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2.7 การทดสอบเดินเครื่องจักร

ในกรณีที่โหลดมีแรงบิดเปลี่ยนแปลงอย่างมาก (เช่น คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ) กระแสจะไม่เป็นรูปไซน์ (non-sinusoidal) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฮาร์มอนิกในวงจรในระบบไฟฟ้า และเกิดสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าสูง ในกรณีที่เป็นมอเตอร์แบบ converter-fed กระแสที่มีความถี่สูงหรือแรงดันฮาร์มอนิกในสายไฟมอเตอร์ จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้สายไฟที่มีชีลด์ (shielded cable) เพื่อลดสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งปริมาณสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ converter (รุ่น, การออกแบบวงจรสัญญาณรบกวนและบริษัทผู้ผลิต) ผู้ใช้งานควรศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าจากคู่มือของบริษัทผู้ผลิต converter ในกรณีที่คู่มือระบุให้ใช้สายไฟที่มีชีลด์ ดังนั้นชีลด์จะมีความสำคัญมากในการลดสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจาก converter อาจจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ารบกวนขึ้นที่สายของอุปกรณ์ sensor ของมอเตอร์ (เช่น PTC thermistors) ในกรณีที่นำมอเตอร์ไปใช้งานร่วมกับ converter และใช้งานที่ความเร็วรอบสูงกว่าความเร็วรอบที่พิกัดต้องคำนึงถึงความเร็วรอบวิกฤตทางกล (mechanical critical speed) ด้วยในกรณีที่ความเร็วรอบของมอเตอร์มีค่าสูงกว่าความเร็วรอบวิกฤตทางกลอาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ (safe operating speed IEC 60034-1)

การป้องกันสัญญาณรบกวน

ในกรณีที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ sensor อยู่ในมอเตอร์ (เช่น PTC thermistors) ผู้ใช้งานจะต้องแน่ใจว่ามีการป้องกันสัญญาณรบกวนอย่างเหมาะสม โดยการเลือกใช้สายไฟที่มีชีลด์สำหรับสายไฟของอุปกรณ์ sensor เช่นเดียวกับสายไฟของมอเตอร์เพื่อเป็นการป้องกันสัญญาณรบกวนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ sensor ทำงานผิดพลาด ผู้ใช้งานจะต้องศึกษาข้อมูลและคำแนะนำที่ระบุอยู่ในเอกสารคู่มือที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและการทดสอบเดินเครื่องจักรก่อนการทดสอบเดินเครื่องจักรเสมอ

รายละเอียดการตรวจสอบก่อนการทดสอบเดินเครื่องจักร

- วัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของฉนวนของขดลวดมอเตอร์จะต้องมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของฉนวน

- ใช้มือทดสอบหมุนโรเตอร์ โรเตอร์จะต้องหมุนได้อย่างอิสระโดยไม่ฝืดหรือติดขัด

- มอเตอร์จะต้องประกอบเข้ากับเครื่องจักรและทำการ alignment เรียบร้อยแล้ว


- ตรวจสอบดูว่าอุปกรณ์ส่งกำลังได้ถูกทำการปรับตั้งเรียบร้อยแล้ว (เช่น ความตึงของสายพาน) และอุปกรณ์ส่งกำลังเหมาะสม

The data and recommendations specified in all the instructions supplied ("information on safety and commissioning"), and in all other related instructions, must always be observed prior to commissioning!

Before commissioning, check that:

- The minimum insulation resistance are adhered to
- The rotor turns freely without rubbing
- The motor is properly assembled and aligned
- The transmission elements are correctly adjusted (e.g. belt tension) and the transmission element is suitable for the given operating conditions
- All electrical connections, mounting screws and connecting elements are properly tighten and fitted
- All protective conductors are properly installed
- Any auxiliaries that may be fitted (brake, speedometer, separate fan) are in working order
- Touch protection guards are installed around moving and live parts
- The maximum speed n_{max} (see rating plate) is not exceeded


NOTE: The maximum speed n_{max} is the highest operating speed permitted for short periods. It should be kept in mind that motor noise and vibration are worse at this speed, and bearing life is reduced.

 **CAUTION** After motor installation, the brake, if fitted, should be checked for proper functioning.

It is not possible to formulate a complete check list. Other checks may also be necessary!

3 Maintenance

Safety precautions

 **WARNING** Before starting any work on the motor or other equipment, particularly before opening covers over live or moving parts, the motor must be properly isolated from the power supply. Besides the main circuit, any additional or auxiliary circuits that may be present must also be isolated.



The usual "5 safety rules" (as set forth in DIN VDE 0105) are:

- Isolate the equipment
- Take effective measures or prevent reconnection
- Verify equipment is dead
- Earth and short-circuit
- Cover or fence off adjacent live parts

The precautions listed above should remain in force until all maintenance work is finished and the motor has been fully assembled.

 **ATTENTION**




The appropriate construction standards must be observed if any modifications or repairs are made to the motor listed (UL – Underwriters Laboratories Inc. or CSA – Canadian Standards Association). The markings shown on the left are used to identify these motors on their respective rating plate.

กับสภาพการใช้งาน

- จุดต่อทางไฟฟ้า, สกรูที่ใช้ยึดและจุดต่ออุปกรณ์ต่างๆ ได้ทำการขันแน่นเรียบร้อยแล้วและมีการประกอบที่ถูกต้องเหมาะสม
- สายของอุปกรณ์ป้องกันทั้งหมดจะต้องต่ออยู่อย่างถูกต้องและเหมาะสม
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆทั้งหมด(เช่น เบรก, อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ และพัดลมระบายความร้อน) ได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสัมผัส (touch protection guards) อยู่รอบๆชิ้นส่วนที่มีการหมุนและส่วนที่มีไฟฟ้า
- ความเร็วรอบที่ใช้งานจะต้องไม่เกินค่าความเร็วรอบสูงสุดที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์


ค่าความเร็วรอบสูงสุด n_{max} คือค่าความเร็วรอบสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้งานได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งที่ค่าความเร็วรอบสูงสุดนี้จะทำให้เกิดเสียงรบกวนและความสั่นสะเทือนสูงสุด ซึ่งมีผลทำให้อายุการใช้งานของ bearing ลดลง


 **ข้อควรระวัง** ภายหลังจากการติดตั้งมอเตอร์ที่มีเบรก ควรมีการตรวจสอบการทำงานของเบรกด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

รายการตรวจสอบทั้งหมดที่ระบุไว้ข้างต้นยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้นในกรณีนี้ที่จำเป็นควรมีการตรวจสอบอื่นๆเพิ่มเติมด้วย

3. การซ่อมบำรุง


มาตรการป้องกันทางด้านความปลอดภัย

 **คำเตือน** ก่อนเริ่มทำงานกับมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนที่จะเปิดฝาครอบของส่วนที่หมุนหรือส่วนที่มีไฟจ่ายอยู่ จะต้องแน่ใจว่าได้มีการตัดไฟเรียบร้อยแล้ว รวมถึงได้ทำการตัดไฟอุปกรณ์ประกอบต่างๆด้วย เช่น ขดลวดทำความร้อน เป็นต้น

 **ข้อกำหนดทางด้านความปลอดภัย 5 ประการ (as set forth in DIN VDE 0105)**

- ทำการตัดไฟอุปกรณ์ ก่อนเริ่มทำงาน
- มีมาตรการป้องกันที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการตอวงจรกลับเข้ามาในขณะปฏิบัติงาน
- ทำการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ได้ถูกตัดไฟเรียบร้อยแล้ว
- ทำการต่อลงกราวด์หรือลัดวงจรลงกราวด์ของอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วก่อนเริ่มทำงานกับอุปกรณ์ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากแรงดันไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์
- ทำการครอบหรือกันเพื่อป้องกันไม่ให้สัมผัสกับส่วนที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งมีไฟจ่ายอยู่

ผู้ปฏิบัติงานจะต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันทางด้านความปลอดภัย ตามรายการข้างต้นอย่างเคร่งครัดจนกระทั่งงานซ่อมบำรุงสิ้นสุดลงและมีการประกอบมอเตอร์เรียบร้อยแล้ว

 **ข้อสังเกต** ในกรณีที่ทำการดัดแปลงหรือซ่อมบำรุงมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงมาตรฐานโครงสร้างที่เหมาะสม (The appropriate construction standards ได้แก่ UL-Underwriters Laboratories Inc. or CSA-Canadian Standard Association) ซึ่งจะมีสัญลักษณ์ตามรูปทางด้านซ้ายมือระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดของมอเตอร์



สำหรับมอเตอร์ที่มีปลั๊กอุดรูสำหรับระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นภายในตัวมอเตอร์ควรทำการถอดปลั๊กออกเพื่อให้ น้ำที่สะสมอยู่ภายในมอเตอร์ระบายออกสู่ภายนอกตามระยะเวลาที่เหมาะสม ปลั๊กอุดรูสำหรับระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นภายในตัว

NOTE: where motors are fitted with closed condense water openings, these should be opened from time to time to allow any accumulated condense water to drained away. Condense water openings should always be at the lowest point of the motor!

Fitting new bearings, grease lifetime, type of grease

Under normal operating conditions, with horizontally mounted motors and coolant temperatures up to 40 C, the grease should be:

- approx. 40,000 operating hours for speeds of 1,500 rpm
- approx. 20,000 operating hours for speeds of 3,000 rpm

Irrespective of the number of operating hours, the grease should be renewed every 3 years because of ageing. In case of the bearings should be dismounted, washed and newly greased. The modifications with additional greasing are to be maintained according to instructions on the lubricating data plate.

In case of motors operating under special conditions, such as vertical motor position, frequent operation at maximum speed n_{max} , heavy vibration, sudden load changes and frequent reversing operation, the bearing should be changed at considerable more frequent intervals than at the operating hours stated above.

The motor are standardly equipped with radial ball bearings of 62...series or with option K36- radial ball bearing of 63...series which are provided with a cover plate (ZC3 version).

The cover plate is arranged on that side of the bearing facing the frame (stator).

NOTE: notice the cover plate arrangement and the bearing clearance when changing the bearings because standard modifications can differ from special motors! The cover plate material should withstand temperature from 20 C to +150 C, e.g. polyacryl-rubber (ACM).

Type of grease for standard machines (Fa. ESSO / UNIREX N3); grease lifetime and lubrication intervals are valid for this type of grease only.

Compensatory greases must conform to DIN 51825-KL3N at least. In this case the lubrication intervals at $KT > 25$ C are to be reduced.

Special greases are introduced on the lubricating data plate.

Avoid mixing different types of grease!

Dismantle the motor to extent necessary. Pull off the bearing with suitable device(see **fig.10**). clean the bearing, or obtain a new one and pack it with fresh grease.

Pack the bearing cavities flush with grease! The cover plate or endshield is kept free of grease to prevent overgreasing.

Heat bearings evenly to about 80-100 C and press on. Heavy blows(such as with a hammer,...) should be avoided.

Any worn sealing elements (such as shaft sealing ring,etc.) should also be renewed.

If springless radial shaft sealing rings are used, the replacement sealing rings must also be of the springless type.

Regreasing device

In the case of motiors with regreasing device. Take note of the information given on the lubricating data plate

The bearings should be relubricated while the motor is running !

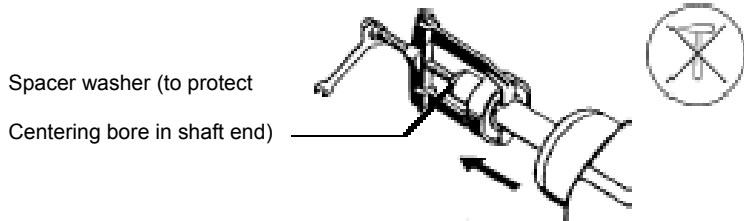


Fig.10 Changing bearings

มอเตอร์นั้นควรอยู่ในตำแหน่งต่ำที่สุดของตัวมอเตอร์

การเปลี่ยนแบริ่ง, อายุการใช้งานของจาร์บี และ ชนิดของจาร์บี

ในสภาวะการใช้งานปกติ มอเตอร์ที่ติดตั้งในแนวนอนที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสจะมีอายุการใช้งานของจาร์บีดังนี้

- ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที อายุการใช้งานของจาร์บีประมาณ 40,000 ชั่วโมง
- ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที อายุการใช้งานของจาร์บีประมาณ 20,000 ชั่วโมง

ในกรณีที่ไม่ว่าจำนวนชั่วโมงการทำงาน การเปลี่ยนจาร์บีใหม่ควรทำทุกๆ 3 ปีเนื่องจากจาร์บีหมดอายุการใช้งาน ซึ่งในกรณีนี้ควรถอดแบริ่งออกด้านล่างทำความสะอาดและเปลี่ยนจาร์บีใหม่และต้องทำการอัดจาร์บีเพิ่มเติมตามระยะเวลาที่ระบุไว้ในเอกสารคู่มือของผู้ผลิตหรือแผ่นป้ายข้อมูลการหล่อลื่นที่ตัวมอเตอร์

ในสภาวะการใช้งานแบบพิเศษเช่นมอเตอร์ที่ติดตั้งในแนวตั้ง,มอเตอร์ที่ใช้งานที่ความเร็วรอบสูงสุด n_{max} ปลายๆ, มอเตอร์ที่ใช้งานอยู่ในบริเวณที่มีความสั่นสะเทือนสูง, มอเตอร์ที่ขับโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมอเตอร์ที่มีการกลับทางหมุนบ่อยๆ

ดังนั้นอายุการใช้งานของจาร์บีและแบริ่งจะสั้นลง ซึ่งจะต้องทำการเปลี่ยนจาร์บีและแบริ่งใหม่เร็วกว่าที่กำหนดไว้ในสภาวะ

การใช้งานปกติ โดยปกติทั่วไปแบริ่งของมอเตอร์จะเป็นแบบแบริ่งลูกปืนเม็ดกลมในซีรีส์ 62...(ball bearing 62... series)หรือ

ในกรณีที่ เป็น option K36 แบริ่งของมอเตอร์จะเป็นแบบแบริ่งลูกปืนเม็ดกลมในแนวรัศมีในซีรีส์ 63...(radial ball bearing 63... series) ซึ่งจะมีซีลโลหะด้านเดียว(ZC3 version) ซึ่งซีลโลหะจะอยู่ที่แบริ่งด้านที่ติดกับ frame(stator) เมื่อทำการเปลี่ยนแบริ่ง

จะต้องสังเกตชนิดของซีลและค่า clearance ของแบริ่งทุกครั้ง เนื่องจากมอเตอร์แบบพิเศษจะแตกต่างจากมอเตอร์แบบมาตรฐาน

วัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นซีลจะต้องทนอุณหภูมิได้ในช่วง 20 ถึง 150 องศาเซลเซียส ยกตัวอย่างเช่น polyacryl rubber (ACM)

ชนิดของจาร์บีสำหรับเครื่องจักรมาตรฐานทั่วไปได้แก่ Fa.ESSO / UNIREX N3 ซึ่งอายุการใช้งานของจาร์บีและช่วงเวลาในการ

หล่อลื่นจะถูกกำหนดโดยชนิดของจาร์บีเท่านั้น ในกรณีที่จำเป็นจะต้องนำจาร์บีชนิดอื่นมาใช้แทน อย่างน้อยที่สุดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 51825-KL3N ซึ่งในกรณีนี้ช่วงเวลาในการหล่อลื่นที่อุณหภูมิ $KT > 25$ องศาเซลเซียสจะลดลง จาร์บีชนิดพิเศษจะระบุอยู่บนแผ่นป้ายข้อมูลการหล่อลื่นที่ตัวมอเตอร์

หลีกเลี่ยงการใช้จาร์บีคนละชนิดผสมกัน

การถอดประกอบมอเตอร์ควรทำเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ในการถอดประกอบแบริ่งควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและดึงไว้ในรูปที่ 10

หลังจากการล้างทำความสะอาดแบริ่งหรือการเปลี่ยนแบริ่ง แล้วทำการอัดจาร์บีเข้าไปในแบริ่ง จาร์บีที่ใช้จะต้องเป็น

จาร์บีใหม่เท่านั้น การอัดจาร์บีเข้าไปในแบริ่งจะต้องอัดให้จาร์บีเข้าไปในแบริ่งจนเต็มโดยไม่มีช่องว่างเหลืออยู่ และจะต้อง

ไม่อัดจาร์บีมากเกินไปจนกระทั่งล้นออกมานอกซีลของแบริ่ง การเปลี่ยนแบริ่งนั้นจะใช้เวลาประมาณ 80 ถึง 100 องศา

เซลเซียสทำให้แบริ่งขยายตัวก่อนแล้วจึงสวมเข้าไปบนเพลานการใช้ค้อนตอกอัดแบริ่ง เนื่องจากอาจจะทำให้แบริ่งเสียหายได้

ในกรณีที่พบว่ามีซีลตัวใดตัวหนึ่งชำรุดเช่น shaft sealing ring ควรทำการเปลี่ยนซีลใหม่และในกรณีที่ เป็นแบบ springless radial shaft sealing การเปลี่ยนจะต้องใช้แบบที่เป็น springless เปลี่ยนแทนเท่านั้น

การอัดจาร์บี

สำหรับมอเตอร์ที่มีรูอัดจาร์บี จะต้องทำการอัดจาร์บีตามที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายข้อมูลการหล่อลื่นที่ตัวมอเตอร์ การอัดจาร์บีมอเตอร์ควรทำการอัดในขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่เท่านั้น

การใช้ Compound ทาพื้นผิวที่เป็นมันวาวบริเวณรอยต่อระหว่างตัวมอเตอร์กับฝามอเตอร์

เมื่อทำการประกอบมอเตอร์ที่มีระดับการป้องกันแบบ IP55 หรือสูงกว่า (ระบุอยู่บนแผ่นป้ายที่กัของมอเตอร์) พื้นผิวที่เป็นมันวาวบริเวณรอยต่อระหว่างตัวมอเตอร์กับฝามอเตอร์ จะต้องใช้ non-hardening sealing compounds ที่เหมาะสมหาที่บริเวณดังกล่าว (ยกตัวอย่างเช่น Hyloamar, Curil)

ใบพัดลมพลาสติก(สำหรับ frame sizes 180M...315L)

แหวนลึศสองตัวที่ใส่อยู่ในร่องรอบเพลานทำหน้าที่ป้องกันการเคลื่อนที่ของใบพัดลมพลาสติกในแนวแกน ในกรณีที่ต้องการถอด

ใบพัดลมพลาสติกจะต้องทำการถอดแหวนลึศสองตัวนี้ออกก่อน หลังจากนั้นนำงานดูมาใส่ไว้หน้าใบพัดลมพลาสติกแล้วนำ

Joint sealing

When reassembling machines with degree of protection IP55 or higher(see rating plate), the bright surfaces of the joint between the motor frame and the endshield should be coated with a suitable non-hardening sealing compound(such as Hylomar,Curil)

Plastic fan(frame sizes 180M...315L)

Plastic fans have two cast-on tabs that snap into the ring groove on the shaft to prevent axial movement. Before the fan is pulled off the shaft, these two tabs must be disengaged (screwdriver) and held temporarily in that position, e.g. by inserting packing. In the disc at the root of the blades, there are two openings for the claws of the extractor whose central screw should press against the hub. On delivery, these openings may be covered by a film of plastic and later or they should be punched.

A suitable device should be used for pulling the fan off and pressing it back on. Hammer blows must be avoided to protect bearings.

4. 1MA and 1MF motors with increased EEx protection

Marking : CE0158  II 2 G EEx e II T.

The information in italics is intended to serve as supplementary or special information on these types of motors.

The increased hazards in areas which are exposed to the danger of explosion of firedamp necessitate that the general notes on safety and commissioning are carefully complied with.



CAUTION

Repairs must be performed in or by authorized Siemens workshops. Any repair work carried out must be documented on the motor (e.g. by means of an additional plate).

As to **spareparts**, with the exception of standardised, commercially available equivalent parts (e.g. roller bearings), only **original spareparts** (see part lists) may be used; this applies in particular also with respect to gaskets and connectors.

Electrical machines which are protected against explosion are in line with the standards EN 60034 (VDE 0530) and EN 50014 to 50020. It is permitted to use these machines in areas exposed to the danger of explosion only in accordance with the stipulations of the responsible authority with also determines whether the danger of explosion exists (division into zones).

To be observed in the case of certification additionally marked with an X are the special stipulations in the EC sample test certificate.

The cable entries must be approved for the explosion-endangered area and be secured to prevent accidental loosening. Unused openings are to be closed with approved plugs.

Where the motor is mounted vertically with the shaft end at the top, e.g. models IMV3, IMV6, IMV19, 1MA motors must have a cover fitted so that no objects can penetrate between the cooling ribs into the motor fan hood. The cover must not obstruct the cooling of the motor.

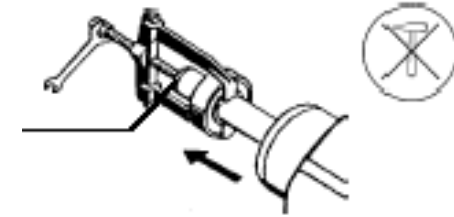
Should no details be given to the contrary in respect of mode of operation and tolerances in the EC sample test certificate or on the rating plate the electric motors have been designed and built for continuous operation and infrequent repeated start-up with no excessive heating up when starting. The motors are only to be used for the given mode of operation shown on the rating plate.

Section A in EN 60034-1 (VDE 0530, Part1) Voltage $\pm 5\%$, frequency $\pm 2\%$, waveform, power system symmetry must be complied with in order to ensure that any increase in temperature remains within the permitted limits. Greater deviations from the rated values can lead to non-permissible increases in the temperature of the machine and must be indicated on the rating plate.

The temperature class of the motor given on the rating plate must agree with the temperature class of the inflammable gas which may occur.

puller มาใช้เป็นเครื่องมือในการถอดใบพัดลมพลาสติก โดยนำปลายขาของ puller ทั้งสองด้านไปเกี่ยวไว้ที่จานดูด (ควรหุ้มอยู่ปลายขาโลหะทั้งสองด้านของ puller ด้วยพลาสติก) แล้วทำการขันเหล็กสกรูที่อยู่ตรงกลางของ puller ที่ติดกับพื้นหน้าตัดบริเวณปลายเพลลา เพื่อดึงให้จานดูดเคลื่อนที่ดันใบพัดลมพลาสติกให้เคลื่อนที่หลุดออกจากเพลลาควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการถอดและประกอบใบพัดลมพลาสติก หลีกเลี่ยงการใช้ค้อนตอกอัดเนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อทำให้แบร์ริงเสียหายได้

ใส่ Spacer washer
รองไว้เพื่อป้องกันกา
รกระทบที่รูตรงกลาง
ปลายเพลลา



รูปที่ 10 แสดงวิธีการถอดแบร์ริง

4. มอเตอร์ป้องกันการระเบิด(increased EEx protection) แบบ 1MA และ 1MF

ซึ่งมีสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้ : CE0158  II 2 G EEx e II T.

ในพื้นที่ที่เป็น hazardous area ซึ่งมีโอกาสเกิดอันตรายอันเนื่องมาจากการระเบิดหรือการเกิดประกายไฟ ดังนั้นผู้ใช้งานควรศึกษาและปฏิบัติตามข้อกำหนดทางด้านความปลอดภัย และการทดสอบเดินเครื่องจักรด้วยความระมัดระวังอย่างเคร่งครัด



ข้อควรระวัง การซ่อมบำรุงมอเตอร์ป้องกันการระเบิด ต้องกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญของบริษัท SIEMENS เท่านั้น การซ่อมบำรุงใดๆก็ตามจะต้องทำตามที่ระบุไว้ในเอกสารคู่มือของมอเตอร์เท่านั้น

อะไหล่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงจะต้องเป็นอะไหล่แบบเดิมที่ผลิตโดยบริษัท SIEMENS เท่านั้น (สามารถดูได้จากรายการอะไหล่ที่ระบุไว้ในเอกสารคู่มือ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปะเก็นและคอนเนคเตอร์ ยกเว้นอะไหล่ทั่วไปที่ใช้แทนกันได้ เช่น แบร์ริง เครื่องจักรไฟฟ้าที่เป็นแบบป้องกันการระเบิดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN 60034(VDE 0530) และ EN 50014 to 50020 ซึ่งอนุญาตให้ใช้ได้ในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอันตรายอันเนื่องมาจากการระเบิดเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดขององค์กรที่มีหน้าที่รับผิดชอบซึ่งได้กำหนดไว้ตามพื้นที่ที่มีอันตรายจากการระเบิด (แบ่งออกเป็นโซน ตามมาตรฐาน DIN57165/VDE0165)

ช่องเข้าสายไฟที่กล่องหัวต่อสายไฟมอเตอร์ จะต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ได้ในพื้นที่อันตรายจากการระเบิดและต้องมีระบบป้องกันการหลุดหลวมโดยไม่ตั้งใจ และบริเวณที่เปิดอยู่ซึ่งไม่ได้ใช้งานจะต้องอุดด้วยปลั๊กซึ่งเป็นแบบที่สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่มีอันตรายจากการระเบิดเช่นกัน

สำหรับมอเตอร์แบบ 1MA ที่ติดตั้งในแนวตั้งและปลายเพลลาหันขึ้นด้านบน(IM V3, IM V6 และ IM V9)จะต้องมีฝาครอบป้องกันไม่ให้วัสดุใดๆหล่นลงไปในร่องระหว่างครีบริบายความร้อนของมอเตอร์ และเข้าไปในใบพัดลมระบายความร้อนของมอเตอร์ มอเตอร์ถูกออกแบบและผลิตมาให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสตาร์ทที่ซ้ำได้(แต่ต้องไม่สตาร์ทซ้ำหลายๆครั้งติดต่อกัน)โดยไม่ทำให้เกิดความร้อนสูงเกินไปในขณะสตาร์ท การนำมอเตอร์ไปใช้งานนั้นจะต้องใช้งานให้ตรงกับรูปแบบการใช้งานที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์เท่านั้น

จาก Section A ใน EN 60034-1 (VDE 0530,Part 1) กล่าวไว้ว่าเมื่อแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนไม่เกิน $\pm 5\%$, ความถี่เบี่ยงเบนไม่เกิน $\pm 2\%$, รูปคลื่นและระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นแบบสมมาตร ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิของมอเตอร์เพิ่มขึ้นแต่จะเพิ่มขึ้นไม่เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ ในกรณีที่ค่าความเบี่ยงเบนสูงเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้จะมีผลทำให้อุณหภูมิของมอเตอร์สูงเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ซึ่งต้องระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ด้วย

Each machine must be protected in all phases in accordance with EN 60079-14 against unacceptable temperature rise by a current-sensitive delayed circuit breaker with phase failure protection in accordance with EN 60947 0r with an equivalent device.

The overcurrent protection facility with current dependent delayed triggering is to be selected so that the triggering time to be taken from the switch characteristic curve for the protected motor ratio I_A / I_N must not be greater than the heating up time T_E of the motors. The ratio I_A / I_N as well as the heating up time T_E are to be found on the rating plate. The protective device is to be set to the rated current. In the case of delta-connected winding. The trips are to be connected in series with the winding phases and set to 0.58 times the rated current. If such the circuit is not possible, additional protective measures are necessary (e.g. thermal machine protection).

If the rotor is blocked, the protection device must switch off the machine within the time T_E indicated for the respective temperature class.

Electric motors for **heavy start up** (running up time $> 1.7 \times t_E$ -time) are to be protected by a start monitoring system in accordance with the details given in the EC sample type test certificate.

Thermal machine protection by means of direct temperature monitoring of the winding is permissible if this is certified and indicated on the rating plate.

Separate, common interlocked protection devices are required for each speed stage for pole reversible motors. To be recommended are devices with EC sample type test certificate.

In Germany, please refer to DIN 51765/VDE 0165 and Elex V when erecting electrical installations in areas exposed to the danger of explosion. In countries other than Germany, the relevant national regulations are to be complied with in each case!

Operation on a converter must be certified. The separate instructions of the manufacturer must be complied with. The motors, converters and protection devices are to be marked as pertinent to each other in the case of the EExe ignition protection mode and the approved operating data is to be laid down in the general EC sample type test certificate (VDE 0165).

The connector cable is installed between the inverter and the electrical device can adversely affect the levels of the **voltage peaks produced by the inverter**. The maximum value of the voltage peaks at the terminal in the system inverter-cable-electrical device must not exceed the value stated in the manufacturer's special notes. Furthermore, the **EMC Guideline** must be observed.

Temperature class ของมอเตอร์ที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ จะต้องสอดคล้องกับ Temperature class ของก๊าซไวไฟ (inflammable gas) ที่อาจเกิดขึ้นในบริเวณที่ใช้งานนั้นด้วย (Temperature class ของมอเตอร์เป็นตัวระบุค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ผิวมอเตอร์ในขณะใช้งาน ซึ่งในการนำมอเตอร์ไปใช้งานนั้นจะต้องเลือกมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิสูงสุดที่ผิวมอเตอร์ไม่สูงเกินกว่าจุดติดไฟของก๊าซไวไฟที่อาจเกิดขึ้นในบริเวณที่ใช้งาน)

เครื่องจักรจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐาน EN 60079-14 ซึ่งกล่าวถึงการใช้ current-sensitive delayed circuit-breaker with phase-failure protection ป้องกันการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้และตามมาตรฐาน EN 60947 ซึ่งกล่าวถึงการใช้ equivalent device การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน จะทำงานเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับค่ากระแสของมอเตอร์ในขณะที่เกิดกระแสเกินขึ้น ซึ่งจะเป็นไปตาม the switch characteristic curve ซึ่ง the protected motor ratio I_A/I_N จะต้องไม่มากกว่า the heating up time t_E ของมอเตอร์ซึ่งทั้งสองค่านี้จะระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ การขีดค่าของอุปกรณ์ป้องกันต้องขีดค่าเท่ากับค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ขดลวดของมอเตอร์ต่อเป็นแบบเดลต้า อุปกรณ์ป้องกันต้องต่ออนุกรมกับขดลวดของมอเตอร์ และขีดค่าเท่ากับ 0.58 เท่าของค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์ ถ้าการป้องกันดังกล่าวข้างต้นยังไม่เพียงพอ ดังนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติม เช่น Thermal machine protection ในกรณีที่ลัดวงจรต่อ อุปกรณ์ป้องกันจะต้องตัดวงจรภายในเวลาไม่เกิน the heating up time t_E สำหรับมอเตอร์ที่มีการสตาร์ทแบบ heavy start up (running up time $> 1.7t_E$) ซึ่งจะทำให้การป้องกันโดยใช้ start monitoring system ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ใน the EC sample type test certificate

Thermal machine protection จะตรวจจับอุณหภูมิที่ขดลวดของมอเตอร์โดยตรง ซึ่งจะอนุญาตให้นำมาใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีการระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันการทำงาน 2 speed พร้อมกันแบบต่อรวมหรือแบบแยกอิสระสำหรับมอเตอร์ที่เปลี่ยนความเร็วรอบได้โดยการเปลี่ยนจำนวน pole ที่นำมาใช้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด EC sample type test certificate การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีอันตรายจากการระเบิดในประเทศเยอรมันจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน DIN51765/VDE0165 and Elex V สำหรับประเทศอื่นๆจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของแต่ละประเทศนั้นๆซึ่งสอดคล้องกัน

มอเตอร์ที่จะนำไปใช้งานร่วมกับคอนเวอร์เตอร์นั้น จะต้องเป็นมอเตอร์ที่ผ่านการรับรองว่าสามารถใช้งานร่วมกับคอนเวอร์เตอร์ได้และผู้ใช้งานต้องศึกษาเอกสารคู่มือจากผู้ผลิตด้วย มอเตอร์,คอนเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ป้องกันที่นำมาใช้งานจะต้องมีเครื่องหมาย EExe และมีข้อมูลระบุว่าสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอันตรายจากการระเบิดตาม EC sample type test certificate (VDE0165) สายไฟที่ต่อระหว่างอินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อระดับแรงดันไฟกระชากที่เกิดจากอินเวอร์เตอร์ซึ่งจะมีค่าสูงสุดได้ไม่เกินค่าที่ระบุไว้ในเอกสารคู่มือผู้ผลิต นอกจากนี้ผู้ใช้งานต้องศึกษารายละเอียดใน EMC Guideline ด้วย

ภาคผนวก

1) รายละเอียดบนแผ่นป้ายมอเตอร์

โดยปกติแล้วมอเตอร์ทุกตัวจะมีแผ่นป้ายประจำเครื่อง(Nameplate) ติดมากับตัวมอเตอร์ด้วยเสมอ ซึ่งแผ่นป้ายนี้จะระบุรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับมอเตอร์ให้แก่ผู้ที่จะนำเอามอเตอร์ไปใช้งานได้ทราบ เพื่อที่จะได้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับตัวมอเตอร์ในขณะที่ใช้งานกับโหลดได้อย่างเหมาะสม

SIEMENS			
PE•21 PLUS™		PREMIUM EFFICIENCY	
ORD. NO.	1LA02864SE41	E. No.	
TYPE	RGZESD	FRAME	286T
H. P.	30.00	EFFICIENCY	1.15
AMPS	34.9	VOLTS	480
R.P.M.	1765	HERTZ	60
DUTY	CONT	40°C AMB.	DATE CODE
INS. CLASS	F	INS. SYSTEM	B
PROT. DEV.	G	PROT. DEV.	G
MT. AND WIND. NO.	50BC03JPP3	MT. AND WIND. NO.	50BC03JPP3
MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR			
<small>Siemens Energy & Automation, Inc. 1818 Park Ave. Milwaukee, WI, U.S.A.</small>			

รายละเอียดต่างๆ บนแผ่นป้ายมอเตอร์สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ชื่อของบริษัทผู้ผลิต** สำหรับการติดต่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับมอเตอร์, สั่งซื้ออะไหล่, สั่งซื้อเพิ่มเติมและส่งซ่อม
- รุ่นของมอเตอร์** ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตซึ่งใช้แยกชนิดของมอเตอร์แบบต่างๆ ของบริษัท
- หมายเลขเครื่อง** เป็นการแจ้งรหัสประจำตัวของมอเตอร์ให้ผู้ใช้งานได้ทราบเพื่อใช้เป็นสิ่งอ้างอิงเมื่อต้องการติดต่อกับผู้ผลิต เพื่อการขอรับทราบข้อมูลอื่นๆ กรณีที่ผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายก็กระทำได้ โดยการแจ้งให้ผู้ผลิตทราบว่าข้อมูลที่ขอทราบนั้นเป็นของมอเตอร์ที่มีหมายเลขเครื่องเท่าไร การที่ผู้ผลิตให้รหัสหมายเลขเครื่องมากับตัวมอเตอร์ด้วย ก็เพราะว่าผู้ผลิตได้ทำการผลิตมอเตอร์ชนิดเดียวกันนี้เป็นจำนวนมาก และก่อนที่จะส่งออกจำหน่ายให้ผู้ผลิตจะทำการทดสอบมอเตอร์แต่ละตัวมาก่อน เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามอเตอร์มีคุณลักษณะไม่ผิดไปจากที่ออกแบบ ดังนั้นเมื่อต้องการทราบข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวมอเตอร์ จึงต้องระบุหมายเลขเครื่องลงไปด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะตัวของมอเตอร์ตัวนั่นเอง
- ปีที่ทำการผลิต** เพื่อให้ทราบว่ามอเตอร์นั้นผลิตเมื่อใด และมีประโยชน์ในการพิจารณาการเปลี่ยนจารบีหรือเบร้งก่อนนำมอเตอร์ใหม่ที่ถูกเก็บเอาไว้เป็นเวลานานมาใช้งาน ยิ่งไปกว่านั้นยังใช้ในการติดต่ออ้างอิงกับผู้ผลิตว่าข้อมูลที่ขอทราบนั้นเป็นมอเตอร์ที่ทำการผลิตเมื่อใด
- ชนิดของมอเตอร์** โดยปกติผู้ผลิตจะระบุว่าเป็นมอเตอร์ชนิดใด ในกรณีที่ผู้ไม่ได้ระบุชนิดของมอเตอร์ให้สังเกตจากข้อมูลอื่นๆ บนแผ่นป้ายเช่น ระบบไฟฟ้าที่ใช้เป็นกระแสสลับหรือกระแสตรง แผ่นป้ายของมอเตอร์นอกจากจะระบุว่าเป็นมอเตอร์ชนิดไหนแล้วยังระบุว่าเป็นแบบ (Type) ไหนอีกด้วย รายละเอียดของ Type ต่างๆจะดูได้จากหนังสือคู่มือ (Catalogue) ที่ให้มากับมอเตอร์

ในกรณีของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ผู้ผลิตอาจจะระบุโครงสร้างของโรตอร์บอกมาบนแผ่นป้ายด้วยดังต่อไปนี้

- C หมายถึง โรตอร์ชนิดกรงกระรอกธรรมดา
- K1 หมายถึง โรตอร์ชนิดกรงกระรอกพิเศษชั้นที่ 1
- K2 หมายถึง โรตอร์ชนิดกรงกระรอกพิเศษชั้นที่ 2
- W หมายถึง โรตอร์ชนิดฟันขาดลด

- 6) **จำนวนขั้วแม่เหล็ก (Pole)** จำนวนขั้วคู่ของขั้วแม่เหล็กประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ หนึ่งขั้วคู่เหนือและหนึ่งขั้วคู่ใต้ เรียกว่าสองขั้วเป็นต้น ในกรณีที่ไม่ได้ระบุจำนวนขั้วลงบนแผ่นป้ายเราก็สามารถหาได้จากสมการ

$$N = 120f/P$$

เมื่อ N คือความเร็วรอบมอเตอร์ (RPM)

f คือความถี่ของระบบไฟฟ้าที่ใช้ (Hz)

P คือจำนวนขั้วแม่เหล็ก (Pole)

- 7) **ระบบไฟฟ้าที่ใช้** จากข้อมูลบนแผ่นป้ายจะระบุให้ทราบถึงว่าระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์เป็นแบบเฟสเดียวหรือว่าสามเฟส มอเตอร์เฟสเดียวจะนำมาใช้กับโพลามเฟสไม่ได้แต่มอเตอร์สามเฟสสามารถนำมาต่อกับระบบไฟเฟสเดียวได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายของระบบสามเฟสเท่ากับระบบเฟสเดียว
- 8) **พิกัดกำลัง** หมายถึง กำลังงานสูงสุดที่มอเตอร์สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ในอดีตการระบุค่าพิกัดกำลังของมอเตอร์นั้นถูกระบุเป็นแรงม้าและวัตต์หรือกิโลวัตต์ (1 HP = 746 วัตต์)แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการกำหนดให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก (ระบบ SI Unit) ดังนั้นการระบุขนาดกำลังของมอเตอร์ในปัจจุบันจะระบุเป็นวัตต์หรือกิโลวัตต์เท่านั้น
- 9) **พิกัดโวลท์เตจ** เป็นค่าแรงดันที่ป้อนเข้ามอเตอร์ที่ทำให้พิกัดกำลังของมอเตอร์ได้ตรงตามที่กำหนด ระบบไฟที่จะนำมอเตอร์ไปต่อเข้าจะต้องมีขนาดแรงดันระหว่างสายเท่ากับที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์ ถ้ามีค่าต่ำกว่าที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมากๆ และมอเตอร์ถูกนำไปใช้ขับโหลดด้วยขนาดกำลังที่ระบุก็อาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ถ้ามอเตอร์ไม่ได้ติดอุปกรณ์ป้องกันไว้กับตัวมอเตอร์ สาเหตุที่ทำให้มอเตอร์เสียหายเมื่อใช้กับแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด ก็เพราะว่ากระแสที่ไหลเข้าขดลวดของมอเตอร์จะต้องสูงกว่าปกติเพื่อให้ได้กำลังตามที่ต้องการ และขณะเดียวกันค่าความเร็วรอบของมอเตอร์จะไม่ได้ตามที่ระบุ ทำให้การระบายความร้อนที่ตัวมอเตอร์มีค่าต่ำกว่าปกติ
- 10) **พิกัดความถี่** เป็นค่าความถี่ของระบบไฟฟ้าที่ทำให้พิกัดกำลังของมอเตอร์ได้ตรงตามที่กำหนด ความถี่ของระบบไฟฟ้าที่ใช้มีทั้ง 50 Hz และ 60 Hz แต่ความถี่ของระบบไฟฟ้าในประเทศไทยมีค่า 50 Hz ดังนั้นถ้ามอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 60 Hz ไปใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 50 Hz แล้วความเร็วรอบของมอเตอร์จะลดลงต่ำกว่าที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดมอเตอร์
- 11) **พิกัดกระแส** เป็นปริมาณกระแสที่มอเตอร์จะดึงหรือรับมาจากระบบไฟฟ้าเมื่อมอเตอร์ต้องจ่ายโหลดด้วยขนาดกำลังเต็มที่ (Full load) และระบบไฟฟ้ามีค่าแรงดันระหว่างสายตามที่กำหนดไว้บนแผ่นป้าย ค่าพิกัดกระแสจะเป็นค่าที่ใช้กำหนดขนาดสายและอุปกรณ์ป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ (Overload) เป็นต้น
- 12) **พิกัดการใช้งาน** เป็นการบอกให้ทราบว่ามอเตอร์สามารถใช้งานที่ค่ากำลังเต็มที่ได้นานเท่าไรหรือเฉพาะช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ถ้ามอเตอร์สามารถใช้งานได้เต็มพิกัดตลอดโดยไม่ต้องหยุดพักเครื่อง จะระบุไว้บนแผ่นป้ายว่า RATING CONT หรือบางทีก็ระบุว่า TIME RATING CONT (โดยเฉพาะมอเตอร์ที่ผลิตในอเมริกา) แต่ถ้าบนแผ่นป้ายมอเตอร์ระบุไว้ว่า INT.60min ก็หมายความว่ามอเตอร์ตัวนี้ สามารถใช้งานได้เต็มที่ค่ากำลังเต็มพิกัดเป็นระยะเวลา 60 นาที และเมื่อใช้งานครบระยะเวลาดังกล่าวแล้วจะต้องหยุดพักเครื่อง เพื่อให้มอเตอร์เย็นตัวลง (โดยทั่วไปจะหยุดพัก จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวเครื่องแตกต่างกับอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วง 5 องศาเซลเซียส) จากนั้นจึงสามารถใช้งานมอเตอร์ใหม่ได้ทันที ชนิดหรือพิกัดการใช้งานของมอเตอร์มีทั้งแบบที่สามารถใช้งานที่ค่ากำลังเต็มพิกัดได้ตลอดเวลาและแบบใช้ได้เฉพาะช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น เนื่องมาจากการออกแบบระบบระบายความร้อนของตัวมอเตอร์ว่าสามารถกระทำได้ดีเพียงใด รวมถึงการออกแบบเปลือกหุ้มมอเตอร์และชนิดของฉนวนที่ใช้ด้วย
- พิกัดช่วงเวลาการใช้งานของมอเตอร์แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ**
- 12.1) ใช้งานต่อเนื่อง (Continuous duty) หมายถึงการใช้งานที่มีโหลดเกือบคงที่โดยมีระยะเวลาไม่จำกัด
- 12.2) ใช้งานเป็นระยะ (Intermittent duty) หมายถึงการใช้งานเป็นช่วงสลับกัน เช่น
- (ก) ช่วงมีโหลดและไม่มีโหลด

- (ข) ช้วงมีโหลดและพักเครื่อง
- (ค) ช้วงมีโหลด, ไม่มีโหลดและพักเครื่อง
- 12.3) ใช้งานเป็นคาบ(Periodic duty) หมายถึงการทำงานเป็นระยะๆอย่างสม่ำเสมอ
- 12.4) ใช้งานเป็นระยะสั้น(Short time duty) หมายถึงการใช้งานที่มีโหลดมากเกือบคงที่โดยมีระยะเวลาสั้นและจำกัด
- 12.5) ใช้งานไม่แน่นอน(Vary duty) หมายถึงการใช้งานทั้งภาวะที่มีโหลดและช่วงเวลาที่โหลดเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน
- 13) **ความเร็วรอบ** เป็นค่าความเร็วรอบที่วัดได้ที่เพลลาของมอเตอร์ เมื่อถูกใช้งานที่ค่ากำลังเต็มพิกัดแสดงค่าในหน่วยรอบต่อนาที(RPM) มอเตอร์บางอย่างออกแบบไว้ให้ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันก็จะมีค่าความเร็วรอบไว้สองค่าเช่นเดียวกัน
- 14) **ชนิดของฉนวน** ชนิดที่ใช้น้ำมันมอเตอร์จะทำมาจากเส้นลวดทองแดง ที่มีฉนวนวานิชเคลือบอยู่เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรขึ้นในระหว่างรอบของขดลวดที่มีค่าแรงดันต่างกัน นอกจากนี้ยังมีฉนวนที่ใช้อาบขดลวดหลังจากที่พันลงในสลิตเรียบร้อยแล้ว ฉนวนที่ใช้อาบขดลวดในสลิตหรือใช้กันระหว่างขดลวดแต่ละชุดที่ต้องใส่ลงในสลิตเดียวกันเป็นการป้องกันการลัดวงจรระหว่างขดลวด และระหว่างขดลวดกับแกนเหล็กที่ประกอบเป็นโรเตอร์หรือสเตเตอร์
- ตารางที่ 1 เป็นการแสดงว่าฉนวนแต่ละชนิดทำจากวัสดุอะไรบ้างและมีขีดความสามารถในการทนอุณหภูมิได้สูงสุดเท่าไร โดยทั่วไปฉนวนชนิดหนึ่งๆอายุการใช้งานของมันนอกจากจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะที่ถูกใช้งานแล้วยังขึ้นอยู่กับความชื้น , การสั่นสะเทือนและขนาดแรงดันไฟฟ้าแต่อุณหภูมิเป็นสิ่งที่มิอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของฉนวนมากที่สุด กล่าวคือในฉนวนชนิดหนึ่งๆถ้าอุณหภูมิการใช้งานเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส อายุการใช้งานของฉนวนจะลดลงไปอีกเท่าตัว
- ตารางที่ 1 แสดงชนิดของความต้านทานความร้อนของวัสดุฉนวนมอเตอร์ และอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของ**

ฉนวน(องศาเซลเซียส)		
Class ของฉนวน	อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	วัสดุต่างๆที่สามารถใช้ทำงานได้
Class O, Y (ปัจจุบันนี้ใช้น้อยมาก)	90	ใช้วัสดุที่ทำจากฝ้ายชนิดไม่มีวัสดุอื่นเจือปน, โหมดอร์ชนิด, กระดาษเซลลูโลส, อากาศและใยวัลคาไนซ์ เป็นต้น ไม่มีสารชุบวานิช น้ำมันหรือของเหลวใดๆ (without impregnation) ตัวอย่าง แผ่นอัดและไฟเบอร์แข็ง
Class A (ปัจจุบันนี้ใช้น้อยมาก)	105	ใช้วัสดุคล้าย Class Y แต่มีการชุบวานิช หรือน้ำมันด้วย ตัวอย่าง ฝ้ายชุบวานิช กระดาษชุบวานิช และฝ้ายไหมชุบวานิช
Class E	120	ใช้วัสดุ เช่น โพลีเอทิลีน, โพลีเอสเตอร์(ไมลาร์), อีพ็อกซี, เมทาไบนและพินอะครีลิก เป็นต้น ตัวอย่าง โพลีเอสเตอร์ฟิล์ม ที่ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า
Class B	130	ใช้วัสดุที่ทำจาก ไมก้า, โยหินและใยแก้วผสมกาว เป็นต้น ตัวอย่าง โยหินแก้ว เอสเบสคอสและเมลลาในชนิดที่มีสารอินทรีย์
Class F	155	ใช้วัสดุที่ทำจาก ไมก้า, โยหินและใยแก้วผสมกาวพวกซิลิโคนเรซิน เป็นต้น ตัวอย่าง วานิชใยแก้ว, วานิชโยหินและฟิล์มโพลีเอไมด์(เคพตอน, โนมก)
Class H	180	ใช้วัสดุที่ทำจาก ไมก้า, โยหินและใยแก้วผสมกาวพวกซิลิโคนเรซินหรือกาวอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า เป็นต้น ตัวอย่าง ยางซิลิโคน, แผ่นซิลิโคนไมก้า, flexible silicone mica, silicone vanish glass cloth
Class N	200	วัสดุต่างๆที่ได้ทดสอบแล้วว่ามี thermal life 200 องศาเซลเซียส
Class R	220	วัสดุต่างๆที่ได้ทดสอบแล้วว่ามี thermal life 220 องศาเซลเซียส
Class S	240	วัสดุต่างๆที่ได้ทดสอบแล้วว่ามี thermal life 240 องศาเซลเซียส
Class C	สูงกว่า 240	วัสดุต่างๆ เช่น ไมก้า กระเบื้องเคลือบ แก้วควอตซ์ และอินทรีย์สารอื่นๆ ที่ได้ทดสอบแล้วว่ามี thermal life สูงกว่า 240 องศาเซลเซียส

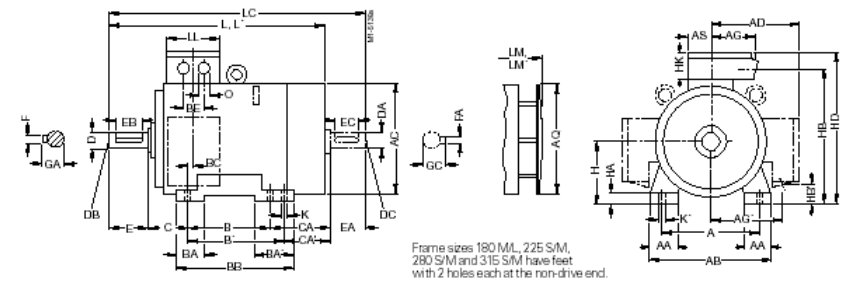
- 15) **แฟคเตอร์บริการ(Safety factor)** เป็นค่าตัวเลขที่บอกค่าที่มอเตอร์สามารถทำงานได้เกินกำลัง จากที่ระบุไว้ในแผ่นป้ายพิกัดได้โดยมอเตอร์ไม่เป็นอันตรายและไม่ร้อนเกินกำหนด ใช้อักษรย่อ S.F. แทนค่าแฟคเตอร์บริการ ค่าแฟคเตอร์บริการ

จะมีค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.35 (ปกติจะมีค่าเป็น 1.15) และมอเตอร์บางตัวโรงงานผู้ผลิต อาจจะบอกค่าเวลาที่มอเตอร์สามารถทำงานได้เกินพิกัดประกอบได้ด้วย

หมายเหตุ แฟคเตอร์บริการ(Safety factor) คือตัวคูณของพิกัดกำลังด้านออก (Rated output) เพื่อให้ทราบกำลังด้านออกสูงสุดที่มอเตอร์สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องได้โดยไม่เกิดความเสียหายเมื่อใช้โหลดเกิน(Overload) โดยอยู่ภายใต้ข้อกำหนดซึ่งกำกับแฟคเตอร์บริการนั้น ค่าแฟคเตอร์บริการจะมีค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.35

ตัวอย่าง มอเตอร์ตัวหนึ่งมีขนาด 10 HP มีแฟคเตอร์บริการ 1.15 ดังนั้นมอเตอร์ตัวนี้จะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดความเสียหายเมื่อใช้โหลดเกินได้เท่ากับ $10 \text{ HP} \times 1.15 = 11.5 \text{ HP}$

- 16) **ขนาดของกรอบโครงสร้างหรือเฟรม(Frame size)**เป็นการบอกรหัสที่เป็นตัวเลขล้วนหรือเป็นตัวเลขที่ปนกับตัวอักษรก็ได้และจากรหัสนี้ถ้าเปิดคู่มือเครื่องหรือแค็ตตาล็อกก็จะทราบขนาดหรือมิติของมอเตอร์ได้ว่าในแต่ละส่วนมีขนาดเท่าไร ขนาดของกรอบโครงสร้างนี้ถือเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทราบโดยเฉพาะในกรณีที่สถานที่ติดตั้งมอเตอร์มีจำกัดและนอกจากนี้ยังทำให้ทราบขนาดของเพลามอเตอร์เพื่อที่จะนำไปใช้หาขนาดของรูเพลาลงของพูลเลย์ที่จะนำมาใช้ประกอบอีกด้วยการที่จะทราบขนาดต่างๆนี้จะต้องอาศัยดูจากหนังสือคู่มือของมอเตอร์ตัวนั้นตัวอย่างขนาดของกรอบโครงสร้างแสดงไว้ในรูปที่ 1



For motor	Dimension symbols to																									
Frame size	Type	No. of poles	IEC	A	AA	AB	AC ¹⁾	AD	AG	AG'	AQ	AS	AS'	B	B'	BA	BA'	BB	BC	BE	C	CA	CA'	H	HA	
1LA6... 1MA6...	b	n	DIN	f	f	f	g	p ₁	r	Y	t ₂	t ₂	t ₂	a	a'	m	m ₁	e	x ₀	x	w ₁	w ₂	w ₂	h	c	
180 M	183	2	279	65	344	375	275	140	235	340	80	241*	279	70	108	319	35	75	121	259	-	180	26			
180 L	186	4 to 8	279	65	344	375	275	140	235	340	80	241	279*	70	108	319	35	75	121	259	-	221	180	26		
200 L	206	2	318	80	398	415	310	155	250	380	100	305	-	85	85	355	42	85	133	239	-	200	34			
	207	2	318	80	398	415	310	155	250	380	100	305	-	85	85	355	42	85	133	239	-	200	34			
225 S	220	4 and 8	356	80	436	470	335	155	275	425	100	286*	311*	85	110	361	25	90	149	269	-	225	34			
225 M	223	2	356	80	436	470	335	155	275	425	100	286	311*	85	110	361	25	90	149	269	-	244	225	34		
250 M	253	2	406	100	506	520	430	200	345	470	120	349	-	100	100	409	39	105	168	283	-	250	42			
280 S	280	2	457	100	557	575	455	200	370	525	120	368*	419	100	151	479	30	105	190	317	-	280	42			
280 M	283	2	457	100	557	575	455	200	370	525	120	368	419*	100	151	479	30	105	190	317	-	266	280	42		
315 S	310	2	508	120	628	645	515	250	430	590	135	406*	457	125	171	527	32	90	216	358	-	315	52			
315 M	313	2	508	120	628	645	515	250	430	590	135	406	457*	125	171	527	32	90	216	358	-	307	315	52		
315 L	316	2	508	120	628	645	515	250	430	590	135	508	-	120	120	578	32	90	216	396	-	315	52			
	317	4 to 8																								
	318	6 and 8																								

■ The dimensions of the 4- to 8-pole basic design are also applicable to the pole-changing design of type 1LA motors (6 terminals).

■ Dimensions for 9-terminal boxes on request.

* This dimension is assigned to the specified frame size in DIN EN 50 347.

1) Measured across the bolt heads.

2) Design with low-noise fan.

3) A second shaft extension and/or pulse generator mounting is not available for low-noise design.

HB V	HB' V'	HD p	HK x ₄	K s	K' s ₁	L k	L' k'	LC ²⁾ k ₁	LL x ₁	LM k ₂	LM' ²⁾ k' ₂	D D ₁	Drive-end shaft extension					Non-drive-end shaft extension						
													D d	DB d ₆	E l	EB l	F u	t	GA	DA d ₁	DC d ₇	EA h	EC	FA u ₁
415	40	455	86	15	20	720	770	841	164	805	885	M 40x1.5	48	M 16	110	100	14	51.5	48	M 16	110	100	14	51.5
415	40	455	86	15	20	720	-	841	164	805	-	M 40x1.5	48	M 16	110	100	14	51.5	48	M 16	110	100	14	51.5
450	45	510	104	19	25	775	825	897	197	880	910	M 50x1.5	55	M 20	110	100	16	59	48	M 20	110	100	16	59
450	45	510	104	19	25	775	825	897	197	880	910	M 50x1.5	55	M 20	110	100	16	59	48	M 20	110	100	16	59
500	70	560	104	19	25	835	-	954	197	935	-	M 50x1.5	60	M 20	140	125	18	64	55	M 20	110	100	16	59
500	70	560	104	19	25	805	855	924	197	905	965	M 50x1.5	55	M 20	110	100	16	59	48	M 20	110	100	14	51.5
													60					140	125	18	64	55		59
585	50	680	155	24	30	930	1010	1050	234	1030	1110	M 63x1.5	60	M 20	140	125	18	64	55	M 20	110	100	16	59
													65											64
640	80	735	155	24	30	1005	1080	1155	234	1115	1230	M 63x1.5	65	M 20	140	125	18	69	60	M 20	140	125	18	64
													75											64
640	80	735	155	24	30	1005	1080	1155	234	1115	1230	M 63x1.5	65	M 20	140	125	18	69	60	M 20	140	125	18	64
													75											64
710	65	830	180	28	35	1110	1185	1280	286	1220	1295	M 63x1.5	65	M 20	140	125	18	69	60	M 20	140	125	18	64
													80											74.5
710	65	830	180	28	35	1110	1185	1280	286	1220	1295	M 63x1.5	65	M 20	140	125	18	69	60	M 20	140	125	18	64
													80											74.5
710	65	830	180	28	35	1250	1325	1400	286	1380	1435	M 63x1.5	65	M 20	140	125	18	69	60	M 20	140	125	18	64
													80											74.5
													80											74.5
													80											74.5

รูปที่ 1 ตัวอย่างขนาดกรอบโครงสร้างหรือเฟรม (Frame size)

- 17) **ข้อกำหนดลักษณะการป้องกันเครื่องจักรไฟฟ้า** เนื่องจากสภาพการติดตั้งใช้งานของมอเตอร์ประเภทต่างๆอาจมีฝุ่นละออง, มีน้ำหยด, มีความชื้นสูง, มีก๊าซไวไฟหรือน้ำฝนสาดเป็นต้น ซึ่งอาจทำอันตรายกับมอเตอร์ โดยทำให้ฉนวนของมอเตอร์เสื่อมลงเร็วก่อนเวลาอันสมควร ทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์สั้นลงดังนั้นถ้าจะป้องกันสภาพการเสียหายดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเลือกใช้ชนิดของโครงครอบป้องกันมอเตอร์อย่างถูกต้องเหมาะสม สำหรับการใช้งานในแต่ละประเภท ซึ่งถูกกำหนดโดยตัวอักษร IP (International Protection) และตามด้วยตัวเลขอีกสองตัว

ตัวเลขแรก(หลักสิบ) จะใช้หมายเลข 0 ถึง 6 เป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัส การป้องกันสิ่งแปลกปลอมภายนอกเข้าไปทำอันตรายกับอุปกรณ์ภายใน

ตัวเลขตัวที่สอง(หลักหน่วย) จะใช้หมายเลข 0 ถึง 8 เป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันน้ำหรือของเหลวอื่นๆ ที่อาจทำอันตรายกับอุปกรณ์ภายใน

ยกตัวอย่างเช่น **ระดับการป้องกัน IP 45**

ตัวเลข 4 หมายถึง สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่จากเครื่องมือเส้นลวดหรือสิ่งอื่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 1 mm ไม่ให้ผ่านหรือลอดเข้าไปภายในได้

ตัวเลข 5 หมายถึง สามารถป้องกันน้ำที่พุ่งจากหัวฉีดมาตกกระทบได้ในทุกทิศทางและน้ำนั้นจะต้องไม่มีผลทำให้เกิดอันตรายกับเปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่

รายละเอียดของการป้องกันของตัวเลขตัวแรกและตัวที่สอง แสดงได้ดังตารางที่ 2

- 18) **ข้อกำหนดลักษณะการติดตั้ง** ในการเลือกมอเตอร์ไปใช้งาน จะต้องคำนึงถึงลักษณะการติดตั้งมอเตอร์ด้วย ถ้านำมอเตอร์ไปติดตั้งมีลักษณะการติดตั้งที่กำหนดไว้บนแผ่นป้ายมอเตอร์ อาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้

ข้อกำหนดลักษณะการติดตั้งมอเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ IM (International Mounting) และตามด้วยตัวเลขอีกสี่ตัว เช่น IM 1001 มอเตอร์บางยี่ห้ออาจใช้สัญลักษณ์ IM และตามด้วยตัวอักษรและตัวเลข เช่น IM V1

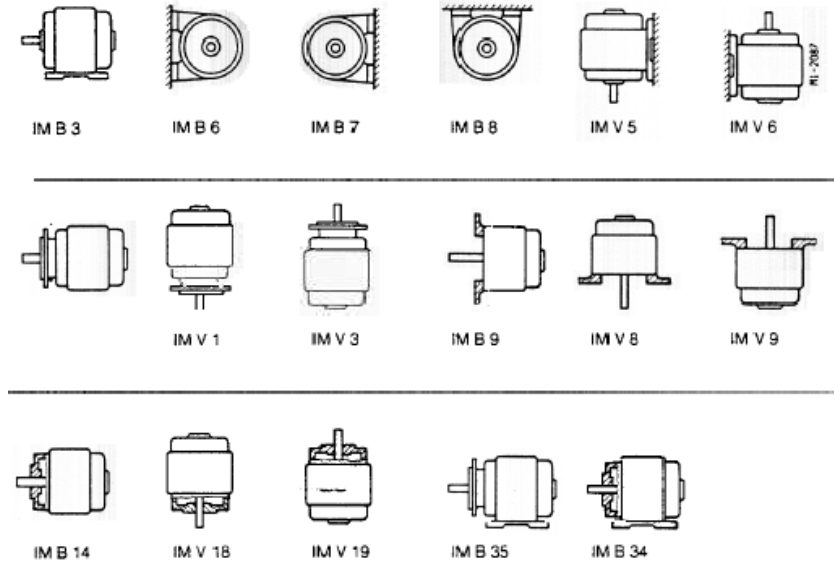
ซึ่งการเปรียบเทียบรายละเอียดของ code ทั้งสองแบบนี้แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของการป้องกันมอเตอร์ แบ่งตามระดับการป้องกัน (IP degree of protection)
ตามมาตรฐาน DIN 40050/1980 และ IEC 529

ตัวแรก	รายละเอียดการป้องกัน	ตัวที่สอง	รายละเอียดการป้องกัน
0	ไม่มีการป้องกันสัมผัสจากบุคคล ไม่มีการป้องกันสิ่งแปลกปลอมภายนอกเข้าไปสัมผัส ส่วนที่หมุนหรือส่วนที่มีไฟภายในตัวมอเตอร์	0	ไม่มีการป้องกัน
1	สามารถป้องกันการสัมผัสส่วนที่อยู่ภายในหรือส่วนที่เฝ้ายางจากเหตุบังเอิญจากสัมผัสที่มีขนาดใหญ่ เช่น มือหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย แต่จะไม่สามารถป้องกันการกระทำที่จงใจจะสัมผัสหรือเข้าได้ แต่สามารถป้องกันวัตถุแข็ง เช่น สลัดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 50 mm ไม่ให้ผ่านหรือลอดเข้าไปภายในได้	1	สามารถป้องกันหยดน้ำที่ตกลงมาในแนวตั้งได้ และหยดน้ำนั้นจะต้องไม่มีผลที่ทำให้เกิดอันตรายแก่เปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่
2	สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่จากนิ้วมือหรือวัตถุแข็งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 12 mm ไม่ให้ผ่านหรือลอดเข้าไปภายในได้	2	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาที่มุมเท่ากับ 15 องศาในแนวตั้ง และหยดน้ำนั้นจะต้องไม่มีผลที่ทำให้เกิดอันตรายแก่เปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่
3	สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่จากเครื่องมือหรือวัตถุแข็งที่มีความหนาหรือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 mm ไม่ให้ผ่านหรือลอดเข้าไปภายในได้	3	สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมาที่มุมเท่ากับหรือน้อยกว่า 60 องศาในแนวตั้ง และจะต้องไม่มีผลที่ทำให้เกิดอันตรายแก่เปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่
4	สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่จากเครื่องมือหรือวัตถุแข็งที่มีความหนาหรือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1 mm ไม่ให้ผ่านหรือลอดเข้าไปภายในได้	4	สามารถป้องกันการสาดหรือกระจายของละอองน้ำที่เข้ามาในทุกทิศทาง โดยละอองน้ำนั้นจะต้องไม่มีผลที่ทำให้เกิดอันตรายแก่เปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่
5	สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ ป้องกันและต่อต้านการก่อตัวของฝุ่นได้	5	สามารถป้องกันน้ำที่พุ่งจากหัวฉีดมาตกกระทบได้ในทุกทิศทาง โดยลำน้ำนั้นจะต้องไม่มีผลที่ทำให้เกิดอันตรายแก่เปลือกที่ห่อหุ้มมอเตอร์อยู่
6	สามารถป้องกันการสัมผัสภายในหรือส่วนที่มีไฟอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ ป้องกันและต่อต้านการก่อตัวของฝุ่นจากภายนอกเข้าไปได้เป็นอย่างดี	6	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากคลื่นของน้ำทะเล (deck watertight equipment) หรือป้องกันจากเหตุน้ำท่วมได้ชั่วคราว
		7	สามารถป้องกันการไหลเข้าของน้ำที่มีแรงดันหรือจากน้ำท่วมหรือจุ่มลงในน้ำได้ในช่วงเวลาและแรงดันที่จำกัด (ป้องกันได้ชั่วคราว)
		8	สามารถป้องกันการไหลเข้าของน้ำที่มีแรงดันหรือจากน้ำท่วมหรือจุ่มลงในน้ำได้ในช่วงเวลาและแรงดันที่ไม่จำกัด (ป้องกันได้อย่างถาวร)

ตารางที่ 3 รหัสเปรียบเทียบสำหรับลักษณะการติดตั้งตาม DIN IEC 34 , part 7 และมาตรฐานเก่า DIN42950

DIN IEC 34 Part 7		DIN 42 950 รหัสเก่า
CODE I	CODE II	
IM B3	IM 1001	B3
IM V5	IM 1011	V5
IM V6	IM 1031	V6
IM B6	IM 1051	B6
IM B7	IM 1061	B7
IM B8	IM 1071	B8
IM B35	IM 2001	B3/B5
IM B34	IM 2101	B3/B14
IM B5	IM 3001	B5
IM V1	IM 3011	V1
IM V3	IM 3031	V3
IM B14	IM 3601	B14
IM V18	IM 3611	V18
IM V19	IM 3631	V19
IM B10	IM 4001	B10
IM V10	IM 4011	V10
IM V14	IM 4031	V14
IM V16	IM 4131	V16
IM B9	IM 9101	B9
IM V8	IM 9111	V8
IM V9	IM 9131	V9



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการติดตั้งมอเตอร์แบบต่างๆ

2) ประเภทของการป้องกันการระเบิดแบบต่างๆ

สภาพบรรยากาศที่ระเบิดได้ (Explosive atmosphere) จะเป็นบรรยากาศที่เป็นส่วนผสมของอากาศ, แก๊สติดไฟ ละออง ผงฝุ่น ซึ่งหลังจากถูกจุดระเบิด การเผาไหม้จะลุกลามจากแหล่งจุดระเบิดไปยังส่วนอื่นๆ บรรยากาศที่ระเบิดได้เช่นนี้จะพบบ่อยครั้งในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและโรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในบรรยากาศดังกล่าวมักก่อให้เกิดการจุดระเบิด ซึ่งมักมาจาก 2 สาเหตุ ได้แก่

- การสปาร์คหรือการอาร์คทางไฟฟ้าหรือแมคคานิค ซึ่งเกิดจากการใช้งานตามปกติหรือไม่ปกติของอุปกรณ์ เช่น เกิดจากจุดหลุดหลวมของจุดต่อไฟฟ้าหรือเกิดการอาร์คจากการดิสชาร์จ
- การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในขณะที่ทำงานหรือในขณะที่สตาร์ท

การระบุชนิดของการป้องกันการระเบิดจะใช้ตัวอักษร "Ex" แล้วตามด้วยตัวอักษรตัวเล็กในวงเล็บเพื่อระบุชนิดของการป้องกันเป็นการเฉพาะเจาะจง

1) Ex(d) : Frame proof enclosure

โครงสร้างจะทนต่อการระเบิดภายใน ของส่วนผสมที่ติดไฟหรือระเบิดซึ่งอาจจะรั่วไหลเข้าไปภายในอุปกรณ์ โดยที่โครงสร้างของอุปกรณ์เหล่านี้จะไม่เสียหาย และจะไม่เกิดการลุกลามสู่สภาพแวดล้อมภายนอกซึ่งระเบิดได้ โดยที่

- โครงสร้างห่อหุ้มที่มีความแข็งแรงเพียงพอ ซึ่งจะต้องทนต่อการระเบิดได้ (ดังนั้นราคาจะแพงกว่าปกติมาก)
- การป้องกันแบบนี้ทำได้โดยการออกแบบจุดต่อของโครงสร้าง และจุดเปิดต่างๆของโครงสร้าง เช่น จุดต่อบริเวณเพลากับตัวมอเตอร์ จุดเข้าสายไฟ หรือทุกจุดที่เป็นรอยต่อระหว่างภายนอกกับภายในตัวมอเตอร์ จะต้องมีความยาวเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการระเบิดภายในลุกลามออกสู่ภายนอกได้

จากการออกแบบดังกล่าวมีผลทำให้ส่วนผสมที่ก่อให้เกิดการระเบิดได้ของบรรยากาศเหล่านี้ หลุดลอดเข้าไปในมอเตอร์ได้ยากมาก

2) Ex(e) : Increase safety

การป้องกันประเภทนี้ จะนำเอามาตรการพิเศษบางอย่างมาประกอบเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอุณหภูมิที่สูงเกินไป และการเกิดการอาร์คหรือสปาร์คภายในซึ่งจะไม่เกิดขึ้นในสภาพปกติ วิธีดังกล่าวจะไม่ใช้ในกรณีที่อุณหภูมิสูงหรือการสปาร์คที่เกิดขึ้นในสภาพการใช้งานปกติ ซึ่งการป้องกันการระเบิดประเภทนี้ไม่มีอะไรที่จะขัดขวางการกลุ่กลามของการระเบิดจากภายในไปสู่สภาวะแวดล้อมภายนอกได้

3) Ex(p) : Internally pressurized enclosure

มอเตอร์หรืออุปกรณ์ที่จะก่อให้เกิดการจุดระเบิด จะถูกห่อหุ้มด้วยสิ่งปกคลุมซึ่งถูกอัดด้วยแก๊สไม่ติดไฟที่มีค่าความดันเป็นบวกเมื่อเทียบกับความดันภายนอก ดังนั้นแก๊สที่อาจก่อให้เกิดการระเบิดจากภายนอกไม่สามารถเข้าไปภายในมอเตอร์ได้ แต่แก๊สจากภายในสามารถรั่วไหลออกสู่ภายนอกได้ มอเตอร์ประเภทนี้จะต้องมีระดับแรงดันพิเศษเพราะถ้าระบบจ่ายแก๊สไม่ทำงาน มอเตอร์เหล่านี้จะอันตรายมาก ดังนั้นจะต้องมีระบบป้องกันสิ่งหยุดการทำงานของมอเตอร์ทันทีในกรณีที่ค่าความดันของแก๊สภายในต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้

4) Ex(q) : Powder filling

อุปกรณ์ที่อาจก่อให้เกิดการสปาร์คหรืออาร์คได้ จะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีวัสดุ เช่น ผงแป้งหรือทรายละเอียดห่อหุ้มอุปกรณ์นั้น ซึ่งจะทำให้การสัมผัสระหว่างแก๊สติดไฟกับการสปาร์คหรือการอาร์คไม่เกิดขึ้นการป้องกันชนิดนี้ไม่เหมาะกับเครื่องจักรหมุนแต่จะใช้กับฟิวส์, แบตเตอรี่และตัวเก็บประจุ เป็นต้น

5) Ex(o) : Oil-immersed equipment

อุปกรณ์ที่อาจก่อให้เกิดการสปาร์คหรืออาร์คได้ จะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีน้ำมันบรรจุเต็มซึ่งจะทำให้การสัมผัสระหว่างแก๊สติดไฟกับการสปาร์คหรือการอาร์คไม่เกิดขึ้น น้ำมันที่นำมาใช้จะต้องสามารถทนความร้อนและมีจุดติดไฟสูง

6) Ex(i) : Intrinsic safety

การอาร์คหรือการสปาร์คของอุปกรณ์ประเภทนี้ไม่ว่าในสภาพการใช้งานปกติหรือไม่ปกติก็ตาม ไม่สามารถก่อให้เกิดการระเบิดได้ กล่าวคือการอาร์คหรือการสปาร์คดังกล่าวมีพลังงานไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการระเบิดได้ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกอุปกรณ์สัญญาณ, อุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัด ซึ่งมีระดับพลังงานที่เกี่ยวข้องต่ำมาก

7) Ex(s) : Special protection

เป็นการป้องกันการระเบิดแบบอื่นๆ ซึ่งนอกเหนือจาก 6 วิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว

