

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## เครื่องเสียง วิทยุทัศน์และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่คล้ายกัน

### – คุณสมบัติที่ต้องกาต้านความปลอดภัย

#### 1.ทั่วไป

##### 1.1 ขอบข่าย

- 1.1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ใช้กับเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบให้ต่อกับไฟฟ้าประธาน เครื่องจ่ายไฟฟ้า แบตเตอรี่ หรือสายป้อนระยะไกล (remote power feeding) และมีเจตนาสำหรับการรับ (reception) การกำเนิด (generation) การบันทึก (recording) หรือการทำซ้ำ (reproduction) ตามลำดับ สำหรับสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ และสัญญาณที่เกี่ยวข้อง และใช้กับเครื่องใช้ที่ออกแบบให้ใช้ร่วมกับเครื่องใช้ตามข้างต้นโดยเฉพาะ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เกี่ยวข้องกับเครื่องใช้ที่มีเจตนาใช้ในที่อยู่อาศัยและงานทั่วไปที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่อาจใช้ในสถานที่สาธารณะเช่น โรงเรียน โรงภาพยนตร์ ศาสนสถาน และที่ทำงาน เครื่องใช้ระดับมืออาชีพที่มีเจตนาสำหรับการใช้ตามข้างต้นให้อยู่ในขอบข่ายนี้ด้วยเหมือนกัน เว้นแต่จะได้กำหนดให้อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานอื่น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เกี่ยวข้องกับเฉพาะด้านความปลอดภัยของเครื่องใช้ที่กล่าวข้างต้น ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องอื่น ๆ เช่น รูปแบบหรือสมรรถนะการใช้งาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ใช้กับเครื่องใช้ที่กล่าวข้างต้น ถ้าออกแบบให้ต่อกับโครงข่าย โทรคมนาคม หรือโครงข่ายอื่นที่คล้ายกัน ตัวอย่างเช่น ผ่านโมเด็มในตัว (integrated modem)

บางตัวอย่างของเครื่องใช้ที่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

- เครื่องรับและเครื่องขยายสัญญาณเสียงและ/หรือสัญญาณภาพ
- ตัวแปลงรูปพลังงานอิสระ ด้านแหล่งกำเนิดสัญญาณและด้านโหลด
- เครื่องจ่ายไฟฟ้าที่เจตนาจ่ายพลังงานให้กับเครื่องใช้อื่นซึ่งอยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

- เครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องประกอบเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องให้จังหวะ เครื่องกำเนิดเสียงดนตรี เครื่องปรับระดับเสียงดนตรี และเครื่องใช้อื่นที่คล้ายกันสำหรับใช้กับเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ หรือเครื่องดนตรีธรรมดา
- เครื่องเสียง และ/หรือวีดิทัศน์ ที่ใช้ในการศึกษา
- เครื่องฉาย วีดิทัศน์

**หมายเหตุ 1** เครื่องฉายฟิล์ม เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ไม่อยู่ภายใต้ขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

- กล้องถ่ายวีดิทัศน์ และมอนิเตอร์วีดิทัศน์
- เครื่องเล่นเกมวีดิทัศน์ และเครื่องเล่นฟลิปเปอร์เกม
- ตู้เพลง (juke boxes)
- เครื่องเล่นเกมอิเล็กทรอนิกส์และสกอร์ริงแมชชีน (electronic gaming and scoring machine)

**หมายเหตุ 2** เครื่องเล่นเกมวีดิทัศน์ ฟลิปเปอร์เกม และเครื่องเล่นเกมและเกมสนุกอื่น ๆ สำหรับใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่อยู่ภายใต้ขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

- บริษัท์โทรภาพสาร (teletext equipment)
- เครื่องเล่นจานเสียง และเครื่องเล่นจานเชิงแสง (Record and optical disc players)
- เครื่องบันทึกแถบแม่เหล็ก และเครื่องบันทึกงานเชิงแสง (Tape and optical disc recorders)
- เครื่องแปลงและขยายสัญญาณสายอากาศ (Antenna signal converters and amplifiers)
- เครื่องหาตำแหน่งสายอากาศ (Antenna positioners)
- เครื่องใช้แถบความถี่สำหรับประชาชน (Citizen's Band apparatus)
- เครื่องใช้ที่เกี่ยวกับภาพ (Apparatus for imagery)
- เครื่องใช้ปรับแต่งแสงไฟอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic light effect apparatus)
- เครื่องใช้ในระบบเตือนภัย (Apparatus for use in alarm systems)
- เครื่องใช้สื่อสารภายในที่ใช้ไฟฟ้าประธานแรงดันต่ำ เป็นตัวกลางส่งผ่าน (Intercommunication apparatus, using low voltage mains as the transmission medium)
- เครื่องรับสัญญาณเคเบิลทีวี (Cable head-end receivers)
- เครื่องใช้สื่อประสม (Multimedia apparatus)

**หมายเหตุ 3** อาจใช้ร่วมกับข้อกำหนดใน IEC 60950 เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับ  
เครื่องใช้สื่อประสม

- เครื่องขยายสัญญาณที่ใช้ทั่วไป เครื่องเล่นจานเสียงหรือจานเชิงแสง เครื่องเล่นแถบแม่เหล็ก เครื่องบันทึก และระบบที่ใช้ในที่สาธารณะ ระดับมืออาชีพ
- ระบบเสียงและวิดีโอระดับมืออาชีพ
- เครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพ (Electronic flash apparatus for photographic purposes) (ดูภาคผนวก ก.)

1.1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับเครื่องใช้ซึ่งใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน

- 250 V ไฟฟ้ากระแสสลับ เฟสเดียว หรือไฟฟ้ากระแสตรง
- 433 V ไฟฟ้ากระแสสลับ ในกรณีที่เครื่องใช้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้านอกเหนือจากเฟสเดียว

1.1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ใช้กับเครื่องใช้ที่ใช้งานที่ระดับความสูงไม่เกิน 2 000 m เหนือระดับทะเลปานกลาง ในพื้นที่แห้งและในบริเวณเขตภูมิอากาศปานกลางหรือร้อนชื้น

สำหรับเครื่องใช้ที่มีการป้องกันน้ำสาด ให้ดูข้อกำหนดเพิ่มเติมตามภาคผนวก ก.

สำหรับเครื่องใช้ที่ต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคม ให้ดูข้อกำหนดเพิ่มเติมตามภาคผนวก ข.

สำหรับเครื่องใช้ที่เจตนาให้ใช้ในยานพาหนะ เรือ หรือเครื่องบิน หรือที่ระดับความสูงเกิน 2 000 m เหนือระดับทะเลปานกลาง ให้ดูข้อกำหนดเพิ่มเติมตามภาคผนวก จ.

**หมายเหตุ** ดูตารางที่ A.2 ของ IEC 60664-1

ข้อกำหนดเพิ่มเติมนอกเหนือจากในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ อาจจำเป็นสำหรับเครื่องใช้ที่เจตนาให้ใช้ในภาวะพิเศษ

1.1.4 สำหรับเครื่องใช้ที่ออกแบบให้รับพลังงานจากไฟฟ้าประธาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ใช้กับเครื่องใช้ที่เจตนาให้ต่อกับ แหล่งจ่าย ไฟฟ้าประธาน โดยมีแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่ (transient overvoltage) ไม่เกินแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท II ของ IEC 60664-1

สำหรับเครื่องใช้ที่ได้รับแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่เกิน ประเภท II การป้องกันเพิ่มเติมอาจจำเป็นในแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานของเครื่องใช้

## 1.2 เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ ประกอบด้วยข้อกำหนดที่นำมาอ้างอิงในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์นั้น ให้ใช้ฉบับล่าสุด(รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุง)

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

Amendment 1 (1994)

Amendment 2 (1997)

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60085:2004, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60086-4:2000, *Primary batteries – Part 4: Safety of lithium batteries*

IEC 60107-1:1997, *Methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions – Part 1: General considerations – Measurements at radio and video frequencies*

IEC 60112:2003, *Method of determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60167:1964, *Methods of test for the determination of the insulation resistance of solid insulating materials*

IEC 60216 (all parts), *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60249-2 (all specifications), *Base materials for printed circuits – Part 2: Specifications*

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*

IEC 60317 (all part), *Specifications for particular types of winding wires.*

IEC 60335-1:2001, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*  
Amendment 1:2004

IEC 60384-1:1999, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60384-14:1993, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

Amendment 1(1995)

IEC 60417(all part), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60454 (all parts), *Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

Amendment 1:1999

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1:*

*Principles, requirements and tests*

Amendment 1:2000

Amendment 2:2002

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*

IEC 60691:2002, *Thermal links – Requirements and application guide*

IEC 60730 (all part), *Automatic electrical controls for household and similar use.*

IEC 60747-5-5:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 60825-1:2007, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60851-3:1996, *Methods of test for winding wires – Part 3: Mechanical properties*

Amendment 1 (1997)

IEC 60851-5:1996, *Methods of test for winding wires – Part 5: Electrical properties*

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (2004)

IEC 60851-6:1996, *Methods of test for winding wires – Part 6: Thermal properties*

IEC 60884 (all parts), *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes*

IEC 60885-1:1987, *Electrical test methods for electric cables-Part 1 : Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60906 (all parts), *IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes*

IEC 60950:1999, *Safety of information technology equipment*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 60998-2-2:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0.2 mm<sup>2</sup> up to 35 mm<sup>2</sup> (included)*

IEC 61051-2:1991, *Varistors for use in electronic equipment – Part 2 : Sectional specification for surge suppression varistors*

IEC 61058-1:2000, *Switches for appliances – Part 1 : General requirements*

IEC /TR2 61149:1995, *Guide for safe handling and operation of mobile radio equipment*

IEC 61260 :1995, *Electroacoustics – Octave-band and fraction-octave-band filters*

IEC 61293:1994, *Marking of electrical equipment with ratings related to electrical supply-Safety requirements*

IEC 61558-1:1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar- Part 1:General requirements and tests*

Amendment 1 (1998)

IEC 61558-2-17:1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar- Part 2-17:Particular requirements for transformers for switch mode power supplies*

IEC 61965:2003, *Mechanical safety of cathode ray tubes*

IEC 62151:2000, *Safety of equipment electrically connected to a telecommunication network*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 261:1973, *ISO general purpose metric screw threads – General plan*

ISO 262:1973, *ISO general-purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 306:1994, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*

ISO 7000:1989, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ITU-T Recommendation K.17:1988, *Tests on power-fed repeaters using solid-state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*

ITU-T Recommendation K.21:1996, *Resistibility of telecommunication equipment installed in customer's premises to overvoltages and overcurrents*

มอก.11 (ทุกเล่ม), สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

มอก.526 (ทุกเล่ม), พิวสขนาดเล็ก

มอก.955 (ทุกเล่ม), สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

มอก.2404 (ทุกเล่ม), ตู้เต้าต่อเครื่องใช้สำหรับที่ใช้ในที่อยู่อาศัย และจุดประสงค์ที่คล้ายกัน

มอก.2533-2554, การป้องกันบุคคลและบริษัทด้วยเปลือกหุ้ม – โพรบสำหรับทวนสอบ

มอก.1604-2553, ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เลเซอร์ เล่ม 1 การจัดประเภทบริษัทและคุณลักษณะที่ต้องการ

มอก.2380 เล่ม 2 (32) – 2556, การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2 (32) การทดสอบ – การทดสอบ Ed : การตกอิสระ

มอก.2380 เล่ม 2 (75) – 2552, การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2 (75) การทดสอบ – การทดสอบ Eh: การทดสอบด้วยคลื่น

มอก.2381 เล่ม 11 (5) – 2557, การทดสอบอันตรายจากไฟ เล่ม 11 (5) เปลวไฟทดสอบ - วิธีทดสอบเปลวไฟเข็ม - เครื่องทดสอบ การจัดการทดสอบยืนยัน และคำแนะนำ

## 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

### 2.1 บทนิยามเรียงตามลำดับตัวอักษร

	ข้อ
ACCESSIBLE.....	2.8.3
AUDIO AMPLIFIER.....	2.2.1
AVAILABLE POWER .....	2.3.7
BASIC INSULATION .....	2.6.3
BY HAND .....	2.8.4
CLASS I.....	2.6.1
CLASS II.....	2.6.2
CLEARANCE.....	2.6.11
CONDUCTIVELY CONNECTED TO THE MAINS.....	2.4.4
CONDUCTIVE PATTERN.....	2.7.13
CREEPAGE DISTANCE .....	2.6.12
DIRECTLY CONNECTED TO THE MAINS .....	2.4.3
DOUBLE INSULATION .....	2.6.4
ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT.....	2.2.2
FIRE ENCLOSURE .....	2.8.10
HAZARDOUS LIVE.....	2.6.10
IMAGERY .....	2.2.8

INSTRUCTED PERSON.....	2.8.6
ISOLATING TRANSFORMER .....	2.7.1
LASER .....	2.2.7
LASER SYSTEM .....	2.2.6
LOAD TRANSDUCER.....	2.5.4
MAINS.....	2.4.1
MAINS SWITCH .....	2.7.11
MANUALLY OPERATED MECHANICAL SWITCH .....	2.7.10
MICRO-DISCONNECTION.....	2.7.7
NOISE SIGNAL .....	2.5.2
NON-CLIPPED OUTPUT POWER.....	2.3.4
PERMANENTLY CONNECTED APPARATUS.....	2.4.2
PINK NOISE .....	2.5.1
PORTABLE APPARATUS.....	2.2.10
POTENTIAL IGNITION SOURCE .....	2.8.11
PRINTED BOARD .....	2.7.12
PROFESSIONAL APPARATUS .....	2.2.12
PROTECTIVE EARTHING TERMINAL .....	2.4.6
PROTECTIVE SCREENING .....	2.6.8
PROTECTIVE SEPARATION .....	2.6.7
PTC THERMISTOR.....	2.7.8
RATED CURRENT CONSUMPTION .....	2.3.6
RATED LOAD IMPEDANCE.....	2.3.5
RATED POWER CONSUMPTION.....	2.3.10
RATED SUPPLY VOLTAGE .....	2.3.1
REINFORCED INSULATION .....	2.6.6
REMOTE CONTROL.....	2.2.9
REMOTE POWER FEEDING.....	2.4.8
REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE .....	2.3.8
RIPPLE FREE.....	2.3.3
ROUTINE TEST .....	2.8.2
SAFETY INTERLOCK.....	2.7.9



SEPARATING TRANSFORMER .....	2.7.2
SKILLED PERSON .....	2.8.5
SOURCE TRANSDUCER.....	2.5.3
SPECIAL BATTERY .....	2.7.14
SPECIAL SUPPLY APPARATUS .....	2.2.5
STAND-BY .....	2.8.8
SUPPLEMENTARY INSULATION .....	2.6.5
SUPPLY APPARATUS .....	2.2.3
SUPPLY APPARATUS FOR GENERAL USE .....	2.2.4
TELECOMMUNICATION NETWORK.....	2.4.7
TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE.....	2.3.9
TERMINAL .....	2.4.5
THERMAL CUT-OUT .....	2.7.4
THERMAL LINK.....	2.7.5
THERMAL RELEASE .....	2.7.3
TNV CIRCUIT.....	2.4.9
TNV-0 CIRCUIT .....	2.4.10
TNV-1 CIRCUIT .....	2.4.11
TNV-2 CIRCUIT .....	2.4.12
TNV-3 CIRCUIT .....	2.4.13
TOUCH CURRENT .....	2.6.9
TRANSPORTABLE APPARATUS .....	2.2.11
TRIP-FREE.....	2.7.6
TYPE TEST .....	2.8.1
USER.....	2.8.7
WOOD-BASED MATERIAL .....	2.8.9
WORKING VOLTAGE .....	2.3.2

## 2.2 ชนิดของเครื่องใช้

### 2.2.1 เครื่องขยายสัญญาณเสียง (audio amplifier)

เครื่องใช้ ขยายสัญญาณเสียงอิสระหรือภาคขยายสัญญาณเสียงของเครื่องใช้ซึ่งอยู่ในขอบข่ายของ  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

2.2.2 เครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ (electronic musical instrument)

เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ออร์แกนอิเล็กทรอนิกส์ เปียโนอิเล็กทรอนิกส์ หรือเครื่องสังเคราะห์เสียงดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผลิตเสียงดนตรีภายใต้การควบคุมของผู้ใช้

2.2.3 เครื่องจ่ายไฟฟ้า (supply apparatus)

เครื่องใช้ที่รับกำลังจากไฟฟ้าประธานและจ่ายให้แก่เครื่องใช้อื่นหนึ่งหรือหลายเครื่อง

2.2.4 เครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับงานทั่วไป (supply apparatus for general use)

เครื่องจ่ายไฟฟ้าที่สามารถใช้โดยไม่ต้องมีมาตรการพิเศษสำหรับจ่ายให้แก่เครื่องใช้ไม่เฉพาะเครื่องใช้ที่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เท่านั้น แต่สำหรับจ่ายให้แก่เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์อื่นด้วย เช่น เครื่องคำนวณพกกระเป๋

2.2.5 เครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษ (special supply apparatus)

เครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ออกแบบให้ใช้ เฉพาะกับเครื่องใช้ที่กำหนดในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ เท่านั้น

2.2.6 ระบบเลเซอร์ (laser system)

เลเซอร์ที่ใช้ร่วมกับแหล่งกำเนิดพลังงานสำหรับเลเซอร์ที่เหมาะสม อาจมีหรือไม่มี ส่วนประกอบ ร่วมเพิ่มเติมก็ได้ (ดู มอก.1604 ข้อ 3.48)

2.2.7 เลเซอร์ (laser)

อุปกรณ์ที่ทำขึ้นเพื่อผลิตหรือขยายการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 180 nm ถึง 1 mm ด้วยวิธีการปล่อยแบบ ถูกกระตุ้นโดยการควบคุม (controlled stimulated emission) (ดู มอก.1604 ข้อ 3.41)

**หมายเหตุ** อุปกรณ์ที่ไม่รวมในนิยามนี้ ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง (LED) สำหรับงานแสดงผล ตัวควบคุมระยะไกล ด้วยรังสีอินฟราเรด การส่งผ่านสัญญาณเสียง ภาพด้วยรังสีอินฟราเรด และตัวเชื่อมต่อทางแสง (optocoupler)

2.2.8 ด้านที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณภาพ (imagery)

การประมวลผล การแก้ไข การจัดการ และ/หรือการเก็บสัญญาณวิทัศน์

2.2.9 การควบคุมจากระยะไกล (remote control)

การควบคุมเครื่องใช้จากระยะไกล ตัวอย่างเช่น โดยทางกล โดยทางไฟฟ้า โดยทางเสียงหรือ โดยทางการแผ่รังสี

### 2.2.10 เครื่องใช้เคลื่อนย้ายได้ (portable apparatus)

เครื่องใช้ที่ออกแบบเป็นการเฉพาะให้เคลื่อนย้ายได้ง่าย และมีมวลไม่เกิน 18 kg

### 2.2.11 เครื่องใช้ขนย้ายได้ (transportable apparatus)

เครื่องใช้ที่มีมวลมากกว่า 18 kg และถูกออกแบบเป็นการเฉพาะให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปอีก ที่หนึ่งได้บ่อยครั้ง

**หมายเหตุ** ตัวอย่างเครื่องใช้ขนย้ายได้ ได้แก่ เครื่องคนตรีอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องขยายสัญญาณของเครื่องคนตรีนั้น

### 2.2.12 เครื่องใช้สำหรับมืออาชีพ (professional apparatus)

เครื่องใช้ที่ใช้ในทางการค้า ทางวิชาชีพ หรือทางอุตสาหกรรมและไม่ได้เจตนาจำหน่ายแก่ประชาชนทั่วไป

**หมายเหตุ** ผู้ทำควรเป็นผู้ระบุ

## 2.3 ค่าที่กำหนดและค่าทางไฟฟ้า

### 2.3.1 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated supply voltage)

แรงดันไฟฟ้าหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (สำหรับแหล่งจ่าย 3 เฟส หมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย) ที่ผู้ทำใช้สำหรับออกแบบเครื่องใช้

### 2.3.2 แรงดันไฟฟ้าทำงาน (working voltage)

แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่คำนึงถึง ภาวะชั่วคราวไม่ซ้ำ (non-repetitive transients) ที่เกิดขึ้นกับฉนวนที่กำลังพิจารณาขณะที่เครื่องใช้ถูกป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในภาวะการทำงานปกติ

### 2.3.3 การไร้ความพริ้ว (ripple free)

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีค่ารบกวนกำลังสองเฉลี่ยความ พริ้วไม่เกิน 10% ของส่วนประกอบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยค่าแรงดันยอด สูงสุดไม่เกิน 140 V สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไร้ความพริ้วที่กำหนดขนาด 120 V และไม่เกิน 70 V สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไร้ความพริ้วที่กำหนดขนาด 60 V

### 2.3.4 กำลังไฟฟ้านำออกไม่ขลิบ (non-clipped output power)

กำลังไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ ซึ่งสูญเสียไปในโหลดอิมพีแดนซ์ที่กำหนด วัดที่ 1 000 Hz ที่ภาวะซึ่งเริ่มมีการขลิบของ 1 ยอด หรือทั้ง 2 ยอด

กรณีที่ไม้ประสงค์ให้เครื่องขยายสัญญาณทำงานที่ 1000 Hz ต้องใช้ความถี่ทดสอบที่การตอบสนองค่า  
ยอด

2.3.5 โหลดอิมพีแดนซ์ที่กำหนด (rated load impedance)

ความต้านทานที่ผู้ทำระบุว่าจะตรงกับวงจรด้านออก

2.3.6 ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนด (rated current consumption)

ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้เมื่อถูกป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในภาวะทำงานปกติ

2.3.7 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายได้ (available power)

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของวงจรจ่ายไฟฟ้าที่สามารถจ่ายให้โหลดเชิงต้านทานที่เลือกค่าเพื่อให้ได้กำลัง ไฟฟ้า  
สูงสุดมากกว่า 2 min เมื่อวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าถูกตัดออก (ดูรูปที่ 1)

2.3.8 แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ (required withstand voltage)

แรงดันไฟฟ้าค่ายอดซึ่งฉนวนที่กำลังพิจารณาต้องทนได้

2.3.9 แรงดันไฟฟ้าชั่วครู่ในโครงข่ายโทรคมนาคม (telecommunication network transient voltage)

แรงดันไฟฟ้าค่ายอดสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นที่จุดต่อโครงข่ายโทรคมนาคมของเครื่องใช้ซึ่งเกิดขึ้นจาก  
ภาวะชั่วครู่ภายนอกบนโครงข่าย

2.3.10 ความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่กำหนด (rated power consumption)

กำลังไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์ที่สิ้นเปลืองในเครื่องใช้เมื่อถูกป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในภาวะทำงาน  
ปกติ

2.4 การต่อกับแหล่งจ่ายและการต่อภายนอก

2.4.1 ไฟฟ้าประธาน (mains)

แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรงที่ระบุมากกว่า 35 V (ค่ายอด) ซึ่งมีใช้  
สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ตามข้อ 1.1.1 แต่เพียงอย่างเดียว

2.4.2 เครื่องใช้ที่ต่อแบบถาวร (permanently connected apparatus)

เครื่องใช้ที่เจตนาให้ต่อกับไฟฟ้าประธานด้วยการต่อที่ไม่สามารถถอดได้ด้วยมือ

#### 2.4.3 การต่อกับไฟฟ้าประธานโดยตรง(directly connected to the mains)

การต่อทางไฟฟ้ากับไฟฟ้าประธานในลักษณะที่การต่อเข้ากับขั้ว ใดขั้วหนึ่งของไฟฟ้าประธาน จะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าถาวรในการต่อนั้น ตั้งแต่ 9 A ขึ้นไป โดยที่อุปกรณ์ป้องกันในเครื่องใช้นั้นไม่มีการลัดวงจรเอาไว้

**หมายเหตุ** เลือกระแสไฟฟ้าขนาด 9 A เป็นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรต่ำสุดของฟิวส์ 6 A

#### 2.4.4 การต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ (conductively connected to the main)

การต่อทางไฟฟ้ากับไฟฟ้าประธานในลักษณะที่การต่อกับขั้ว ใดขั้วหนึ่งของไฟฟ้าประธานผ่านความต้านทาน 2 000  $\Omega$  จะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าถาวรผ่านความต้านทานนั้นมากกว่า 0.7 mA (ค่าขุด) โดยที่เครื่องใช้ไม่ได้ต่อลงดิน

#### 2.4.5 ขั้วต่อ (terminal)

ส่วนของเครื่องใช้ซึ่งใช้ต่อกับตัวนำภายนอกหรือเครื่องใช้เครื่องอื่น อาจมีหลายหน้าสัมผัส

#### 2.4.6 ขั้วต่อลงดินป้องกัน (protective earthing terminal)

ขั้วต่อที่ต่อกับส่วนที่ต้องต่อลงดินเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัย

#### 2.4.7 โครงข่ายโทรคมนาคม (telecommunication network)

ตัวกลางการส่งผ่านที่สิ้นสุดวงจรในเชิงโลหะเพื่อเจตนาใช้ในการสื่อสารระหว่างเครื่องใช้ซึ่งอาจอยู่แยกอาคาร โดยไม่รวมถึง

- ระบบไฟฟ้าประธานสำหรับจ่าย ส่ง และจำหน่าย กำลังไฟฟ้า ถ้าใช้เป็นตัวกลาง การส่งผ่านโทรคมนาคม
- ระบบกระจายสัญญาณโทรทัศน์ด้วยเคเบิล

**หมายเหตุ 1** คำว่า “โครงข่ายโทรคมนาคม” กำหนดขึ้นในเชิงการทำงานไม่ใช่ลักษณะเฉพาะทางไฟฟ้า โครงข่ายโทรคมนาคมไม่ได้กำหนดตัวเองเป็น วงจร TNV วงจรในเครื่องใช้เท่านั้นที่จำแนกเช่นนั้น

**หมายเหตุ 2** โครงข่ายโทรคมนาคม อาจจะ

- เป็นของสาธารณะหรือของส่วนบุคคล
- ต้องรับแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่เนื่องจากการปล่อยประจุในอากาศ และภาวะผิดปกติในระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า
- ต้องรับแรงดันไฟฟ้าถาวรตามแนวยาว (แบบวิธีร่วม) ที่เหนี่ยวนำจากสายส่งกำลังไฟฟ้าหรือสายส่งกำลังไฟฟ้าเกี่ยวกับการลากที่อยู่ใกล้เคียง

**หมายเหตุ 3** ตัวอย่างของโครงข่ายโทรคมนาคม ได้แก่

- โครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ
- โครงข่ายข้อมูลสาธารณะ
- โครงข่ายบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิทัล (ISDN)
- โครงข่ายส่วนบุคคลที่มีลักษณะเฉพาะเชื่อมโยงทางไฟฟ้าคล้ายกับข้างต้น

#### 2.4.8 การป้อนกำลังไฟฟ้าจากระยะไกล (remote power feeding)

การจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้โดยทางโครงข่ายเคเบิล ตัวอย่างเช่น โครงข่ายโทรคมนาคม หรือโครงข่ายกระจายสัญญาณด้วยเคเบิลสำหรับสัญญาณสายอากาศ

#### 2.4.9 วงจร TNV (TNV circuit)

วงจรในเครื่องใช้ซึ่งจำกัดพื้นที่ที่แต่ละต้องถึง (ยกเว้นวงจร TNV-0) และวงจรมีการออกแบบและป้องกันในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติ แรงดันไฟฟ้าจะไม่เกินค่าขีดจำกัดที่ระบุ

ให้พิจารณาวงจร TNV เป็นวงจรที่ไม่ได้ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

**หมายเหตุ 1** ค่าขีดจำกัดที่ระบุของแรงดันไฟฟ้าในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติ ให้ดูภาคผนวก ข. สำหรับข้อกำหนดเกี่ยวกับสภาพเข้าถึงได้ของวงจร TNV ให้ดู IEC 62151 ข้อ 4.2.2

วงจร TNV แบ่งเป็นวงจร TNV-0, TNV-1, TNV-2 และ TNV-3 ตามที่กำหนดในข้อ 2.4.10 ข้อ 2.4.11 ข้อ 2.4.12 และข้อ 2.4.13 ตามลำดับ

**หมายเหตุ 2** ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าระหว่างวงจร TNV แสดงไว้ในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 พิสัยแรงดันไฟฟ้าของวงจร TNV**

(ข้อ 2.4.9)

	พิสัยแรงดันไฟฟ้า	
ความเป็นไปได้ของแรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคม	ไม่เกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV-0	เกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV-0 แต่ไม่เกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV
ได้	วงจร TNV-1	วงจร TNV-3
ไม่ได้	วงจร TNV-0	วงจร TNV-2

#### 2.4.10 วงจร TNV-0 (TNV-0 circuit)

วงจร TNV ซึ่ง

- แรงดันไฟฟ้าของวงจรไม่เกินค่าปลอดภัยในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติ และ
- ไม่มีแรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคม

**หมายเหตุ** ค่าขีดจำกัดแรงดันไฟฟ้าในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติระบุไว้ในข้อ 9.1.1.1 ก) และข้อ 11.1 ตามลำดับ

#### 2.4.11 วงจร TNV-1 (TNV-1 circuit)

วงจร TNV ซึ่ง

- แรงดันไฟฟ้าของวงจรไม่เกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV-0 ในภาวะการทำงานปกติ และ
- แรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคมมีความเป็นไปได้

#### 2.4.12 วงจร TNV-2 (TNV-2 circuit)

วงจร TNV ซึ่ง

- แรงดันไฟฟ้าของวงจรเกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV-0 ในภาวะการทำงานปกติ และ
- ไม่มีแรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคม

#### 2.4.13 วงจร TNV-3 (TNV-3 circuit)

วงจร TNV ซึ่ง

- แรงดันไฟฟ้าของวงจรเกินขีดจำกัดสำหรับวงจร TNV-0 ในภาวะการทำงานปกติ และ
- แรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคมมีความเป็นไปได้

### 2.5 สัญญาณ แหล่งกำเนิด โหลด

#### 2.5.1 สัญญาณรบกวนชมพู (pink noise)

สัญญาณรบกวนที่มีค่าพลังงานต่อหน่วยความถี่แถบ ( $\frac{\Delta W}{\Delta f}$ ) เป็นสัดส่วนผกผันกับค่าความถี่

#### 2.5.2 สัญญาณรบกวน (noise signal)

สัญญาณสุ่มประจำที่ (stationary random signal) ที่มีการกระจายความน่าจะเป็น แบบปกติของค่าฉับพลัน (normal probability distribution of instantaneous values) ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ยกเว้นจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

#### 2.5.3 ตัวแปลงรูปพลังงานด้านแหล่งกำเนิดสัญญาณ (source transducer)

เครื่องใช้ที่เจตนาให้แปลงพลังงานของสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณไฟฟ้า เป็นพลังงานไฟฟ้า

**หมายเหตุ** ตัวอย่างเช่น ไมโครโฟน ตัวรับรู้ภาพ (image sensor) หัวเล่นแถบแม่เหล็ก ตัวรับสัญญาณเลเซอร์ (laser pick-up)

#### 2.5.4 ตัวแปลงรูปพลังงานด้าน โหลด (load transducer)

เครื่องใช้ที่เจตนาให้แปลงพลังงานของสัญญาณไฟฟ้าเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง

**หมายเหตุ** ตัวอย่างเช่น ลำโพง หลอดภาพ ตัวแสดงผลชนิดผลึกเหลว (LCD) หัวบันทึกแถบแม่เหล็ก

## 2.6 การป้องกันช็อกไฟฟ้า ฉนวน

### 2.6.1 ประเภท I (class I)

การออกแบบซึ่งการป้องกันช็อกไฟฟ้ามิได้อาศัยเฉพาะฉนวนมูลฐานเท่านั้น แต่ยังเพิ่มความปลอดภัยขึ้นอีกโดยต่อส่วนที่นำไฟฟ้าได้ที่จะต้องถึงกับ ตัวนำลงดินป้องกันในการเดินสาย ไฟฟ้าถาวร เพื่อให้ส่วนที่นำไฟฟ้าได้ที่จะต้องถึงนั้น ไม่มีไฟฟ้าอันตรายหากฉนวนมูลฐานบกพร่อง

**หมายเหตุ** การออกแบบลักษณะนี้อาจมีส่วนของประเภท II

### 2.6.2 ประเภท II (class II)

การออกแบบซึ่งการป้องกันช็อกไฟฟ้ามิได้อาศัยเฉพาะฉนวนมูลฐานเท่านั้น แต่ยังเพิ่มความปลอดภัยขึ้นอีก เช่น มีฉนวนสองชั้น หรือฉนวนเสริม ไม่มีการต่อลงดิน หรือไม่ขึ้นกับภาวะติดตั้ง

### 2.6.3 ฉนวนมูลฐาน (basic insulation)

ฉนวนที่ใช้กับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายเพื่อเป็นการป้องกันชั้นมูลฐานต่อช็อกไฟฟ้า

**หมายเหตุ** ฉนวนมูลฐานอาจทำหน้าที่เป็นฉนวนตามหน้าที่ด้วย

### 2.6.4 ฉนวนสองชั้น (double insulation)

ฉนวนที่ประกอบด้วยทั้งฉนวนมูลฐานและฉนวนเพิ่มเติม

### 2.6.5 ฉนวนเพิ่มเติม (supplementary insulation)

ฉนวนอิสระที่เพิ่มเติมจากฉนวนมูลฐานเพื่อลดความเสี่ยงของช็อกไฟฟ้าในกรณีที่ฉนวนมูลฐานบกพร่อง

### 2.6.6 ฉนวนเสริม (reinforced insulation)

ฉนวนเดี่ยวที่ใช้กับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายซึ่งมี ระดับความสามารถในการป้องกันช็อก ไฟฟ้าเทียบเท่าฉนวนสองชั้น

**หมายเหตุ** ฉนวนเสริมอาจประกอบด้วยฉนวนหลายชั้นซึ่ง ไม่สามารถแยกทดสอบทีละชั้นเหมือนการทดสอบฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติมได้

### 2.6.7 การแยกป้องกัน (protective separation)

การแยกวงจรออกจากกันด้วยวิธีการ ป้องกันมูลฐานและเพิ่มเติม (ฉนวนมูลฐานบวกกับฉนวนเพิ่มเติมหรือบวกกับฉากป้องกัน) หรือด้วยวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ตัวอย่างเช่น ฉนวนเสริม



#### 2.6.8 ฉากกันป้องกัน (protective screening)

การแยกส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายด้วยการแทรกฉากรับไฟฟ้าได้ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกัน

#### 2.6.9 กระแสไฟฟ้าสัมผัส (touch current)

กระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายมนุษย์เมื่อสัมผัสส่วนที่แต่ละต้องถึงหนึ่งส่วนหรือหลายส่วน

#### 2.6.10 ไฟฟ้าอันตราย (hazardous live)

ภาวะทางไฟฟ้าของวัตถุที่จะมีกระแสสัมผัสอันตราย (ช็อกไฟฟ้า) ไหลออกมาได้ (ดูข้อ 9.1.1)

#### 2.6.11 ระยะห่างในอากาศ (clearance)

ระยะทางที่สั้นที่สุดในอากาศระหว่างส่วนนำไฟฟ้า 2 ส่วน

#### 2.6.12 ระยะห่างตามผิวฉนวน (creepage distance)

ระยะทางที่สั้นที่สุดตามผิวฉนวนระหว่างส่วนนำไฟฟ้า 2 ส่วน

### 2.7 ส่วนประกอบ

#### 2.7.1 หม้อแปลงขดลวดแยก (isolating transformer)

หม้อแปลงที่มีการแยกการป้องกันระหว่างขดลวดด้านเข้าและขดลวดด้านออก

#### 2.7.2 หม้อแปลงแบ่งแยก (separating transformer)

หม้อแปลงที่ขดลวดด้านเข้าแยกออกจากขดลวดด้านออกด้วยฉนวนมูลฐานเป็นชั้นต่ำ

**หมายเหตุ** หม้อแปลงประเภทนี้อาจจะมีส่วนที่เป็นไปตามข้อกำหนดของหม้อแปลงขดลวดแยก

#### 2.7.3 ตัวปลดวงจรทางความร้อน (thermal release)

อุปกรณ์ป้องกันบางส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้อุปกรณ์หยุดทำงานไปโดยการ ปลดส่วนเหล่านี้ ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า

**หมายเหตุ** เทอร์มิสเตอร์ PTC (ดูข้อ 2.7.8) ไม่ถือว่าเป็นตัวปลดวงจรทางความร้อนตามนิยามนี้

#### 2.7.4 คัดเอาต์ความร้อน (thermal cut-out)

ตัวปลดวงจรทางความร้อนที่ดัดใหม่ได้และไม่ให้ผู้ใช้งานตั้งอุณหภูมิเอง

**หมายเหตุ** คัดเอาต์ความร้อนอาจเป็นชนิดดัดใหม่อัตโนมัติหรือชนิดดัดใหม่ด้วยมือ

2.7.5 ตัวเชื่อมทางความร้อน (thermal link)

ตัวปลดวงจรทางความร้อนที่ดัดใหม่ไม่ได้และทำงานได้เพียงครั้งเดียว หลังจากนั้นต้องเปลี่ยนบางส่วนหรือทั้งหมด

2.7.6 การปลดอิสระ (trip-free)

กิริยาตัดอัตโนมัติที่มีตัวกระตุ้นที่ดัดใหม่ได้ ที่ออกแบบให้กิริยาตัดอัตโนมัติทำงานโดยไม่ขึ้นกับการ คุม แด่งหรือตำแหน่งของกลไกการดัดใหม่

2.7.7 การปลดจุลภาค (micro-disconnection)

การแยกหน้าสัมผัสได้อย่างเพียงพอที่จะให้ความมั่นใจต่อความปลอดภัยเชิงหน้าที่

**หมายเหตุ** มีข้อกำหนดสำหรับความทนไดอิเล็กทริก (dielectric strength) ของระยะห่างหน้าสัมผัสไว้ แต่ไม่มีข้อกำหนดทางด้านมิติ

2.7.8 เทอร์มิสเตอร์ PTC (PTC thermistor)

ตัวต้านทานแบบสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อความร้อน ซึ่งจะมีการเพิ่มความต้านทานเป็นขั้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มถึงค่าเฉพาะค่าหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านส่วนที่ไวต่อความร้อน หรือจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแวดล้อม หรือโดยผลรวมของทั้งสองอย่าง

2.7.9 อินเตอร์ล็อกนิรภัย (safety interlock)

อุปกรณ์ป้องกันการเข้าถึงพื้นที่อันตรายจนกว่าอันตรายจะถูกกำจัดไป หรืออุปกรณ์ที่กำจัด ภาวะอันตรายโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเข้าถึง

2.7.10 สวิตช์กลไกที่ทำงานด้วยมือ (manually operated mechanical switch )

อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยมือ ไม่มีอุปกรณ์กึ่งตัวนำ ติดตั้งที่ตำแหน่งใด ๆ ในวงจรของเครื่องใช้ที่สามารถขัดจังหวะการทำงานที่ประสงค์ เช่น สัญญาณเสียงและ/หรือสัญญาณภาพ ด้วยการเคลื่อนหน้าสัมผัส

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของสวิตช์กลไกที่ทำงานด้วยมือ คือ สวิตช์ประธานขั้วเดียวหรือทุกขั้ว สวิตช์และระบบสวิตช์ตามหน้าที่ ซึ่งอาจจะประกอบด้วยรีเลย์กับสวิตช์ควบคุมรีเลย์

2.7.11 สวิตช์ประธาน (mains switch)

สวิตช์กลไกที่ทำงานด้วยมือ ที่ขัดจังหวะหนึ่ง ขั้วหรือทุกขั้วของไฟฟ้าประธาน ยกเว้นตัวนำลงดินป้องกัน

2.7.12 แผ่นวงจรพิมพ์ (printed board)

วัสดุฐานที่ตัดให้ได้ขนาด มีรูครบตามที่ต้องการ และมีลายพิมพ์นำไฟฟ้าอย่างน้อย 1 ลาย

## 2.7.13 ลายพิมพ์นำไฟฟ้า (conductive pattern)

ลายส่วนที่เป็นวัสดุนำไฟฟ้าได้ของแผ่นวงจรพิมพ์

## 2.7.14 แบตเตอรี่พิเศษ (special battery)

แบตเตอรี่ที่ประจุใหม่ได้หรือกลุ่มของแบตเตอรี่ที่ประจุใหม่ได้ โดยมีการขึ้นชื่อผู้ทำแบตเตอรี่ และหมายเลขแคตตาล็อก จัดเตรียมมาพร้อมกับเครื่องใช้หรือแนะนำโดยผู้ทำ

## 2.8 เบ็ดเตล็ด

## 2.8.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test)

การทดสอบตัวอย่างตามที่ออกแบบหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่า เพื่อแสดงว่าการออกแบบ เป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

## 2.8.2 การทดสอบประจำ (routine test)

การทดสอบที่ทำกับตัวอย่างแต่ละตัวในระหว่าง การทำหรือหลังการทำเพื่อให้แน่ใจว่าตัวอย่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่แน่นอน

## 2.8.3 เข้าถึงได้ (accessible)

ความเป็นไปได้ของการสัมผัสด้วยนิ้วทดสอบชนิดโพรบทดสอบ B ตาม มอก. 2533

หมายเหตุ ให้พิจารณาว่าพื้นที่เข้าถึงได้ใด ๆ ของส่วนที่ไม่นำไฟฟ้าถูกหุ้มด้วยชั้นนำไฟฟ้า (ดูรูปที่ 3 เป็นตัวอย่าง)

## 2.8.4 ด้วยมือ (by hand)

การดำเนินการที่ไม่ต้องใช้วัตถุใด ๆ เช่น เครื่องมือ เหรียญ ฯลฯ

## 2.8.5 ผู้ชำนาญการ (skilled person)

บุคคลผู้มีการศึกษาและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง สามารถเล็งอันตรายและสามารถป้องกันความเสี่ยงที่เกิดจากไฟฟ้า

## 2.8.6 ผู้ได้รับการสอน (instructed person)

บุคคลผู้ได้รับคำแนะนำหรือการดูแลอย่างเพียงพอ จากผู้ชำนาญการ สามารถเล็งอันตรายและสามารถป้องกันความเสี่ยงที่เกิดจากไฟฟ้า

## 2.8.7 ผู้ใช้ (user)

บุคคลใด ๆ นอกเหนือจากผู้ชำนาญการหรือผู้ได้รับการสอน ซึ่งอาจสัมผัสเครื่องใช้

2.8.8 การเตรียมพร้อมทำงาน (stand-by)

ภาวะการทำงานในหน้าที่หลัก เช่น สัญญาณเสียงและหรือสัญญาณภาพ ถูกปิดไว้ และตัวเครื่องใช้มีการทำงานเพียงบางส่วน ในภาวะเช่นนี้หน้าที่ถาวร เช่น นาฬิกา ยังคงทำหน้าที่อยู่และสามารถทำให้เครื่องใช้นั้น กลับเข้าสู่การทำงานเต็มที่ได้ ยกตัวอย่างเช่น โดยการควบคุมระยะไกลหรือโดยอัตโนมัติ

2.8.9 วัสดุที่ทำจากไม้ (wood-based material)

วัสดุซึ่งมีส่วนผสมหลักเป็นไม้ธรรมชาติที่ผ่านการตัดไสและเชื่อมด้วยสารยึด

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของวัสดุที่ทำจากไม้ ได้แก่ วัสดุที่ประกอบด้วยเศษไม้ เช่น แผ่นไฟเบอร์แข็ง หรือแผ่นเศษไม้ (chip board)

2.8.10 เปลือกหุ้มกันไฟ (fire enclosure)

ส่วนของเครื่องใช้ที่เจตนาให้การถูกล้อมของไฟหรือเปลวไฟจากภายในมีน้อยที่สุด

2.8.11 แหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ (potential ignition source)

ภาวะผิดปกติที่เป็นไปได้ซึ่งสามารถเกิดไฟไหม้ ถ้าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรง วงจรเปิดที่วัดพร้อมการขัดจังหวะหรือ หน้าสัมผัสที่ผิดปกติเกิน 50 V (ค่ายอด) และผลคูณของค่ายอดของแรงดันไฟฟ้ากับค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s.) ของกระแสที่วัดได้ภายใต้ภาวะการทำงานปกติมีค่าเกิน 15 VA

หน้าสัมผัสที่ผิดปกติหรือการขัดจังหวะเช่นนี้ ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้ารวมถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ในลายพิมพ์นำไฟฟ้าที่อยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วย

**หมายเหตุ** วงจรอิเล็กทรอนิกส์ป้องกันอาจจะถูกนำมาใช้ป้องกันการผิดปกติที่จะเป็นแหล่ง ที่มีศักยภาพในการติดไฟ

2.8.12 การเกิดเปลวไฟแพสซีฟ (passive flammability)

การเกิดเปลวไฟ สาเหตุเกิดจากความร้อนภายนอกอุปกรณ์ (ตัวอย่างเช่น เปลวไฟ)

### 3. ข้อกำหนดทั่วไป

3.1 เครื่องใช้ต้องได้รับการออกแบบและสร้างในลักษณะที่ไม่ปราศจากอันตรายเมื่อใช้งานตามที่ประสงค์ ทั้งในภาวะการทำงานปกติหรือในภาวะผิดปกติโดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีการเตรียมการป้องกัน

- กระแสไฟฟ้าอันตรายที่ผ่านร่างกายมนุษย์ (ช็อกไฟฟ้า)
- อุณหภูมิเกิน
- การแผ่รังสีอันตราย
- ผลของการระเบิดเข้าและระเบิดออก

- การไม่มีเสถียรภาพทางกล
- การบาดเจ็บจากชิ้นส่วนทางกล
- การเกิดและการลุกลามของไฟ

โดยทั่วไปให้ตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนด ในภาวะการใช้งานตามปกติตามข้อ 4.2 และในภาวะผิดปกติตามข้อ 4.3 โดยการทดสอบทุกหัวข้อทดสอบที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุ

- 3.2 เครื่องใช้ที่ออกแบบให้ต่อกับไฟฟ้าประธาน ต้องสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องใช้ ประเภท I หรือ II

## 4. ภาวะการทดสอบทั่วไป

### 4.1 การดำเนินการทดสอบ

- 4.1.1 การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นการทดสอบเฉพาะแบบ

**หมายเหตุ** การทดสอบประจำ ได้ให้คำแนะนำไว้ในภาคผนวก ก.

- 4.1.2 ตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือหลายตัวอย่างที่ใช้ทดสอบต้องเป็นตัวแทนของเครื่องใช้ที่ผู้ใช้ จะได้รับ หรือต้องเป็นเครื่องใช้จริงซึ่งพร้อมจะส่งให้กับผู้ใช้

อีกทางเลือกหนึ่งแทนการทดสอบกับ เครื่องใช้สมบูรณ์ การทดสอบอาจแยกกระทำกับวงจรส่วนประกอบหรือชุด ประกอบย่อยนอกเครื่องใช้ หากการตรวจพินิจเครื่องใช้และการจัดวงจร ให้ความมั่นใจได้ว่าการทดสอบ เช่น นั้นจะชี้ว่า เครื่องใช้ที่ประกอบแล้ว เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ถ้าการทดสอบใด ๆ เช่น นั้นชี้บ่งถึงความไม่น่าจะเป็นไปตามข้อกำหนด ในเครื่องใช้สมบูรณ์ ต้องทดสอบซ้ำในเครื่องใช้

ถ้าการทดสอบที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้เป็นการทดสอบแบบทำลาย ยอมให้ใช้แบบจำลองทางกายภาพเพื่อแทนภาวะที่ต้องประเมิน

**หมายเหตุ 1** การทดสอบควรทำตามลำดับดังนี้

- การเลือกล่วงหน้าส่วนประกอบหรือวัสดุ
- การทดสอบส่วนประกอบหรือชุดประกอบย่อยบน โต๊ะทดสอบ
- การทดสอบกับเครื่องใช้ที่ไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้า
- การทดสอบเมื่อมีไฟฟ้า
  - ในภาวะการทำงานปกติ

- ในภาวะการทำงานผิดปกติ
- เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นของการทำลาย

**หมายเหตุ 2** ในมุมมองของ ปริมาณ ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องในการทดสอบและเพื่อให้สูญเสียน้อยที่สุด แนะนำว่า ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายต้องพิจารณาร่วมกันเกี่ยวกับ โปรแกรมการทดสอบ ตัวอย่างทดสอบ และลำดับการทดสอบ

4.1.3 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบในภาวะการทำงานปกติที่

- อุณหภูมิแวดล้อมระหว่าง 15 °C กับ 35 °C และ
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 75%

4.1.4 ตำแหน่งใด ๆ ของการใช้งานตามเจตนาของเครื่องใช้ การระบายอากาศตามปกติต้องไม่ถูกขวางกั้น

การวัดอุณหภูมิต้องทำโดยวางเครื่องใช้ตาม คู่มือในการใช้งานของผู้ทำ หรือในกรณีที่ไม่มีคู่มือ ต้องวางเครื่องใช้ในกล่องไม้ทดสอบที่ด้านหน้าเปิด โดยด้านหน้าเครื่องใช้อยู่ห่างจากขอบหน้าของกล่อง 5 cm มีที่ว่างด้านข้างและด้านบนด้านละ 1 cm และด้านหลังเครื่องใช้ 5 cm

การทดสอบเครื่องใช้ที่เจตนาให้เป็นส่วนของชุดประกอบ ซึ่งผู้ทำเครื่องใช้ไม่ได้ ให้มา ต้องทำตามคู่มือในการใช้งานที่ผู้ทำเครื่องใช้ให้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวกับการระบายอากาศที่เหมาะสม

เมื่อทดสอบบนโต๊ะทดสอบเปิด เครื่องใช้ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ด้วย

4.1.5 ลักษณะของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ในระหว่างการทดสอบยกเว้นตามที่กำหนดในข้อ 4.2.1 ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อผลทดสอบมากนัก

ลักษณะของแหล่งจ่ายไฟฟ้าตัวอย่าง เช่น อิมพีแดนซ์ของแหล่งกำเนิด และรูปคลื่น

4.1.6 ถ้ามีความเกี่ยวข้อง สัญญาณมาตรฐานประกอบด้วยสัญญาณรบกวนชมพู ที่ถูกจำกัดแถบด้วยตัวกรองที่มีการตอบสนองเป็นไปตามที่กำหนดในรูปที่ ก.1 ภาคผนวก ก.

**หมายเหตุ** ถ้ามีความเหมาะสม อาจใช้สัญญาณมาตรฐานมอดูเลตกับคลื่นพาหะ

บริษัทผู้วัดด้านออกต้องแสดงค่ารบกวนกำลังสองเฉลี่ยจริงสำหรับตัวประกอบยอดคลื่น ได้ถึงอย่างน้อยที่สุด 3 และการตอบสนองทางความถี่ต้องเป็นไปตามที่แสดงในภาคผนวก ก.

4.1.7 ค่าไฟฟ้ากระแสลับที่ให้ไว้ในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ เป็นค่ารบกวนกำลังสองเฉลี่ย เว้นแต่ระบุเป็นอย่างอื่น

ค่าไฟฟ้ากระแสตรงที่ให้ไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นค่าไร้ความพริ้ว

## 4.2 ภาวะการทำงานตามปกติ

ภาวะการทำงานตามปกติ คือภาวะที่ประกอบด้วยภาวะ ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ซึ่งเลือกมารวมกันแล้วให้ผลเลวที่สุด

- 4.2.1 ให้ต่อเครื่องใช้ (ยกเว้นเครื่องใช้ที่ทำงานด้วยแบตเตอรี่ ) เข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 0.9 หรือ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดตามที่ได้ออกแบบไว้

สำหรับเครื่องใช้ที่ทำงานด้วยแบตเตอรี่ ให้ใช้แบตเตอรี่ที่ประจุใหม่ได้ที่ถูก ประจุให้เต็มหรือใช้แบตเตอรี่แห่งที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

ให้วัดกระแสไฟฟ้าสลับที่เปลี่ยนแปลงที่กำหนด และกำลังไฟฟ้าสลับที่เปลี่ยนแปลง ณ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ในกรณีมีข้อสงสัย อาจทดสอบที่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดใด ๆ ด้วย

สำหรับเครื่องใช้ที่มีพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ที่ไม่ต้องการการปรับอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้า ให้ต่อเครื่องใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ 0.9 เท่าของขีดจำกัดล่าง หรือ 1.1 เท่าของขีดจำกัดบนของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดใด ๆ นอกจากนี้ ให้ต่อเครื่องใช้กับแรงดันไฟฟ้า ที่ระบุใด ๆ ภายในพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ที่ทำเครื่องหมายไว้บนเครื่องใช้

ให้ใช้ความถี่ที่กำหนดใด ๆ ที่ทำเครื่องหมายไว้บนเครื่องใช้

ให้ใช้แหล่งจ่ายชนิดใด ๆ ตามที่ออกแบบให้ใช้

สำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้ใช้ขั้วไฟฟ้า (polarity) ใด ๆ ได้ ยกเว้นเมื่อมีการป้องกันจากโครงสร้างของเครื่องใช้

- 4.2.2 การควบคุมซึ่งผู้ใช้เข้าถึงและปรับตั้งได้ด้วยมือ รวมถึงการควบคุมจากระยะไกล ทำงานที่ตำแหน่งใด ๆ ไม่รวมถึงอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าที่เป็นไปตามข้อ 14.8 และการควบคุมความดัง และการควบคุมเสียงสูงเสียงต่ำ

สายเคเบิลใด ๆ ที่ต่อกับอุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกล ที่ถอดได้ด้วยขั้วต่อหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกันหรือไม่ก็ได้

ฝาครอบที่หุ้มระบบเลเซอร์ ซึ่งเปิดออกได้ด้วยมือ ให้เปิดออกเต็มที่ เปิดเพียงบางส่วน หรือปิดก็ได้

- 4.2.3 กรณีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเฟสเดียว อาจต่อขั้วต่อลงดินใด ๆ และขั้วต่อลงดินป้องกันใด ๆ เข้ากับขั้วใดขั้วหนึ่งของแหล่งจ่ายแยกเอกเทศ (isolated) ที่ใช้ในระหว่างการทดสอบ

กรณีแหล่งจ่ายไม่ได้เป็นไฟฟ้าเฟสเดียว อาจต่อขั้วต่อลงดินใด ๆ และขั้วต่อลงดินป้องกันใด ๆ เข้ากับสายกลาง (neutral) หรือเฟสใด ๆ ของแหล่งจ่ายแยกเอกเทศที่ใช้ในระหว่างการทดสอบ

#### 4.2.4 นอกจากนี้ ในกรณีของเครื่องขยายสัญญาณเสียง

- (ก) เครื่องใช้ที่ทำงานในลักษณะที่นำส่งกำลัง 1 ใน 8 ของกำลังไฟฟ้าด้านออกไม่ขลิบ ให้แก่โหนดอิมพีแดนซ์ที่กำหนด โดยใช้สัญญาณมาตรฐานที่มีรายละเอียดตามข้อ 4.1.6 และปรับตั้งการควบคุมเสียงสูงเสียงต่ำไปที่ตำแหน่งกลาง

ถ้าไม่สามารถหาลำดับกำลังไฟฟ้าด้านออกไม่ขลิบได้ โดยใช้สัญญาณมาตรฐาน ให้ใช้ 1 ใน 8 ของกำลังไฟฟ้าด้านออกที่ขึ้นไปได้สูงสุด

เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง หากไม่เป็นผลเสียต่อการทำงานตามที่ของเครื่องขยายสัญญาณ อาจจะป้อนสัญญาณรูปคลื่นไซน์ความถี่ 1 kHz หรือความถี่อื่นที่สมนัยกับค่ากลางเชิงเรขาคณิตของขีดจำกัด ความถี่ตอบสนอง บนและล่างที่ -3 dB ของส่วนที่เกี่ยวข้องของ เครื่องใช้ให้แก่ช่องสัญญาณแต่ละช่อง

ถ้าผลของการวัดด้วยรูปคลื่นไซน์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ตัดสินด้วยการวัดด้วยสัญญาณรบกวนชมพู

เมื่อตรวจสอบว่าส่วนหรือจุดสัมผัสของขั้วต่อด้านออก เป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายหรือไม่ ตามข้อ 9.1.1.1 และข้อ 11.1 ให้ทำการทดสอบเครื่องใช้ด้วยสัญญาณ ด้านเข้ารูปคลื่นไซน์ความถี่ 1 kHz หรือความถี่อื่นที่สมนัยกับค่ากลางเชิงเรขาคณิตของขีดจำกัดความถี่ตอบสนองบนและล่างที่ -3 dB ของส่วนขยายสัญญาณที่เกี่ยวข้องของเครื่องใช้ ต้องมีแอมพลิฟายเออร์ที่เพียงพอเพื่อให้เครื่องใช้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าด้านออกไม่ขลิบให้แก่โหนดอิมพีแดนซ์ที่กำหนด ให้หาแรงดันไฟฟ้าด้านออกวงจรเปิดหลังจากนำเอาโหนดออก

- (ข) โหลดอิมพีแดนซ์ที่กำหนดที่ให้ผลเลวที่สุดของวงจรด้านออกใด ๆ จะต่อหรือไม่ก็ได้
- (ค) ออร์แกนหรือเครื่องดนตรีที่คล้ายกัน ที่มีชุดกำเนิดเสียง ทำงานโดยใช้แป้นบันไดความถี่ต่ำ (bass pedal)เหยียบด้วยเท้า 2 แป้น (ถ้ามี) ร่วมกับการกดแป้นมือ 10 แป้น และตัวรับเสียงสั้นเสียงยาว (stop and tab) ซึ่งสามารถเพิ่มกำลังด้านออกได้ อยู่ในภาวะใช้งาน

สำหรับเครื่องขยายสัญญาณ เสียงที่ใช้ในเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งไม่ได้ กำเนิดเสียงต่อเนื่อง ให้ป้อนสัญญาณมาตรฐานตามข้อ 4.1.6 ให้แก่ขั้วต่อสัญญาณด้านเข้าหรือให้แก่ภาค ด้านเข้าที่เหมาะสมของเครื่องขยายสัญญาณเสียง

- (ง) เมื่อเจตนาให้ หน้าที่การทำงานของเครื่องขยายสัญญาณขึ้น อยู่กับความต่างเฟสระหว่าง 2 ช่องสัญญาณ จะต้องป้อนสัญญาณที่มีความต่างเฟส ระหว่างสัญญาณ 90° ให้แก่ช่องสัญญาณทั้ง 2 ช่อง



- 4.2.5 สำหรับเครื่องใช้ที่มีมอเตอร์ ให้เลือกภาวะโหลดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานตาม เจตนารวมถึงการหยุดด้วยมือหากเป็นไปได้
- 4.2.6 เครื่องใช้ที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้อื่น มีโหลดที่กำลังไฟฟ้าที่กำหนดหรือไม่มีโหลดก็ได้
- 4.2.7 เครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ภายในเครื่องใช้ตามเจตนา เฉพาะ ให้ทดสอบภายในเครื่องใช้นั้น หลังการติดตั้งตามข้อแนะนำการใช้งานของผู้ทำ
- 4.2.8 นอกจากนี้ สำหรับเครื่องใช้แถบความถี่วิทยุประชาชน ให้ต่อโหลดอิมพีแดนซ์ที่กำหนดเข้ากับขั้ว ต่อสายอากาศหรือไม่ก็ได้ หรืออาจต่อกับสายอากาศปรับความยาวได้ (telescopic antenna) ที่ความยาวใด ๆ ภาวะการทดสอบการส่ง (transmitting test) ระบุไว้ใน IEC 61149
- 4.2.9 เครื่องหาตำแหน่งสายอากาศ (antenna positioner)
- 4.2.9.1 นอกจากนี้ สำหรับเครื่องหาตำแหน่งสายอากาศที่มีตัวควบคุมและเครื่องจ่ายไฟฟ้า
- การเคลื่อนที่จากจุดจบ (endstop) ด้านหนึ่งไปยังจุดจบตรงข้ามต่อเนื่องกัน 4 ครั้ง
  - ระยะเวลาพัก 15 min
- ให้มีการเคลื่อนที่และระยะเวลาพักที่ รอบ ก็ได้ตามความจำเป็นสำหรับการทดสอบที่เกี่ยวข้อง สำหรับการวัดอุณหภูมิให้มีการทำซ้ำของการเคลื่อนที่และการพักจนกระทั่งถึงภาวะที่อุณหภูมิคงที่ แต่ต้องไม่เกิน 4 h
- ภายหลังการเคลื่อนที่รอบสุดท้าย การวัดอุณหภูมิไม่ต้องใช้ระยะเวลาพัก 15 min
- 4.2.9.2 นอกจากนี้ สำหรับเครื่องหาตำแหน่งสายอากาศดาวเทียม (satellite antenna positioner) ที่มีแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและตัวควบคุมที่ไม่มีระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ ต้องโหลดหน่วยแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าตามพิกัดด้านนอกตามขนาดที่แสดงไว้ และทำงานด้วยวัฏจักรเปิด 5 min และวัฏจักรปิด 15 min
- 4.2.10 เครื่องใช้ที่ออกแบบให้ต่อเฉพาะกับเครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษตามที่ผู้ทำ ระบุ ต้องทดสอบร่วมกับเครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษนั้น
- ค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษให้เป็นไปตาม ข้อ 4.2.1
- กรณีเครื่องจ่ายไฟฟ้า พิเศษที่มีอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าด้านนอก ให้ปรับแต่งไปที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้ที่ทดสอบ
- 4.2.11 เครื่องใช้ที่ต่อกับเครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับ ใช้งานทั่วไป ต้องต่อกับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทดสอบตามตารางที่ 2 ที่สมนัยกับแรงดันไฟฟ้า แหล่งจ่ายที่กำหนดของเครื่อง ใช้ที่ทดสอบ ค่าแรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลดที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 อาจเป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่าตามที่ระบุในข้อ 4.2.1

## ตารางที่ 2 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทดสอบ

(ข้อ 4.2.11)

แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด V d.c.	แรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลดที่ระบุ V d.c.	ความต้านทานภายใน $\Omega$
1.5	2.25	0.75
3.0	4.50	1.50
4.5	6.75	2.25
6.0	9.00	3.00
7.5	11.25	3.75
9.0	13.50	4.50
12.0	18.00	6.00
<b>หมายเหตุ</b> ตารางนี้แสดงชุดค่าพารามิเตอร์มาตรฐานของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อใช้กับเครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับใช้งานทั่วไปในพิสัยตั้งแต่ 1.5 V ถึง 12 V และกระแสไฟฟ้านอกที่ที่กำหนด 1 A สำหรับพารามิเตอร์ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าเกิน 12 V และกระแสไฟฟ้านอกเกิน 1 A กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณา		

4.2.12 เครื่องใช้ที่เจตนาให้ใช้กับขาที่ถอดได้หรือขาตั้ง ซึ่งเป็นส่วนเลือกซื้อเพิ่มเติมได้จากผู้ทำ จะทดสอบโดยมีขาหรือขาตั้งหรือไม่ก็ได้

## 4.3 ภาวะผิดปกติ

การทำงานในภาวะผิดปกติ นอกเหนือจากภาวะการทำงานตามปกติตามข้อ 4.2 ให้ใส่ภาวะต่อไปนี้ที่ละภาวะ รวมทั้งภาวะผิดปกติอื่น ๆ ที่เป็นผลสืบเนื่องจากภาวะดังกล่าวด้วย

**หมายเหตุ 1** ผลสืบเนื่องของภาวะผิดปกติคือผลที่เกิดขึ้นเมื่อใส่ภาวะผิดปกติ

วงจร หรือส่วนของวงจรที่ต่อกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับไม่เกิน 35 V (ค่ายอด) และไม่กำเนิดแรงดันไฟฟ้าเกินค่าข้างต้น ไม่ถือว่าเป็นอันตรายจากไฟ ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากวงจรจ่ายไฟฟ้านานกว่า 2 min ที่โหลดใด ๆ รวมถึงการลัดวงจรถูกจำกัดไม่เกิน 0.2 A ไม่ต้องทดสอบภาวะผิดปกติกับวงจรจ่ายไฟฟ้านั้น

ตัวอย่างของวงจรทดสอบสำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ให้ไว้ในรูปที่ 1

**หมายเหตุ 2** การตรวจสอบเครื่องใช้และแผนภาพวงจรทั้งหมดรวมถึงแผนภาพวงจรภายในของวงจรรวม โดยทั่วไปจะแสดงภาวะผิดปกติที่อยู่ในลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตราย และที่จำเป็นต้องใช้ ให้ใช้ภาวะเหล่านี้ตามลำดับเพื่อให้สะดวกที่สุด

การตรวจสอบเครื่องใช้และแผนภาพวงจรซึ่งภาวะการทำงานภายใน คือความผิดปกติของเครื่องใช้ ซึ่งควรใช้เพื่อสร้างผลกระทบที่เร็วที่สุด ส่วนใหญ่แล้วผลกระทบของความผิดปกติของเครื่องใช้เป็นผลกระทบที่เร็วที่สุด ถ้าป้อนความผิดปกติของเครื่องใช้ทำงานเต็มพิกัด

อย่างไรก็ตาม สำหรับชิ้นส่วนบางชิ้นผลกระทบที่เร็วที่สุด อาจเกิดขึ้นถ้าป้อนความผิดปกติของเครื่องใช้ ก่อนเปิดเครื่องใช้ อาจเป็นไปได้ว่าผลกระทบที่เร็วที่สุดจะเกิดขึ้นได้เมื่อป้อนความผิดปกติของเครื่องใช้เมื่อเครื่องใช้อยู่ในภาวะเตรียมพร้อมทำงาน

**หมายเหตุ 3** ขณะทำการตรวจสอบตามหมายเหตุ 2 ให้คำนึงถึงลักษณะการทำงานของวงจรรวมด้วย

**หมายเหตุ 4** การทดสอบภาวะผิดปกติต้องกระทำในกล่องทดสอบ ไม่เช่นนั้น ตามข้อ 4.1.4 ถ้าไม่มีคำแนะนำในการติดตั้ง และมีความเป็นไปได้ที่กล่องทดสอบมีผลกระทบต่อผลลัพธ์

การทดสอบภาวะผิดปกติที่ ระบุอาจเป็นสาเหตุของภาวะผิดปกติสืบเนื่อง ซึ่ง ทำให้เกิดการขาดหรือลัดวงจรของส่วนประกอบ ในกรณีสงสัยให้ทำการทดสอบภาวะผิดปกติใหม่ได้ถึง 2 ครั้ง ด้วยการเปลี่ยนส่วนประกอบเพื่อตรวจสอบว่าได้ผลลัพธ์เหมือนเดิมเสมอ หากไม่ใช่กรณีนี้ ให้ใช้ภาวะผิดปกติสืบเนื่องที่เร็วที่สุดทั้งการขาดหรือลัดวงจรร่วมกับภาวะผิดปกติที่ระบุ

- 4.3.1 ลัดวงจรข้ามระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน ถ้าระยะเหล่านี้น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ในข้อ 13 สำหรับฉนวนมูลฐานและฉนวนเพิ่มเติม ยกเว้นฉนวนระหว่างส่วนของขั้วที่ต่างกันที่ต่อกับไฟฟ้าประธานโดยตรง

**หมายเหตุ** สำหรับระยะห่างในอากาศระหว่างส่วนของขั้วที่ต่างกันที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน โดยตรงให้อ้างอิงข้อ 13.1

- 4.3.2 ลัดวงจรข้ามส่วนที่เป็นวัสดุฉนวน โดยที่การลัดวงจรของส่วนเหล่านี้ อาจทำให้คุณลักษณะที่ต้องการเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากช็อกไฟฟ้าหรือความร้อนไม่เป็นไปตามที่กำหนด ยกเว้นส่วนที่เป็นฉนวนซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 10.3

**หมายเหตุ** ข้อย้อยนี้ไม่ได้หมายความว่าต้องการให้ลัดวงจรฉนวนระหว่างรอบของขดลวด

- 4.3.3 ลัดวงจร หรือถ้าเป็นไปได้ให้ลัดวงจรต่อไปนี้
- ตัวทำความร้อนของหลอดอิเล็กทรอนิกส์
  - ฉนวนระหว่างตัวทำความร้อนกับแคโทดของหลอดอิเล็กทรอนิกส์
  - ช่องว่างในหลอดอิเล็กทรอนิกส์ ไม่รวมหลอดภาพ
  - อุปกรณ์กึ่งตัวนำ ตัววงจร ครึ่งสะพาน หรือต่อขาใด ๆ 2 ขาเข้าด้วยกันครึ่งละคู่ (ให้ดูข้อ 4.3.4 ง) ประกอบ)

**หมายเหตุ** ถ้าหลอดอิเล็กทรอนิกส์ถูกสร้างให้การลัดวงจรระหว่างอิเล็กโทรดไม่น่าจะเกิดขึ้นได้อย่างยิ่งหรือเกิดขึ้นไม่ได้เลย ไม่ต้องลัดวงจรอิเล็กโทรดที่เกี่ยวข้อง

- 4.3.4 ลัดวงจรหรือปลด ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ขดลวด (ตัวอย่างเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ขดลวดกำจัดอำนาจแม่เหล็ก) ลำโพง ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง (optocoupler) วาริสเตอร์ หรือส่วนประกอบที่เป็นแบบกสาดที่ไม่เชิงเส้น (non-linear passive component) แล้วแต่อย่างใดจะให้ผลที่เลวกว่า การลัดวงจรหรือการปลดส่วนเหล่านี้อาจทำให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการป้องกันช็อกไฟฟ้าหรือความร้อนเกิน

ภาวะผิดปกติเหล่านี้ไม่ใช้กับ

- (ก) ตัวต้านทานที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.1 และเท่าที่จะเป็นไปได้ของข้อ 11.2
  - (ข) เทอร์มิสเตอร์ PTC ที่เป็นไปตาม IEC 60730-1 ข้อ 15, ข้อ 17, ข้อ J15 และข้อ J17
  - (ค) ตัวเก็บประจุและหน่วย RC ที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.2 หากแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของตัวเก็บประจุเหล่านั้นไม่เกินค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด และการใช้งานของตัวเก็บประจุเหล่านั้นเป็นไปตามข้อ 8.5 หรือข้อ 8.6
  - (ง) ฉนวนระหว่างขั้วด้านเข้ากับขั้วด้านออกของตัวเชื่อมต่อผ่านแสง ที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.11
  - (จ) ขดลวดและฉนวนของหม้อแปลง ไฟฟ้าและขดลวดอื่น ๆ ที่กล่าวในข้อ 14.3 ที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อย่อยนั้น
  - (ฉ) วาริสเตอร์ลดเล็จ (surge suppression varistor) ที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.12
- 4.3.5 สำหรับเครื่องใช้ที่ประกอบด้วยเครื่องขยายสัญญาณเสียง ให้ใช้สัญญาณมาตรฐานตามข้อ 4.1.6 เพื่อนำส่งกำลังไฟฟ้าด้านออกในลักษณะที่ให้ผลเร็วที่สุดจากศูนย์จนถึงกำลังไฟฟ้า ด้านออกสูงสุดที่จะทำได้ ให้กับโหลดอิมพีแดนซ์ที่กำหนด หรือถ้าเป็นไปได้ ให้กับโหลดอิมพีแดนซ์ที่ต่อกับขั้วต่อด้านออก รวมทั้งลัดวงจรและเปิดวงจรในลักษณะที่ให้ผลเร็วที่สุด
- 4.3.6 ล็อกมอเตอร์ให้หยุด
- 4.3.7 ให้มอเตอร์ ขดลวดครีเลย์ หรือสิ่งที่คล้ายกัน ที่เจตนาให้ทำงานระยะสั้น ๆ หรือเป็นพัก ๆ มีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ถ้าการทำงานอย่างต่อเนื่องนี้เกิดขึ้นได้ระหว่างการทำงานของเครื่องใช้
- 4.3.8 ต่อเครื่องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลายชนิดในเวลาเดียวกัน ยกเว้นมีการป้องกันจากโครงสร้าง
- 4.3.9 ขั้วต่อสายด้านออกของเครื่องใช้ที่ป้อนกำลังไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้อื่น ยกเว้นได้รับประทานที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน โดยตรง ให้ต่อกับโหลดอิมพีแดนซ์ในลักษณะที่ให้ผลเร็วที่สุด รวมทั้งการลัดวงจรได้รับประทานให้ต่อกับโหลด 1.1 เท่าของค่าโหลดสูงสุดที่เป็นไปได้ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามการป้องกัน

กระแสนิน และรูปลักษณะของเด้ารับ ยกเว้นกรณีทีสายทีต่อไปยังเด้ารับมีขนาด พื้นที่หน้าตัดเท่ากับสายอ่อนประธาน

- 4.3.10 ด้านบน ด้านข้าง และด้านหลังของเครื่องใช้ ถ้าพื้นผิวดังกล่าวมีช่องเปิดระบายอากาศ จะต้องปิดครั้งละด้านด้วยการัดทีมีความหนาแน่น  $200 \text{ g/m}^2$  และมีมิติไม่น้อยกว่า แต่ละพื้นผิวดทดสอบ ให้ปิดทุกช่องเปิดให้แยกปิดช่องเปิดของแต่ละพื้นผิวทีแตกต่างกันด้านบนของเครื่องใช้ (ถ้ามี) ด้วยการัดในเวลาเดียวกัน ไม่รวมถึงช่องเปิดด้านบนของเครื่องใช้ บนพื้นผิวทีเอียงทำมุมกับแนวราบมากกว่า  $30^\circ \text{C}$  และน้อยกว่า  $60^\circ \text{C}$  ซึงสิ่งกีดขวางสามารถลื่นไถลได้อย่างอิสระ

ทีด้านหลังและด้านข้างของเครื่องใช้ ให้ติดการัดทีขอบบน และยอมให้แขวนอย่างอิสระ

**หมายเหตุ** ไม่ต้องทดสอบสำหรับพื้นผิวด้านล่าง

- 4.3.11 ถ้ามีความเป็นไปได้ทีผู้ใช้จะใส่แบตเตอรี่ทดแทนสลับขั้ว ให้ทดสอบเครื่องใช้ด้วยการใส่แบตเตอรี่ หนึ่งก้อนหรือมากกว่าตามขั้วทีเจตนาและสลับขั้ว

**หมายเหตุ** กำเดือน มีอันตรายจากการระเบิดเมื่อทำการทดสอบนี้

- 4.3.12 สำหรับเครื่องใช้แถบความถี่วิทยุประชาชน ให้ต่อโหลดอิมพีแดนซ์ในลักษณะทีให้ผลเลวทีสุด รวมถึงการลัดวงจร เข้ากับขั้วต่อสายอากาศ หรือถ้าไม่มีขั้วต่อสายอากาศอยู่ เช่น สายอากาศแบบปรับความยาวได้ ให้ต่อเข้ากับตัวสายอากาศ ภาวะการทดสอบการส่งให้เป็นตามทีระบุใน IEC 61149

- 4.3.13 เครื่องใช้ทีต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสสลับ และมีอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันทีปรับตั้งได้โดยผู้ใช้ ให้ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที  $250 \text{ V}$  และให้อุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าประธานอยู่ในตำแหน่งทีให้ผลเลวทีสุด

- 4.3.14 เครื่องใช้ทีออกแบบให้ใช้กับเครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษทีมี อุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าด้านออกที ระบุโดยผู้ทำเครื่องใช้ ให้ทดสอบโดยปรับแต่งอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้านี้ไปทีแรงดันไฟฟ้าด้านออกค่าใดก็ได้

ระหว่างการทดสอบนี้ ให้นำข้อ 4.2.1 มาใช้ ยกเว้นเมื่อเครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษนั้นถูกป้อนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าทีกำหนด

ไม่ต้องทดสอบ ถ้ากระแสไฟฟ้าลื่นเป็ลิ่งของเครื่องใช้ทีทดสอบเกิน  $0.2 \text{ A}$  เป็นเวลามากกว่า  $2 \text{ min}$  ไม่ได้ ตัวอย่างเช่น โดยการทำงานของฟิวส์

- 4.3.15 เครื่องใช้ทีสามารถต่อกับเครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับ ใช้งานทั่วไป ให้ทดสอบโดยใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าตามทีระบุในตารางที 2 เพิ่มขึ้นทีละขั้น โดยเริ่มต้นทีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายทีกำหนดสำหรับเครื่องใช้ทีทดสอบ 1 ขั้น

ไม่ต้องทดสอบเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้า แหล่งจ่าย ที่กำหนดเท่ากับหรือมากกว่าค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนดตามตารางที่ 2

ระหว่างการทดสอบนี้ ให้นำข้อ 4.2.1 มาใช้ ยกเว้นกรณีที่แรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดมีค่าตามที่ระบุ

ไม่ต้องทดสอบ ถ้ากระแสไฟฟ้าสิ้นเปลืองของเครื่องใช้ที่ทดสอบเกิน 0.2 A เป็นเวลามากกว่า 2 min ไม่ได้ ตัวอย่างเช่น โดยการทำงานของฟิวส์

- 4.3.16 สำหรับเครื่องใช้ที่มีวงจรประจุ ให้ประจุแบตเตอรี่ชนิดพิเศษที่ได้คายประจุ จนหมดแล้วโดยลัดวงจรไว้ 1 เซลล์

หมายเหตุ ดูข้อ 11.2 และข้อ 14.10.3 ด้วย

## 5. เครื่องหมายและข้อแนะนำ

หมายเหตุ ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับการทำเครื่องหมาย และข้อแนะนำ อยู่ในข้อ 4.1.4 ข้อ 4.2.7 ข้อ 8.19.1 ข้อ 8.19.2 ข้อ 9.1.5 ข้อ 14.3.1 ข้อ 14.5.1.3 ข้อ 14.5.2.2 ข้อ 14.5.4 ข้อ 19. และภาคผนวก ข.

เครื่องหมายบนเครื่องใช้ต้องถาวร เข้าใจได้ และเห็นได้ง่าย เมื่อเครื่องใช้พร้อมใช้งาน

สารสนเทศควรอยู่ภายนอกของเครื่องใช้ ยกเว้นที่ด้านล่างของเครื่องใช้ อย่างไรก็ตาม อนุญาตให้มีสารสนเทศได้ในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายด้วยมือ ตัวอย่างเช่น บริเวณใต้ฝา หรือที่ภายนอกของด้านล่างของเครื่องใช้หีบยกได้ หรือเครื่องใช้ที่มีมวลไม่เกิน 7 kg ถ้าตำแหน่งของเครื่องหมายนั้นได้กำหนดไว้ในข้อแนะนำการใช้งาน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและ ใช้ผ้าชุมน้ำอุ่นด้วยมือเป็นเวลา 15 s และใช้ผ้าชุมนิโตรเลียมสปิริตอุ่นด้วยมือที่บริเวณอื่นหรือที่ตัวอย่างที่สองเป็นเวลา 15 s หลังการทดสอบ เครื่องหมายต้องอ่านได้ เครื่องหมายต้องไม่สามารถเอาออกได้ง่าย และต้องไม่โก่งงอ

ปิโตรเลียมสปิริตที่ใช้ให้เป็นอย่างนี้

ปิโตรเลียมสปิริต คือ เฮกเซนซึ่งเป็นตัวทำละลายประเภทอะลิฟาติก (aliphatic solvent hexane) ที่มีปริมาณสารแอโรเมติก (aromatic) สูงสุด 0.1% เศษส่วน โดยปริมาตร ค่าเคอริ-บิวทานอล (kauri-butanol value) เท่ากับ 29 จุดเดือดเริ่มต้นประมาณ 65 °C จุดแห้ง (dry point) ประมาณ 69 °C และมวลจำเพาะประมาณ 0.7 kg/l เพิ่มทางเลือกโดยยอมให้ใช้ เฮกเซนเกรด รีเอเจนต์ ต่ำสุด 85% เช่นเดียวกับ เอ็น-เฮกเซน (n-hexane)

หมายเหตุ การระบุ "n-hexane" เป็นการตั้งชื่อทางเคมี "โดยปกติ" หรือไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรง ปิโตรเลียมสปิริตอาจถูกระบุว่าเป็นเฮกเซนเกรด รีเอเจนต์ที่ได้รับการรับรองจาก ACS (American Chemical Society)

สัญลักษณ์อักษรสำหรับปริมาณและหน่วยต้องเป็นไปตาม IEC 60027

สัญลักษณ์รูปภาพต้องเป็นไปตาม IEC 60417 และ ISO 7000 ตามความเหมาะสม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

## 5.1 การขึ้นและพิกัดแหล่งจ่าย


เครื่องใช้ต้องแสดงเครื่องหมายดังต่อไปนี้

(ก) ชื่อผู้ทำหรือผู้จัดจำหน่าย เครื่องหมายการค้าหรือเครื่องหมายขึ้น และประเทศที่ทำ

(ข) หมายเลขแบบรุ่น หรือแบบอ้างอิง และหมายเลขลำดับเครื่องหรือหมายเลขลำดับการทำ

(ค) สัญลักษณ์สำหรับประเภท II ถ้าใช้ได้  (IEC 60417-5172)

(ง) ชนิดของแหล่งจ่าย

— ไฟฟ้ากระแสสลับอย่างเดียว ใช้สัญลักษณ์  (IEC 60417-5032)

— ไฟฟ้ากระแสตรงอย่างเดียว ใช้สัญลักษณ์  (IEC 60417-5031)

— ไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับ ใช้สัญลักษณ์  (IEC 60417-5033)

— ระบบสำหรับไฟฟ้าสามเฟส ให้อ้างอิง IEC 61293

(จ) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดซึ่งสามารถป้อน ให้โดยไม่ต้องปรับแต่งอุปกรณ์ปรับตั้ง

เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งปรับตั้งให้ ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดได้หลายค่า ต้องสร้าง ให้มองเห็น การแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าซึ่งเครื่องใช้ ถูกปรับตั้งไว้ได้ชัดเจนบนเครื่องใช้เมื่อพร้อมที่จะใช้งาน

ให้ใช้เครื่องหมาย “/” สำหรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ เช่น “110/230 V” และให้ใช้เครื่องหมาย “-” สำหรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเป็นพิสัย เช่น “110-230 V”

(ฉ) ความถี่ (หรือพิสัยความถี่) ที่กำหนดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าประชาชนเป็นเฮิรตซ์ ถ้าความปลอดภัยขึ้นอยู่กับ การใช้ค่าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าประชาชนที่ถูกต้อง

(ช) ความสิ้นเปลือง กระแสไฟฟ้าที่กำหนดหรือ ความสิ้นเปลือง กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้ซึ่งสามารถรับจากเครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับงานทั่วไป อาจให้ สารสนเทศ ไว้ในคู่มือการใช้งานเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

ค่าความสิ้นเปลืองซึ่งวัดที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต้องไม่เกินค่าที่ทำเครื่องหมายไว้มากกว่า 10 %

(ซ) ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดหรือความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่กำหนด สำหรับเครื่องใช้ที่เจตนาให้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประชาชนกระแสสลับ

ความสิ้นเปลืองที่วัดได้ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ต้องไม่เกินค่าที่ทำเครื่องหมายไว้มากกว่า 10 %

สำหรับการวัด ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดหรือความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่กำหนดของชุด  
โทรทัศน์ การปรับตั้งต้องใช้ ดังต่อไปนี้

- แถบสัญญาณแนวตั้ง 3 แถบ ต้องใช้ตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.2.1.3 ของ IEC 60107-1:1997 และ
- ตัวควบคุมภาพที่เข้าถึงได้โดยผู้ใช้ต้องปรับเพื่อให้ได้ค่าความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าสูงสุด และ
- การปรับตั้งเสียงต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.4 ก) ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

## 5.2 ขั้วต่อสาย

ที่ขั้วต่อให้ทำเครื่องหมายดังนี้

- (ก) ขั้วต่อสายที่เจตนาต่อกับตัวนำต่อลงดินป้องกันของสายไฟฟ้าจ่ายใช้สัญลักษณ์



(IEC 60417-5019)

ต้องไม่ใช่สัญลักษณ์นี้กับขั้วต่อลงดินแบบอื่น

- (ข) ขั้วต่อซึ่งมีไฟฟ้าอันตรายในภาวะการใช้งานตามปกติ ยกเว้นขั้วต่อสำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน ใช้  
สัญลักษณ์



(IEC 60417-5036)

- (ค) เว้นแต่ว่า ขั้วต่อสายได้ทำเครื่องหมายที่มีการอ้างอิงชนิดของเครื่องใช้ที่ยอมให้ต่อได้ ขั้วต่อสายด้าน  
ออกที่เตรียมไว้สำหรับ การจ่ายกระแสให้ กับเครื่องใช้อื่น ยกเว้นแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานต้อง ทำ  
เครื่องหมาย

- แรงดันไฟฟ้าด้านออกที่ระบุ และ
- กระแสไฟฟ้าด้านออกสูงสุดหรือกำลังไฟฟ้าด้านออกสูงสุด หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่ภาวะโหลดที่  
เลวที่สุด สูงกว่าที่ยอมให้ตามตารางที่ 3 สามารถเกิดขึ้นได้ สำหรับภาวะการทำงานปกติ

เคเบิลที่ เตรียมไว้ จ่ายกำลังไฟฟ้าประธานให้กับเครื่องใช้อื่น ต้องทำเครื่องหมาย กำลังไฟฟ้าและ  
กระแสไฟฟ้าซึ่งอาจจ่ายได้

กรณีที่มีขั้วต่อที่เตรียมไว้สำหรับ จ่ายให้กับเครื่องใช้อื่นเพียง 1 ขั้วต่อ อาจทำเครื่องหมายที่บริเวณใด ๆ  
ของเครื่องใช้ ให้พิจารณาย่อหน้าต่าง ๆ ของข้อ 5. ก่อนข้อ 5.1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ



### 5.3 เครื่องหมายข้อควรระวัง

เครื่องหมายดังต่อไปนี้ต้องรวมถึงกรณีที่สามารถใช้ได้:

- (ก) ในเอกสารการซ่อมบำรุงที่ผู้จัดทำขึ้น เช่น แผนภาพวงจรหรือบัญชีรายชื่อส่วนประกอบ ถ้าจะใช้สัญลักษณ์เพื่อชี้ว่า ในการเปลี่ยนทดแทนส่วนประกอบจำเพาะหนึ่ง ต้องใช้ส่วนประกอบที่ระบุในเอกสารเท่านั้น ด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัยให้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้



(ISO 7000-0434)


สัญลักษณ์นี้อาจใส่ไว้ใกล้กับส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องด้วย

ต้องไม่แสดงสัญลักษณ์นี้บนส่วนประกอบ

- (ข) เมื่อตะแกรงลำโพงที่สามารถถอดออกมาจากด้านนอกได้ โดยการใช้เครื่องมือ เหยี่ยุหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นเสมือนฝาครอบป้องกัน (ดูข้อ 9.2) เครื่องหมายต่อไปนี้หรือสิ่งเทียบเท่าต้องมองเห็นได้ชัดเจนบนเปลือกหุ้ม หลังจากถอดตะแกรงออก

ระวัง

เพื่อป้องกันอันตรายจากช็อกไฟฟ้า ห้ามต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน  
ขณะที่นำตะแกรงออก

อีกทางเลือกหนึ่ง สัญลักษณ์  ต้องมองเห็นได้ชัดเจนหลังจากถอดตะแกรงออกและถ้อยคำข้อควรระวังข้างต้นต้องปรากฏข้อแนะนำของผู้ใช้พร้อมด้วยสัญลักษณ์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**หมายเหตุ** ในประเทศฟินแลนด์, ประเทศนอร์เวย์และประเทศสวีเดน เครื่องใช้ประเภท I ซึ่งมีเจตนาให้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อสายไฟติดตั้งภายในอาคารผ่านปลั๊กหรือ กู้อัดต่อเครื่องใช้หรือทั้งสองอย่าง นอกจากมีเจตนาให้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ หรือต้องต่อกับเครือข่าย ถ้าความปลอดภัยต้องขึ้นกับการต่อลงดินป้องกันหรือถ้าตัวป้องกันไฟกระชากต่อระหว่างขั้วต่อเครือข่าย และชิ้นส่วนที่เข้าถึงได้มีการทำเครื่องหมายที่ระบุว่าเครื่องใช้จะต้องต่อกับตัวเสียบเต้ารับสายดินประธาน

### 5.4 ข้อแนะนำ

สารสนเทศด้านความปลอดภัยที่จำเป็นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ต้องให้ไว้ในข้อแนะนำการติดตั้งหรือใช้งานที่เตรียมมากับเครื่องใช้ สารสนเทศที่ให้นี้ ต้องเป็นภาษาที่ยอมรับได้ในประเทศที่เครื่องใช้นั้นประสงค์ใช้งาน

**หมายเหตุ 1** อ้างอิง ISO/IEC Guide 37 [17]

หมายเหตุ 2 แนะนำให้รวมสารสนเทศด้านความปลอดภัยดังต่อไปนี้ไว้ด้วย เท่าที่เป็นไปได้

- ระยะห่างต่ำสุดโดยรอบของเครื่องใช้เพื่อการระบายอากาศที่พอเพียง
- ไม่ควรขัดขวางการระบายอากาศโดยการปกปิดช่องเปิดระบายอากาศด้วยสิ่งของ เช่นหนังสือพิมพ์ ผ้าปูโต๊ะ ผ้าม่าน ฯลฯ
- ไม่ควรวาง แหล่งมีเปลวไฟที่เปลี่ยนเปลว เช่นเทียนที่จุดไฟอยู่ ไว้บนเครื่องใช้
- ควรคำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อมในการจัดการกับซากแบตเตอรี่
- การใช้เครื่องใช้ในเขตสภาพอากาศร้อนชื้นและ/หรือ สภาพอากาศปานกลาง (moderate climate)

5.4.1 นอกจากนี้ ให้รวมข้อต่อไปนี้ในข้อแนะนำ เท่าที่เป็นไปได้

- (ก) สำหรับเครื่องใช้ที่ใช้กำลังไฟฟ้าจากไฟฟ้าประธาน และเครื่องใช้ที่กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง หรือกระแสสลับภายในมากกว่า 35 V (ค่าขอด) และไม่มีการป้องกันน้ำสาดตามภาคผนวก ก. ในข้อแนะนำการใช้งานต้องระบุว่าต้องไม่ให้เครื่องใช้ถูกน้ำหยดหรือน้ำสาดและต้องไม่วางภาชนะที่บรรจุของเหลว เช่น แจกัน ไว้บนเครื่องใช้
- (ข) คำเตือนว่าขั้วต่อที่ทำเครื่องหมายด้วยสัญลักษณ์ตามข้อ 5.2 (ข) เป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย และการเดินสายภายนอกต่อกับขั้วต่อนั้นต้องติดตั้งโดย ผู้ได้รับการสอน หรือให้ใช้สายเชื่อมต่อหรือสายอ่อนที่สำเร็จ
- (ค) กรณีเครื่องใช้จัดเตรียมแบตเตอรี่ลิเทียมที่เปลี่ยนทดแทนได้ ให้ปฏิบัติดังนี้
  - ถ้าแบตเตอรี่เจตนาให้ ผู้ใช้เปลี่ยนได้เอง ต้องมีคำเตือนใกล้กับแบตเตอรี่หรือ ระบุไว้ทั้งในข้อแนะนำการใช้งานและการซ่อมบำรุง
  - ถ้าแบตเตอรี่ไม่ได้เจตนาให้ ผู้ใช้เปลี่ยนได้เอง ต้องมีคำเตือนใกล้กับแบตเตอรี่ หรือในข้อแนะนำการซ่อมบำรุง

ในคำเตือนให้มีข้อความต่อไปนี้หรือข้อความที่คล้ายกัน :

#### ระวัง

อันตรายจากการระเบิดออกหากใส่แบตเตอรี่ทดแทนไม่ถูกต้อง  
ให้ใส่เฉพาะแบตเตอรี่ทดแทนชนิดเดียวกันหรือที่เท่าเทียมกัน

- (ง) คำเตือนว่าเครื่องใช้ที่มีการสร้างประเภท I ต้องต่อกับเต้ารับไฟฟ้าประธานที่มีการต่อลงดินป้องกัน
- (จ) ระบบสื่อประสม ต้องมีข้อแนะนำที่ให้ความมั่นใจ ได้ว่าการติดตั้ง และการต่อระหว่างกัน ของเครื่องใช้เป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย

- (ฉ) ถ้าเครื่องใช้ไม่ได้ทดสอบรายการเสถียรภาพตามข้อ กำหนดข้อ 19.1 ข้อ 19.2 หรือข้อ 19.3 เนื่องจากเครื่องใช้ถูกยึดติดกับที่ ต้องทำเครื่องหมายข้อความต่อไปนี้หรือที่คล้ายกันบนเครื่องใช้หรือเตรียมไว้กับเครื่องใช้

#### คำเตือน

เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ ต้องติดตั้งเครื่องใช้กับพื้น/ผนัง ตามคำแนะนำการติดตั้ง

- (ซ) คำเตือนไม่ให้วางแบตเตอรี่ (หีบห่อแบตเตอรี่หรือ ติดตั้งแบตเตอรี่) ในที่มีความร้อนสูงเช่นใกล้แสงแดด ไฟ หรือที่คล้ายกัน
- (ซ) กรณีเครื่องใช้ที่มีหลอด CRT ที่ติดฟิล์มป้องกันไว้ที่แผ่นหน้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการป้องกันการระเบิดเข้าตามที่กำหนดใน มอก. 2230 คำเตือนดังต่อไปนี้ หรือคำพูดอื่นที่ความหมายคล้ายกันต้องมีไว้ในข้อแนะนำ

#### คำเตือน

หลอด CRT ในเครื่องใช้นี้มีฟิล์มป้องกันที่ผิวหน้า  
ต้องไม่ลอกฟิล์มนี้ออก เนื่องจากฟิล์มนี้มีหน้าที่ด้านความปลอดภัย  
และการลอกออกจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสาหัสได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**หมายเหตุ** ในประเทศนอร์เวย์และประเทศสวีเดน ตัวกรองของสายโคแอกเซียลของระบบการเผยแพร่โทรทัศน์ปกติคือไม่ได้ต่อสายดินที่ด้านเข้าอาคารและโดยทั่วไปไม่มีระบบกระจายเส้นสมศักย์ไฟฟ้า ภายในอาคาร ดังนั้นดินป้องกันของการติดตั้งในอาคารต้องการแยกออกจากตัวกรองของสายโคแอกเซียลบนฐานระบบการเผยแพร่โทรทัศน์

อย่างไรก็ตาม เพื่อจัดเตรียมจนวนภายนอกไปยังเครื่องใช้ โดยตัวแปลงกระแสหรือการเชื่อมต่อระหว่างสายเคเบิลกับตัวแยกกลาวานิก เป็นที่ยอมรับโดยผู้ค้ารายย่อย เป็นต้น

คู่มือผู้ใช้ต้องมีสารสนเทศจัดเตรียมต่อไปนี้หรือที่คล้ายกันเป็นภาษานอร์เวย์และสวีเดนตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเจตนาในการนำไปใช้ของประเทศนั้นๆ

เครื่องใช้ที่ต่อกับดินป้องกันของอาคารที่ติดตั้งผ่านการต่อไฟฟ้าประธานหรือผ่าน เครื่องใช้อื่นๆ ด้วยการต่อกับดินป้องกัน และระบบการเผยแพร่โทรทัศน์ใช้สายโคแอกเซียล ในบางกรณีอาจก่อให้เกิดอันตรายจากไฟ ดังนั้นการต่อระบบการเผยแพร่โทรทัศน์ให้มีการต่อผ่านอุปกรณ์ที่มีการแยกทางไฟฟ้าต่ำกว่าช่วงความถี่ที่แน่นอน

ในประเทศนอร์เวย์เนื่องจากกฎระเบียบสำหรับการติดตั้งเคเบิลทีวีและในสวีเดนตัวแยกกลาวานิก ต้องจัดให้มีจนวนไฟฟ้าต่ำกว่า 5 MHz จนวนต้องทนต่อความทนทานได้อิเล็กทริก 1.5 kV r.m.s. 50 Hz หรือ 60 Hz เป็นเวลา 1 min

5.4.2 อุปกรณ์สำหรับตัดวงจรจากไฟฟ้าประธาน ในข้อแนะนำต้องระบุดังนี้

- (ก) หากใช้เสียบไฟฟ้าประธานหรือคู่ต่อเครื่องใช้เป็นอุปกรณ์ตัดวงจร อุปกรณ์ตัดวงจรต้องยังคงพร้อมทำงานได้
- (ข) หากใช้สวิตช์ไฟฟ้าประธานทุกขั้วเป็นอุปกรณ์ตัดวงจร ต้องระบุตำแหน่งบนเครื่องใช้และหน้าที่ของสวิตช์ และสวิตช์นั้นต้องยังคงพร้อมทำงานได้
- (ค) สำหรับเครื่องใช้ที่ต่อแบบถาวรที่ไม่มีทั้งสวิตช์ไฟฟ้าประธานทุกขั้วและ เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติทุกขั้ว การติดตั้งต้องทำตามทุกกฎการติดตั้งที่เป็นไปได้

หากมีการใช้เครื่องหมาย ไฟสัญญาณหรือสิ่งที่คล้ายกันเพื่อให้เข้าใจว่าเครื่องใช้นั้นได้ตัดวงจรอย่างสมบูรณ์จาก ไฟฟ้าประธานแล้ว สารสนเทศ ต้องระบุถึงสถานะที่ถูกต้อง อย่างชัดเจน ถ้ามีการใช้สัญลักษณ์ต้องมีคำอธิบายความหมายด้วย

อนุญาตให้ใช้เครื่องหมายแสดงตำแหน่งปิด ด้วยสัญลักษณ์ตาม IEC 60417-5008 หรือ IEC 60417-5010 เฉพาะสำหรับสวิตช์ไฟฟ้าประธานทุกขั้วที่ตัดทุกขั้วของแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน ยกเว้นตัวนำต่อลงดินป้องกัน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

## 6. การแผ่รังสีอันตราย

6.1 การแผ่รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน

เครื่องใช้ที่มีแหล่งกำเนิดซึ่งมีศักยภาพในการแผ่รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน ต้องมีการป้องกันบุคคลจากการแผ่รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน ภายใต้ภาวะการทำงานปกติ และภาวะผิดปกติ การทดสอบให้ทำโดยการวัดในภาวะดังต่อไปนี้

นอกจากในภาวะการทำงานปกติ ให้ปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่ปรับแต่งได้จากภายนอกด้วยมือ วัตถุใด ๆ เช่น เครื่องมือ หรือเหรียญ และอุปกรณ์ปรับแต่งหรือปรับตั้งที่อยู่ภายในอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้ล็อกให้มั่นคง เพื่อให้เกิดการแผ่รังสี สูงสุด โดยรักษาภาพบนจอให้เข้าใจได้เป็นเวลา 1 h แล้ววัดอัตราการแผ่รังสีในตอนสุดท้าย

**หมายเหตุ 1** จุดต่อบั๊กกรีและการล็อกโดยใช้สี เป็นตัวอย่างของการล็อกที่มั่นคงเพียงพอ

หาอัตราการแผ่รังสีที่ตำแหน่งใด ๆ ภายนอกเครื่องใช้โดยใช้เครื่องตรวจการแผ่รังสี ที่มีพื้นที่ประสิทธิภาพ  $10 \text{ cm}^2$  ที่ระยะห่าง 5 cm จากผิวด้านนอกของเครื่องใช้

นอกจากนี้ให้ทำการวัดภายใต้ภาวะผิดปกติ ที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแรงดันไฟฟ้าแรงสูง โดยรักษาภาพบนจอให้เข้าใจได้เป็นเวลา 1 h แล้ววัดอัตราการแผ่รังสีในตอนสุดท้าย

อัตราการแผ่รังสีต้องไม่มากกว่า 36 pA/kg (0.5 mR/h หรือ 5  $\mu$ Sv/h)

**หมายเหตุ 2** ค่าเป็นไปตาม ICRP 15 clause 289[22]

**หมายเหตุ 3** ประเทศสมาชิกของ CENELEC ปริมาณของการแผ่รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนควบคุมโดย คำสั่ง คณะมนตรียุโรป 96/29/Eurotom 13 May 1996 คำสั่งนี้ต้องการ ณ จุดใดๆ ในระยะ 10 cm จากพื้นผิวด้านนอกของเครื่องใช้

ให้พิจารณาว่าภาพบนจอเป็นที่เข้าใจได้ ถ้าเป็นไปตามภาวะดังนี้

- แอมพลิจูดของการกวาดภาพเป็นอย่างน้อย 70 % ของความกว้างจอภาพที่ใช้งาน
- ความส่องสว่างต่ำสุดเป็น 50 cd/m<sup>2</sup> โดยใช้เบลนกกักราสเตอร์ที่ล็อกไว้ (locked blank raster) ที่มีอยู่ในเครื่องกำเนิดสัญญาณที่ใช้ในการทดสอบ
- ความแยกชัดในแนวนระดับ (horizontal resolution) สมัยกับอย่างน้อย 1.5 MHz ในศูนย์กลาง พร้อมกับมี ดีเกรเดชันในแนวดิ่ง (vertical degradation) คล้ายกัน
- มีการวาบ (flashover) ไม่เกิน 1 ครั้งต่อ 5 min

## 6.2 การแผ่รังสีเลเซอร์

เครื่องใช้ที่มีระบบเลเซอร์ ต้องมีการป้องกันบุคคลจากการแผ่รังสี เลเซอร์ ภายใต้ภาวะการทำงานปกติ และภาวะผิดปกติ

เครื่องใช้ที่มีระบบเลเซอร์ไม่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อนี้ ถ้า

- ผู้ทำแบ่งประเภทตาม มอก.1604 ข้อ 3, ข้อ 8, และข้อ 9, ที่แสดงว่าระดับการ ปลดปล่อยที่สามารถเข้าใกล้ได้ (approachable emission level) ต้องไม่เกินประเภท 1 ภายใต้ทุกภาวะการทำงาน การบำรุงรักษา การบริการและการล้มเหลว และ
- ไม่มี เลเซอร์แบบฝัง (embedded laser) ตาม มอก.1604

**หมายเหตุ 1** สารสนเทศเกี่ยวกับเครื่องวัด ให้ไว้ใน IEC 61040 [10]

**หมายเหตุ 2** คำว่า “ระดับการปลดปล่อยที่สามารถเข้าใกล้ได้” คือ ขีดจำกัดการปลดปล่อยที่เข้าถึงได้ [(accessible emission limit (AEL))] ตามความหมายใน มอก.1604

ต้องแบ่งประเภทและติดฉลากเครื่องใช้ให้สอดคล้องกับระดับการ ปลดปล่อยที่สามารถเข้าใกล้ได้ ที่วัดในภาวะผิดปกติ ยกเว้นสำหรับเครื่องใช้ ที่ไม่เกินประเภท 1 ไม่ต้องใช้ มอก.1604 ข้อ 5.2

ปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่ ปรับแต่งได้ จากภายนอก ด้วยมือ วัตถุใด ๆ เช่น เครื่องมือ หรือ เหรียญ และอุปกรณ์ปรับแต่งหรือปรับตั้งที่อยู่ภายในอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้ล็อกให้มั่นคง เพื่อให้เกิดการแผ่รังสีสูงสุด

**หมายเหตุ 3** จุดต่อบัคกรีและการล็อกโดยใช้สี เป็นตัวอย่างของการล็อกที่มั่นคงเพียงพอ

การแผ่รังสีเลเซอร์โดยการเปลี่ยนทิศทาง (redirection) ตามที่กำหนดใน มอก.1604 ข้อ 3.37 (ข) ต้องไม่วัดสำหรับระบบเลเซอร์ประเภท 1

การเป็นไปตามข้อกำหนดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ที่เกี่ยวข้องที่ระบุใน มอก.1604 รวมถึงการแก้ไขและเพิ่มเติมต่อไปนี้

#### 6.2.1

- (ก) ในภาวะการทำงานปกติเครื่องใช้ ต้องเป็นไปตาม ขีดจำกัดการ ปล่อยที่เข้าใกล้ ได้ (approachable emission limits) ประเภท 1 ตามที่กำหนดใน มอก.1604 ตารางที่ 1 ฐานเวลาของการ จำแนกประเภท คือ 100 s

การทดสอบให้ทำโดยการวัดที่เกี่ยวข้องตามที่กำหนดใน มอก.1604 ข้อ 9.2

- (ข) กรณีเครื่องใช้ที่มี ระบบเลเซอร์ ที่เป็นไปตามขีดจำกัดการ การปล่อยที่เข้าใกล้ได้ประเภท 1 ใน ภาวะการทำงานปกติ ไม่ต้องใช้ข้อกำหนดตามข้อ ค) และข้อ ง)
- (ค) ต้องมีมาตรการที่พอเพียงในการป้องกันการเปิด ฝาปิดใด ๆ ด้วยมือ ที่จะทำให้เข้าถึงการแผ่รังสี เลเซอร์ที่เกินขีดจำกัดประเภท 1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการวัด

- (ง) ถ้าความปลอดภัยขึ้นกับการทำงานที่เหมาะสมของอินเทอร์ล็อกนิรภัยทางกล อินเทอร์ล็อกต้องมีการป้องกันการล้มเหลว (ในโหมดล้มเหลวเครื่องใช้ต้องไม่ทำงานหรือไม่มีอันตราย) หรือต้องทนต่อการทดสอบ การสวิตช์ ได้ 50 000 วัฏจักรการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ใน ภาวะการทำงานปกติ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจหรือการทดสอบ

#### 6.2.2

- (ก) เมื่อเครื่องใช้ทำงานในภาวะผิดปกติตามที่กำหนดในข้อ 4.3 ระดับการปล่อย ที่เข้าใกล้ได้จาก เครื่องใช้ต้องไม่สูงกว่าประเภท 3R ภายนอกพิสัยความยาวคลื่น ตั้งแต่ 400 nm ถึง 700 nm และไม่สูงกว่า 5 เท่า ของขีดจำกัดประเภท 1 ภายในพิสัยความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 nm ถึง 700 nm

**หมายเหตุ** ขีดจำกัดสำหรับประเภท 3R กำหนดไว้ใน มอก.1604 ตารางที่ 3

การทดสอบให้ทำโดยการวัดที่เกี่ยวข้องตามที่กำหนดใน มอก.1604 ข้อ 8.2

- (ข) กรณีเครื่องใช้ที่มีระบบเลเซอร์ที่เป็นไปตามขีดจำกัดการปล่อยที่เข้าใกล้ได้เป็นไปตามที่กำหนดใน ข้อ 6.2.2 (ก) ภาวะการทำงานผิดปกติ ไม่ต้องใช้ข้อกำหนดตามข้อ (ค) และข้อ (ง)

- (ค) ต้องมีมาตรการที่พอเพียงในการป้องกันการเปิด ฝาปิดใด ๆ ด้วยมือ ที่จะทำให้เข้าถึงการแผ่รังสี เลเซอร์ที่เกินขีดจำกัดตามที่ให้ไว้ในข้อ 6.2.2 (ก)

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- (ง) ถ้าความปลอดภัยขึ้นกับการทำงานที่เหมาะสมของอินเตอร์ล็อกนิรภัยทางกล อินเตอร์ล็อกต้อง มีการป้องกันความล้มเหลว (ในโหมดล้มเหลวเครื่องใช้ต้องไม่ทำงานหรือไม่มีอันตราย ) หรือต้อง ทนต่อการทดสอบการสวิตช์ ได้ 50 000 วัฏจักรการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ใน ภาวะการทำงานปกติ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจหรือการทดสอบ

## 7. การเกิดความร้อนในภาวะการทำงานปกติ

### 7.1 ทัวไป

ระหว่างการใช้งานตามเจตนาต้องไม่มีส่วนใดของเครื่องใช้มีอุณหภูมิเกินปกติ

การทดสอบให้ทำโดยการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในภาวะการทำงานปกติเมื่อถึงสถานะอยู่ตัวแล้ว

**หมายเหตุ 1** โดยทั่วไปให้ถือว่าถึงสถานะอยู่ตัวหลังจากให้เครื่องใช้ทำงานไปแล้ว 4 h

ให้วัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นโดย

- ในกรณีที่เป็นขดลวด โดยวิธีการเปลี่ยนความต้านทาน หรือวิธีการอื่นใดที่ให้ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ของ ขดลวด

**หมายเหตุ 2** ในระหว่างการวัดความต้านทานของขดลวด ต้องระวังให้อิทธิพลของวงจรหรือโหลดที่ต่อกับขดลวดเหล่านี้ มีผลน้อยจนละเลยได้

- ในกรณีอื่นให้ใช้วิธีที่เหมาะสมใด ๆ

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในข้อ 7.1.1 ถึงข้อ 7.1.5

อุปกรณ์ป้องกันเดี่ยวหรือส่วนประกอบของวงจรป้องกัน ใด ๆ ที่ทำหน้าที่ในขณะที่ทดสอบต้องไม่ทำงาน ยกเว้นสำหรับ

- (ก) กัตเอาต์ความร้อนดั่งใหม่อัตโนมัติ ที่เป็นไปตามข้อ 14.5.1

- (ข) เทอร์มิสเตอร์ PTC ที่เป็นไปตามข้อ 14.5.3

ถ้าการทำงานอย่างต่อเนื่องของเครื่องขยายสัญญาณเสียงเป็นไปได้ เครื่องขยายสัญญาณต้องทำงานที่ ระดับสัญญาณสูงสุดที่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้

7.1.1 ส่วนที่เข้าถึงได้

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนที่เข้าถึงได้ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง ที่ 3 ข้อ (ก) “ภาวะการใช้งานปกติ”

7.1.2 ส่วนที่เป็นฉนวนไฟฟ้านอกเหนือจากขดลวด

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนฉนวน นอกเหนือจากขดลวด ที่เป็นฉนวนมาตรฐาน ฉนวนเพิ่มเติมหรือ ฉนวนเสริม และของส่วนฉนวน ความล้มเหลว ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 9.1.1 หรืออันตรายจากไฟ ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง ที่ 3 ข้อ (ข) “ภาวะการใช้งานปกติ” โดยพิจารณาภาวะตามข้อ (ง) ของตารางที่ 3

เมื่อตรวจสอบการเป็นไปตามข้อ 8. และข้อ 11. ไม่ต้องพิจารณาพื้นที่ที่เกี่ยวข้องของส่วนที่เป็นฉนวน ถ้าส่วนที่เป็นฉนวนถูกใช้เพื่อก่อให้เกิดระยะห่างในอากาศหรือเพิ่มระยะห่างตามผิวฉนวน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเกินค่าที่ยอมให้

7.1.3 ส่วนที่ทำหน้าที่รองรับหรือกีดขวางทางกล

ส่วนซึ่งความล้มเหลวทางกลของส่วนนั้นอาจเป็นเหตุให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 9.1.1 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 3 ข้อ (ค) “ภาวะการใช้งานปกติ”

7.1.4 ขดลวด

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวดรวมถึงฉนวนที่ให้การป้องกันช็อกไฟฟ้าหรืออันตราย จากไฟ ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 3 ข้อ (ข) และข้อ (ง) “ภาวะการใช้งานปกติ”

เมื่อตรวจสอบการเป็นไปตามข้อ 8. และข้อ 11. ไม่ต้องพิจารณาพื้นที่ที่เกี่ยวข้องของส่วนที่เป็นฉนวน ถ้าส่วนที่เป็นฉนวนถูกใช้เพื่อก่อให้เกิดระยะห่างในอากาศหรือเพิ่มระยะห่างตามผิวฉนวน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเกินค่าที่ยอมให้

**หมายเหตุ** กรณีฉนวนรวมอยู่ในขดลวดซึ่งไม่สามารถวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของฉนวนได้โดยตรง ให้ถือว่าอุณหภูมิเท่ากับของขดลวด

7.1.5 ส่วนที่ไม่ถูกจำกัดในข้อ 7.1.1 ถึงข้อ 7.1.4

โดยสอดคล้องกับธรรมชาติของวัสดุ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนนั้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง ที่ 3 ข้อ (จ) “ภาวะการใช้งานปกติ”



### ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ของส่วนต่าง ๆ ของเครื่องใช้

(ข้อ 7.1.1, ข้อ 7.1.2, ข้อ 7.1.3, ข้อ 7.1.4, ข้อ 7.1.5)

ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องใช้	ภาวะการใช้งาน ตามปกติ <sup>ก</sup> K	ภาวะผิดปกติ <sup>ข</sup> K
(ก) ส่วนที่เข้าถึงได้ ปุ่ม ที่จับ และอื่น ๆ ถ้าเป็น - โลหะ - อโลหะ <sup>ก</sup> เปลือกหุ้ม ถ้าเป็น - โลหะ <sup>ข</sup> - อโลหะ <sup>ข + ก</sup>	30 50 40 60	65 65 65 65
(ข) ส่วนที่มีการเตรียมฉนวนทางไฟฟ้า <sup>ง</sup> สายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้า และฉนวนของสายไฟฟ้า ด้วย - พอลิไวนิลคลอไรด์ หรือยางสังเคราะห์ - ไม่ได้รับความเค้นทางกล - ได้รับความเค้นทางกล - ขงธรรมชาติ ฉนวนอื่น ๆ ของ - วัสดุเทอร์โมพลาสติก <sup>ข</sup> - กระดาษที่ไม่ชุบน้ำยา - กระดาษแข็งที่ไม่ชุบน้ำยา - ผ้าไหม กระดาษ และสิ่งทอชุบน้ำยา - แผ่นอัดซ้อนที่มีฐานเป็นเซลลูโลสหรือสิ่งทอ ผกด้วย - ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ ฟีนอลเฟอร์ฟิวรัล หรือ พอลิ เอสเตอร์ - อีพ็อกซี - สิ่งขึ้นรูปของ - ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือฟีนอล-เฟอร์ฟิวรัล เมลามีน และ เมลามีนฟีนอลิก ที่ประกอบกับ - เซลลูโลสเป็นตัวเติม - แร่เป็นตัวเติม - เทอร์โมเซตติงพอลิเอสเตอร์ที่มีแร่เป็นตัวเติม - แอลคิที่มีแร่เป็นตัวเติม - วัสดุประสมของ - พอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว - อีพ็อกซีเสริมใยแก้ว - ขงซิลิโคน	60 45 45 ก 55 60 70 70 85 120 100 110 95 95 95 100 145	100 100 100 ก 70 80 90 110 150 130 150 150 150 150 150 190
(ค) ส่วนที่ทำหน้าที่รองรับหรือเป็นตัวกันทางกลรวมถึงภายในเปลือกหุ้ม <sup>ง</sup> - ไม้และวัสดุฐานไม้ - วัสดุเทอร์โมพลาสติก <sup>ข</sup> - วัสดุอื่น ๆ <sup>ข + ข</sup>	60 ก ง	90 ก ง
(ง) ขดลวด <sup>ง + ข</sup> - หุ้มฉนวนด้วย - ผ้าไหม ผ้าฝ้าย และอื่น ๆ ที่ไม่มีการชุบน้ำยา - ผ้าไหม ผ้าฝ้าย และอื่น ๆ ที่มีการชุบน้ำยา - วัสดุโอเลโอเรซินอัส - พอลิไวนิลฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ พอลิยูรีเทนเรซิน - พอลิเอสเตอร์เรซิน - พอลิเอสเตอร์มินเรซิน	55 70 70 85 120 145	75 100 135 150 155 180
จ) ส่วนอื่น ๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ใช้กับส่วนที่ไม่คลอบคลุมในข้อ (ก) ข้อ (ข) ข้อ (ค) และข้อ (ง) :	60 40 <sup>ข</sup> ไม่มีขีดจำกัด 200	140 50 <sup>ข</sup> ไม่มีขีดจำกัด 300

### ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ของส่วนต่างๆ ของเครื่องใช้ (ต่อ)

เงื่อนไขที่ใช้กับตารางที่ 3

- <sup>a</sup> สำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ ต้องต่ำกว่าค่าที่กำหนดในตารางนี้ 10 K  
ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้มีพื้นฐานบนอุณหภูมิโดยรอบสูงสุด 35 °C สำหรับภูมิอากาศปานกลาง และ 45 °C สำหรับ ภูมิอากาศร้อนชื้น  
กรณีที่อุณหภูมิถูกจำกัดควบคุม ด้วยชุดเอาต์ความร้อนที่มีการปรับตั้งอัตโนมัติ หรือโดย เทอร์มิสเตอร์ PTC อุณหภูมิที่วัดได้บนส่วนนั้นต้องไม่เกิน 35 °C บวกกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ในตารางที่ 3
- <sup>b</sup> สำหรับส่วนที่ไม่น่าจะสัมผัสได้ในขณะใช้งานตามเจตนา ยอมให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 65 K ในภาวะการทำงานปกติ ไม่ต้องใช้กล่องทดสอบ  
ไม่ตามข้อ 4.1.4 ในการประเมินการเข้าถึงส่วนที่น่าจะสัมผัสได้ ส่วนต่อไปนีถือว่าเป็นส่วนที่ไม่น่าจะสัมผัสได้
  - แผงด้านหลังและด้านล่าง ยกเว้นส่วนที่มีสวิตช์ หรือปุ่มควบคุมระหว่างการใช้งานปกติ
  - ตัวระบายความร้อนภายนอก และส่วนที่เป็นโลหะที่หุ้มตัวระบายความร้อนภายนอกโดยตรง ยกเว้นส่วนเหล่านั้นที่มีสวิตช์หรือปุ่มควบคุมขณะใช้งานตามปกติ
  - ส่วนของพื้นผิวด้านบนซึ่งต่ำกว่าระนาบทั่วไปของพื้นผิวด้านบนเกิน 30 mmสำหรับส่วนภายนอกที่เป็นโลหะซึ่งถูกปกคลุมด้วยวัสดุพลาสติก ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.3 mm ยอมให้ใช้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งสมมูลกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ของวัสดุฉนวน
- <sup>c</sup> ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้สูงกว่าที่ยอมให้ตามประเภทของวัสดุฉนวนที่สัมพันธ์กัน ให้คำนึงถึงปัจจัยทางธรรมชาติของวัสดุนั้นด้วย
- <sup>d</sup> เพื่อวัตถุประสงค์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้อยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์การใช้งานที่สัมพันธ์กับเสถียรภาพเชิงความร้อนของวัสดุนั้น สำหรับวัสดุที่อ้างถึงนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ส่วนวัสดุที่มีการระบุว่ามีขีดจำกัดอุณหภูมิสูงกว่ารายการเหล่านี้ และวัสดุที่ไม่มีอยู่ในรายการ อุณหภูมิสูงสุดต้องไม่เกินระดับที่ได้พิสูจน์แล้วว่าป็นที่น่าพอใจ
- <sup>e</sup> ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ไม่ถือว่าเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติก
- <sup>f</sup> เนื่องจากความหลากหลาย เป็นไปไม่ได้ที่จะระบุอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทั่วไปที่ยอมให้ได้ของวัสดุเทอร์โมพลาสติก ก ในการหาอุณหภูมิอ่อนตัวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกเฉพาะ ให้ใช้วิธีการหาอุณหภูมิอ่อนตัวโดยการทดสอบ B50 ตาม ISO 306 ถ้าไม่รู้จักของวัสดุหรือถ้าอุณหภูมิจริงของชิ้นส่วนสูงกว่าอุณหภูมิอ่อนตัว ให้ใช้การทดสอบตามข้อ 1)
  - 1) ให้หาอุณหภูมิอ่อนตัวของวัสดุโดยใช้ชิ้นตัวอย่างแยกต่างหาก ในภาวะที่กำหนดใน ตาม ISO 306 ด้วยอัตราการให้ความร้อน 50 °C/h และตัดแปลงดังนี้:
    - ความลึกของการทะลุ เป็น 0.1 mm
    - ใช้แรงผลักดันทั้งหมด 10 N ก่อนปรับตั้งเครื่องวัดแบบมีหน้าปัดไปที่ศูนย์ หรือบันทึกค่าเริ่มต้นไว้
  - 2) ชีดจำกัดอุณหภูมิที่นำมาพิจารณาหาอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น คือ:
    - ในภาวะการทำงานปกติ อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอ่อนตัว 10 K
    - ในภาวะผิพรอง อุณหภูมิอ่อนตัวของวัสดุนั้นถ้าอุณหภูมิอ่อนตัวที่ต้องการสูงกว่า 120 °C ให้พิจารณาเงื่อนไข " ด้วย
- <sup>g</sup> สำหรับหม้อแปลงแบบวิธีสวิตช์ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจวัดด้วยการวางเทอร์มोकัปเปิลใกล้ขดลวดเท่าที่ทำได้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้คือต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 3 เท่ากับ 10 K
- <sup>h</sup> แบตเตอรี่ลิเทียมต้องเป็นไปตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ หากแบตเตอรี่นั้นเป็นไปตามการทดสอบทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตาม IEC 60086-4 ข้อ 6.2.2.1 หรือข้อ 6.2.2.2
- <sup>i</sup> แบตเตอรี่ลิเทียมต้องเป็นไปตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ หากแบตเตอรี่นั้นเป็นไปตามการทดสอบทางไฟฟ้าทั้งหมดตาม IEC 60086-4 ข้อ 6.3.2

## 7.2 ความต้านทานความร้อนของวัสดุฉนวน

วัสดุฉนวนที่รองรับส่วนซึ่งต่อ กับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ต้องทนความร้อนได้ ถ้าในระหว่างการใช้งานตามเจตนา ส่วนเหล่านี้จะนำกระแสไฟฟ้า สถานะคงตัวเกิน 0.2 A และสามารถกำเนิดความร้อนขึ้นค่อนข้างมากเนื่องจากการสัมผัสที่ไม่สมบูรณ์

การทดสอบให้ทำโดยการนำวัสดุฉนวนไปทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ 3 เงื่อนไข จ

อุณหภูมิอ่อนตัวของวัสดุฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 150°C

ในกรณีที่ตัวนำ 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มตัวนำรองรับด้วย ส่วนฉนวน สามารถต่อเข้าด้วยกันได้อย่างมั่นคง ตัวอย่าง เช่น โดยเด้าเสียบและเด้ารับ ส่วนฉนวนเพียง ส่วนเดียวเท่านั้นที่ต้องเป็นไปตามการทดสอบ ในกรณีที่มิ ส่วนฉนวนส่วนหนึ่งติดอยู่ ในเครื่องใช้ ส่วนนี้ต้องเป็นไปตามการทดสอบ

**หมายเหตุ 1** ตัวอย่างของส่วน ซึ่งสามารถกำเนิดความร้อนขึ้นค่อนข้างมากขณะใช้งานตามเจตนา ได้แก่ หนาสัมผัสของสวิตช์และของอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้า ขั้วต่อที่ใช้หมุดเกลียว และตัวยึดฟิวส์

**หมายเหตุ 2** สำหรับส่วนซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเล่มอื่นที่เกี่ยวข้อง ไม่ต้องทำการทดสอบนี้

## 8. ข้อกำหนดของการสร้างที่เกี่ยวกับการป้องกันช็อกไฟฟ้า

- 8.1 ส่วนที่นำไฟฟ้าที่หุ้มเฉพาะด้วยเปลือกเกอร์ ตัวทำละลายที่มีส่วนประกอบหลักเป็นอีนาเมล กระดาษธรรมดา ผ้าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ ฟิล์มออกไซด์ หรือถูกปิดให้ถือว่าเป็นส่วนเปลือย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 8.2 เครื่องใช้ต้องได้รับการออกแบบและการสร้างในลักษณะที่เมื่อทำงานด้วยมือดังต่อไปนี้ ไม่มีความเสี่ยงของช็อกไฟฟ้า

- การเปลี่ยนการปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าหรือชนิดของแหล่งจ่าย
- การเปลี่ยนไส้ฟิวส์และหลอดไฟฟ้าขึ้นออกการทำงาน
- การใช้งานลิ้นชักและอื่น ๆ

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.1.1

- 8.3 ฉนวนของส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องไม่มีวัสดุดูดความชื้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สงสัยให้ทดสอบดังนี้

นำชิ้นตัวอย่างของวัสดุตามที่ระบุใน IEC 60167 ข้อ 9. ไปไว้ในภาวะอุณหภูมิ  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์ 90% ถึง 95% เป็นเวลาดังนี้

- 7 วัน (168 h) สำหรับเครื่องใช้ที่ใช้งานในภาวะร้อนขึ้น

– 4 วัน (96 h) สำหรับเครื่องใช้อื่น ๆ

ภายในเวลา 1 min หลังจากภาวะเตรียมนี้อัตราขึ้นตัวอย่างต้องทนการทดสอบตามข้อ 10.3 โดยไม่ต้องบ่มความชื้นตามข้อ 10.2

- 8.4 เครื่องใช้ต้องได้รับการสร้างในลักษณะที่ไม่มีความเสี่ยงของช็อกไฟฟ้าจากส่วนที่เข้าถึงได้หรือจากส่วนซึ่งกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้หลังจากถอดฝาครอบด้วยมือ

ให้ใช้ข้อกำหนดนี้กับส่วนภายในของช่องแบตเตอรี่ซึ่งกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้โดยการถอดฝาครอบเมื่อเปลี่ยนแบตเตอรี่ด้วย

ไม่ใช้ข้อกำหนดนี้กับช่องแบตเตอรี่ภายในเครื่องใช้ ซึ่งไม่ประสงค์ให้ผู้ใช้งานเปลี่ยนแบตเตอรี่ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ของหน่วยความจำ

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 8.5 หรือข้อ 8.6

**หมายเหตุ** ให้ถือว่าหน้าสัมผัสที่เข้าถึงไม่ได้ของขั้วต่อเป็นส่วนที่เข้าถึงได้ ถ้าไม่มีการทำเครื่องหมายด้วยสัญลักษณ์ตามข้อ 5.2 ข) หรือเจตนาให้ต่อเครื่องใช้กับไฟฟ้าประจํา หรือจ่ายกำลังไฟฟ้าประจําให้แก่เครื่องใช้อื่น

- 8.5 สำหรับเครื่องใช้ประเภท I ต้องแยกส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ยกเว้นส่วนของเครื่องใช้ที่มี ฉนวนสองชั้น หรือ ฉนวนเสริม (การสร้างประเภท II) จากส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายด้วยฉนวนมูลฐานที่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านฉนวนที่ระบุในข้อ 10. และข้อกำหนดของระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนตามที่ระบุในข้อ 13.

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับฉนวนซึ่งเมื่อฉีกฉนวนแล้วไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากช็อกไฟฟ้า

**หมายเหตุ 1** ตัวอย่างเช่น ถ้าปลายข้างหนึ่งของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงแบ่งแยกต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ปลายอีกข้างหนึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดด้านฉนวนพิเศษใด ๆ เกี่ยวกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ส่วนเดียวกัน

ตัวต้านทานที่ต่อข้ามฉนวนมูลฐานต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุในข้อ 14.1(ก)

**หมายเหตุ 2** ส่วนของเครื่องใช้ที่มี ฉนวนสองชั้น หรือฉนวนเสริม (การสร้างประเภท II) อาจต่อข้ามด้วยตัวต้านทานที่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุในข้อ 14.1 (ก)

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่ต่อข้ามฉนวนมูลฐานระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ซึ่งต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกัน ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 14.2.1 (ก)

ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC นั้น ๆ ต้องอยู่ในตำแหน่งภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้

เครื่องใช้ประเภท I ต้องมีขั้วต่อลงดินป้องกัน หรือหน้าสัมผัสการต่อลงดินป้องกันของตัวรับ (ถ้ามี) และต้องต่ออย่างวางใจได้กับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ การต่อเช่นนี้ไม่จำเป็นสำหรับส่วนนำไฟฟ้าที่

เข้าถึงได้ ซึ่งแยกออกจากส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายโดย ฉนวนสองชั้น หรือฉนวน เสริม (การสร้างประเภท II) หรือซึ่งได้มีการป้องกันการกลายเป็นไฟฟ้าอันตรายโดยต่อส่วนนำไฟฟ้าได้กับขั้วต่อลงดินป้องกันอย่างวางใจได้

**หมายเหตุ 3** ตัวอย่างของส่วนนำไฟฟ้า คือแผ่นโลหะในหม้อแปลงไฟฟ้าระหว่างขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ แทนเครื่องโลหะ และอื่น ๆ

การทดสอบให้ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ

- 8.6 สำหรับเครื่องใช้ประเภท II ส่วนที่เข้าถึงได้ต้องแยกออกจากส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายโดย ฉนวนสองชั้นตามที่ระบุในข้อ (ก) หรือโดยฉนวนเสริมตามที่ระบุในข้อ (ข)

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับฉนวนซึ่งเมื่อลัดวงจรแล้วไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากช็อกไฟฟ้า

**หมายเหตุ 1** ตัวอย่างเช่น ถ้าปลายข้างหนึ่งของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงแบ่งแยกต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ปลายอีกข้างหนึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดด้านฉนวนพิเศษใด ๆ เกี่ยวกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ส่วนเดียวกัน

ส่วนประกอบซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.1 (ก) หรือ 14.3 อาจต่อข้ามฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม ฉนวนสองชั้น หรือฉนวนเสริม ยกเว้นส่วนประกอบที่เป็นไปตาม ข้อ 14.3.4.3

ส่วนประกอบตามข้อ 14.3.4.3 อาจต่อข้ามเฉพาะฉนวนมูลฐานเท่านั้น

ฉนวนมูลฐานและฉนวนเพิ่มเติมแต่ละอย่าง อาจต่อข้ามด้วยตัวเก็บประจุหรือหน่วย RC ซึ่งมีค่าที่กำหนดเดียวกัน ที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.2.1 (ก)

ฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมอาจ ต่อข้ามด้วยตัวเก็บประจุหรือ หน่วย RC 2 ตัวที่มีค่าที่กำหนดเดียวกัน ต่ออนุกรมกัน แต่ละตัวเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.2.1 (ก)

ทางเลือกอื่นคือ ฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมอาจ ต่อข้ามด้วยตัวเก็บประจุหรือ หน่วย RC ตัวเดียวที่เป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 14.2.1 (ข)

**หมายเหตุ 2** สำหรับฉนวนภายนอก การต่อข้ามฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม ให้ดูข้อ 8.8 ด้วย

ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC นั้น ๆ ต้องวางในตำแหน่งภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- (ก) ถ้าส่วนที่เข้าถึงได้ถูกแยกออกจากส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายโดยฉนวนมูลฐานและฉนวนเพิ่มเติม ต้องเป็นดังนี้

ฉนวนเหล่านี้แต่ละอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดฉนวนตามที่ระบุในข้อ 10. และข้อกำหนดของระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนตามที่ระบุในข้อ 13.

เปลือกหุ้มที่เป็นไม้ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 8.3 อนุญาตให้เป็นฉนวนเพิ่มเติม ถ้าสามารถทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามข้อ 10.3 ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และ/หรือการวัด

(ข) ถ้าส่วนที่เข้าถึงได้ถูกแยกออกจากส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายโดยฉนวนเสริม ต้องเป็นดังนี้

ฉนวนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดฉนวนตามที่ระบุในข้อ 10. นอกจากนั้น ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนตามที่ระบุในข้อ 13.

**หมายเหตุ 3** ตัวอย่างของการประเมินฉนวนเสริมให้ไว้ในรูปที่ 2

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และ/หรือการวัด

## 8.7 ว้าง

## 8.8 ฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม และฉนวนเสริม แต่ละอย่างต้องทดสอบความทนได้อิเล็กทริก ตามที่ระบุในข้อ 10.3

สำหรับฉนวนสองชั้น ไม่ว่าจะเป็นฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.4 mm

ฉนวนเสริมต้องมีความหนาต่ำสุด 0.4 mm เมื่อไม่อยู่ในภาวะความเค้นทางกลใด ๆ ซึ่งอาจทำให้วัสดุฉนวนเสียรูปหรือเสื่อมสภาพลง ที่อุณหภูมิในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติ

**หมายเหตุ** ในภาวะความเค้นทางกล อาจต้องเพิ่มความหนาขึ้นเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดฉนวนตามที่ระบุในข้อ 10. และข้อกำหนดความแข็งแรงทางกลตามที่ระบุในข้อ 12.

ข้อกำหนดข้างต้นไม่ใช้กับฉนวนวัสดุแผ่นบางโดยไม่คำนึงถึงความหนาของวัสดุนั้น ถ้า

- ถูกใช้ภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้ และ
- ฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติมประกอบด้วยวัสดุสองชั้นเป็นอย่างน้อย ซึ่งแต่ละชั้นต้องผ่านการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเสริม หรือ
- ฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติมประกอบด้วยวัสดุสามชั้น ซึ่งทุกการจับคู่ของฉนวนสองชั้นต้องผ่านการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม หรือ
- ฉนวนเสริม ประกอบด้วยวัสดุสองชั้นเป็นอย่างน้อย ซึ่งแต่ละชั้นต้องผ่านการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- ฉนวนเสริมประกอบด้วยวัสดุสามชั้น ซึ่งทุกการจับคู่ของฉนวนสองชั้นต้องผ่านการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนเสริม

ไม่มีข้อกำหนดสำหรับทุกชั้นของฉนวนที่เป็นวัสดุฉนวนอย่างเดียวกัน

สำหรับข้อกำหนดของลวดเคลือบฉนวนที่ใช้พันขลวดสำหรับการใช้งานโดยปราศจากฉนวนสอดแทรกเพิ่มเติม ให้ดูข้อ 8.17

สำหรับข้อกำหนดการทดสอบของฉนวนแผ่นบางที่ไม่สามารถแยกได้ ให้ดูข้อ 8.22

**หมายเหตุ** วัตถุประสงค์ของการทดสอบข้อ 8.22 เพื่อความมั่นใจว่าวัสดุมีความแข็งแรงพอเพียงที่จะทนต่อการเสียหายเมื่อซ่อนในชั้นในของฉนวน ดังนั้นไม่ต้องทดสอบกับฉนวนที่มีสองชั้น และไม่ต้องทดสอบกับฉนวนเพิ่มเติมด้วย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 8.9 ฉนวนของการเดินสายภายในระหว่างตัวนำที่มีไฟฟ้าอันตรายในลวดหรือสายไฟฟ้ากับส่วนที่เข้าถึงได้ หรือระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับตัวนำในลวดหรือสายไฟฟ้าที่ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.4 mm ถ้าทำด้วยพอลิไวนิลคลอไรด์ วัสดุอื่นจะยอมให้ใช้ก็ต่อเมื่อสามารถทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 และมีความหนาที่จะมั่นใจว่ามีความแข็งแรงทางกลสมมูลกันเมื่อการสร้างต้องการเช่นนั้น

**หมายเหตุ** ตัวอย่างเช่น ฉนวนที่เป็นพอลิเอทเธอร์ฟลูออโรเอทิลีน มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.24 mm ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 8.10 ในเครื่องใช้ประเภท II ต้องมีฉนวนสองชั้นระหว่าง

- ส่วนที่เข้าถึงได้กับตัวนำในลวดหรือสายไฟฟ้าที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ และ
- ตัวนำในลวดหรือสายไฟฟ้าที่ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้กับส่วนที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

ฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 8.9 ฉนวนอื่น ๆ ต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

ถ้าฉนวนสองชั้น ประกอบด้วยฉนวนสองชั้นซึ่งไม่สามารถ แยกทดสอบได้ ฉนวนสองชั้น นี้ต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 สำหรับฉนวนเสริมได้

ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามข้อ 10.3 ระหว่างตัวนำกับโลหะเปลือกที่หุ้มไว้แบบซีครอบฉนวนของลวดตลอดความยาว 10 cm

ในกรณีของปลอกฉนวน ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามข้อ 10.3 ระหว่างแท่งโลหะที่สอดเข้าไปในปลอกอย่างแน่นกับโลหะเปลือกที่หุ้มไว้แบบซีครอบปลอกตลอดความยาว 10 cm

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 8.11 การสร้างเครื่องใช้ต้องมีลักษณะที่หากหลุดหลุดออกจากที่แล้ว ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิว  
 ผนังต้องไม่ลดลงต่ำกว่าค่าที่ระบุในข้อ 13. โดยการเคลื่อนที่ตามธรรมชาติของลวดที่หลุดออกจากที่ ไม่ใช่  
 ข้อกำหนดนี้ถ้าไม่มีความเสี่ยงที่ลวดจะหลุดออกจากที่

**หมายเหตุ 1** ให้ถือว่าไม่มีการต่อทางไฟฟ้ามากกว่า 1 การต่อที่จะหลุดออกจากที่ในเวลาเดียวกัน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

**หมายเหตุ 2** ตัวอย่างของวิธีที่ยอมรับได้ที่สามารถป้องกันลวดไม่ให้หลุดออกจากที่ คือ

- ก) ยึดตัวของลวดเข้ากับแท็ก (tag) ก่อนการบัดกรี ยกเว้นกรณีที่ลวดมีโอกาสขาดบริเวณใกล้จุดบัดกรี  
 เนื่องจากการสั่นสะเทือน
- ข) บิดลวดเข้าด้วยกันอย่างเชื่อถือได้
- ค) มัดลวดรวมกันอย่างเชื่อถือได้ด้วยที่รัดสายไฟฟ้า เทปกาที่มีกาวเทอร์โมเซตติงที่เป็นไปตาม IEC 60454  
 ปลอก หรือสิ่งที่คล้ายกัน
- ง) สอดตัวของลวดเข้าไปในรูของแผ่นวงจรพิมพ์ก่อนบัดกรี รูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าตัวนำ  
 เล็กน้อย ยกเว้นกรณีที่ลวดมีโอกาสขาดบริเวณใกล้แผ่นวงจรพิมพ์เนื่องจากการสั่นสะเทือน
- จ) ห่อหุ้มตัวของลวดและฉนวนของลวด (ถ้ามี) อย่างมั่นคงรอบข้อพับด้วยเครื่องมือพิเศษ
- ฉ) บีบอัดตัวของลวดและฉนวนของลวด (ถ้ามี) เข้ากับข้อพับด้วยเครื่องมือพิเศษ

ในกรณีที่สงสัย ให้ทดสอบการสั่นสะเทือนตามข้อ 12.1.2 เพื่อทดสอบการเป็นไปตามข้อกำหนด

- 8.12 ว้าง

- 8.13 หน้าต่าง เลนส์ ฝาครอบหลอดไฟสัญญาณ ฯลฯ ต้องยึดไว้ด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ หากไม่มีส่วนเหล่านี้แล้ว  
 ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายจะกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

**หมายเหตุ** ไม่ถือว่าเฉพาะความเสียดทานเป็นวิธีการที่เชื่อถือได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สงสัยให้ใช้แรง 20 N กระทำจากภายนอกเป็นเวลา 10 s  
 ณ ตำแหน่งและทิศทางที่ให้ผลเร็วที่สุด

- 8.14 ฝาครอบซึ่งอาจได้รับแรงขณะใช้งานตามประสงค์ ตัวอย่างเช่น ฝาครอบที่รองรับข้อต่อ (ดูข้อ 15.) ต้องยึด  
 ไว้ด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ หากไม่มีฝาครอบนี้แล้วส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายจะกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

**หมายเหตุ** ไม่ถือว่าเฉพาะความเสียดทานเป็นวิธีการที่เชื่อถือได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สงสัยให้ใช้แรง 50 N เป็นเวลา 10 s กระทำ ณ ตำแหน่ง  
 และทิศทางที่ให้ผลเร็วที่สุด



หลังจากการทดสอบตามข้อ 8.13 และข้อ 8.14 เครื่องใช้ต้องไม่ปรากฏความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

- 8.15 การเดินสายภายในเครื่องใช้ ซึ่งเมื่อฉนวนเสียหายแล้วอาจก่อให้เกิดอันตรายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ต้อง

- ยึดให้แน่นในลักษณะที่เมื่อใช้แรง 2 N กระทำ ณ ส่วนใด ๆ ของการเดินสายหรือบริเวณรอบ ๆ แล้วไม่สัมผัสกับส่วนที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าที่ยอมให้สำหรับฉนวนของลวดที่ระบุในตารางที่ 3 และ
- สร้างในลักษณะที่เมื่อใช้แรง 2 N กระทำ ณ ส่วนใด ๆ ของการเดินสายหรือบริเวณรอบ ๆ แล้วไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายต่อฉนวนของลวด ตัวอย่างเช่น โดยขอบคม ส่วนเคลื่อนที่ หรือการบีบ/หนีบ ซึ่งอาจสัมผัสกับส่วนอื่นของเครื่องใช้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 8.16 เครื่องใช้ที่ถูกออกแบบให้รับกำลังไฟฟ้าจากเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำของเครื่องใช้เท่านั้น ต้องสร้างในลักษณะที่เครื่องจ่ายไฟฟ้าพิเศษไม่สามารถถูกทดแทนได้ด้วยเครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับการใช้งานทั่วไป โดยปราศจากการดัดแปลง

หมายเหตุ การไม่สามารถสับเปลี่ยนทดแทนกันอาจยังใช้ได้ ตัวอย่างเช่น โดยการต่อแบบพิเศษ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 8.17 ข้อกำหนดสำหรับลวดหุ้มฉนวนของขดลวดสำหรับใช้โดยไม่มีฉนวนแทรกเพิ่มเติม

ลวดหุ้มฉนวนของขดลวดของส่วนประกอบที่มีการพัน ซึ่งฉนวนเป็นฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม ฉนวนเสริม หรือฉนวนสองชั้น ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

- ถ้าฉนวนของลวด ของขดลวด ถูกใช้เป็น ฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม หรือฉนวนเสริม ของส่วนประกอบที่มีการพัน ลวดหุ้มฉนวนนั้นต้องเป็นไปตามภาคผนวก ข.
- จำนวนต่ำสุดของชั้นการสร้างที่ใช้กับตัวนำหรือตัวนำต่าง ๆ ต้องเป็นดังต่อไปนี้
  - สำหรับฉนวนมูลฐาน : พันหุ้ม 2 ชั้น หรือหุ้มแบบอัดรีด 1 ชั้น
  - สำหรับฉนวนเพิ่มเติม : พันหุ้มหรือหุ้มแบบอัดรีด 2 ชั้น
  - สำหรับฉนวนเสริม : พันหุ้มหรือหุ้มแบบอัดรีด 3 ชั้น
- เมื่อชั้นของการสร้างมากกว่า 1 ชั้น ตามที่ถูกระบุข้างต้น ยอมให้จำนวนชั้นทั้งหมดอยู่บน 1 ตัวนำหรือร่วมกันระหว่าง 2 ตัวนำ

- ให้พิจารณาว่า ลวดหุ้มฉนวนของขดลวดที่อยู่ติดกัน ถูกแยกออกจากกันโดย ฉนวนสองชั้น ถ้าฉนวนของแต่ละตัวนำถูกกำหนดสำหรับแรงดันไฟฟ้าใช้งาน
- ถ้าลวดหุ้มฉนวนด้วยเทปพันหุ้มขดเป็นวงสองชั้นหรือมากกว่า ผิวภายนอกชั้นต้องพอเพียงที่จะมั่นใจว่ายังคงเกาะในระหว่างการทำส่วนประกอบที่มีการพัน ต้องผนึกชั้นของเทป ถ้าระยะห่างตามผิวฉนวนระหว่างชั้นที่พันหุ้ม ไม่เป็นไปตามข้อ 13. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

**หมายเหตุ 1** สำหรับลวดที่หุ้มฉนวนโดยกรรมวิธีหุ้มแบบอครีค ถือว่ามีการผนึกในตัวตามกรรมวิธี

- ในกรณีที่ลวดหุ้มฉนวน 2 เส้น หรือลวดเปลือย 1 เส้นและลวดหุ้มฉนวน 1 เส้น สัมผัสกันภายในส่วนประกอบที่มีการพัน ไขว้ทับกันทำมุมระหว่าง  $45^\circ$  กับ  $90^\circ$  และต้องรับแรงดึงของขดลวด ต้องเตรียมการป้องกันความเค้นทางกล การป้องกันสามารถทำได้ โดยทางใดทางหนึ่งดังต่อไปนี้
  - การแยกทางฟิสิกส์ในรูปของปลอกฉนวนหรือวัสดุแผ่น หรือโดยใช้จำนวนชั้นของฉนวนเป็น 2 เท่าของจำนวนชั้นที่ต้องการ หรือ
  - ส่วนประกอบที่มีการพันเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 8.18
- ผู้ทำต้องแสดงให้เห็นว่า ลวดได้มีการทดสอบความทนโคอีเล็กทริกเป็นประจำ 100 % ตามที่ระบุไว้ในข้อ ๗.3

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจชิ้นส่วนและจากการรับรองตนเองของผู้ทำลวดของขดลวด

- 8.18 การทดสอบความคงทน สำหรับส่วนประกอบที่มีการพันด้วยลวดหุ้มฉนวนของขดลวด โดยไม่มีฉนวนแทรกเพิ่มเติม

เมื่อต้องการให้เป็นไปตามข้อ 8.17 ส่วนประกอบที่มีการพันต้องทดสอบตามวัฏจักรดังต่อไปนี้ แต่ละวัฏจักรประกอบด้วยการอบความร้อน การทดสอบการสั่นสะเทือน และการอบความชื้น การวัดตามข้อ 8.18 ง) ให้ทำก่อนการทดสอบตามวัฏจักร และหลังการทดสอบแต่ละวัฏจักร

จำนวนชั้นทดสอบคือ 3 ชั้น ชั้นทดสอบต้องได้รับการทดสอบ 10 วัฏจักร

(ก) การอบความร้อน

ขึ้นกับชนิดของฉนวน (จำแนกทางความร้อน) วางชั้นทดสอบในตู้อบตามการจับคู่ของเวลาและอุณหภูมิตามที่ระบุในตารางที่ 4 ให้ดำเนินการ 10 วัฏจักร กับการจับคู่ที่เหมือนกัน

ต้องรักษาอุณหภูมิของตู้อบให้อยู่ในเกณฑ์คลาดเคลื่อน  $\pm 3^\circ\text{C}$

ตารางที่ 4 อุณหภูมิทดสอบและเวลาทดสอบ (เป็นวัน) ต่อวัฏจักร  
(ข้อ 8.18)

อุณหภูมิทดสอบ °C	อุณหภูมิสำหรับระบบฉนวน °C				
	100	115	120	140	165
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
ระดับชั้นทางความร้อน ตาม IEC 60085 และ IEC 60216	A	E	B	F	H
ผู้ทำเป็นผู้ตัดสินใจเลือกเอาการจับคู่ของเวลาและอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการทดสอบ					

หลังการทดสอบความร้อน ปล่อยให้ชิ้นทดสอบเย็นลงจนถึงอุณหภูมิโดยรอบก่อนทำการทดสอบการ  
สั่นสะเทือน

(ข) การทดสอบการสั่นสะเทือน

ให้ยึดชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องกำเนิดการสั่นสะเทือนในตำแหน่งการใช้งานปกติ ตามที่ระบุใน IEC 60068-2-6 ด้วย สกรู ตัวหนีบยึด หรือสายรัดรอบส่วนประกอบ ทิศทางของการสั่นสะเทือนคือแนวตั้ง และความรุนแรงดังนี้

- ช่วงเวลา : 30 min
- แอมพลิจูด : 0.35 mm
- พิสัยความถี่ : 10 Hz...55 Hz...10 Hz
- อัตราการกวาดความถี่ (sweep rate) : ประมาณ 1 octave/min

(ค) การอบความชื้น

ให้ออบความชื้นขึ้นขึ้นทดสอบตามข้อ 10.2 เป็นเวลา 2 วัน

(ง) การวัด

ภายหลังแต่ละวัฏจักร ให้วัดความต้านทานฉนวน และทดสอบความทนไดอิเล็กทริกตามข้อ 10.3 นอกจากนี้ ให้ทดสอบดังต่อไปนี้เฉพาะกรณีหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานที่ความถี่ไฟฟ้าประธานเท่านั้น

ภายหลังการทดสอบความทนไดอิเล็กทริก ให้ต่อวงจรด้านเข้า 1 วงจร ที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าทดสอบไม่น้อยกว่า 1.2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด ที่สองเท่าของความถี่ที่กำหนดเป็นเวลา 5 min ต้องไม่ต่อโหลดที่หม้อแปลงไฟฟ้า ระหว่างทดสอบให้ต่อขดลวดหลายเส้น (polyfilar winding) (ถ้ามี) แบบอนุกรม

อาจใช้ความถี่ทดสอบที่สูงขึ้น ช่วงเวลาของการต่อ (เป็นนาทิจ) เท่ากับ 10 เท่าของความถี่ที่กำหนดหารด้วยความถี่ทดสอบ แต่ไม่น้อยกว่า 2 min

ระหว่างการทดสอบนี้ ต้องไม่เกิดการเสียดสีสภาพฉนวนของฉนวนระหว่างรอบของขดลวด ระหว่างวงจรด้านเข้าและด้านออก ระหว่างวงจรด้านเข้าหรือด้านออกที่อยู่ ชิดกัน หรือระหว่างขดลวดและแกนที่นำไฟฟ้าใด ๆ

ให้ลดค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับการทดสอบไดอิเล็กทริกตามข้อ 10.3 ลงเหลือ 35% จากค่าที่ระบุ และให้ใช้เวลาทดสอบเป็น 2 เท่า

พิจารณาว่าขึ้นทดสอบ ไม่ผ่านการทดสอบ ถ้ากระแสไฟฟ้าไม่มีโหลด หรือส่วนประกอบร่วมเฟสกันของกระแสไฟฟ้าด้านเข้าไม่มีโหลดมีค่ามากกว่าค่าที่สมนัยกัน ที่ได้ระหว่างการวัดเริ่มต้นไม่น้อยกว่า 30%

หลังการเสร็จสมบูรณ์ทั้ง 10 วัฏจักร ถ้ามีขึ้นทดสอบล้มเหลว 1 ขึ้นทดสอบหรือมากกว่า ให้พิจารณาว่าหม้อแปลงไฟฟ้าไม่เป็นไปตามการทดสอบความคงทน

## 8.19 การปลดวงจรจากไฟฟ้าประธาน

### 8.19.1 เครื่องใช้ที่ออกแบบให้ต่อกับไฟฟ้าประธาน ต้องจัดให้มีอุปกรณ์ปลดวงจรไว้สำหรับแยกเครื่องใช้ออกจากไฟฟ้าประธานเพื่อซ่อมบำรุง

**หมายเหตุ** ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของอุปกรณ์ปลดวงจร

- เต้าเสียบประธาน
- คู่เต้าต่อเครื่องใช้
- สวิตช์ประธานทุกขั้ว

– เครื่องตัดวงจรทุกขั้ว

กรณีใช้เต้าเสียบประธานหรือคู่เต้าต่อเครื่องใช้เป็นอุปกรณ์ปลดวงจร คู่มือการใช้งานต้องเป็นไปตามข้อ 5.4.2 (ก)

กรณีใช้สวิตช์ประธานทุกขั้วหรือเครื่องตัดวงจรทุกขั้วเป็นอุปกรณ์ปลดวงจร อุปกรณ์ปลดวงจรต้องมีระยะแยกของหน้าสัมผัสไม่น้อยกว่า 3 mm ในแต่ละขั้ว และต้องปลดวงจรทุกขั้วพร้อมกัน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

8.19.2 สำหรับเครื่องใช้ซึ่งใช้สวิตช์ประธานเป็นอุปกรณ์ปลดวงจร ต้องขี้ออกตำแหน่งเปิดของสวิตช์

**หมายเหตุ** การขี้ออกตำแหน่งเปิด อาจอยู่ในรูปแบบการทำ เครื่องหมาย แสง ขี้ออกด้วยเสียง หรือ วิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ

กรณีการขี้ออกอยู่ในรูปแบบ การทำเครื่องหมาย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องตามข้อ 5.

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

8.20 ต้องไม่ติดตั้งสวิตช์ประธานในสายเคเบิลอ่อนหรือสายอ่อนประธาน

**หมายเหตุ** ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับสวิตช์ให้ไว้ในข้อ 14.6

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

8.21 กรณีใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC สำหรับต่อข้ามช่องว่างหน้าสัมผัสของสวิตช์ที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ส่วนประกอบเหล่านี้ต้องเป็นไปตามข้อ 14.1 ก) หรือข้อ 14.2.2 ตามลำดับ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

8.22 ข้อกำหนดการทดสอบของวัสดุแผ่นบางที่แยกไม่ได้

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 26.3 ของ IEC 61558-1 หรือดังต่อไปนี้

ใช้ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างประกอบด้วยชั้นของวัสดุแผ่นบางที่แยกไม่ได้ 3 ชั้นหรือมากกว่าที่ทำเป็นฉนวนเสริม ยึดตัวอย่างที่ละตัวอย่างเข้ากับแมนเดรลของประกันทดสอบ (รูปที่ 14) ตามที่แสดงในรูปที่ 15

ใช้แรงกดลงขนาด  $150\text{ N} \pm 10\text{ N}$  กระทำที่ปลายอิสระของตัวอย่าง (ดูรูปที่ 16) โดยใช้อุปกรณ์หนีบยึดที่เหมาะสม ทำการหมุนแมนเดรลด้วยมือโดยไม่มีการกระตุก

- จากตำแหน่งเริ่มต้น (รูปที่ 15) ไปยังตำแหน่งสุดท้าย (รูปที่ 16) และหมุนกลับ
- ทำเหมือนข้างต้นเป็นครั้งที่ 2
- จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย

ถ้าตัวอย่างแตกระหว่างการหมุนบริเวณที่ตัวอย่างถูกยึดเข้ากับแมนเดรลหรืออุปกรณ์หนีบยึดไม่ถือว่าการทดสอบล้มเหลว และให้ทดสอบซ้ำกับตัวอย่างใหม่ ถ้าตัวอย่างแตกที่บริเวณอื่น ถือว่าการทดสอบล้มเหลว

ภายหลังการเตรียมสภาพนี้ วางแผ่นโลหะเปลวหนา  $0.035 \text{ mm} \pm 0.005 \text{ mm}$  ยาวไม่น้อยกว่า 200 mm ไปตามพื้นผิวของตัวอย่าง แขนงลงบนแต่ละข้างของแมนเดรล (ดูรูปที่ 16) พื้นผิวของโลหะเปลวที่สัมผัสกับตัวอย่างต้องนำไฟฟ้า ไม่เกิดอ็อกไซด์ หรือเป็นฉนวน ให้วางโลหะเปลวในตำแหน่งที่ขอบของโลหะเปลวห่างจากขอบของตัวอย่างไม่น้อยกว่า 18 mm (ดูรูปที่ 17) แล้วจึงโลหะเปลวให้ติดแน่นด้วยน้ำหนักที่เท่ากัน ที่แต่ละส่วนปลายของโลหะเปลว โดยใช้อุปกรณ์หนีบยึดที่เหมาะสม

ขณะที่แมนเดรลอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้าย และภายในเวลา 60 s ต่อจากตำแหน่งสุดท้ายนี้ ให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริกกระหว่างแมนเดรลกับแผ่นโลหะเปลวตามข้อ 10.3.2 โดยใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบ 1.5 เท่า ของค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 5 สำหรับฉนวนเสริม แต่ไม่น้อยกว่า 5 kV

ให้ทำซ้ำวิธีดำเนินการทดสอบทั้งหมดกับอีก 2 ตัวอย่าง

ต้องไม่เกิดการวาวไฟตามผิวหรือการเสียหายฉนวนปล้นระหว่างการทดสอบ ไม่ต้องคำนึงถึงปรากฏการณ์โคโรนา หรือปรากฏการณ์ที่คล้ายกัน

## 9. อันตรายจากช็อกไฟฟ้าในภาวะการใช้งานปกติ

### 9.1 การทดสอบจากภายนอก

#### 9.1.1 ทั่วไป

ส่วนที่แต่ละต้องถึงต้องไม่มีไฟฟ้าอันตราย

**หมายเหตุ 1** สำหรับการต่อระหว่างเครื่องใช้ที่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานเล่มอื่น วงจรควรเป็นไปตามข้อ 9.1.1 และข้อ 8.5 หรือข้อ 8.6 ขึ้นกับการสร้าง

นอกจากนี้ เมื่อไม่ได้ต่อกับเครื่องใช้อื่น หน้าสัมผัสที่แต่ละต้องไม่ถึงของขั้วต่อต้องไม่มีไฟฟ้าอันตราย โดยมีข้อยกเว้นดังนี้

- หน้าสัมผัสของขั้วต่อสัญญาณด้านนอก ถ้าจำเป็นต้องมีไฟฟ้าอันตรายด้วยเหตุผลเชิงหน้าที่ หน้าสัมผัสนั้นต้องแยกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าตามข้อกำหนดในข้อ 8. สำหรับส่วนที่นำไฟฟ้าที่แต่ละต้องถึง

**หมายเหตุ 2** ขั้วต่อด้านเข้าที่แต่ละต้องไม่ถึง ตัวอย่างเช่น ขั้วต่อด้านเข้าของลำโพง ยอมให้มีไฟฟ้าอันตรายได้เมื่อต่อกับขั้วต่อด้านออก

**หมายเหตุ 3** การทำเครื่องหมายของขั้วต่อด้านนอก ให้ดูข้อ 5.2 (ข)

- ขั้วต่อที่เป็นไปตามข้อ 15.1.1 ที่เตรียมไว้สำหรับต่อเครื่องใช้เข้า กับไฟฟ้าประธาน เติร์ป และ หน้าสัมผัสของแผงต่อ สำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้อื่น

สำหรับบริบทที่มีอาชีพ ขั้วต่อเสียงด้านออกยอมให้เข้าถึงได้โดยผู้ชำนาญการ ถ้าแรงดันไฟฟ้าเสียง ด้านออก ไม่เกิน 120 V r.m.s. เมื่อเครื่องใช้สร้างกำลังด้านออกไม่ขลิบ

ข้อกำหนดในการหาว่าส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้หรือไม่ ให้ใช้เฉพาะกับไฟฟ้าอันตราย ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 1 000 V หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 1 500 V สำหรับแรงดันไฟฟ้า ที่สูงกว่านั้นต้องมีระยะห่างในอากาศกับส่วนที่มีแรงดันไฟฟ้าอันตรายและนิวทดสอบหรือหมดทดสอบ ตามที่ระบุในข้อ 13.3.1 สำหรับฉนวนมูลฐาน (ดูรูปที่ 3)

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการวัดตามข้อ 9.1.1.1 และการทดสอบตามข้อ 9.1.1.2

#### 9.1.1.1 การหาส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย

เพื่อทดสอบว่าส่วน หรือหน้าสัมผัสของขั้วต่อเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ให้วัดดังต่อไปนี้ระหว่าง 2 ส่วนใด ๆ หรือ 2 หน้าสัมผัสใด ๆ แล้ววัดกับส่วนใด ๆ หรือหน้าสัมผัสใด ๆ กับขั้วใดขั้วหนึ่งของ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ในระหว่างการทดสอบ ต้องวัดการปล่อยประจุที่ขั้วต่อที่เตรียมไว้สำหรับต่อ เครื่องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าในทันทีทันใดหลังจากตัดแหล่งจ่าย

*หมายเหตุ 1* สำหรับการปล่อยประจุระหว่างขั้วของเต้าเสียบประธาน ให้ดูข้อ 9.1.6

ส่วนหรือหน้าสัมผัสของขั้วต่อเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ถ้า

(ก) แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด มากกว่า

- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 35 V (ค่ายอด) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 60 V
- 120 V r.m.s. สำหรับสัญญาณเสียงของเครื่องใช้สำหรับมืออาชีพ
- 71 V r.m.s. สำหรับสัญญาณเสียงของเครื่องใช้นอกเหนือจากเครื่องใช้สำหรับมืออาชีพ

ถ้าแรงดันไฟฟ้าเกินขีดจำกัดในข้อ ก) ให้ใช้ข้อ ข) ถึงข้อ ง)

(ข) กระแสไฟฟ้าสัมผัส แสดงในรูปของแรงดันไฟฟ้า  $U_1$  และ  $U_2$  และวัดตามที่กำหนดใน IEC 60990 ด้วยโครงข่ายวิธีการวัดตามที่อธิบายในภาคผนวก ง. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมนี้ เกินค่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ :  $U_1 = 35$  V (ค่ายอด) และ  $U_2 = 0.35$  V (ค่ายอด)
- สำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง :  $U_1 = 1.0$  V

หมายเหตุ 2 ค่าขีดจำกัดขอ  $U_2 = 0.35 \text{ V}$  (ค่ายอด) สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ  $U_1 = 1.0 \text{ V}$  สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งตรงกับค่า  $0.7 \text{ mA}$  (ค่ายอด) ไฟฟ้ากระแสสลับและ  $20 \text{ mA}$  ไฟฟ้ากระแสตรง

ค่าที่ขีดจำกัด  $U_1 = 35$  (ค่ายอด) สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับที่ตรงกับค่า  $70 \text{ mA}$  (ค่ายอด) ไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับความถี่ที่สูงกว่า  $100 \text{ kHz}$

และนอกจากนี้

(ค) ประจุที่เก็บเกิน  $45 \text{ } \mu\text{C}$  ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง  $60 \text{ V}$  กับ  $15 \text{ kV}$  หรือ

(ง) พลังงานของการปล่อยประจุเกิน  $350 \text{ mJ}$  สำหรับประจุที่เก็บที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเกิน  $15 \text{ kV}$

หมายเหตุ 3 เป็นคำแนะนำสำหรับเครื่องใช้ ที่มีเจตนาให้ใช้ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อน ดังค่าที่ให้ไว้ในข้อ ก ) และข้อ ข) ที่สูงกว่า จะลดลงครึ่งหนึ่ง

หมายเหตุ 4 เพื่อหลีกเลี่ยงกระแสไฟฟ้าสัมผัสที่สูงเกินความจำเป็น เมื่อทำการต่อระหว่างเครื่องใช้หลายเครื่อง แนะนำว่า ค่ากระแสไฟฟ้าสัมผัสเดี่ยวไม่เกินค่าที่ต้องการตามเหตุผลเชิงหน้าที่

สำหรับการสร้างประเภท I กระแสไฟฟ้าสัมผัสที่ลงดินต้องไม่มากกว่า  $3.5 \text{ mA}$  ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย ให้ทำการวัดด้วย โครมข่ายการวัดตามที่ อธิบาย ในภาคผนวก ง. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ และตัดวงจรการต่อลงดินป้องกัน

#### 9.1.1.2 การหาส่วนที่เข้าถึงได้

เพื่อหาว่าส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้หรือไม่ ให้คนนิ้วทดสอบมาตรฐานแบบมีข้อชนิดโพรบทดสอบ B ตาม มอก. 2533 ไปที่เปลือกหุ้ม หรือสอดผ่านช่องเปิดใด ๆ ของเปลือกหุ้ม รวมทั้งช่องเปิดที่ด้านล่าง ทั้งนี้ต้องไม่ใช้แรงมาก

ให้สอดนิ้วทดสอบผ่านช่องเปิดต่าง ๆ ให้ลึกเท่าที่นิ้วทดสอบสามารถสอดเข้าไปได้ และหมุนหรืองอเป็นมุม ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังจากการสอดนิ้วทดสอบเข้าไป ที่ตำแหน่งใด ๆ หากนิ้วทดสอบไม่สามารถสอดผ่านช่องเปิดได้ ให้ตั้งนิ้วทดสอบตรงและเพิ่มแรงกดเป็น  $20 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$  และให้ทดสอบซ้ำด้วยนิ้วทดสอบงอเป็นมุม

ต้องทำการทดสอบซ้ำโดยใช้โพรบนีวขนาดเล็ก ชนิดโพรบทดสอบ 18 และ 19 ตาม มอก. 2533 ไม่ต้องการทดสอบ ในกรณีที่ภาวะการใช้งานตามประสงค์ของเครื่องใช้ได้มีการป้องกันการเข้าถึงของเด็กแล้ว

ส่วนที่นำไฟฟ้าที่หุ้มเฉพาะด้วยแล็กเกอร์ ตัวทำละลายที่มีส่วนประกอบหลักเป็นอีแนนเมล กระดาษธรรมดา ผ้าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ फिल्моукі หรือลูปปิด ให้ถือว่าเป็นส่วนเปลือย



ส่วนซึ่งเคลื่อนที่ของระบบลำโพง เช่น ฝาครอบกันฝุ่น หรือกรวยขับ หรือ ตัวแผ่นพลังงานแบบกสาค์ (passive radiators) ไม่ถือว่าเป็นส่วนที่มีการป้องกันการเข้าถึงได้

**หมายเหตุ** คู่มือ 13.3.1 ด้วย

สำหรับโครงสร้างประเภท II ชนิดโพรบทดสอบ 13 ตาม มอก. 2533 ต้องไม่สัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย เมื่อใช้แรงขนาด  $3\text{ N} \pm 0.3\text{ N}$  ที่ทุกตำแหน่งที่เป็นไปได้

ไม่ต้องใช้โพรบทดสอบกับตัวรับ ตัวต่อสำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าประธาน ที่ยึดฟิวส์ และที่คล้ายกัน

**หมายเหตุ** สำหรับสิ่งซึ่งออกการสัมผัสทางไฟฟ้า อาจใช้แรงดันไฟฟ้าที่ไม่น้อยกว่า 40 V และไม่มากกว่า 50 V ต่ออนุกรมกับหลอดไฟฟ้าที่เหมาะสม

#### 9.1.2 เพลของปุ่มทำงาน ที่จับ คันโยก และที่คล้ายกัน

เพลของปุ่มทำงาน ที่จับ คันโยก และที่คล้ายกัน ต้องไม่มีไฟฟ้าอันตราย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สูงสั ให้วัดตามข้อ 9.1.1.1

#### 9.1.3 ช่องเปิดของเปลือกหุ้ม

เครื่องใช้ต้องออกแบบไว้ในลักษณะที่เมื่อสิ่งแปลกปลอมที่ห้อยลงมาผ่านเข้าไปในเครื่องใช้ทางช่องระบายอากาศหรือรูอื่น ๆ แล้ว ต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย

การทดสอบให้ทำโดยใช้หมุดทดสอบโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm ยาว 100 mm ที่ปลายข้างหนึ่งของหมุดทดสอบแขวนไว้อย่างอิสระ สอดเข้าไปโดยไม่เกินความยาวของหมุดทดสอบ

หมุดทดสอบต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย

#### 9.1.4 ขั้วต่อ

การใช้เต้าเสียบขั้วเดียวหรือลวดเปลี่ยนเพื่อต่อ กับหน้าสัมผัสของขั้วต่อสำหรับสายดิน หรือสายอากาศ หรือสำหรับสัญญาณเสียง สัญญาณวิดีโอ หรือสัญญาณที่เกี่ยวข้อง ต้องไม่เสี่ยงต่อการเกิดช็อกไฟฟ้า ไม่ต้องทำการทดสอบนี้กับขั้วต่อที่ทำสัญลักษณ์ตามข้อ 5.2 ข)

**หมายเหตุ** คู่มือ 15.1.2 ด้วย

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้

ใช้หมุดทดสอบชนิดโพรบทดสอบ D ตาม มอก.2533 ความยาวจำกัดที่  $20\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$  และตามตำแหน่งที่เป็นไปได้ทุกตำแหน่งภายใน 25 mm วัดจากแต่ละหน้าสัมผัสของขั้วต่อ ในกรณีที่สูงสัให้ใช้แรง  $10\text{ N} \pm 1\text{ N}$

หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัสให้ทดสอบด้วยโพรบทดสอบแบบ ตรงชนิด โพรบทดสอบ D ตาม มอก. 2533 ในกรณีที่สงสัยให้ ใช้แรง  $1\text{ N} \pm 0.1\text{ N}$

โพรบทดสอบต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย

#### 9.1.5 อุปกรณ์ควบคุมที่ปรับตั้งไว้ก่อน

ถ้ารู้ที่เข้าถึงอุปกรณ์ควบคุมที่ปรับตั้งไว้ก่อน มีเครื่องหมาย การปรับตั้งแสดงไว้บนเปลือกหุ้ม หรือที่ ชื่อนะนำการใช้งาน และการปรับตั้ง อุปกรณ์ควบคุม นี้ต้องใช้ไขควงหรือเครื่องมืออื่น การปรับแต่ง อุปกรณ์ควบคุมต้องไม่เสี่ยงต่อการเกิดช็อกไฟฟ้า

การทดสอบให้ทำโดยใช้ชนิดโพรบทดสอบ C ตาม มอก. 2533 สอดผ่านช่องเปิด

ให้ใช้โพรบทดสอบในตำแหน่งที่เป็นไปได้ทุกตำแหน่ง ในกรณีที่สงสัยให้ใช้แรง  $10\text{ N} \pm 1\text{ N}$

โพรบทดสอบต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย

#### 9.1.6 การดึงเต้าเสียบประธาน

เครื่องใช้ที่ประสงค์ให้ต่อกับไฟฟ้าประธานด้วยเต้าเสียบประธาน ต้องออกแบบไม่ให้เสี่ยงต่อการเกิด ช็อกไฟฟ้าจากประจุสะสมในตัวเก็บประจุ เมื่อสัมผัสขาเสียบหรือหน้าสัมผัสของเต้าเสียบหลังดึง เต้าเสียบออกจากเต้ารับ

หมายเหตุ ตามวัตถุประสงค์ของข้อนี้ ให้ถือว่าคู่เต้าต่อระหว่างหน่วยตัวผู้ กับคู่เต้าต่อเครื่องใช้ตัวผู้เป็นเต้าเสียบ ประธาน

การทดสอบให้ทำโดยการวัดตามข้อ 9.1.1.1 ก) หรือ ค) หรือโดยการคำนวณ

ถ้ามีสวิตช์ประธาน ให้อยู่ในตำแหน่ง “ปิด” (ตัดวงจร) นอกจากว่าหากอยู่ในตำแหน่ง “เปิด” (ต่อวงจร) แล้วจะให้ผลเร็วกว่า

หลังจากดึงเต้าเสียบออกแล้ว 2 s ที่ขาเสียบหรือหน้าสัมผัสของเต้าเสียบต้องไม่มีไฟฟ้าอันตราย

อาจทดสอบซ้ำได้ถึง 10 ครั้งเพื่อให้ได้ภาวะที่ให้ผลเร็วที่สุด

ถ้าความจุไฟฟ้าระบุนคร่อมขั้วประธานไม่เกิน  $0.1\text{ }\mu\text{F}$  ไม่ต้องทำการทดสอบนี้

เมื่อทำการวัด ให้วัด ด้วยเครื่องมือ หรืออ้างถึงเครื่องมือ ที่มีอิมพีแดนซ์ด้านเข้าที่ประกอบด้วยความต้านทาน  $100\text{ M}\Omega \pm 5\text{ M}\Omega$  ต่อขนานกับค่าความจุไฟฟ้าด้านเข้า  $25\text{ pF}$  หรือน้อยกว่า

#### 9.1.7 ความต้านทานต่อแรงภายนอก

เปลือกหุ้มของเครื่องใช้ต้องต้านทานต่อแรงภายนอกอย่างพอเพียง

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบต่อไปนี้

- (ก) ใช้นิวททดสอบแบบแข็งเกร็งชนิดโพรบทดสอบ 11 ตาม มอก. 2533 ใช้แรง  $50\text{ N} \pm 5\text{ N}$  กดเข้าภายในจุดต่าง ๆ ของเปลือกหุ้มรวมทั้งช่องเปิด และสิ่งห่อหุ้มผ้าเป็นเวลา 10 s

ต้องออกแรงไปที่ปลายนิวททดสอบในลักษณะที่ไม่ให้เกิดการงัดในรูปแบบของลิ้มหรือคาน

ระหว่างการทดสอบ เปลือกหุ้มต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องไม่เข้าไปถึงได้ สิ่งห่อหุ้มผ้าต้องไม่สัมผัสกับส่วนที่เป็นไฟฟ้าอันตราย

- (ข) ใช้ตะขอททดสอบตามรูปที่ 4 ดึงด้วยแรง  $20\text{ N} \pm 2\text{ N}$  ออกภายนอกเป็นเวลา 10 s ณ ทุกตำแหน่งที่เป็นไปได้

ระหว่างการทดสอบ ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องไม่กลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

- (ค) เปลือกหุ้มที่นำไฟฟ้าภายนอกและส่วนที่นำไฟฟ้าของเปลือกหุ้มภายนอก ต้องทนต่อแรงกดตัวขนาด  $250\text{ N} \pm 10\text{ N}$  สำหรับเครื่องใช้ตั้งพื้น หรือ  $100\text{ N} \pm 10\text{ N}$  สำหรับเครื่องใช้อื่นได้ 5 s ใช้แรงที่เปลือกหุ้มหรือส่วนของเปลือกหุ้มที่ยึดติดกับเครื่องใช้ ผ่านเครื่องมือทดสอบที่เหมาะสมที่สัมผัสตลอดพื้นผิวระนาบวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm

หมายเหตุ 1 หน้าสัมผัสของขั้วต่อไม่ถือว่าเป็นส่วนนำไฟฟ้าของเปลือกหุ้มภายนอก

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้องไม่เกิดความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

หมายเหตุ 2 ระหว่างการทดสอบไม่จำเป็นต้องต่อเครื่องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

## 9.2 การถอดฝาครอบป้องกัน

ส่วนซึ่งกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้เมื่อถอดฝาครอบออกด้วยมือต้องไม่เป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย (ให้ดูข้อ 14.7 ด้วย)

ข้อกำหนดนี้ ใช้กับส่วนภายในของที่ใส่แบตเตอรี่ซึ่งกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้เมื่อถอดฝาครอบด้วยมือ หรือด้วยการใช้เครื่องมือ เหยี่ยุ หรือวัตถุอื่น เมื่อเปลี่ยนแบตเตอรี่ ยกเว้นกรณีที่แบตเตอรี่นั้นไม่ได้มีจุดประสงค์ให้ผู้ผู้ใช้เปลี่ยนได้เอง ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่สำหรับหน่วยความจำ

คุณลักษณะที่ต้องการนี้ ใช้กับชิ้นส่วนภายในของระบบลำโพงที่สามารถเข้าถึงได้โดยการถอดตะแกรงลำโพงออกจากด้านนอก โดยการใช้เครื่องมือ เหยี่ยุ หรือวัตถุอื่น ๆ

ในกรณีเช่นนี้ เครื่องใช้ต้องทำเครื่องหมายตามข้อ 5.3 (ข)

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ตรวจสอบ โดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบตาม ข้อ 9.1.1 แต่ให้ทำการวัดหลังจากถอดฝาครอบหรือตะแกรงออกแล้ว 2 s

หมายเหตุ ส่วนใด ๆ ที่ถอดได้ด้วยมือ ของอุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าให้ถือว่าเป็นฝาครอบป้องกัน

## 10. ข้อกำหนดด้านฉนวน

ข้อกำหนดด้านฉนวนในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ สำหรับความถี่ไม่เกิน 30 kHz จะใช้ข้อกำหนดด้านฉนวนนี้สำหรับฉนวนที่ใช้งานที่ความถี่มากกว่า 30 kHz ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม

**หมายเหตุ** สำหรับสารสนเทศของลักษณะฉนวนที่สัมพันธ์กับความถี่ให้ดู IEC 60664-1 และ IEC 60664-4 [9]

### 10.1 การทดสอบเสิร์จ

ฉนวนของเครื่องใช้ประเภท II ระหว่างส่วนที่เข้าถึงได้หรือส่วนที่ต่อกับส่วนที่เข้าถึงได้กับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ต้องทนเสิร์จเนื่องจากภาวะชั่วคราว ตัวอย่างเช่น ที่เกิดขึ้นโดยพายุฝนฟ้าคะนอง และเข้ามาในเครื่องใช้ผ่านขั้วต่อสายอากาศ

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

ฉนวนที่อยู่ระหว่าง

- ขั้วต่อสำหรับการต่อสายอากาศกับขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน

และระหว่าง

- ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกับขั้วต่ออื่นใด ในกรณีของเครื่องใช้ที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้อื่นด้วยขั้วต่อสายอากาศ

ทดสอบกับการปล่อยประจุ 50 ครั้ง ที่อัตราสูงสุดเป็น 12 ครั้ง/min จากตัวเก็บประจุ 1 nF ที่ประจุถึง 10 kV ในวงจรทดสอบดังแสดงในรูปที่ 5ก

**หมายเหตุ** ระหว่างการทดสอบนี้ ไม่ควรจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้

หลังการทดสอบ ฉนวนที่ทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 10.3

### 10.2 การอบความชื้น

ความปลอดภัยของเครื่องใช้ต้องไม่ลดลงโดยภาวะชื้นซึ่งอาจเกิดขึ้นในการใช้งานตามประสงค์

การทดสอบให้ทำโดยการอบความชื้นตามข้อนี้ แล้วทดสอบตามข้อ 10.3 ทันที

ถ้ามีรูร้อยสายไฟฟ้า ให้เปิดไว้ ถ้ามีรูร้อยสายไฟฟ้าแบบกระทุ้ง ให้เปิดทั้งหมด

ส่วนประกอบทางไฟฟ้า ฝาครอบและส่วนอื่นซึ่งสามารถถอดได้ด้วยมือ ให้ถอดออก และให้อบความชื้นพร้อมกับส่วนหลัก ถ้าจำเป็น

การอบความชื้นให้ทำในตู้อบความชื้นที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์  $93 \pm 3\%$

ให้รักษาอุณหภูมิของอากาศที่ทุกจุดที่สามารถวางเครื่องใช้ได้ที่  $30 \pm 2^\circ\text{C}$

เครื่องใช้ที่ประสงค์ใช้งานในสภาพอากาศร้อนชื้นให้ใช้อุณหภูมิ  $40^{+2}_{-2}$  °C และความชื้นสัมพัทธ์  $93^{+2}_{-3}$  % ก่อนวางเครื่องใช้ในตู้อบ ทำให้เครื่องใช้ที่อยู่ที่อุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิที่ระบุกับอุณหภูมิสูงกว่าที่ระบุ 4 K ให้อบเครื่องใช้ในตู้อบเป็นเวลา

- 5 วัน (120 h) สำหรับเครื่องใช้ที่เจตนาใช้งานในสภาพอากาศร้อนชื้น
- 2 วัน (48 h) สำหรับเครื่องใช้อื่น ๆ

**หมายเหตุ 1** ในกรณีส่วนใหญ่อาจทำให้เครื่องใช้ที่อยู่ที่อุณหภูมิที่ระบุด้วยการคงอุณหภูมิไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 h ก่อนการอบความชื้น

**หมายเหตุ 2** ควรหมุนเวียนอากาศในตู้อบ และควรออกแบบตู้อบความชื้นไม่ให้มีละอองน้ำหรือหยดน้ำบนเครื่องใช้

**หมายเหตุ 3** ระหว่างการทดสอบนี้ไม่ควรจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้

หลังการอบนี้ เครื่องใช้ต้องไม่แสดงความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

### 10.3 ความต้านทานฉนวนและความทนได้อิเล็กทริก

#### 10.3.1 วัสดุฉนวนต้องมีการฉนวนอย่างพอเพียง

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 10.3.2 และนอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบทันทีหลังการอบความชื้นตามข้อ 10.2

**หมายเหตุ** เพื่ออำนวยความสะดวกในการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก อาจแยกการทดสอบส่วนประกอบ และชุดประกอบย่อย

#### 10.3.2 ฉนวนต่าง ๆ ตามตารางที่ 5 ต้องทดสอบดังนี้

- สำหรับความต้านทานฉนวน ให้ทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 500 V และ
- สำหรับความทนได้อิเล็กทริก ดังต่อไปนี้
  - ทดสอบฉนวนที่ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (การไร้ความพลีว ) ด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
  - ทดสอบฉนวนที่ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ไฟฟ้าประธาน

อย่างไรก็ตาม กรณีที่อาจเกิดโคโรนา เกิดโอโซน เกิดปรากฏการณ์ประจุ หรือสิ่งที่คล้ายกัน แนะนำให้ทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

**หมายเหตุ 1** กรณีมีตัวเก็บประจุพร้อมฉนวนที่ทดสอบ แนะนำให้ทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบตามที่ระบุในตารางที่ 5 ตามชั้นคุณภาพที่เหมาะสมของฉนวน (ฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม หรือฉนวนเสริม) และตามแรงดันไฟฟ้าใช้งาน  $U$  คร่อมฉนวน

สำหรับการหาแรงดันไฟฟ้าใช้งาน  $U$  ให้ทำดังต่อไปนี้

- ให้ป้อนเครื่องใช้ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้
- กรณีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องวัดค่ายอดจจรรวมทั้งพัลส์ที่มีและไม่มีรอยคาบ ที่มีความกว้างของพัลส์ (a half – value time) มากกว่า 50 ns ซ้อนทับอยู่
- กรณีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ต้องรวมค่ายอดของความพลั่วซ้อนทับใด ๆ
- ไม่ต้องคำนึงถึงภาวะชั่วคราวที่มีและไม่มีรอยคาบ ที่มีความกว้างของพัลส์ไม่เกิน 50 ns
- ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ที่ไม่ได้ต่อลงดิน ต้องสมมติว่าต่อกับขั้วต่อสายดินหรือขั้วต่อลงดินป้องกัน หรือหน้าสัมผัสลงดินป้องกัน
- กรณีขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือส่วนอื่นที่ลอยตัว ก็ไม่ได้ต่อกับวงจรซึ่งสร้างศักย์ไฟฟ้าสัมผัสกับสายดิน ต้องสมมติว่าต่อกับขั้วต่อสายดิน หรือขั้วต่อลงดินป้องกัน หรือหน้าสัมผัสลงดินป้องกัน ณ จุดซึ่งจะให้แรงดันไฟฟ้าใช้งานสูงสุด
- กรณีใช้ฉนวนสองชั้น ต้องหาแรงดันไฟฟ้าใช้งานคร่อมฉนวนมูลฐาน โดยจินตนาการว่าลัคตวงจรคร่อมฉนวนเพิ่มเติม และในทางกลับกัน สำหรับฉนวนระหว่างขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องสมมติว่าการลัคตวงจรเกิดขึ้น ณ จุดซึ่งแรงดันไฟฟ้าใช้งานสูงสุดเกิดขึ้นคร่อมฉนวนอื่น
- สำหรับฉนวนระหว่าง ขดลวด 2 ขด ของหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างจุดใด ๆ 2 จุด ในขดลวด 2 ขดนั้น โดยให้พิจารณาถึงแรงดันไฟฟ้าภายนอกที่อาจต่อกับขดลวดนั้น
- สำหรับฉนวนระหว่างขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้ากับส่วนอื่น ๆ ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างจุดใด ๆ ของขดลวดกับส่วนอื่น ๆ นั้น

แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องได้จากแหล่งจ่ายที่เหมาะสมที่ออกแบบในลักษณะที่ ว่า เมื่อลัคตวงจรขั้วต่อด้านนอกภายหลังการปรับแต่งแรงดันไฟฟ้าทดสอบให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้ว กระแสไฟฟ้านอกไม่น้อยกว่า 200 mA

อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต้องไม่ลัคตวงจร เมื่อกระแสไฟฟ้านอกไม่น้อยกว่า 100 mA

ต้องระวังให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ใช้ในการวัดอยู่ที่  $\pm 3\%$

ในตอนเริ่มต้นไม่ใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบมากกว่ากึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนด หลังจากนั้นให้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าเต็มที่ซึ่งให้คงไว้ 1 min

การวัดความต้านทานฉนวนและการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก ให้ทำในตู้อบความชื้น หรือในห้อง โดยทำให้อุณหภูมิของเครื่องใช้สูงเท่าที่กำหนดไว้ หลังประกอบกลับส่วนที่อาจถอดออกไป

ถือว่าเครื่องใช้เป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าความต้านทานฉนวนที่วัดได้หลังจาก 1 min ไม่น้อยกว่าค่าที่ให้ในตารางที่ 5 และไม่เกิดการวบไฟตามผิวหรือเสียหายฉนวนในระหว่างการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก

เมื่อทดสอบเปลือกหุ้มที่เป็นวัสดุฉนวน ให้กดแผ่นโลหะเปลวให้แนบกับส่วนที่เข้าถึงได้

สำหรับเครื่องใช้ที่ประกอบด้วยทั้งฉนวนเสริมและฉนวนที่มีชั้นคุณภาพต่ำกว่า ต้องระวังการป้อนแรงดันไฟฟ้ากับฉนวนเสริมไม่ให้เกิดความเค้นเกินกับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

**หมายเหตุ 2** อาจต่อส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้เข้าด้วยกัน ระหว่างการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก

**หมายเหตุ 3** เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกของวัสดุฉนวนที่เป็นแผ่นบาง แสดงไว้ในรูปที่ 6

**หมายเหตุ 4** การทดสอบไม่ทำกับฉนวนซึ่งเมื่อลัดวงจรแล้วไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากช็อก ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ในกรณีซึ่งปลายข้างหนึ่งของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงขดลวดแยก ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ปลายอีกข้างหนึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดด้านฉนวนเกี่ยวกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้เดียวกัน

ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และหน่วย RC ที่เป็นไปตามข้อ 14.1 ข้อ 14.2.1 และข้อ 14.2.2 ตามลำดับ ที่ต่อขนานกับฉนวนที่จะทดสอบ ให้ปลดออกจากวงจร ตัวเหนี่ยวนำและขดลวดซึ่งจะขัดขวางการทดสอบ ก็ให้ปลดออกจากวงจรด้วย

**ตารางที่ 5 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก  
และค่าของความต้านทานฉนวน  
(ข้อ 10.3.2)**

ฉนวน	ความต้านทาน ฉนวน	แรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสสลับ (ค่ายอด) หรือแรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสตรง																					
1 ระหว่างส่วนของขั้วที่ต่างกันที่ต่อกับไฟฟ้าประธานโดยตรง	2 MΩ	สำหรับแรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนด ≤150 V (r.m.s.): 1 410 V สำหรับแรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนด >150 V (r.m.s.): 2 120 V																					
2 ระหว่างส่วนที่แยกออกจากกันด้วยฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม	2 MΩ	เส้นโค้ง A ของรูปที่ 7																					
3 ระหว่างส่วนที่แยกออกจากกันด้วยฉนวนเสริม	4 MΩ	เส้นโค้ง B ของรูปที่ 7																					
หมายเหตุ เส้นโค้ง A และ B ของรูปที่ 7 หาได้จาก																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>แรงดันไฟฟ้าทำงาน <math>U</math> (ค่ายอด)</th><th colspan="2">แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (ค่ายอด)</th></tr> <tr> <th></th><th>เส้นโค้ง A</th><th>เส้นโค้ง B</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35 V</td><td>707 V</td><td>1 410 V</td></tr> <tr> <td>354 V</td><td></td><td>4 240 V</td></tr> <tr> <td>1 410 V</td><td>3 980 V</td><td></td></tr> <tr> <td>10 kV</td><td>15 kV</td><td>15 kV</td></tr> <tr> <td>&gt;10 kV</td><td><math>1.5U</math> V</td><td><math>1.5U</math> V</td></tr> </tbody> </table>			แรงดันไฟฟ้าทำงาน $U$ (ค่ายอด)	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (ค่ายอด)			เส้นโค้ง A	เส้นโค้ง B	35 V	707 V	1 410 V	354 V		4 240 V	1 410 V	3 980 V		10 kV	15 kV	15 kV	>10 kV	$1.5U$ V	$1.5U$ V
แรงดันไฟฟ้าทำงาน $U$ (ค่ายอด)	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (ค่ายอด)																						
	เส้นโค้ง A	เส้นโค้ง B																					
35 V	707 V	1 410 V																					
354 V		4 240 V																					
1 410 V	3 980 V																						
10 kV	15 kV	15 kV																					
>10 kV	$1.5U$ V	$1.5U$ V																					

## 11. ภาวะผิดปกติ

**หมายเหตุ** การทดสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ อาจจำเป็นต้องทดสอบความทนได้อิเล็กทริกซ้ำ อย่างไรก็ตาม แนะนำให้ชั่งน้ำหนักทั้งหมดที่จะทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าล่วงหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงการอบความชื้นมากกว่า 1 ครั้ง

### 11.1 อันตรายจากช็อกไฟฟ้า

การป้องกันช็อกไฟฟ้าต้องยังคงใช้ได้เมื่อให้เครื่องใช้ทำงานในภาวะผิดปกติ

การทดสอบให้ทดสอบตามที่อธิบายในข้อ 9. โดยแก้ไขตามที่ระบุข้างล่าง และในภาวะผิดปกติ



สำหรับหน้าสัมผัสของขั้วต่อ

- นอกเหนือจากสัญญาณเสียงให้เพิ่มค่าที่ยอมให้ตามข้อ 9.1.1.1 (ก) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 70 V (ค่ายอด) และไฟฟ้ากระแสตรง 120 V

**หมายเหตุ 1** สำหรับสัญญาณเสียง ค่าในภาวะผิดปกติไม่ควรมากกว่าขีดจำกัดในภาวะการทำงานปกติ

และ

- ให้เพิ่มค่าที่ยอมให้ตามข้อ 9.1.1.1 ข) เป็น  $U_1 = 70$  V (ค่ายอด) และ  $U_2 = 1.4$  V (ค่ายอด) สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ และเพิ่มเป็น  $U_1 = 4$  V สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

หากขั้วต่อของสายอากาศ และ/หรือสายดิน ไม่สามารถสอดเข้าไปในขั้วต่อที่ทดสอบอยู่ได้

**หมายเหตุ 2** สำหรับเครื่องใช้ที่ประสงค์ให้ใช้งานในสภาพอากาศร้อนชื้นแนะนำให้ใช้ค่าเป็นครึ่งหนึ่งของที่กำหนดข้างต้น

ถ้าการลัดวงจรหรือการปลดวงจรตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หน่วย RC ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง หรือตัวเหนี่ยวนำ ทำให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ยังคงถือว่าเครื่องใช้เป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าส่วนประกอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องตามข้อ 14. (ดูข้อ 4.3.4)

ในระหว่างการทดสอบ ถ้าฉนวนตามตารางที่ 5 รับแรงดันไฟฟ้าเกินแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในภาวะการใช้งานปกติ และถ้าการเพิ่มขึ้นนี้เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่สูงกว่าตามข้อ 10.3 ฉนวนนี้ต้องทนการทดสอบความทนไดอิเล็กทริกที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่สูงกว่า เว้นแต่ว่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าเกิดขึ้นเนื่องจากการลัดวงจรหรือการปลดวงจรตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หน่วย RC ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง หรือตัวเหนี่ยวนำ ที่เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องตามข้อ 14.

## 11.2 การเกิดความร้อน

เมื่อให้เครื่องใช้ทำงานในภาวะผิดปกติ ต้องไม่มีส่วนใดมีอุณหภูมิขึ้นถึงอุณหภูมิที่จะก่อให้เกิด

- อันตรายจากไฟแก่สิ่งที่อยู่โดยรอบเครื่องใช้
- ความปลอดภัยลดลงจากความร้อนผิดปกติที่เกิดขึ้นในเครื่องใช้

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 11.2.1

ระหว่างการทดสอบ เปลวไฟที่เกิดขึ้นภายในเครื่องใช้ต้องดับภายในเวลา 10 s

ระหว่างการทดสอบ วัสดุบัดกรีอาจอ่อนตัวหรือกลายเป็นของเหลวได้ ตราบเท่าที่เครื่องใช้ยังคงปลอดภัยตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

นอกจากนี้ ต้องไม่ใช่จุดบัดกรีเป็นกลไกป้องกัน ชกเว้นวัสดุบัดกรีที่ตั้งใจให้ละลาย ตัวอย่างเช่น วัสดุบัดกรีของตัวเชื่อมทางความร้อน

#### 11.2.1 การวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ให้เครื่องใช้ทำงานในภาวะผิดปกติและวัดอุณหภูมิ ที่เพิ่มขึ้นหลังจากถึงสถานะคงตัวแล้ว แต่ต้องไม่เกิน 4 h หลังจากเครื่องใช้ทำงาน

ระหว่างคาบเวลานี้ เครื่องใช้ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการข้อ 11.2.2 จนถึงข้อ 11.2.7

ในกรณีการทำงานในภาวะผิดปกติทำให้กระแสไฟฟ้าขัดข้องก่อนที่จะถึง สถานะคงตัว ให้วัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทันทีหลังจากการเกิดการขัดข้อง

ถ้ามีการจำกัดอุณหภูมิด้วยฟิวส์ หากจำเป็นให้ทดสอบเพิ่มเติมตามความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของฟิวส์ดังต่อไปนี้

ระหว่างการทดสอบให้ลัดวงจร ใส์ฟิวส์ แล้ววัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านทั้ง ใส์ฟิวส์ และเส้นลัดวงจรในภาวะผิดปกติที่เกี่ยวข้อง

- ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ยังคงน้อยกว่า 2.1 เท่าของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของ ใส์ฟิวส์ ให้วัดอุณหภูมิหลังจากที่ถึงสถานะคงตัว
- ถ้ากระแสไฟฟ้านี้เท่ากับหรือมากกว่า 2.1 เท่าของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของ ใส์ฟิวส์ทันที หรือถึงค่านี้หลังจากคาบเวลาเท่ากับช่วงเวลาก่อนอาร์กสูงสุดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องผ่าน ใส์ฟิวส์ที่กำลังพิจารณา ให้นำทั้ง ใส์ฟิวส์และเส้นลัดวงจรออกหลังจากเวลาเพิ่มเติมที่สมนัยกับช่วงเวลาก่อนอาร์กสูงสุดของใส์ฟิวส์ที่กำลังพิจารณาและให้วัดอุณหภูมิทันที

ถ้าความต้านทานของฟิวส์มีผลต่อกระแสไฟฟ้าของวงจรที่เกี่ยวข้อง ต้องพิจารณาค่าความต้านทานสูงสุดของใส์ฟิวส์เมื่อตั้งค่ากระแสไฟฟ้า

**หมายเหตุ** การทดสอบข้างต้นอยู่บนพื้นฐาน ของคุณลักษณะของฟิวส์ที่ระบุใน มอก. 526 ซึ่งต้องให้สารสนเทศที่จำเป็นเพื่อใช้คำนวณค่าความต้านทานสูงสุด

ในการหากระแสไฟฟ้าผ่านฟิวส์ ควรพิจารณาหลักความจริงว่ากระแสไฟฟ้านี้อาจแปรผันเป็นฟังก์ชันของเวลา ดังนั้นควรวัดโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้หลังจากต่อวงจร และให้คำนึงถึงเวลาประวิงสำหรับการทำงานอย่างสมบูรณ์ของวงจรที่กำลังพิจารณา

ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 เกิดจากการลัดวงจรของฉนวน ไม่ถือว่าเครื่องใช้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แต่ฉนวนนี้ต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก ตามที่อธิบายในข้อ 10.3

ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 เกิดจากการลัดวงจรหรือการปลดวงจรของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หน่วย RC ตัวเชื่อมต่อทางแสง หรือตัวเหนี่ยวนำ ให้ถือว่าเครื่องใช้นั้นเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าส่วนประกอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องตามข้อ 14. (ดูข้อ 4.3.4)

ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 เกิดจากการปลดวงจรของตัวต้านทาน ให้ทดสอบโหลดเกินตามที่ระบุในข้อ 14.1 (ข) ช้าบนตัวต้านทานที่ติดตั้งในเครื่องใช้ รวมถึงการต่อทางไฟฟ้าที่ทำโดยผู้ทำ ระหว่างการทดสอบนี้ การต่อทางไฟฟ้าต้องไม่ล้มเหลว

#### 11.2.2 ส่วนที่เข้าถึงได้

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนที่เข้าถึงได้ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (ก) “ภาวะผิดปกติ”

#### 11.2.3 ส่วนที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้าที่ไม่ใช่ขดลวดและแผ่นวงจรพิมพ์

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วน ที่เป็นฉนวนที่ไม่ใช่ขดลวด และแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งการล้มเหลวทำให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 11.1 ข้อ 11.2.2 และข้อ 11.2.4 ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 “ภาวะผิดปกติ”

ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีค่า สูงเกิน และถ้ามีข้อสงสัยว่าจะมีอันตรายจากช็อกไฟฟ้าหรือไม่ ให้ลัดวงจรระหว่างส่วนนำไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องและให้ทดสอบซ้ำข้อ 11.1

#### 11.2.4 ส่วนที่ทำหน้าที่รองรับหรือเป็นตัวกั้นทางกล

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนที่เมื่อเกิดความล้มเหลวทางกลแล้วอาจทำให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 9.1.1 ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (ค) “ภาวะผิดปกติ”

#### 11.2.5 ขดลวด

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวดต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (ข) และข้อ (ง) “ภาวะผิดปกติ” โดยมีข้อยกเว้นดังต่อไปนี้

- ถ้าอุณหภูมิถูกจำกัดเนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันการที่ปรับตั้งใหม่ได้ หรือการเปลี่ยนทดแทนได้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจเกินได้จนถึง 2 min หลังจากการทำงานของอุปกรณ์นั้น

ในกรณีของขดลวดที่มีการเตรียมการป้องกันช็อกไฟฟ้าช็อก หรือกรณีภาวะผลของความ ผิดปรองทำให้เกิดอันตรายจากไฟไหม้ ให้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง แล้วทดสอบความทน ได้อีกเล็กน้อยตามข้อ 10.3 กับขดลวดโดยไม่ต้องทำการอบความชื้นตามข้อ 10.2 และเริ่มต้นภายใน 1 min หลังจากทำการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ต้องไม่ล้มเหลว

- ถ้าอุณหภูมิถูกจำกัดเนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันที่ปรับตั้งใหม่ไม่ได้หรือเปลี่ยนทดแทนไม่ได้ที่ประกอบรวมกัน หรือเนื่องจากการเปิดวงจรของขดลวด อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจเกินได้ แต่ต้องทดสอบ 3 ครั้งโดยใช้ส่วนประกอบใหม่

ในกรณีของขดลวดที่มีการเตรียมการป้องกันชี้ออกไฟฟ้า หรือกรณีผลของความผิดพลาดทำให้เกิดอันตรายจากไฟ ให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามข้อ 10.3 กับขดลวดในแต่ละกรณีโดยไม่ต้องอบความชื้นตามข้อ 10.2 และเริ่มต้นภายใน 1 min หลังจากวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ต้องไม่ล้มเหลว

- ยอมให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าได้สำหรับขดลวด ถ้าความล้มเหลวของฉนวนไม่ทำให้เกิดอันตรายจากช็อกไฟฟ้า หรืออันตรายจากไฟ และถ้าขดลวดไม่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าเกิน 5 W ในภาวะการทำงานปกติ
- ถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีค่าเกิน และถ้ามีข้อสงสัยว่ามีอันตรายหรือไม่ ให้ลัดวงจรฉนวนที่เกี่ยวข้องและทดสอบซ้ำตามข้อ 11.1 และข้อ 11.2.2

**หมายเหตุ** ถ้าฉนวนรวมอยู่ในขดลวด ในลักษณะที่ไม่สามารถวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้โดยตรง ให้ถือว่าอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของลวดขดลวดนั้น

#### 11.2.6 แผ่นวงจรพิมพ์

เมื่อความล้มเหลวเป็นสาเหตุให้เกิดการไม่เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ ข้อ 11.1 ข้อ 11.2.2 และข้อ 11.2.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น บนแผ่นวงจรพิมพ์ ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ภายใต้ "ภาวะผิดพลาด" ในตารางที่ 3 ข้อ (ข) โดยมีข้อยกเว้น ดังนี้

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจเกินค่าดังกล่าวข้างต้น แต่ไม่เกิน 100 K สำหรับคาบเวลาสูงสุดไม่เกิน 5 min

สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ประเภท V-0 ตาม IEC 60695-11-10 หรือข้อ ข.1 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจเกิน

(ก) ค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (ข) "ภาวะผิดพลาด" ไม่เกิน 100 K บนพื้นที่ขนาดเล็กหนึ่งพื้นที่หรือมากกว่า โดยให้พื้นที่รวมทั้งหมดไม่เกิน 2 cm<sup>2</sup> สำหรับภาวะผิดพลาดแต่ละภาวะ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากช็อกไฟฟ้า หรือ

(ข) ในคาบเวลาสูงสุด 5 min ค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (ข) "ภาวะผิดพลาด" จนถึงค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ให้ไว้สำหรับ "ส่วนอื่น ๆ" ในตารางที่ 3 ข้อ (จ) "ภาวะผิดพลาด" บนพื้นที่ขนาดเล็กหนึ่งพื้นที่หรือมากกว่า โดยให้พื้นที่รวมทั้งหมดไม่เกิน 2 cm<sup>2</sup> สำหรับภาวะผิดพลาดแต่ละภาวะ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากช็อกไฟฟ้า

ถ้าขีดจำกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีค่า สูงเกิน และถ้ามีข้อสงสัยว่ามีอันตรายจากช็อกไฟฟ้าหรือไม่ ให้  
ลัดวงจรระหว่างส่วนนำไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องและทดสอบตามข้อ 11.1 ซ้ำ

ถ้าตัวนำบนแผ่นวงจรพิมพ์ ถูกรบกวน ขาดตอน ลอก หรือหลุดหลวมขณะทดสอบ ยังคงถือว่า  
เครื่องใช้เป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าเป็นไปตามภาวะดังต่อไปนี้ทั้งหมด

- แผ่นวงจรพิมพ์ที่ถูกจัดประเภทเป็น V-0 ตาม IEC 60695-11-10 หรือข้อ ข.1
- การรบกวนนั้นไม่ใช่แหล่งการติดไฟที่มีศักยภาพ
- เครื่องใช้เป็นไปตามข้อกำหนดของข้อนี้ด้วยการต่อตัวนำที่ถูกรบกวน
- ตัวนำที่ลอกหรือหลุดหลวมใด ๆ ไม่ทำให้ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนระหว่าง  
ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนที่เข้าถึงได้ ลดลงต่ำกว่าค่าที่ระบุไว้ในข้อ 13.

สำหรับเครื่องใช้ประเภท I ต้องคงความต่อเนื่องของการต่อลงดินป้องกันไว้ ไม่ยอมให้มีการหลุด  
หลวมหรือลอกของตัวนำนั้น

#### 11.2.7 ส่วนที่ไม่อยู่ภายใต้ขีดจำกัดข้อ 11.2.1 ถึงข้อ 11.2.6

ตามธรรมชาติ ของวัสดุ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนนี้ น ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ข้อ (จ)  
“ภาวะผิวดร้ง”

## 12. ความแข็งแรงทางกล

### 12.1 เครื่องใช้สำเร็จรูป

เครื่องใช้ต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอ และต้องสร้างให้ทนต่อการเคลื่อนย้ายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการ  
ใช้งานตามเจตนา

เครื่องใช้ต้องมีการสร้างให้มีการป้องกันการลัดวงจรของฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนนำ  
ไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ หรือส่วนที่ต่ออย่างนำไฟฟ้ากับส่วนเหล่านี้น ยกตัวอย่าง เช่น สกรูที่หลุดหลวมโดยไม่  
เจตนา

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 12.1.1 ข้อ 12.1.2 ข้อ 12.1.3 ข้อ 12.1.4 และข้อ 12.1.5 ยกเว้น  
สำหรับอุปกรณ์ที่ขึ้นรูปเป็นส่วนหนึ่งของเต้าเสียบประธาน

**หมายเหตุ** อุปกรณ์ขึ้นรูปเป็นส่วนหนึ่งของเต้าเสียบประธาน ให้ทดสอบตามที่อธิบายในข้อ 15.4

#### 12.1.1 การทดสอบการตกกระแทก

เครื่องใช้ที่มีมวลมากกว่า 7 kg ต้องทดสอบดังต่อไปนี้

วางเครื่องใช้บนที่รองรับ ที่ทำด้วย ไม้ในแนวระดับ ปลอ่ยให้ตกลงบนโต๊ะ ไม้จาก ความสูง 5 cm 50 ครั้ง

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ ต้องไม่เสียหาย ตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้

#### 12.1.2 การทดสอบการสั่นสะเทือน

เครื่องใช้ขนย้ายได้ที่เจตนาให้ใช้สำหรับการขยายสัญญาณเสียงของเครื่องดนตรี เครื่องใช้หีบยกได้ และเครื่องใช้ที่มีเปลือกหุ้มเป็นโลหะ ให้ทดสอบความทนทานต่อการสั่นสะเทือนด้วยวิธีการกวาด ตามที่ระบุใน IEC 60068-2-6

ให้ติดตั้งเครื่องใช้ในด้านใช้งานตามปกติเข้ากับเครื่องกำเนิดการสั่นสะเทือน ด้วยสายรัดรอบ เปลือกหุ้ม ทิศทางของการสั่นสะเทือนคือแนวตั้ง และระดับความรุนแรงดังนี้

- ช่วงเวลา 30 min
- แอมพลิจูด 0.35 mm
- พิสัยความถี่ 10 Hz... 55 Hz... 10 Hz
- อัตราการกวาดความถี่ ประมาณ 1 octave/min

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้องไม่เสียหาย ตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องไม่มีการหลุดหลวมของส่วนที่ต่อหรือ ชิ้นส่วนซึ่งหากหลุดหลวมแล้วทำให้ ความปลอดภัยลดลง

#### 12.1.3 การทดสอบการกระแทก

ยึดเครื่องใช้ให้มั่นคงเข้ากับที่รองรับแข็ง เกร็ง แล้วใช้ ค้อน กระแทกที่ทำงานด้วยสปริงตาม มอก. 2380 เล่ม 2 (75) กระแทกด้วยพลังงานจลน์ก่อนการกระแทกเป็น 0.5 J จำนวน 3 ครั้ง ที่จุด ของเปลือกหุ้มที่ใช้ป้องกัน ทุกจุด ส่วนเคลื่อนที่ได้ ที่เป็นอันตราย หรือส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายและ น่าจะบอบบาง รวมทั้งบริเวณระบายอากาศ ลิ้นชักในตำแหน่งที่ดึงออกมา ที่จับ กระดิ่ง ปุ่มสวิตช์ และสิ่งที่คล้ายกัน โดยการกดกรวยปลอ่ยตั้งฉากกับพื้นผิว

การทดสอบด้วยค้อน กระแทกนี้ทำกับหน้าต่าง เสน่ห์ หลอดไฟสัญญาณและฝาครอบหลอดไฟ สัญญาณด้วย แต่ให้ทำเฉพาะกรณีที่สิ่งเหล่านั้นยื่นออกมาจากเปลือกหุ้มมากกว่า 5 mm หรือในกรณี ที่พื้นที่ภาพฉายของพื้นผิวที่ยื่นออกมาแต่ละพื้นที่เกิน 1 cm<sup>2</sup>

นอกจากนี้ บริเวณเปลือกหุ้มที่ไม่มีช่องระบายอากาศ ที่ใช้ป้องกันส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องทนต่อ การกระแทกเดียว ตามที่ระบุในตารางที่ 6

แรงกระแทกที่ระบุในตารางที่ 6 ต้องเกิดจากการปล่อยให้ลูกเหล็ก กล้าทรงกลมตัน ผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง  $(50 \pm 1)$  mm และมีมวลประมาณ 500 g ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งจากระยะตามภาพประกอบในรูปที่ 8 และปะทะเปลือกหุ้มด้วยแรงกระแทกตามที่ ระบุในทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวของเปลือกหุ้ม

#### ตารางที่ 6 การทดสอบการกระแทกบนเปลือกหุ้มเครื่องใช้

(ข้อ 12.1.3)

ส่วนของเปลือกหุ้ม	แรงกระแทก (จูล $\pm 1\%$ )
ด้านบน ด้านข้าง ด้านหลัง และด้านหน้าของเครื่องใช้ หยิบยกได้ หรือเครื่องใช้วางบนโต๊ะ	2 J
พื้นผิวปิดทั้งหมดของเครื่องใช้ติดตั้งกับที่	2 J
ด้านบน ด้านข้าง ด้านหลังและด้านหน้าของเครื่องใช้ตั้ง พื้น	3.5 J
<p>หมายเหตุ 1 ในการใช้พลังงานการกระแทกที่ต้องการ ความสูงให้คำนวณโดย <math>h = E/(g \times m)</math> เมื่อ</p> <p><math>h</math> คือ ระยะทางในแนวดิ่ง เป็นเมตร</p> <p><math>E</math> คือ พลังงานกระแทก เป็นจูล</p> <p><math>g</math> คือ ความเร่งการโน้มถ่วง เป็น <math>9.81 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>m</math> คือ มวลของลูกเหล็กกล้าทรงกลม เป็นกิโลกรัม</p> <p>หมายเหตุ 2 สำหรับความแข็งแรงทางกลของหลอดภาพและการป้องกันจากผลของการระเบิดเข้าให้ดูข้อ 18.</p>	

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้องทนการทดสอบความทน ใดอิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 และต้องไม่ปรากฏความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องไม่กลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้
- ตัวกันที่เป็นฉนวนต้องไม่เสียหาย
- ส่วนที่ทดสอบด้วยค้อนกระแทกต้องไม่แสดงรอยร้าวที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า

หมายเหตุ 3 ไม่ต้องคำนึงถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นที่ผิวแต่งสำเร็จ (finish) รอยบุ่มเล็ก ๆ ซึ่งไม่ลดระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำกว่าค่าที่กำหนด รอยร้าวซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รอยร้าวบนพื้นผิวสิ่งขึ้นรูปเสริมเส้นใยและสิ่งที่ยึดกัน

#### 12.1.4 การทดสอบปล่อยตก

เครื่องใช้หีบยกได้ที่มีมวลเท่ากับหรือน้อยกว่า 7 kg ต้องทดสอบปล่อยตก ตัวอย่าง ของเครื่องใช้สำเร็จรูปต้องได้รับการกระแทก จำนวน 3 ครั้ง ด้วยการปล่อยให้ตกจากระยะ 1.0 m ลงบนพื้นผิวแนวระดับในตำแหน่งที่น่าจะเกิดผลเสียหายที่สุด

พื้นผิวแนวระดับประกอบด้วยไม้แข็งที่มีความหนาอย่างน้อย 13 mm ติดตั้งกับไม้อัด 2 ชั้นที่มีความหนาแต่ละชั้นเป็น 19 mm ถึง 20 mm ที่รองรับทั้งหมดเป็นพื้นคอนกรีตหรือเทียบเท่าที่ไม่ยืดหยุ่น

ในการปล่อยตกแต่ละครั้ง ตัวอย่างต้องปะทะกับพื้นผิวในตำแหน่งต่างกัน ถ้าเป็นไปได้ต้องปล่อยตัวอย่าง ให้ตกพร้อมกับแบตเตอรี่ตามที่ผู้ทำ ระบุ

หลังจากการทดสอบ เครื่องใช้ไม่จำเป็นต้องทำงาน แต่ต้องไม่ปรากฏความเสียหายในความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ และต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุไว้ในข้อ 10.3 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- ส่วนเคลื่อนที่อันตรายหรือส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องไม่กลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้ และ
- ตัวกั้นที่เป็นฉนวนต้องไม่เสียหาย และ
- ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต้องไม่ลดลง ต่ำกว่าค่าที่ระบุไว้ในข้อ 13.

ต้องใช้เกณฑ์การทดสอบนี้ผ่านช่องเปิดที่ผิวหน้าของหลอดภาพ

#### 12.1.5 การทดสอบการคลายความเค้น

เปลือกหุ้มที่ทำด้วยวัสดุเทอร์โมพลาสติกขึ้นรูปหรือแบบต้องสร้างในลักษณะที่การหดหรือการบิดเบี้ยวของวัสดุอันเนื่องจากการ ปลดปล่อยความเค้นภายในที่เกิดจากการขึ้นรูปหรือ แบบ ไม่เป็นผลให้ส่วนอันตรายเผยออกมา

นำตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยเครื่องใช้ สำเร็จรูป หรือเปลือกหุ้มสำเร็จรูปพร้อมกับโครงรองรับ ไว้ในเตาอบอากาศหมุนเวียนที่อุณหภูมิ สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ได้ ที่เปลือกหุ้ม 10 K ในระหว่างการทดสอบ ข้อ 7.1.3 แต่ต้องไม่น้อยกว่า 70°C เป็นคาบเวลา 7 h แล้วปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

สำหรับเครื่องใช้ขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถทดสอบเปลือกหุ้มสำเร็จรูปได้ ยอมให้ใช้ส่วนของเปลือกหุ้มเป็นตัวแทนของชุดประกอบสำเร็จรูปได้ โดยให้คำนึงถึงความหนาและรูปร่าง รวมถึงส่วนรองรับทางกลใด ๆ

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้องไม่ปรากฏ ความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนที่เคลื่อนที่ได้อันตราย หรือส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ต้องไม่กลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้



**หมายเหตุ** เมื่อใช้ส่วนของเปลือกหุ้มในการทดสอบ เปลือกหุ้มสำเร็จรูปที่เป็นตัวแทน อาจจำเป็นต้องประกอบเข้าเป็นเครื่องใช้ใหม่เพื่อประเมินความสอดคล้อง

## 12.2 การติดตั้งตัวกระตุ้น

ตัวกระตุ้น ตัวอย่างเช่น ปุ่มปรับ ปุ่มกด สลัก และคาน ต้องสร้างและยึดไว้ในลักษณะที่เมื่อใช้งานไม่ทำให้การป้องกันช็อกไฟฟ้าลดลง

การทดสอบให้ทดสอบดังต่อไปนี้

คลายหมุดเกลียวยึด (ถ้ามี) แล้วขันแน่นด้วยทอร์ก 2/3 ของค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 20 แล้วคลายออก 1/4 รอบ ให้ใส่ทอร์กที่สมนัยกับแรง 100 N ที่ผิวรอบนอกของตัวกระตุ้น แต่ไม่เกิน 1 Nm เป็นเวลา 1 min และดึงด้วยแรง 100 N ตามแนวแกนเป็นเวลา 1 min ถ้ามวลของเครื่องใช้น้อยกว่า 10 kg ให้จำกัดแรงดึงไว้ที่ค่าซึ่งสมนัยกับมวลของเครื่องใช้แต่ไม่น้อยกว่า 25 N

สำหรับตัวกระตุ้น เช่น ปุ่มกด สลัก และสิ่งที่คล้ายกัน ที่ขณะใช้งานตามเจตนาจะรับเฉพาะแรงกดเท่านั้น และยื่นออกมาจากพื้นผิวของเครื่องใช้ไม่เกิน 15 mm แรงดึงจะถูกจำกัดไว้ที่ 50 N

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้องไม่ปราศจากความเสียหายตามความหมายของมาตรฐาน ผลลัพธ์ที่อุตสาหกรรมนี้

## 12.3 อุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกลที่ถืออยู่ในมือ

ส่วนของอุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกลซึ่ง เจตนาให้ถืออยู่ในมือและประกอบด้วยส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ต้องมีความแข็งแรงทางกลพอเพียงและต้องสร้างให้ทนต่อการเคลื่อนย้ายตามที่อาจเกิดขึ้น

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกลพร้อมด้วยสายอ่อนของอุปกรณ์เอง (ถ้ามี) ให้ตัดสายเหลือเพียง 10 cm เพื่อทดสอบตาม มอก. 2380 เล่ม 2 (32) วิธีดำเนินการ 2

ให้หมุนบาร์เรล 50 รอบถ้ามวลของอุปกรณ์ควบคุมไม่เกิน 250 g และ 25 รอบ ถ้ามวลเกิน 250 g

หลังการทดสอบอุปกรณ์ต้องไม่ปรากฏความเสียหายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ส่วนของอุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกล ที่ต่อด้วยสายไฟฟ้า ซึ่งไม่เจตนาให้ถืออยู่ในมือ ให้ทดสอบในลักษณะที่เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องใช้

## 12.4 ลื่นชัก

ลื่นชักซึ่งเจตนาให้ดึงเพียงบางส่วนออกมาจากเครื่องใช้ ต้องมีที่หยุดที่มีความแข็งแรงทางกลพอเพียง เพื่อป้องกันส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

ดึงลิ้นชักออกมาในลักษณะตามเจตนาจนกระทั่งหยุดทำให้ดึงออกมาไม่ได้อีก แล้วใช้แรง 50 N กระทำในทิศทางที่ให้ผลเร็วที่สุดเป็นเวลา 10 s

หลังการทดสอบ เครื่องใช้ต้อง ไม่ปรา ฏ ความเสียหายตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้

#### 12.5 ตัวรับร่วมแกนสำหรับสายอากาศซึ่งติดตั้งที่เครื่องใช้

ตัวรับร่วมแกนสำหรับสายอากาศซึ่งติดตั้งที่เครื่องใช้ และมีส่วนหรือส่วนประกอบซึ่งแยกส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายออกจากส่วนที่เข้าถึงได้ ต้องสร้างให้ทนความเค้นทางกลที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งานตามเจตนา

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามลำดับดังต่อไปนี้

หลังการทดสอบเหล่านี้ เครื่องใช้ต้องไม่ปรา ฏ ความเสียหายตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบความทนทาน

เสียบเต้าเสียบทดสอบตามรูปที่ 9 เข้ากับเต้ารับและดึงออกจากเต้ารับจำนวน 100 ครั้ง ให้ระวังไม่ให้เต้ารับเสียหายอย่างจงใจระหว่างการเสียบและดึงออกของเต้าเสียบทดสอบ

การทดสอบการกระแทก

เสียบเต้าเสียบทดสอบตามรูปที่ 9 เข้ากับเต้ารับ แล้วใช้ ค้อน กระแทกที่ทำงานด้วยสปริงตาม มอก. 2380 เล่ม 2(75) กระแทกเต้าเสียบด้วยพลังงานจลน์ก่อนการกระแทกเป็น 0.5 J ที่จุด ๆ หนึ่ง 3 ครั้ง ติดต่อกันในทิศทางที่ให้ผลเร็วที่สุด

การทดสอบทอร์ก

เสียบเต้าเสียบทดสอบตามรูปที่ 9 เข้ากับเต้ารับ แล้วใช้แรง 50 N กระทำที่เต้าเสียบในทิศทางที่ตั้งฉากกับ แกนของเต้าเสียบโดยไม่มีการกระตุกเป็นเวลา 10 s โดยให้ทิศทางตามแนวรัศมีของแรงกระทำบนส่วนของ เต้าเสียบซึ่ง น่าจะบอบบาง ตัวอย่างเช่น ขนาดของแรงหาโดยใช้ตาชั่งแบบสปริงเกี่ยวติดกับรูบนเต้าเสียบ เป็นต้น

ให้ทดสอบ 10 ครั้ง

**หมายเหตุ** หากตัวรับร่วมแกนสำหรับสายอากาศแตกต่างจากที่ระบุใน มอก.1613 ให้ใช้เต้าเสียบทดสอบที่สมมูลกันซึ่ง มีความยาวเท่ากันในการทดสอบ

## 12.6 สายอากาศแบบปรับความยาวได้ (telescoping antenna) หรือสายอากาศแบบหลอด (rod antenna)

สายอากาศแบบ ปรับความยาว ได้ หรือสายอากาศแบบหลอดต้องจัดให้มีปุ่มหรือ ลูกทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุด 6.0 mm ที่ปลายสุด

สายอากาศแบบปรับความยาวได้ หรือสายอากาศแบบหลอดต้องจัดให้มีที่คุ้มกันหรือที่กั้นซึ่งป้องกันส่วน ใดๆ ของสายอากาศหรือส่วนอุปกรณ์ติดตั้งตกเข้าไปในเครื่องใช้และสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ในขณะที่สายอากาศหรือส่วนใด ๆ ของสายอากาศหัก

ส่วนอุปกรณ์ติดตั้งจะ อ้างอิงเฉพาะส่วนที่ใช้ในการ ติดตั้งสายอากาศหรือส่วนที่มีความเค้นเมื่อสายอากาศเคลื่อนที่

### 12.6.1 ความมั่นคงทางกายภาพ

ส่วนปลายสุดของ สายอากาศและส่วนของสายอากาศแบบ ปรับความยาว ได้ ต้องติดตั้งอย่างมั่นคงในลักษณะที่ป้องกันไม่ให้หลุดออกได้

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้ :

ที่ส่วนปลายสุดให้ใช้แรง 20 N ไปตามแนวแกนหลักของสายอากาศเป็น คาบเวลา 1 min นอกจากนี้ ถ้าส่วนปลายสุดถูกยึดติดด้วยเกลียวสกรู ต้องใช้ทอร์ก คลายที่ส่วนปลายสุดของตัวอย่างเพิ่มเติมอีก 5 ตัวอย่าง ให้ป้อนทอร์กเพิ่มขึ้น ทีละน้อย โดยยึดสายอากาศอยู่กับที่ เมื่อถึงค่าทอร์กที่ระบุ ให้คงไว้เป็นเวลาไม่เกิน 15 s ระยะเวลาที่คงไว้ของตัวอย่าง 1 ตัวอย่างใด ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 5 s และระยะเวลาคงไว้เฉลี่ยของทั้ง 5 ตัวอย่าง ต้องไม่น้อยกว่า 8 s

ค่าทอร์กได้ให้ไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าทอร์กสำหรับทดสอบส่วนปลายสุด

(ข้อ 12.6.1)

เส้นผ่านศูนย์กลางส่วนปลายสุด mm	ทอร์ก Nm
น้อยกว่า 8.0	0.3
เท่ากับ หรือมากกว่า 8.0	0.6

### 13. ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน

#### 13.1 ทัวไป

ระยะห่างในอากาศต้องมีมิติเพียงพอที่แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่ซึ่งอาจเข้าไปในเครื่องใช้ และแรงดันไฟฟ้าค่ายอดซึ่งอาจกำเนิดภายในเครื่องใช้ ไม่ทะลุผ่านระยะห่างในอากาศนั้น รายละเอียดของข้อกำหนดให้ไว้ในข้อ 13.3

ระยะห่างตามผิวฉนวนต้องมีมิติเพียงพอ ที่เมื่อใช้กับแรงดันไฟฟ้าใช้งานและระดับมลภาวะที่กำหนด จะไม่ทำให้เกิดการวาวไฟตามผิวหรือเสียหายฉนวน (การเกิดรอยทางไฟฟ้า) ของฉนวน รายละเอียดของข้อกำหนดให้ไว้ในข้อ 13.4

**หมายเหตุ** สำหรับการหาระยะห่างในอากาศ ให้วัดค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน สำหรับการหาระยะห่างตามผิวฉนวน ให้วัดค่ารากกำลังสองเฉลี่ย หรือค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน

วิธีการวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนให้ไว้ในภาคผนวก จ.

ยอมให้ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศถูกแบ่งด้วยส่วนนำไฟฟ้าที่แทรกอยู่และไม่ต่อ (ลอย) เช่น หน้าสัมผัสที่ไม่ได้ใช้ของตัวต่อ หากผลรวมของระยะ แต่ละส่วนเป็นไปตามข้อกำหนดค่าสุดท้ายที่ระบุไว้ (ดูรูป จ.8)

ระดับมลภาวะต่าง ๆ สำหรับค่าต่ำสุดของระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนเป็นดังต่อไปนี้

- มลภาวะระดับ 1 ใช้กับส่วนประกอบและชุดประกอบซึ่งผนึกกันฝุ่นและความชื้น
- มลภาวะระดับ 2 โดยทั่วไปใช้กับเครื่องใช้ที่ครอบคลุมโดยขอบข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้
- มลภาวะระดับ 3 ใช้กับเครื่องใช้ที่สิ่งแวดล้อมภายใน เฉพาะที่ข้างในเครื่องใช้ต้องเผชิญกับมลภาวะ นำไฟฟ้า หรือมลภาวะไม่นำไฟฟ้าในภาวะแห้งซึ่งอาจกลายเป็นนำไฟฟ้าได้เนื่องจากการควบแน่นที่คาดไว้ หรือใช้กับเครื่องใช้ที่ตั้งใน พื้นที่ที่สิ่งแวดล้อมภายนอก มีมลภาวะ นำไฟฟ้าหรือมลภาวะไม่นำ ไฟฟ้าในภาวะแห้งซึ่งอาจกลายเป็นนำไฟฟ้าได้

ยกเว้นสำหรับฉนวนระหว่างส่วนของขั้วที่ต่างกันที่ต่อกับไฟฟ้าประธานโดยตรง ยอมให้ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนน้อยกว่าค่าที่ ระบุได้ แต่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 4.3.1 ข้อ 4.3.2 และข้อ 11.2

#### 13.2 การหาค่าแรงดันไฟฟ้าทำงาน

ในการหาค่าแรงดันไฟฟ้าทำงาน ให้ใช้ข้อกำหนดดังต่อไปนี้ทุกข้อ :

- ไม่ต้องใช้การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า (0.9 หรือ 1.1) กับแรงดันไฟฟ้ากำหนดของเครื่องใช้

- แรงดันไฟฟ้าทำงานระหว่างจุดใด ๆ ในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้และดิน และระหว่างจุดใด ๆ ในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ และวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้า

ประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ถือว่าเป็นค่าสูงสุดของสิ่งต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้ระหว่างจุดนั้น ๆ ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หรือ
- ชีตจำกัดบนของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือแรงดันไฟฟ้า สูงสุดที่วัดได้ระหว่างจุดนั้น ๆ ขณะทำงานที่ค่าใด ๆ ในพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
- ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ที่ไม่ต้องลงดินต้องถือว่าได้ต่อลงดิน
- ที่ส่วนประกอบที่สร้างขึ้นจากขดลวด (wire-wound component) หรือส่วนอื่นที่ลอยอยู่ คือไม่ต่อกับวงจร ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าสัมผัสกับดิน ต้องถือว่าถูกต่อลงดิน ณ จุดซึ่งได้รับแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่สูงที่สุด
- เมื่อใช้ฉนวนสองชั้น ต้องหาค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่คร่อมฉนวนมาตรฐานโดยสมมุติว่าได้ลัดวงจร คร่อมฉนวนเพิ่มเติม และในทำนองกลับกันด้วย สำหรับฉนวนสองชั้นระหว่างขดลวดของส่วนประกอบที่สร้างขึ้นจากขดลวด การลัดวงจร ต้องสมมุติให้เกิดขึ้นที่จุด ซึ่งทำให้แรงดันไฟฟ้า ใช้งานสูงสุดเกิดขึ้นที่ฉนวนอื่น
- ยกเว้นที่ยอมตามข้างล่าง สำหรับฉนวนระหว่างขดลวด 2 ขด ของส่วนประกอบที่สร้างขึ้นจากขดลวด ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่าง 2 จุดใด ๆ ในขดลวดทั้ง 2 ขด โดยคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าภายนอก ซึ่งต่อกับขดลวด
- ยกเว้นที่ยอมตามข้างล่าง สำหรับฉนวนระหว่างขดลวดของส่วนประกอบที่สร้างขึ้นจากขดลวด กับส่วนอื่น ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างจุดใด ๆ บนขดลวดกับส่วนอื่น

ถ้าฉนวนของส่วนประกอบที่สร้างขึ้นจากขดลวดมีแรงดัน ไฟฟ้าใช้งานตามความยาวของขดลวดต่างกัน ยอมให้แปรผันระยะห่างในอากาศ ระยะห่างตามผิวฉนวน และระยะห่างผ่านฉนวนตามที่สัมพันธ์

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของการสร้างนี้ได้แก่ขดลวด 30 kV ประกอบด้วยบอบบินหลายอันต่อแบบอนุกรมและต่อลงดินที่ปลายข้างหนึ่ง

### 13.3 ระยะห่างในอากาศ

#### 13.3.1 ทั่วไป

ยอมให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้ หรือวิธีทางเลือกที่กำหนดในภาคผนวก ณ. สำหรับส่วนประกอบเฉพาะ หรือชุดประกอบย่อย หรือเครื่องใช้ทั้งหมด

**หมายเหตุ 1** ข้อดีของภาคผนวก ณ. มีดังต่อไปนี้

- ระยะห่างในอากาศ จัดเรียงตามความปลอดภัยพื้นฐาน ตาม IEC 60664-1 และ จะสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยอื่น ๆ (ตัวอย่างเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า)
- มีการพิจารณาการลดทอนภาวะชั่วคราวภายในเครื่องใช้ รวมถึงการลดทอนของภาวะชั่วคราวในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

**หมายเหตุ 2** ข้อกำหนดระยะห่างในอากาศขึ้นอยู่กับ การคาดคะเนแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วคราว ซึ่งอาจเข้าสู่เครื่องใช้ได้จากไฟฟ้าประธานกระแสสลับ ตาม IEC 60664-1 ขนาดของ ภาวะชั่วคราวเหล่านี้ หาค่าโดยแรงดันไฟฟ้าประธานที่ระบุและการจัด รูปแบบแหล่งจ่าย ไฟฟ้า ภาวะชั่วคราวเหล่านี้จำแนก ตาม IEC 60664-1 ออกเป็น 4 กลุ่ม คือแรงดันไฟฟ้าเกิน ประเภท I ถึงประเภท IV (หรือเป็นที่รู้จักกันอีกอย่างหนึ่งว่าการติดตั้งประเภท I ถึงประเภท IV)

**หมายเหตุ 3** การออกแบบฉนวนต้นและระยะห่างในอากาศควรทำ ประสานกันในลักษณะที่ถ้าเกิดแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วคราวขึ้นเกินขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท II ฉนวนต้นสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงกว่าระยะห่างในอากาศ

สำหรับระบบกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับในตารางที่ 8 ตารางที่ 9 และ ตารางที่ 10 เป็นแรงดันไฟฟ้าสายเฟสถึงสายกลาง

**หมายเหตุ 4** ในประเทศนอร์เวย์ เนื่องจากระบบโอทีใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ปริมาณจึงพิจารณาให้มีค่าเท่ากับ แรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส- เฟส และเป็นแรงดันไฟฟ้า 230 V ในกรณีของความผิดปกติลงดินเดี่ยว (a single earth fault)

ระยะห่างในอากาศที่ระบุ ไม่ใช่กับช่องอากาศระหว่างหน้าสัมผัสของเทอร์ โมสแตต คัดเอาต์ความร้อน อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน สวิตช์ที่มีการสร้างเป็นช่อง จุลภาค (microgap) และส่วนประกอบที่คล้ายกัน ซึ่งระยะห่างในอากาศแปรผันตามหน้าสัมผัส

**หมายเหตุ 5** สำหรับช่องอากาศระหว่างหน้าสัมผัสของสวิตช์ปลดวงจร ดูข้อ 8.19.1

**หมายเหตุ 6** ระยะห่างในอากาศไม่ ควรลดลงต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่ระบุในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ อันเนื่องจาก เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของ กระบวน การผลิต หรือการเสียรูปเนื่องจากการเคลื่อนย้าย การกระแทก และการสั่น สะเทือน ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำให้ การขนส่ง และการใช้งานตามปกติ

การทดสอบตามข้อ 13.3 ให้ทำโดยการวัด ให้พิจารณาภาคผนวก จ. ด้วย ให้ใช้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ ไม่ ต้องทดสอบความทนได้อิเล็กทริกในการทนสอบระยะห่างในอากาศ

ต้องวางส่วนที่เคลื่อนที่ได้ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

ไม่ต้องคำนึงถึงระยะห่างในอากาศระหว่างขดลวดเสียงของลำโพง และส่วนนำไฟฟ้าได้ที่อยู่ชิดกัน

เมื่อวัดระยะห่างในอากาศจากเปลือกหุ้มที่เป็นวัสดุฉนวนผ่าน ร่อง หรือช่องเปิดในเปลือกหุ้ม ให้ถือว่าพื้นผิวที่เข้าถึงได้นำไฟฟ้าได้เสมือนหุ้มด้วยโลหะเปลว เมื่อนี้วัดทดสอบตามชนิดโพรบทดสอบ B ตาม มอก. 2533 (คู่มือ 9.1.1.2) สามารถสัมผัสได้เมื่อใช้แรงไม่มากนัก (ดูรูปที่ 3 จุด B)

ในการพยายามลดระยะห่างในอากาศขณะทำการวัด ให้ใช้แรงที่จุดใด ๆ บนส่วนภายใน แล้วใช้แรงที่ภายนอกของเปลือกหุ้มที่นำไฟฟ้าได้ ต้องใช้แรงที่มีค่าดังต่อไปนี้

- สำหรับส่วนภายใน 2 N
- สำหรับเปลือกหุ้ม 30 N

ต้องใช้แรงที่เปลือกหุ้มโดยใช้นิ้วทดสอบแข็งแรงตาม มอก. 2533 ชนิดโพรบทดสอบ 11

### 13.3.2 ระยะห่างในอากาศในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

ระยะห่างในอากาศในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้า ได้ ต้องเป็นไปตามมิติค่าสุดในตารางที่ 8 และในกรณีที่เหมาะสมตามตารางที่ 9

ตารางที่ 8 นำมาใช้กับเครื่องใช้ที่ จะไม่อยู่ภายใต้ภาวะชั่วคราวสูง กว่าแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท II ตาม IEC 60664-1 แรงดันไฟฟ้า ประธาน ชั่วโมงที่เหมาะสมได้ให้ไว้ในวงเล็บในแต่ละสมรรถนะของแรงดันไฟฟ้า ประธาน กระแสสลับ ที่ระบุ ถ้าคาดว่า ภาวะ ชั่วโมงสูงกว่าที่ให้ไว้ อาจจำเป็นต้องเพิ่มการป้องกันในแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้เครื่องใช้หรือในการติดตั้ง

**หมายเหตุ 1** วิธีออกแบบที่เป็นทางเลือกกำหนดไว้ในภาคผนวก ฉ.

สำหรับวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ซึ่งทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับที่ระบุไม่เกิน 300 V ถ้าแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอดในวงจรเกินค่ายอดของแรงดันไฟฟ้า ประธานกระแสสลับ ระยะห่างในอากาศต่ำสุดสำหรับฉนวนที่พิจารณาคือผลรวมของค่า 2 ค่า ดังต่อไปนี้

- ค่าระยะห่างในอากาศต่ำสุดจากตารางที่ 8 สำหรับแรงดันไฟฟ้า ใช้งานเท่ากับแรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับที่ระบุ และ
- ค่าระยะห่างในอากาศเพิ่มเติมที่เหมาะสมจากตารางที่ 9

**หมายเหตุ 2** สำหรับจุดประสงค์การใช้งาน ของตารางที่ 8 ให้ถือว่าแรงดันไฟฟ้า ใช้งานเท่ากับแรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับที่ระบุ

สำหรับแรงดันไฟฟ้า ใช้งานที่ใช้หาค่าระยะห่างในอากาศสำหรับวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ที่สอดคล้องกับตารางที่ 8

- ต้องนำค่ายอดของความพริ้วกระแสสลับใด ๆ ที่ทับซ้อนบนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเกินค่าที่ยอมให้ตามข้อ 2.3.3 มารวมไว้ด้วย
- ต้องไม่คำนึงถึงภาวะชั่วคราวไม่ซ้ำ (ตัวอย่างเช่น จากการรบกวนของบรรยากาศ)

**หมายเหตุ 3** ให้ถือว่าภาวะชั่วคราวไม่ซ้ำใด ๆ นั้น ในวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ จะไม่สูงเกินแรงดันไฟฟ้าประธานชั่วคราวของวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

- ต้องพิจารณาให้แรงดันไฟฟ้าของวงจร ที่ไม่ใช่ไฟฟ้าอันตราย หรือวงจร TNV ใด ๆ (รวมถึงแรงดันไฟฟ้าสัญญาณเรียก) มีค่าเป็นศูนย์

และตามตารางที่ 9 ตามความเหมาะสม สำหรับแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอดที่เกินค่าแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุ ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าใช้งานค่ายอดสูงสุด

**หมายเหตุ 4** ระยะห่างในอากาศทั้งหมดที่ได้จากการใช้ตารางที่ 9 อยู่ระหว่างค่าที่ต้องการสำหรับสนามเอกพันธ์ (homogeneous field) กับสนามไม่เป็นเอกพันธ์ (inhomogeneous field) ซึ่งมีผลให้ไม่อาจรับประกันได้ว่าค่าระยะห่างในอากาศ เหล่านี้เป็นไปตามการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกที่เหมาะสม ในกรณีของสนามซึ่งมีความไม่เป็นเอกพันธ์มากเพียงพอ

**หมายเหตุ 5** ใช้ระยะห่างในอากาศของตารางที่ 8 และตารางที่ 9

เลือกสคอล์ที่เหมาะสมใน ตารางที่ 8 สำหรับแรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับ ที่ระบุและระดับมลภาวะ เลือกแถวที่เหมาะสมที่มีแรงดันไฟฟ้า ใช้งานเท่ากับแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับ จะได้ระยะห่างในอากาศต่ำสุดที่กำหนด

ที่ตารางที่ 9 เลือกสคอล์ที่เหมาะสมสำหรับแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุและระดับมลภาวะ และเลือกแถวในสคอล์นั้น ซึ่งครอบคลุมถึงแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอดจริง อ่านระยะห่างในอากาศเพิ่มเติมที่ต้องการจากหนึ่งในสองสคอล์ขวามือ และนำไปรวมกับระยะห่างในอากาศต่ำสุดจากตารางที่ 8 จะได้ระยะห่างในอากาศต่ำสุดทั้งหมด



**ตารางที่ 8 ระยะห่างในอากาศต่ำสุดสำหรับฉนวนในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้  
และระหว่างวงจรนั้นกับวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้  
(ข้อ 13.3.2)**

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน ≤		แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสลับที่ ระบุ ≤ 150 V  (แรงดันไฟฟ้าประธานชั่วคราว 1 500 V)				แรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสลับที่ระบุ > 150 V ≤ 300 V  (แรงดันไฟฟ้าประธานชั่วคราว 2 500 V)		แรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสลับที่ระบุ >300 V ≤ 600 V  (แรงดันไฟฟ้าประธานชั่วคราว 4 000 V)	
แรงดันไฟฟ้า ค่ายอด หรือ d.c.  V	แรงดันไฟฟ้า r.m.s. (รูปคลื่นไซน์)  V	มลภาวะ ระดับ 1 และ ระดับ 2		มลภาวะ ระดับ 3		มลภาวะ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3		มลภาวะ ระดับ 1 ระดับ2 และระดับ 3	
		B/S	R	B/S	R	B/S	R	B/S	R
210	150	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	3.2 (3.0)	6.4 (6.0)
420	300	B/S 2.0(1.5) R 4.0(3.0)						3.2 (3.0)	6.4 (6.0)
840	600	B/S 3.2 (3.0) R 6.4 (6.0)							
1 400	1 000	B/S 4.2 R 6.4							
2 800	2 000	B/S/R 8,4							
7 000	5 000	B/S/R 17.5							
9 800	7 000	B/S/R 25							
14 000	10 000	B/S/R 37							
28 000	20 000	B/S/R 80							
42 000	30 000	B/S/R 130							
<b>หมายเหตุ 1</b> ค่าในตารางใช้ได้กับฉนวนมาตรฐาน (B) ฉนวนเพิ่มเติม (S) และฉนวนเสริม (R)									
<b>หมายเหตุ 2</b> ค่าในวงเล็บใช้ได้กับฉนวนมาตรฐาน ฉนวนเพิ่มเติม หรือฉนวนเสริม เฉพาะในกรณีที่การผลิตมีโปรแกรมการควบคุมคุณภาพ (ตัวอย่างโปรแกรมการควบคุมคุณภาพให้ไว้ใน ภาคผนวก ก.) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฉนวนสองชั้นและฉนวนเสริมต้องทดสอบประจำในรายการความทนได้อิเล็กทริก									
<b>หมายเหตุ 3</b> สำหรับแรงดันไฟฟ้า ใช้งานระหว่าง 420 V (ค่ายอด) ถึง 42 000 V (ค่ายอด) หรือกระแสตรง ยอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้นในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้เคียง 2 ค่า และสำหรับค่าเกิน 42 000 V (ค่ายอด) หรือกระแสตรง ยอมให้ใช้การลากต่อเส้นกราฟ โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครึ่งละ 0.1 mm									
<b>หมายเหตุ 4</b> ค่าอธิบายของระดับมลภาวะ ดูข้อ 13.1									

ตารางที่ 9 ระยะห่างในอากาศเพิ่มเติมสำหรับฉนวนในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ที่มีแรงดันไฟฟ้าใช้งานค่ายอดเกินค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุ และระหว่างวงจรมันกับวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

(ข้อ 13.3.2)

แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุ $\leq 150 \text{ V}$		แรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับที่ระบุ $>150 \text{ V} \leq 300 \text{ V}$	ระยะห่างในอากาศเพิ่มเติม mm	
มลภาวะระดับ 1 และระดับ 2	มลภาวะระดับ 3	มลภาวะระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3	ฉนวนมาตรฐาน หรือ ฉนวนเพิ่มเติม	ฉนวนเสริม
แรงดันไฟฟ้าใช้งานสูงสุด V (ค่ายอด)	แรงดันไฟฟ้าใช้งานสูงสุด V (ค่ายอด)	แรงดันไฟฟ้าใช้งานสูงสุด V (ค่ายอด)		
210 (210)	210 (210)	420 (420)	0	0
298 (288)	294 (293)	493 (497)	0.1	0.2
386 (366)	379 (376)	567 (575)	0.2	0.4
474 (444)	463 (459)	640 (652)	0.3	0.6
562 (522)	547 (541)	713 (729)	0.4	0.8
650 (600)	632 (624)	787 (807)	0.5	1.0
738 (678)	715 (707)	860 (884)	0.6	1.2
826 (756)	800 (790)	933 (961)	0.7	1.4
914 (839)		1 006 (1 039)	0.8	1.6
1 002 (912)		1 080 (1 116)	0.9	1.8
1 090 (990)		1 153 (1 193)	1.0	2.0
		1 226 (1 271)	1.1	2.2
		1 300 (1 348)	1.2	2.4
		– (1 425)	1.3	2.6
<p>หมายเหตุ 1 ต้องใช้ในวงเล็บเมื่อค่าในวงเล็บในตารางที่ 8 ถูกนำมาใช้ตามหมายเหตุ 2 ของตารางที่ 8</p> <p>หมายเหตุ 2 สำหรับแรงดันไฟฟ้าทำงานที่สูงกว่าที่แสดงในตาราง ขอมให้ใช้การอนุมานเชิงเส้น</p> <p>หมายเหตุ 3 ขอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้นในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้เคียง 2 ค่า โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครั้งละ 0.1 mm</p> <p>หมายเหตุ 4 คำอธิบายของระดับมลภาวะ ดูข้อ 13.1</p>				

### 13.3.3 ระยะห่างในอากาศในวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

ระยะห่างในอากาศในวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ต้องเป็นไปตามมิติต่ำสุดของตารางที่ 10

สำหรับแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่ใช้หาระยะห่างในอากาศสำหรับวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 10

- ต้องนำค่ายอดของความถี่กระแสสลับใด ๆ ที่ทับซ้อนบนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเกินค่าที่ยอมรับให้ตามข้อ 2.3.3 มารวมไว้ด้วย
- ต้องใช้ค่ายอดสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่เป็น รูปคลื่นไซน์

วงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ปกติเป็นแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท I ถ้าไฟฟ้าประธานเป็นแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท II ภาวะชั่วครู่สูงสุดสำหรับแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับต่าง ๆ ในแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท I แสดงไว้ในหัวข้อของตารางที่ 10 อย่างไรก็ตาม วงจรลอยที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ในเครื่องใช้ ซึ่งมีตัวต่อในตำแหน่งใด ๆ (ตัวอย่างเช่น สายอากาศ ด้านเข้าสัญญาณ) ที่สามารถต่อลงดินได้ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ในตารางที่ 8 และตารางที่ 9 นอกจากว่าอยู่ในเครื่องใช้ที่มีขั้วต่อลงดินป้องกัน และอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

- แยกวงจรลอยจากวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้โดยที่กั้นโลหะต่อลงดิน หรือ
- ภาวะชั่วครู่บนวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับให้สำหรับแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท I (ตัวอย่างเช่น เนื่องจากการลดทอนโดยการต่อส่วนประกอบ เช่น ตัวเก็บประจุ ระหว่างวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้กับดิน) วิธีการวัดระดับภาวะชั่วครู่ ดูข้อ 13.3.4

**หมายเหตุ** ถ้าทราบแรงดันไฟฟ้าชั่วครู่ในโครงข่ายโทรคมนาคม ควรใช้ค่าที่ทราบนั้น

ถ้าไม่ทราบแรงดันไฟฟ้าชั่วครู่ในโครงข่ายโทรคมนาคม ควรใช้พิกัดภาวะชั่วครู่ 800 V (ค่ายอด) สำหรับวงจร TNV-2 และ 1.5 kV (ค่ายอด) สำหรับวงจร TNV-1 และวงจร TNV-3

ถ้าทราบว่าภาวะชั่วครู่ที่เข้ามาถูกลดทอนภายในเครื่องใช้ ควรใช้ค่าที่ทำได้ตามข้อ 13.3.4 (ข)

ตารางที่ 10 ระยะห่างในอากาศต่ำสุดในวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้  
(ข้อ 13.3.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน ≤		แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสลับ ที่ระบุ ≤ 150 V (พิสัยภาวะชั่วคราวสำหรับวงจรที่ไม่ ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำ ไฟฟ้าได้ 800 V) <sup>ก</sup>				แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสลับ ที่ระบุ > 150 V ≤ 300 V (พิสัยภาวะชั่วคราวสำหรับวงจรที่ไม่ ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำ ไฟฟ้าได้ 1 500 V) <sup>ก</sup>				แรงดันไฟฟ้าประธานกระแสลับ ที่ระบุ > 300 V ≤ 600 V (พิสัยภาวะชั่วคราว สำหรับวงจรที่ไม่ ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่าน ส่วนนำ ไฟฟ้าได้ 2 500 V) <sup>ก</sup>		วงจรที่ไม่ต้องรับ แรงดันไฟฟ้าเกิน ชั่วคราว <sup>ก</sup>	
แรงดัน ไฟฟ้า ค่ายอด หรือ d.c. V	แรงดันไฟฟ้า r.m.s (รูปคลื่นไซน์) V	มลภาวะ ระดับ 1 และระดับ 2		มลภาวะ ระดับ 3		มลภาวะ ระดับ 1 และระดับ 2		มลภาวะ ระดับ 3		มลภาวะ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3		มลภาวะ ระดับ 1 และระดับ 2 เท่านั้น	
		B/S	R	B/S	R	B/S	R	B/S	R	B/S	R	B/S	R
71	50	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	0.4 (0.2)	0.8 (0.4)
140	100	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)
210	150	0.9 (0.2)	1.8 (0.4)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)
280	200	B/S 1.4 (0.8) R 2.8 (1.6)								2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	1.1 (0.2)	2.2 (0.4)
420	300	B/S 1.9 (1.0) R 3.8 (2.0)								2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	1.4 (0.2)	2.8 (0.4)
700	500	B/S 2.5								R 5.0			
840	600												
1 400	1 000												
2 800	2 000	B/S/R 8.4								<sup>ก</sup>			
7 000	5 000												
9 800	7 000												
14 000	10 000												
28 000	20 000												
42 000	30 000												
หมายเหตุ 1		ค่าในตารางใช้ได้กับจำนวนมูลฐาน (B) จำนวนเพิ่มเติม (S) และจำนวนเสริม (R)											
หมายเหตุ 2		ค่าในวงเล็บใช้ได้กับจำนวนมูลฐาน จำนวนเพิ่มเติม หรือจำนวนเสริม เฉพาะในกรณีที่การผลิตมีโปรแกรมการควบคุมคุณภาพ (ตัวอย่าง โปรแกรมการควบคุมคุณภาพให้ไว้ในภาคผนวก ก.) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จำนวนสองชั้นและจำนวนเสริมต้องทดสอบประจำในรายการความทนได้อิเล็กทริก											
หมายเหตุ 3		สำหรับแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 420 V (ค่ายอด) ถึง 42 000 V (ค่ายอด) หรือกระแสตรง ขอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้นในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้เคียง 2 ค่า โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครั้งละ 0.1 mm สำหรับแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่เกิน 42 000 V (ค่ายอด) หรือกระแสตรง ขอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้น โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครั้งละ 0.1 mm											
หมายเหตุ 4		คำอธิบายของระดับมลภาวะ ดูข้อ 13.1											
<sup>ก</sup> ค่าเหล่านี้ใช้ได้กับวงจรกระแสตรงที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ซึ่งต่อเข้ากับสายดินอย่างเชื่อถือได้และมีการกรองด้วยตัวเก็บประจุ (capacitive filtering) ที่จำกัดค่าความพลั่วยอดถึงยอดไว้ 10% ของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง													
<sup>ข</sup> ถ้าภาวะชั่วคราวในเครื่องใช้เกินค่านี้ ต้องใช้ระยะห่างในอากาศที่มากกว่าที่เหมาะสม													
<sup>ค</sup> สำหรับแรงดันไฟฟ้าทำงานที่สูงกว่า 1400 V จุดสูงสุดหรือ 1000 V r.m.s. ระยะห่างในอากาศต่ำสุดคือ 5 mm กำหนดว่าระยะห่างในอากาศผ่านการทดสอบความ ทนทานไฟฟ้าตามข้อ 10.3.2 ใช้ : — แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่มีค่า r.m.s.เป็น 106% ของค่ายอดแรงดันไฟฟ้าที่ทำงาน หรือ — แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทดสอบ 150% ของค่ายอดแรงดันไฟฟ้าทำงาน ถ้าเส้นทางผ่านระยะห่างในอากาศมีบางส่วนที่ผ่านพื้นผิวของวัสดุที่ไม่เป็นวัสดุกลุ่ม I ให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริกเฉพาะส่วนที่เป็นช่องว่างในอากาศเท่านั้น													

### 13.3.4 การวัดแรงดันไฟฟ้าชั่วคราว

การทดสอบต่อไปนี้จะให้ดำเนินการเฉพาะเมื่อต้องการหาว่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวครอบคลุมระยะห่างในอากาศในวงจรใด ๆ ต่ำกว่าปกติหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ผลจากตัวกรองในเครื่องใช้ วัดแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวครอบคลุมระยะห่างในอากาศโดยใช้วิธีดำเนินการทดสอบต่อไปนี้จะและระยะห่างในอากาศต้องขึ้นกับค่าที่วัดได้ระหว่างทดสอบ ต่อเครื่องใช้กับเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่แยกต่างหาก (ถ้ามี) แต่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธาน หรือโครงข่ายใด ๆ ตัวอย่างเช่น โครงข่ายโทรคมนาคม และปลดตัวระงับเสิร์จใด ๆ ในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ออก

ต่ออุปกรณ์วัดแรงดันไฟฟ้าครอบคลุมระยะห่างในอากาศที่สงสัย

(ก) ภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกินในไฟฟ้าประธาน

ในการวัดระดับที่ลดลงของภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกินในไฟฟ้าประธาน ใช้เครื่องกำเนิดทดสอบอิมพัลส์ตามภาคผนวก ฅ. สร้างอิมพัลส์  $1.2/50 \mu s$  โดยที่  $U_c$  มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธานที่ให้ไว้ ฅ หัสดมภ์ของตารางที่ 8

ป้อนอิมพัลส์ 3 ถึง 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพชั่วในแต่ละครั้ง และเว้นช่วงเวลาแต่ละครั้งอย่างน้อย 1 s เข้าระหว่างแต่ละจุดดังต่อไปนี้ ตามที่เกี่ยวข้อง

- สายเฟสกับสายเฟส
- ตัวนำสายเฟสทั้งหมดต่อรวมกัน กับสายกลาง
- ตัวนำสายเฟสทั้งหมดต่อรวมกัน กับจุดต่อลงดินป้องกัน
- สายกลางกับจุดต่อลงดินป้องกัน

(ข) ภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกินในโครงข่ายโทรคมนาคม

ในการวัดระดับที่ลดลงของภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกินในโครงข่ายโทรคมนาคม ใช้เครื่องกำเนิดทดสอบอิมพัลส์ตามภาคผนวก ฅ. สร้างอิมพัลส์  $10/700 \mu s$  โดย  $U_c$  มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม

กรณีที่ไม่ทราบแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคมของโครงข่ายโทรคมนาคมที่สงสัย ให้ใช้ค่าดังต่อไปนี้

- 1 500 V ค่ายอด ถ้าวางจรต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นวงจร TNV-1 หรือวงจร TNV-3 และ
- 800 V ค่ายอด ถ้าวางจรต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นวงจร TNV-0 หรือวงจร TNV-2

ป้อนอิมพัลส์ 3 ถึง 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพขั้วในแต่ละครั้ง และเว้นช่วงเวลาแต่ละครั้งอย่างน้อย 1 s เข้าระหว่างจุดต่อแต่ละจุดในโครงข่ายโทรคมนาคมดังต่อไปนี้

- แต่ละคู่ของขั้วต่อ (ตัวอย่างเช่น A กับ B หรือปลายกับวงแหวน (tip and ring)) ในอินเตอร์เฟซ
- ขั้วต่อชนิดอินเตอร์เฟซเดียวกันทั้งหมดต่อรวมกัน กับจุดต่อลงดิน

#### 13.4 ระยะห่างตามผิวฉนวน

ระยะห่างตามผิวฉนวนต้องไม่น้อยกว่าค่าต่ำสุดที่เหมาะสมที่ระบุไว้ในตารางที่ 11 โดยคำนึงถึงค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน ระดับมลภาวะ และกลุ่มวัสดุ

ถ้าระยะห่างตามผิวฉนวนที่ได้มาจากตารางที่ 11 น้อยกว่าระยะห่างในอากาศที่ใช้ได้ ตามที่กำหนดในข้อ 13.3 หรือภาคผนวก ฉ. ต้องใช้ค่าสำหรับระยะห่างในอากาศนั้นเป็นค่าระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด

ยอมให้ใช้ระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุดเท่ากับระยะห่างในอากาศที่ใช้ได้สำหรับ แก้ว ไมกา เซรามิก หรือวัสดุที่คล้ายกัน

สำหรับแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่ใช้หาระยะห่างตามผิวฉนวน

- ต้องใช้ค่ารากลกำลังสองเฉลี่ยที่แท้จริง หรือกระแสตรง
- เมื่อวัดค่ารากลกำลังสองเฉลี่ย ต้องระมัดระวังว่าเครื่องมือวัดแสดงค่ารากลกำลังสองจริงของรูปคลื่นที่ไม่ใช่ไซน์ (non-sinusoidal waveform) เช่นเดียวกับรูปคลื่นไซน์
- ถ้าใช้ค่ากระแสตรง ไม่ต้องคำนึงถึงความพลีวกระแสสลับใด ๆ ที่ทับซ้อนบนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
- ไม่ต้องคำนึงถึงภาวะช่วงสั้น ๆ (ตัวอย่างเช่น สัญญาณเรียกเป็นจังหวะในวงจร TNV)
- ไม่ต้องคำนึงถึงการรบกวนช่วงสั้น ๆ (ตัวอย่างเช่น ภาวะชั่วคราว)

ขณะที่หาแรงดันไฟฟ้าใช้งานสำหรับวงจร TNV ที่ต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคมซึ่งไม่ทราบลักษณะเฉพาะ ต้องสมมุติแรงดันไฟฟ้าใช้งานปกติดังต่อไปนี้

- 60 V กระแสตรง สำหรับวงจร TNV-1
- 120 V กระแสตรง สำหรับวงจร TNV-2 และวงจร TNV-3

กลุ่มวัสดุจำแนกดังนี้

กลุ่มวัสดุ I	$600 \leq \text{CTI}$ (ดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบ)
กลุ่มวัสดุ II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
กลุ่มวัสดุ IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
กลุ่มวัสดุ IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

ทวนสอบกลุ่มวัสดุโดยการประเมินข้อมูลทดสอบสำหรับวัสดุตาม IEC 60112 โดยใช้สารละลายชนิด A จำนวน 50 หยด

ในกรณีที่ไม้ทราบกลุ่มวัสดุ ต้องสมมุติว่าเป็นกลุ่มวัสดุ IIIb ถ้าต้องการค่า CTI เท่ากับหรือสูงกว่า 175 และหาข้อมูลไม่ได้ สามารถกำหนดกลุ่มวัสดุขึ้นได้ด้วยการทดสอบดัชนีความทนการเกิดรอย (proof tracking index, PTI) ตามรายละเอียดใน IEC 60112 อาจรวมวัสดุเข้ากลุ่มได้ถ้า PTI ที่ได้จากการทดสอบเท่ากับหรือสูงกว่าค่าที่ต่ำกว่าของค่า CTI ที่ระบุไว้ในกลุ่มนั้น ๆ

### ตารางที่ 11 ระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด

(ข้อ 13.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน ≤ V r.m.s หรือ d.c.	ฉนวนมาตรฐาน และฉนวนเพิ่มเติม						
	มลภาวะระดับ 1	มลภาวะระดับ 2			มลภาวะระดับ 3		
	กลุ่มวัสดุ I, II, IIIa หรือ IIIb	กลุ่มวัสดุ			กลุ่มวัสดุ		
		I	II	IIIa หรือ IIIb	I	II	IIIa หรือ IIIb
50	n	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	1.9
100		0.7	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
125		0.8	1.1	1.5	1.9	2.1	2.4
150		0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200		1.0	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250		1.3	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
300		1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
400		2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
600		3.2	4.5	6.3	8.0	9.6	10.0
800		4.0	5.6	8.0	10.0	11.0	12.5
1 000		5.0	7.1	10.0	12.5	14.0	16.0
<b>หมายเหตุ 1</b> ขอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้นในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้เคียง 2 ค่า โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครั้งละ 0.1 mm							
<b>หมายเหตุ 2</b> สำหรับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าอาจใช้ตารางที่ 4 ของ IEC 60664-1							
<b>หมายเหตุ 3</b> สำหรับฉนวนเสริม ให้ค่าระยะห่างตามผิวฉนวนเป็น 2 เท่าของค่าระยะห่างตามผิวฉนวนสำหรับฉนวนมาตรฐานในตารางนี้							
<b>หมายเหตุ 4</b> ค่าอธิบายของระดับมลภาวะ ดูข้อ 13.1							
n ไม่ได้ระบุระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุดไว้สำหรับฉนวนในมลภาวะระดับ 1 ให้ใช้ระยะห่างในอากาศต่ำสุดตามที่กำหนดในข้อ 13.3 หรือภาคผนวกฉ.							

การทดสอบให้ทำโดยการวัด โดยพิจารณาตามภาคผนวก จ.

ให้นำภาวะดังต่อไปนี้มาใช้

ส่วนต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ได้ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

สำหรับเครื่องมือสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าถอดไม่ได้แบบธรรมดา การวัดระยะห่างตามผิวฉนวนให้ทำกับตัวนำจ่ายไฟฟ้ามีพื้นที่หน้าตัดใหญ่สุดตามที่ระบุไว้ในข้อ 15.3.5 และปราศจากตัวนำด้วย

เมื่อวัดระยะห่างตามผิวฉนวน จากเปลือกหุ้มที่เป็นวัสดุฉนวนผ่าน ร่อง หรือช่องเปิดในเปลือกหุ้ม พื้นผิว เข้าถึงได้ก็นี้นวัดทดสอบชนิดโพรบทดสอบ B ตาม มอก. 2533 (ดูข้อ 9.1.1.2) สามารถสัมผัสได้เมื่อใช้แรงไม่ มากนัก (ดูรูปที่ 3 จุด B) ให้ถือว่านำไฟฟ้าได้เสมือนหุ้มด้วยโลหะเปลว

**หมายเหตุ** ควรนำการมีอยู่ของสารยึดติดบนเทพฉนวนมาพิจารณาในการหา CTI ด้วย

### 13.5 แผ่นวงจรพิมพ์

13.5.1 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุดระหว่างตัวนำ ซึ่งอันใดอันหนึ่ง อาจต่อกับไฟฟ้า ประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ บนแผ่นวงจรพิมพ์ที่เป็นไปตาม ข้อกำหนดความต้านดึงออก และความ ต้านแรงลอกตาม IEC 60249-2 ได้ให้ไว้ในรูปที่ 10 และใช้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ด้วย

- ใช้ระยะห่างเหล่านี้เฉพาะเมื่อคำนึงถึงความร้อนเกินที่เกี่ยวข้องกับมีต่อตัวนำนั้น (ดูข้อ 11.2) และไม่ คำนึงถึงที่มีต่ออุปกรณ์ที่ยึดติดเกี่ยวข้องกับส่วนประกอบที่ติดตั้ง หรือที่ มีการเชื่อมจุดต่อด้วยการ บัดกรีที่เกี่ยวข้องไว้
- เลขการเคลือบด้วยแลกเกอร์หรือที่คล้ายกัน ยกเว้นการเคลือบตาม IEC 60664-3 ให้ยกเว้นเมื่อทำ การวัดระยะห่างนั้น

13.5.2 สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีการเคลือบประเภท B ฉนวนระหว่างตัวนำต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60664-3 ข้อกำหนดนี้ใช้กับฉนวนมูลฐานเท่านั้น

**หมายเหตุ** สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ดังกล่าว ไม่มีการระบุระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศได้ผิวเคลือบ

### 13.6 ฉนวนข้อต่อ

ต้องพิจารณาว่าระยะห่างระหว่างส่วนนำไฟฟ้าได้ตามข้อต่อแบบไม่ประสาน (uncemented joint) เป็น ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน ตามค่าในข้อ 13.3 หรือภาคผนวก ณ. และข้อ 13.4

สำหรับข้อต่อแบบประสานอย่างเชื่อถือได้ ที่เป็นไปตามการทดสอบดังต่อไปนี้ ไม่มีระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน ในกรณีนี้ให้ใช้ข้อ 8.8 เท่านั้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ การวัด และการทดสอบ

สำหรับการทดสอบนี้ ให้แทนที่ลวดขดลวดเคลือบ (ถ้ามี) ด้วยลวดที่ไม่หุ้มฉนวน

ให้พิจารณาว่าวัสดุถูกประสานเข้าด้วยกัน ถ้าสามารถทนการทดสอบดังต่อไปนี้

เครื่องใช้ ส่วนประกอบ หรือชุดประกอบย่อย 3 หน่วย ต้องทนวัฏจักรอุณหภูมิดังต่อไปนี้ 10 วัฏจักร

- 68 h ที่  $(X \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 h ที่  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$



- 2 h ที่  $(0 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 h ที่  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$

โดยที่ X คืออุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในภาวะการทำงานปกติของเครื่องใช้ ส่วนประกอบ หรือชุดประกอบย่อยที่กำลังพิจารณาบวก 10 K โดยมีค่าต่ำสุดเป็น  $85 ^\circ\text{C}$

เครื่องใช้ ส่วนประกอบ หรือชุดประกอบย่อย 1 หน่วย ต้องทดสอบความทนได้อิเล็กทริกที่เกี่ยวข้องตามข้อ 10.3 โดยไม่ต้องอบความชื้นตามข้อ 10.2 อย่างไรก็ตาม ให้คูณแรงดันไฟฟ้าทดสอบด้วย 1.6

ให้ทำการทดสอบนี้ทันทีหลังจากการปรับอุณหภูมิ 68 h ของวัฏจักรสุดท้าย

ขณะสิ้นสุดตามจำนวนวัฏจักร ให้ทดสอบเครื่องใช้ ส่วนประกอบ หรือชุดประกอบย่อย ที่เหลือ 2 หน่วย ในรายการความทนได้อิเล็กทริกที่เกี่ยวข้องตามข้อ 10.3 อย่างไรก็ตาม ให้คูณแรงดันไฟฟ้าทดสอบด้วย 1.6

**หมายเหตุ 1** ใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบปกติ เพื่อให้มั่นใจว่า ถ้าพื้นผิวไม่ประสานเข้าด้วยกัน จะเกิดการเสียดสีสภาพลื่น

สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า คู่เต้าต่อแม่เหล็กและอุปกรณ์ที่คล้ายกัน ถ้าฉนวนที่ใช้ตั้งอยู่บนความปลอดภัย ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V r.m.s. ที่ความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz ระหว่างขดลวด กับขดลวด และระหว่างขดลวดกับส่วนนำไฟฟ้าอื่น ๆ ในระหว่างภาวะวัฏจักรความร้อนดังกล่าวข้างต้น

การเสียดสีสภาพความเป็นฉนวนต้องไม่ปรากฏขึ้นในระหว่างการทดสอบนี้

**หมายเหตุ 2** ในบริบทที่ทดสอบควรป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V ผ่านฟิวส์แยกต่างหาก

### 13.7 ส่วนปิดหุ้มและปิดผนึก

เครื่องใช้ ชุดประกอบย่อย หรือส่วนประกอบที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้และถูกปิดหุ้มหุ้มห่อ หรือปิดผนึกแน่นหนาป้องกันสิ่งสกปรกและความชื้น ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนภายในต่ำสุดอาจลดลงเป็นค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 12

**หมายเหตุ 1** ตัวอย่างของโครงสร้างแบบนี้ให้รวมถึงกล่องโลหะที่ปิดผนึกแน่นหนา กล่องพลาสติกที่ปิดผนึกด้วยสารยึดติด ส่วนที่หุ้มห่อโดยการเคลือบจุ่ม หรือโดยการเคลือบประเภท A ของแผ่นวงจรพิมพ์ตาม IEC 60664-3

**หมายเหตุ 2** ยอมให้ลดทอนค่านี้เพื่อเป็นการป้องกันช็อกไฟฟ้า และการเกิดความร้อนเกิน

**ตารางที่ 12 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด**  
**(โครงสร้างปิดหุ้ม หุ้มห่อ หรือปิดผนึกแน่นหนา)**  
**(ข้อ 13.7)**

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน $\leq V$ (ค่าขอด) a.c. หรือ d.c.	ระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด mm
35	0.2
45	0.2
56	0.3
70	0.3
90	0.4
110	0.4
140	0.5
180	0.7
225	0.8
280	1.0
360	1.1
450	1.3
560	1.6
700	1.9
900	2.3
1 120	2.6
1 400	3.2
1 800	4.2
2 250	5.6
2 800	7.5
3 600	10.0
4 500	12.5
5 600	16.0
7 000	20.0
9 000	25.0
11 200	32.0
14 000	40.0
<p><b>หมายเหตุ 1</b> ค่าที่กำหนดใช้ได้ทั้งกับฉนวนมาตรฐานและฉนวนเพิ่มเติม</p> <p><b>หมายเหตุ 2</b> ค่าสำหรับฉนวนเสริมต้องเป็น 2 เท่าของค่าในตาราง</p> <p><b>หมายเหตุ 3</b> ค่า CTI ต่ำสุด 100 เป็นค่าที่ต้องการสำหรับวัสดุฉนวนที่ใช้ พิกัดค่า CTI ให้อ้างอิงค่าที่ได้ตาม IEC 60112 ด้วยสารละลายชนิด A</p> <p><b>หมายเหตุ 4</b> ขอมให้ใช้การประมาณค่าตามสัดส่วนเชิงเส้นในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้เคียง 2 ค่า โดยระยะห่างที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่าครั้งละ 0.1 mm</p>	

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ การวัด และทดสอบเครื่องใช้ ชุดประกอบย่อย หรือส่วนประกอบ กับวัฏจักรอุณหภูมิ 10 วัฏจักร ดังต่อไปนี้

- 68 h ที่  $(Y \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 h ที่  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 2 h ที่  $(0 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 h ที่  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$

โดยที่ Y คืออุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในภาวะการทำงานปกติของเครื่องใช้ ชุดประกอบย่อย หรือ ส่วนประกอบ ที่กำลังพิจารณา โดยมีค่าต่ำสุดเป็น  $85 ^\circ\text{C}$  ในกรณีของหม้อแปลงไฟฟ้า Y คืออุณหภูมิสูงสุดของขดลวดที่วัดได้ในภาวะการทำงานปกติบวก 10 K โดยมีค่าต่ำสุดเป็น  $85 ^\circ\text{C}$

แล้วให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริก กับเครื่องใช้ ชุดประกอบย่อย หรือส่วนประกอบ ตามข้อ 10.3

ให้ทำการทดสอบตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง

ต้องผ่านการทดสอบ

- 13.8 ระยะห่างระหว่างส่วนนำไฟฟ้าภายในเครื่องใช้ ชุดประกอบย่อย หรือส่วนประกอบซึ่งผ่านกรรมวิธีบรรจุด้วยสารประกอบฉนวนในโพรงอากาศทั้งหมด ในลักษณะที่ไม่มีระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 8.8 เท่านั้น

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของกรรมวิธี เช่น การหล่อ (potting) การผนึกหุ้ม (encapsulation) และการอัดน้ำยาในภาวะสุญญากาศ (vacuum impregnation)

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 13.7 ให้พิจารณาข้อ 8.8 ร่วมกับการตรวจสอบดังต่อไปนี้

ต้องตรวจพินิจเพื่อตรวจสอบว่าไม่มีรอยร้าวที่วัสดุผนึกหุ้ม วัสดุฉนวนน้ำยา หรือวัสดุอื่น การเคลือบนั้นไม่หลุดหลวมหรือหลุด และเมื่อตัดเพื่อดูภาคตัดของตัวอย่างต้องไม่มีโพรงอากาศที่มีนัยสำคัญในวัสดุนั้น

## 14. ส่วนประกอบ

**หมายเหตุ 1** ในกรณีที่ส่วนประกอบมีค่าเป็นส่วนหนึ่งของพิสัยหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบทุกค่าในพิสัยนั้น ถ้าพิสัยค่านี้ประกอบด้วยหลายช่วงย่อยที่เป็นเอกพันธ์ทางเทคโนโลยี ควรเลือกตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงย่อย นอกจากนี้ ถ้าเป็นไปได้แนะนำให้ใช้แนวคิดของส่วนประกอบที่มีความคล้ายกันทางโครงสร้าง

**หมายเหตุ 2** หากต้องการประเภทของสภาพติดไฟได้ที่แน่นอนตาม IEC 60695-11-10 ให้อ้างอิงภาคผนวก ข.

**หมายเหตุ 3** หากไม่ได้ระบุข้อกำหนดสภาพติดไฟได้ในข้อนี้ ให้อ้างอิงข้อ 20.1.1

**หมายเหตุ 4** ในประเทศออสเตรเลีย และประเทศนิวซีแลนด์ เงื่อนไขพิเศษของชาติข้อ 20 หมายเหตุ 2 นอกจากนี้ยังนำไปใช้กับส่วนประกอบทั้งหมด

หมายเหตุ 5 ในประเทศสวีเดน สวิตช์ที่มีปรอท เช่น อุณหภูมิ รีเลย์ และตัวควบคุมระดับไม่ได้รับอนุญาต

#### 14.1 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน ซึ่งเมื่อลัดวงจรหรือตัดวงจรแล้ว จะทำให้ละเมิดข้อกำหนดสำหรับการทำงานในภาวะผิดปกติ (คู่มือ 11.) และตัวต้านทาน ต่อข้าม ช่องว่างหน้าสัมผัสของสวิตช์ประธาน ต้องมีค่าความต้านทาน เสถียรพอเพียงในภาวะโหลดเกิน

ตัวต้านทานเหล่านั้นต้องอยู่ภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบ (ก) หรือการทดสอบ (ข) โดยใช้ตัวอย่าง 10 ตัว

ก่อนการทดสอบ (ก) หรือการทดสอบ (ข) ให้วัดความต้านทานของตัวอย่างแต่ละตัว แล้วนำไปทดสอบ ภาวะร้อนขึ้นตาม IEC 60068-2-78 ภายใต้พารามิเตอร์ที่เข้มงวดดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิ  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- ความชื้นสัมพัทธ์  $(93 \pm 3) \%$
- ช่วงเวลาทดสอบ 21 วัน

(ก) สำหรับตัวต้านทานที่ต่อระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ และสำหรับตัวต้านทานต่อข้ามช่องว่างหน้าสัมผัสของสวิตช์ประธาน นำชิ้นทดสอบ 10 ตัวไปทดสอบการปล่อยประจุตัวละ 50 ครั้ง ที่อัตราสูงสุด 12 ครั้งต่อนาที จากตัวเก็บประจุ 1 nF ประจุถึง 10 kV ในวงจรทดสอบตามที่แสดงในรูปที่ 5ก

หลังการทดสอบ ค่าความต้านทานต้องไม่แตกต่าง เกิน 20% จากค่าที่วัดได้ก่อนการทดสอบภาวะร้อนขึ้น

ต้องผ่านการทดสอบ

(ข) สำหรับตัวต้านทานอื่น ๆ นำชิ้นทดสอบ 10 ตัวไปทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าที่ค่าซึ่งให้กระแสไฟฟ้าผ่านเป็น 1.5 เท่าของค่าที่วัดผ่านตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเท่ากับค่าที่กำหนดตามที่ระบุ ในกรณีที่ติดตั้งตัวต้านทานนี้เข้ากับเครื่องใช้ และเครื่องใช้ทำงานในภาวะผิดปกติ ระหว่างทดสอบให้รักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่

ให้วัดค่าของความต้านทานเมื่อถึงสถานะคงตัวและต้องไม่แตกต่าง เกิน 20% จากค่าที่วัดได้ก่อนการทดสอบภาวะร้อนขึ้น

ต้องผ่านการทดสอบ

สำหรับตัวต้านทานที่ต่อระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนระหว่างขั้วปลายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 13. สำหรับฉนวนเสริม

ตัวต้านทานที่มีขั้วปลายแบบสายนำปลายภายใน ยอมให้ใช้ก็ต่อเมื่อระยะห่างภายในอย่างชัดเจนและถูกต้องเท่านั้น

การทดสอบให้ทำโดยการวัดและตรวจพินิจ

## 14.2 ตัวเก็บประจุ และหน่วย RC

เมื่อมีการอ้างอิงให้ทำการทดสอบตามที่ระบุใน IEC 60384-14 ตารางที่ 2 ให้ทดสอบเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

ช่วงเวลาของการทดสอบ สถานะคงตัวภาวะร้อนขึ้นตามที่ระบุใน ข้อ 4.12 ของ IEC 60384-14 ต้องเป็น 21 วัน

**หมายเหตุ** การอ้างอิงให้ทำตาม IEC 60384-14 และที่แก้ไขเพิ่มเติม 1 โดยไม่คำนึงว่าการใช้ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC นั้น ใช้เพื่อการระงับการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่

### 14.2.1 ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ซึ่งเมื่อลัดวงจรหรือตัดวงจรแล้วจะทำให้ละเมิดข้อกำหนดในภาวะผิดปกติเกี่ยวกับอันตรายจากช็อกไฟฟ้า ต้อง

- (ก) ทนการทดสอบสำหรับตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y2 หรือประเภท Y4 ตามที่ระบุใน IEC 60384-14 ตารางที่ 2

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y2 ต้องใช้กับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนดมากกว่า 150 V และไม่เกิน 250 V เทียบกับสายดินหรือสายกลาง ตามลำดับ

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y4 อาจใช้เฉพาะกับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนดไม่เกิน 150 V เทียบกับสายดินหรือสายกลาง ตามลำดับ

- (ข) ทนการทดสอบสำหรับตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y1 หรือประเภท Y2 ตามที่ระบุใน IEC 60384-14 ตารางที่ 2

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y1 ต้องใช้กับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนดมากกว่า 150 V และไม่เกิน 250 V เทียบกับสายดินหรือสายกลาง ตามลำดับ

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y2 อาจใช้เฉพาะกับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าประธาน ที่กำหนดไม่เกิน 150 V เทียบกับสายดินหรือสายกลาง ตามลำดับ

**หมายเหตุ** สำหรับการใช้ตามข้อ (ก) และข้อ (ข) ให้อ้างอิงตามข้อ 8.5 และข้อ 8.6

ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC เหล่านี้ ต้องอยู่ภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้

- 14.2.2 ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่มีขั้วปลายต่อกับไฟฟ้าประธาน โดยตรง ต้องทนการทดสอบสำหรับ กลุ่มย่อยตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X1 หรือประเภท X2 ตามที่ระบุใน IEC 60384-14 ตารางที่ 2
- กลุ่มย่อยตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X1 ต้องใช้กับเครื่องใช้ที่ต่อแบบถาวรซึ่งเจตนาต่อกับไฟฟ้าประธานที่แรงดันไฟฟ้าระบุมากกว่า 150 V และไม่เกิน 250 V เทียบกับสายดินหรือสายกลางตามลำดับ

กลุ่มย่อยตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X2 อาจใช้กับการใช้งานอื่น ๆ

**หมายเหตุ 1** ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y2 อาจใช้แทนตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X1 หรือประเภท X2

**หมายเหตุ 2** ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท Y4 อาจใช้แทนตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X2 หากใช้งานไม่เกิน 150 V

- 14.2.3 ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่พร้อมขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงด้วยความถี่ ด้านออกไฟฟ้าประธาน ซึ่งเมื่อลัดวงจรแล้วจะทำให้ ละเมิดข้อกำหนดเกี่ยวกับความร้อนเกิน ต้องทนการทดสอบสำหรับ กลุ่มย่อยตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X2 ตามที่ระบุใน IEC 60384-14 Table II

คุณลักษณะของตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ต้องเหมาะสม กับหน้าที่ในเครื่องใช้ ในภาวะการทำงานปกติ

- 14.2.4 (สงวนไว้ให้เป็นอิสระสำหรับข้อกำหนดที่จะมีต่อไปสำหรับตัวเก็บประจุ หรือ หน่วย RC นอกเหนือจากที่อ้างถึงในข้อ 14.2.1 ถึงข้อ 14.2.3)

- 14.2.5 ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่ไม่ครอบคลุมโดยข้อ 14.2.1 ถึงข้อ 14.2.4

**หมายเหตุ** ถ้าตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X1 หรือประเภท X2 ที่ใช้ในสถานที่นอกเหนือจากที่ต้องการในข้อ 14.2.2 ให้พิจารณาตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ประเภท X1 หรือประเภท X2 เหล่านี้ครอบคลุมโดยข้อ 14.2.2 ด้วย

- (ก) ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่มีปริมาตรมากกว่า 1 750 mm<sup>3</sup> และใช้ในวงจรซึ่งเมื่อตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ถูกลัดวงจร แล้วมีกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่อลัดวงจร เกิน 0.2 A ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการเกิดเปลวไฟแพสซีฟตามข้อ 4.38 ของ IEC 60384-1 การเกิดเปลวไฟประเภท B หรือที่ดีกว่า

- (ข) เมื่อระยะห่างระหว่างแหล่ง ที่มีศักยภาพในการติดไฟกับตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC ที่มีปริมาตรมากกว่า 1 750 mm<sup>3</sup> ไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 13 ตัวเก็บประจุ หรือหน่วย RC เหล่านี้ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการเกิด เปลวไฟแพสซีฟที่เกี่ยวข้องตาม ข้อ 4.38 ของ IEC 60384-1 ตามที่ระบุในตารางที่ 13 หรือที่ดีกว่า ไม่ต้องใช้ข้อกำหนดการเกิด เปลวไฟแพสซีฟ หากตัวเก็บประจุ

หรือหน่วย RC เหล่านี้ถูก กำบังจากแหล่ง ที่มีศักยภาพในการติดไฟ ด้วยที่กัน ตามที่ระบุใน ข้อ 20.1.4

ไม่ใช่ข้อนี้กับตัวเก็บประจุหรือหน่วย RC ที่มีตัวถังเป็น โลหะ ไม่ต้องคำนึงถึงการเคลือบบางหรือลอก บางในกรณีนี้

**ตารางที่ 13 ประเภทการเกิดเปลวไฟที่สัมพันธ์กับระยะห่างจากแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ**  
(ข้อ 14.2.5)

แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของ แหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ  V (ค่ายอด) a.c หรือ d.c.	ระยะห่างจากแหล่งที่มี ศักยภาพในการติดไฟถึง ตัวเก็บประจุหรือหน่วย RC ลงไปด้านล่างหรือ ด้านข้าง น้อยกว่า <sup>ก</sup>  mm	ระยะห่างจากแหล่งที่มี ศักยภาพในการติดไฟถึง ตัวเก็บประจุหรือหน่วย RC ขึ้นไปด้านบน น้อยกว่า <sup>ก</sup>  mm	ประเภทการ เกิดเปลวไฟ แฟลชีฟตาม ข้อ ค)
>50 และ ≤4 000	13	50	B
>4 000	ดูข้อ 20.2		
<sup>ก</sup> ดูรูปที่ 13			

การทดสอบให้ทำตามข้อ 4.38 ของ IEC 60384-1

### 14.3 ตัวเหนี่ยวนำและขดลวด

ตัวเหนี่ยวนำและขดลวดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ข้อกำหนดของ IEC 61558-1 และอนุกรมที่เกี่ยวข้องของ IEC 61558-2 พร้อมกับภาวะเพิ่มเติม คือ วัสดุฉนวนของตัวเหนี่ยวนำและขดลวด ยกเว้นที่อยู่ในรูปแบบของแผ่นบาง ต้องเป็นไปตามข้อ 20.1.4
- หรือข้อกำหนดดัง ต่อไปนี้

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของอนุกรมที่เกี่ยวข้องของ IEC 61558-2 คือ

*IEC 61558-2-1 [11]: SEPARATING TRANSFORMERS*

*IEC 61558-2-4 [12]: ISOLATING TRANSFORMERS*

*IEC 61558-2-6 [13]: Safety ISOLATING TRANSFORMERS*

*IEC 61558-2-17: Transformers for switch mode power supplies*

#### 14.3.1 การทำเครื่องหมาย

ตัวเหนี่ยวนำซึ่งเมื่อเกิดความล้มเหลวแล้วจะทำให้ความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าลดลง ตัวอย่างเช่น หม้อแปลง ขดลวดแยก ต้องทำเครื่องหมายของชื่อผู้ทำหรือเครื่องหมายการค้า และประเภทหรือ เติ้ดดาถืออ้างอิง อาจใช้หมายเลขรหัสแทนชื่อผู้ทำและประเภทอ้างอิงได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

#### 14.3.2 ทั่วไป

**หมายเหตุ** การพิจารณาข้อกำหนดของข้อ 10.1 สำหรับนวนของขดลวด ให้ขึ้นกับการใช้งานเครื่องใช้ตาม ประสงค์

หม้อแปลงขดลวดแยก ต้องเป็นไปตาม

- ข้อ 14.3.3 และ
- ข้อ 14.3.4.1 หรือข้อ 14.3.4.2 และ
- ข้อ 14.3.5.1 หรือข้อ 14.3.5.2

หม้อแปลงแยก ต้องเป็นไปตาม

- ข้อ 14.3.3 และ
- ข้อ 14.3.4.3 และ
- ข้อ 14.3.5.1 หรือข้อ 14.3.5.2

ขดลวดอื่น ตัวอย่างเช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำซึ่งป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับสเตเตอร์เท่านั้น ขดลวดกำจัดอำนาจ แม่เหล็ก ขดลวดครีเลย์ หม้อแปลงรวมขดลวด ต้องเป็นไปตามข้อ 14.3.3.1 ข้อ 14.3.5.1 และข้อ 14.3.5.2 เท่าที่เป็นไปได้

หม้อแปลงสำหรับแหล่งจ่าย กำลังไฟฟ้า ใช้การ สวิตช์ (SMPS) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 61558-1 และ IEC 61558-2-17 หรือ

ตามข้อกำหนดสำหรับหม้อแปลงขดลวดแยก หรือสำหรับหม้อแปลงแยก ตามที่ให้ไว้ข้างต้น

วัสดุฉนวนของตัวเหนี่ยวนำหรือขดลวด ยกเว้นที่อยู่ในรูปของแผ่นบาง ต้องเป็นไปตามข้อ 20.1.4

#### 14.3.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการสร้าง

##### 14.3.3.1 ขดลวดทั้งหมด

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 13.

##### 14.3.3.2 การออกแบบที่มีขดลวดมากกว่าหนึ่งชุด



กรณีมีการใช้แผ่นกันฉนวนซึ่งประกอบด้วย แผ่นกันแบบกดติดโดยไม่ใช้ซีเมนต์ ให้วัดระยะห่างตามผิวฉนวนผ่านข้อต่อ ถ้าข้อต่อถูกหุ้มด้วยเทปกาว ตาม IEC 60454 ต้องมีเทปกาว 1 ชั้นบนแต่ละด้านของแผ่นเพื่อลดความเสี่ยงการพับกลับของเทปในระหว่างการผลิต

ขดลวดด้านนอกและด้านเข้าต้องแยกทางไฟฟ้าระหว่างกัน และต้องมีการสร้างในลักษณะที่ไม่มีความเป็นไปได้ในการต่อทางไฟฟ้าระหว่างขดลวดเหล่านี้ทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

โดยเฉพาะ ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกัน

- การกระจัดเกินควรของขดลวดด้านเข้าและด้านนอก หรือบางส่วนของขดลวด
- การกระจัดเกินควรของการเดินสายภายใน หรือลวดสำหรับการต่อภายนอก
- การกระจัดเกินควรของส่วนต่าง ๆ ของขดลวด หรือการเดินสายภายใน กรณีของการขาดของลวด หรือการหลุดหลวมของการต่อ
- ลวด สกรู แหวนรอง และสิ่งที่คล้ายกันไม่ให้เชื่อมโยงส่วนใด ๆ ของฉนวนระหว่างขดลวดด้านเข้าและด้านนอก รวมถึงการต่อของขดลวด ในกรณีที่หลุดหลวมหรือหลุดออก

รอบสุดท้ายของ ขดลวด แต่ละขดต้องรักษาไว้ในลักษณะที่วางใจได้ ตัวอย่างเช่น โดยเทป ตัวประสานที่เหมาะสม หรือการคงไว้ต้องแสดงนัยโดยเทคโนโลยีการผลิต

กรณีใช้บอบบิ้นที่ไม่มีคิรีย ขดสุดท้ายของแต่ละชั้นต้องรักษาไว้ในลักษณะที่วางใจได้ ตัวอย่างเช่น แต่ละชั้นสามารถวางสลับด้วยวัสดุฉนวนที่พอเพียงที่ยื่นออกมาพ้นขดสุดท้ายของแต่ละชั้น และที่นอกเหนือจากนั้น อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- ขดลวดต้องอัดน้ำยาด้วยวัสดุอบแข็งหรือวัสดุคงรูปเย็น บรรจุสารแทรกช่องว่างให้ทั่วถึงและปิดผนึกอย่างมีประสิทธิภาพที่ขดสุดท้าย หรือ
- ขดลวดต้องยึดกันด้วยวัสดุฉนวน หรือ
- ขดลวดต้อง ยึดโดยเทคโนโลยีการผลิต เป็นต้น

**หมายเหตุ** คาดว่าการยึดที่เป็นอิสระต่อกัน 2 จุด จะไม่หลุดหลวมในเวลาเดียวกัน

กรณีที่ใช้เทปที่มีขอบหยัก (serrated tape) ถือว่าส่วนที่เป็นหยักไม่เป็นฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

#### 14.3.4 การแยกระหว่างขดลวด

##### 14.3.4.1 ขดลวดของการสร้างประเภท II

การแยกระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับขดลวดที่เจตนาต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ต้องประกอบด้วยฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมตามข้อ 8.8 ยกเว้นกรณีตัวขึ้นรูปขดลวดและผนังกันมีฉนวนเสริมหนาน้อยกว่า 0.4 mm ไม่ต้องใช้ข้อกำหนดเพิ่มเติมอีก

กรณีส่วนนำไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างกลาง ตัวอย่างเช่น แกนเหล็ก ซึ่งไม่เจตนาต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ อยู่ระหว่างขดลวดที่เกี่ยวข้อง ฉนวนระหว่างขดลวดเหล่านี้ผ่านส่วนนำไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างกลาง ต้องประกอบด้วยฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมตามที่กำหนดข้างต้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

#### 14.3.4.2 ขดลวดของการสร้างประเภท I

การแยกระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับขดลวดที่เจตนาต่อกับส่วนที่เข้าถึงได้ อาจประกอบด้วยฉนวนมูลฐานร่วมกับฉนวนป้องกันเฉพาะเมื่อเป็นไปตามทุกภาวะดังต่อไปนี้

- ฉนวนระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับฉนวนป้องกันต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับฉนวนมูลฐานตามข้อ 8.8 เรื่องมิติสำหรับแรงดันไฟฟ้าอันตราย
- ฉนวนระหว่างฉนวนป้องกันกับขดลวดที่มีไฟฟ้าไม่อันตราย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความทนได้อิเล็กทริกตามตารางที่ 5 รายการที่ 2
- ฉนวนป้องกันที่เจตนาต่อกับข้อต่อลงดินป้องกันหรือหน้าสัมผัสต่อลงดินป้องกัน ต้องวางระหว่างขดลวดด้านเข้ากับขดลวดด้านออกในลักษณะที่ฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าไม่ให้จ่ายให้กับขดลวดด้านออกใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่ฉนวนผิวดำง
- ฉนวนป้องกันต้องประกอบด้วยแผ่นโลหะเปลวหรือฉนวนที่มีการพันลวดซึ่งอย่างน้อยขยายคลุมตลอดความกว้างของขดลวดที่ติดกับฉนวน ฉนวนที่มีการพันลวดต้องพันอย่างแน่นโดยปราศจากช่องว่างระหว่างขด
- ฉนวนป้องกันต้องได้รับการประกอบในลักษณะที่ส่วนปลายแต่ละส่วนไม่สามารถสัมผัสกันหรือสัมผัสกับแกนเหล็กพร้อมกัน เพื่อป้องกันความร้อนเกิน เนื่องจากการเกิดขดลวดลัดวงจร
- ฉนวนป้องกันและลวดสายนำด้านนอก (lead-out wire) ของฉนวนป้องกันต้องมีพื้นที่หน้าตัดที่พอเพียงที่จะทำให้ความมั่นใจว่าการเสียดสีสภาพฉนวนของฉนวนเกิดขึ้น ฟิวส์ หรืออุปกรณ์ตัดกระแสจะเปิดวงจรก่อนที่ฉนวนหรือลวดสายนำด้านนอกจะเสียหาย
- ลวดสายนำด้านนอก ต้องต่อกับฉนวนป้องกันด้วยวิธีที่วางใจได้ ตัวอย่างเช่น ด้วยการบัดกรี การเชื่อม การใช้หมุดย้ำ หรือการบีบอัด

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจหรือการวัด

#### 14.3.4.3 ขดลวดที่มีโครงสร้างแยกตัว

การแยกตัวระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับขดลวดที่เจตนาให้ต่อกับส่วนที่แยกจากส่วนที่เข้าถึงได้โดยฉนวนเพิ่มเติมเท่านั้น ต้องประกอบด้วยฉนวนมูลฐานเป็นอย่างน้อยตามข้อ 8.8

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

#### 14.3.5 ฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนที่เข้าถึงได้

##### 14.3.5.1 ขดลวดของการสร้างประเภท II

ฉนวนระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนที่เข้าถึงได้หรือส่วนที่เจตนาให้ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ตัวอย่างเช่น แกนเหล็ก

และ

ฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ตัวอย่างเช่น แกนเหล็กที่ต่อกับขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับขดลวดที่เจตนาให้ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้

ต้องประกอบด้วยฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมตามข้อ 8.8 ยกเว้นกรณีตัวขึ้นรูปขดลวดและผนังกันมีฉนวนเสริมหนาอย่างน้อย 0.4 mm ไม่ต้องใช้ข้อกำหนดเพิ่มเติมอีก

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

##### 14.3.5.2 ขดลวดของการสร้างประเภท I

ฉนวนระหว่างขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ หรือส่วนที่เจตนาให้ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ที่ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกันหรือหน้าสัมผัสต่อลงดินป้องกัน ตัวอย่างเช่น แกนเหล็ก

และ

ฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ตัวอย่างเช่น แกนเหล็กที่แยกจากขดลวดที่มีไฟฟ้าอันตรายด้วยฉนวนเชิงหน้าที่เท่านั้น กับขดลวดขดลวดหรือโลหะเปลวของฉากป้องกัน ที่ เจตนาให้ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกันหรือหน้าสัมผัสต่อลงดินป้องกัน

ต้องประกอบด้วย ฉนวนมูลฐานตามข้อ 8.8

ขดลวดขดลวดของขดลวดที่เจตนาให้ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกันหรือหน้าสัมผัสต่อลงดินป้องกัน ต้องมีวิสัยสามารถนำกระแสไฟฟ้าพอเพียงที่จะให้ความมั่นใจว่า หากการเสียดสีสภาพฉนวนของฉนวนเกิดขึ้น ฟิวส์ หรืออุปกรณ์ตัดกระแสจะเปิดวงจรก่อนที่จะขดลวดจะเสียหาย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

#### 14.4 ส่วนประกอบและชุดประกอบไฟฟ้าแรงสูง

**หมายเหตุ** สำหรับเคเบิลไฟฟ้าแรงสูง อ้างอิงข้อ 20.1.2

ส่วนประกอบที่ทำงานที่แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 4 kV (ค่ายอด) และมีช่องประกายเพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน หากไม่ได้ครอบคลุมถึงโดยข้อ 20.1.3 ต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายจากไฟต่อสิ่งที่อยู่โดยรอบเครื่องใช้หรืออันตรายอื่น ๆ ตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจสอบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับประเภท V-1 ตาม IEC 60695-11-10 หรือโดยการทดสอบตามข้อ 14.4.1 และข้อ 14.4.2 ตามลำดับ ซึ่งต้องผ่านการทดสอบ

##### 14.4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงและตัวทวีไฟฟ้าแรงสูง

นำตัวอย่างหม้อแปลงที่มีขดลวดไฟฟ้าแรงสูงหนึ่งขดหรือมากกว่า หรือตัวทวีไฟฟ้าแรงสูงจำนวน 3 ตัวอย่าง ไปเตรียมตามที่ระบุในข้อ (ก) แล้วทดสอบตามที่ระบุในข้อ (ข)

##### (ก) การปรับภาวะ

กรณีหม้อแปลง ขึ้นด้นให้ป้อนกำลังไฟฟ้า 10 W (ไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ไฟฟ้าประธาน) ให้กับขดลวดไฟฟ้าแรงสูง รักษาำลังไฟฟ้านี้ไว้เป็นเวลา 2 min หลังจากนั้นให้เพิ่มขึ้นเป็นขั้น ขั้นละ 10 W ต่อ 2 min ติดต่อกันจนกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 40 W

ปรับภาวะจนครบ 8 min หรือหยุดทันทีที่ขดลวดขาดหรือสิ่งหุ้มป้องกันแยกเห็นได้

**หมายเหตุ 1** หม้อแปลงบางตัวออกแบบไว้ทำให้ไม่สามารถปรับภาวะตามข้างต้นได้ กรณีนี้ให้ทดสอบเฉพาะตามข้อ (ข) เท่านั้น

สำหรับตัวทวีไฟฟ้าแรงสูงแต่ละตัวอย่าง ให้ลัดวงจรด้านออกของตัวทวีไฟฟ้าแรงสูง และให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงที่เหมาะสมกับด้านเข้าของตัวอย่างนั้นแต่ละตัว

ปรับแต่งแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าเพื่อให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรเริ่มต้นเท่ากับ  $(25 \pm 5)$  mA รักษาไว้เป็นเวลา 30 min หรือหยุดทันทีที่เกิดการลัดวงจรหรือสิ่งหุ้มป้องกันแยกเห็นได้

**หมายเหตุ 2** ในกรณีที่การออกแบบตัวทวีไฟฟ้าแรงสูง ทำให้ไม่สามารถปรับกระแสไฟฟ้าลัดวงจรให้เท่ากับ 25 mA ได้ ให้ใช้กระแสปรับภาวะซึ่งแทนกระแสไฟฟ้าที่รับได้สูงสุด ที่หาได้จากแบบของตัวทวีหรือจากภาวะการใช้งานในเครื่องใช้

##### (ข) การทดสอบสภาพการเกิดเปลวไฟ

นำตัวอย่างไปทดสอบสภาพการเกิดเปลวไฟตามข้อ ข.1.2 ของภาคผนวก ข.

##### 14.4.2 ชุดประกอบไฟฟ้าแรงสูงและส่วนอื่น ๆ

การทดสอบสภาพการเกิดเปลวไฟ

นำตัวอย่างไปทดสอบสภาพการเกิดเปลวไฟตามข้อ ข.1.2 ของภาคผนวก ข.

#### 14.5 อุปกรณ์ป้องกัน

การใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันต้องสอดคล้องกับค่าที่กำหนดของอุปกรณ์นั้น

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนภายนอกของอุปกรณ์ป้องกันและการต่อของอุปกรณ์เหล่านั้นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับฉนวนมูลฐานของข้อ 13. สำหรับแรงดันไฟฟ้าคร่อมอุปกรณ์ขณะเปิดวงจร

การทดสอบให้ทำโดยการวัดหรือการคำนวณ

##### 14.5.1 ตัวปลดวงจรทางความร้อน

ตัวปลดวงจรทางความร้อนที่ใช้เพื่อป้องกันเครื่องใช้จากความไม่ปลอดภัยตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ต้องเป็นไปตามข้อ 14.5.1.1 ข้อ 14.5.1.2 หรือข้อ 14.5.1.3 ตามลำดับ ตามความเหมาะสม

##### 14.5.1.1 คัตเอาต์ความร้อนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ 1 ข้อ

(ก) คัตเอาต์ความร้อนเมื่อทดสอบในลักษณะเป็นส่วนประกอบแยก ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและการทดสอบตามอนุกรม IEC 60730 เท่าที่เป็นไปได้

สำหรับจุดประสงค์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็น ดังต่อไปนี้

- คัตเอาต์ความร้อน ต้องเป็นแบบ การกระทำแบบ 2 (type 2 action) (ดูข้อ 6.4.2 ของ IEC 60730-1)
- คัตเอาต์ความร้อน อย่างน้อยต้องมี การปลดจุดลัด (แบบ 2B) (ดูข้อ 6.4.3.2 และข้อ 6.9.2 ของ IEC 60730-1)
- คัตเอาต์ความร้อน ต้องมีกลไกการ ปลดอิสระ ซึ่งหน้าสัมผัสไม่สามารถป้องกันการเปิดวงจรเนื่องจากภาวะผิดปกติต่อเนื่อง (แบบ 2E) (ดูข้อ 6.4.3.5 ของ IEC 60730-1)
- จำนวนวัฏจักรของ การกระทำ อัตโนมัต ต้องเป็นอย่างน้อยดังนี้
  - 3 000 วัฏจักรสำหรับ คัตเอาต์ความร้อน ที่มีการปรับตั้งใหม่อัตโนมัติ ใช้ในวงจรซึ่งไม่เปิด วงจร เมื่อ เครื่องใช้ ปิดสวิตช์ (switched-off) (ดูข้อ 6.11.8 ของ IEC 60730-1)
  - 300 วัฏจักรสำหรับ คัตเอาต์ความร้อน ที่มีการปรับตั้งใหม่อัตโนมัติ ใช้ในวงจรซึ่งเปิด วงจรไปพร้อมกับเครื่องใช้ และสำหรับ คัตเอาต์ความร้อน ที่ไม่มี การ ปรับตั้ง

ใหม่อัตโนมัติ ซึ่งสามารถปรับตั้งใหม่ ด้วยมือจากภายนอกเครื่องใช้ (ดูข้อ 6.11.10 ของ IEC 60730-1)

- 30 วัฏจักร สำหรับ คัดเอาต์ความร้อน ที่ไม่มี การ ปรับตั้งใหม่อัตโนมัติและไม่สามารถปรับตั้งใหม่ ด้วย มือจากภายนอกเครื่องใช้ (ดูข้อ 6.11.11 ของ IEC 60730-1)

- คัดเอาต์ความร้อน ต้องทดสอบตามที่ออกแบบให้ทนความเค้นทางไฟฟ้า ที่คร่อมส่วนฉนวนเป็นคาบ ระยะยาว (ดูข้อ 6.14.2 ของ IEC 60730-1)
- คัดเอาต์ความร้อน ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการ บ่มสำหรับการใช้งานตาม เจตนาอย่างน้อย 10 000 h (ดูข้อ 6.16.3 ของ IEC 60730-1)
- โดยคำนึงถึงความทนได้อิเล็กทริก ก คัดเอาต์ความร้อน ต้อง เป็นไป ตามข้อกำหนดข้อ 10.3 ของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ยกเว้นที่คร่อมช่องว่างหน้าสัมผัส และระหว่างขั้วปลายกับ สายต่อของหน้าสัมผัส ซึ่งให้ใช้ข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.2.4 ของ IEC 60730-1

คุณลักษณะของ คัดเอาต์ความร้อนเมื่อ คำนึงถึง

- พิกัดของคัดเอาต์ความร้อน (ดู IEC 60730-1 ข้อ 5.)
- การจำแนกประเภทของ คัดเอาต์ความร้อน ตาม
  - ธรรมชาติ ของแหล่งจ่าย (ดูข้อ 6.1 ของ IEC 60730-1)
  - ชนิดของโหลดที่ควบคุม (ดูข้อ 6.2 ของ IEC 60730-1)
  - ระดับชั้นการป้องกันวัตถุแข็ง และฝุ่น โดยเปลือกหุ้ม (ดูข้อ 6.5.1 ของ IEC 60730-1)
  - ระดับชั้นการป้องกันอันตรายจากน้ำโดยเปลือกหุ้ม (ดูข้อ 6.5.2 ของ IEC 60730-1)
  - สภาพมลภาวะที่เหมาะสมต่อ คัดเอาต์ความร้อน (ดูข้อ 6.5.3 ของ IEC 60730-1)
  - ขีดจำกัดอุณหภูมิโดยรอบ สูงสุด (ดูข้อ 6.7 ของ IEC 60730-1)

ต้องสม ัยกับการใช้งานในเครื่องใช้ภายใต้ ภาวะ การ ใช้งานปกติและภาวะผิดปกติ

การทดสอบให้ทำ ตามข้อกำหนด การทดสอบ ของอนุกรม IEC 60730 โดยการตรวจพินิจ และการวัด

- (ข) คัดเอาต์ความร้อน เมื่อทดสอบเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องใช้ ต้อง

- อย่างน้อย มีการ ปลด จุลภาคตาม IEC 60730-1 โดย ทนแรงดันไฟฟ้า ทดสอบ ตาม ข้อ 13.2 ของ IEC 60730-1 และ
- มีกลไกการ ปลด อีสระ ซึ่งหน้าสัมผัสไม่สามารถป้องกันการเปิดวงจรจากภาวะผิดปกติต่อเนื่อง และ
- บ่มเป็น ระยะเวลา 300 h ที่อุณหภูมิ สมัย กับอุณหภูมิโดยรอบของ กัดเอาต์ความร้อน เมื่อเครื่องใช้ทำงานใน ภาวะการใช้งาน ปกติที่อุณหภูมิโดยรอบเป็น 35 °C (45°C สำหรับเครื่องใช้ที่ เจตนา ใช้งานใน เขตอากาศร้อนชื้น ) และ
- ทนการทดสอบจำนวนวัฏจักรของ การกระทำ อัลดโนมิตตาม ที่ระบุใน ข้อ ก) ข้างล่าง สำหรับ กัดเอาต์ความร้อน ทดสอบเป็นส่วนประกอบแยก โดยสร้างภาวะผิดปกติพร้อมที่ เกี่ยวข้อง

ให้ทดสอบกับ ชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้นตัวอย่าง

ต้องไม่เกิด การอาร์กยาวนาน (sustained arcing) ระหว่างการทดสอบ

หลังการทดสอบ กัดเอาต์ความร้อน ต้องไม่ แสดงความ เสียหายตามความหมายของ มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ โดยเฉพาะเปลือกหุ้มต้องไม่ แสดงความ เสื่อมสภาพ ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนไม่ลดลง และการต่อทางไฟฟ้า หรือการ ติดตั้ง ทางกลต้องไม่หลุดหลวม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบที่ ระบุตาม ลำดับ

#### 14.5.1.2 ตัวเชื่อมทางความร้อนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ 1 ข้อ

- (ก) ตัวเชื่อมทางความร้อน เมื่อทดสอบเหมือนเป็นส่วนประกอบแยก ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด และการทดสอบตามของ IEC 60691

คุณลักษณะของตัวเชื่อมทางความร้อนเมื่อคำนึงถึง

- ภาวะโดยรอบ (ดูข้อ 6.1 ของ IEC 60691)
- ภาวะของวงจร (ดูข้อ 6.2 ของ IEC 60691)
- พิกัดของตัวเชื่อมทางความร้อน (ดูข้อ 8 b) ของ IEC 60691)
- ความเหมาะสมของการผนึกหรือใช้ของ ไหลซุบ หรือ ตัวทำ ละลายทำความสะอาด (ดูข้อ 8 c) ของ IEC 60691)

ต้องเหมาะสมกับการใช้ งาน ในเครื่องใช้ในภาวะการทำงานปกติและภาวะผิดปกติพร้อม

ความทนได้อิเล็กทริกของตัวเชื่อมทางความร้อนต้องเป็นไปตามข้อ กำหนดข้อ 10.3 ของ มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ยกเว้นที่คร่อม การตัดวงจร (ส่วน หน้าสัมผัส) และ ระหว่างขั้วปลายกับ สายนำของหน้าสัมผัส ซึ่งให้ใช้ข้อ 11.3 ของ IEC 60691

การทดสอบให้ทำตามข้อกำหนดการทดสอบ ตาม IEC60691 โดยการตรวจพินิจและการ วัด

(ข) ตัวเชื่อมทางความร้อนเมื่อทดสอบเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องใช้ ต้อง

- บ่มเป็นระยะเวลา 300 h ที่อุณหภูมิที่สมนัยกับอุณหภูมิโดยรอบของตัวเชื่อมทางความร้อน เมื่อเครื่องใช้ทำงานในภาวะปกติที่อุณหภูมิโดยรอบเป็น  $35^{\circ}\text{C}$  ( $45^{\circ}\text{C}$  สำหรับเครื่องใช้ที่ เจตนาให้ใช้งานที่เขตอากาศร้อนขึ้น) และ
- ทนต่อภาวะผิพรองของเครื่องใช้ที่ทำให้ตัวเชื่อมทางความร้อนทำงาน ระหว่างการทดสอบ ต้องไม่มีการอาร์กยาวนาน และไม่เสียหายตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ และ
- สามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้าคร่อมการตัดวงจร เป็น 2 เท่า และมีความต้านทานฉนวนอย่างน้อย  $0.2\text{ M}\Omega$  เมื่อวัดด้วยแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าคร่อมการตัดวงจร

ให้ทดสอบ 3 ครั้ง ต้องผ่านการทดสอบ

ให้เปลี่ยนตัวเชื่อมทางความร้อนบางส่วนหรือทั้งหมด หลังการทดสอบแต่ละครั้ง

**หมายเหตุ** กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนตัวเชื่อมทางความร้อนบางส่วนหรือทั้งหมดได้ ควรเปลี่ยน ส่วนประกอบสมบูรณ์ที่มีตัวเชื่อมทางความร้อนแทน ตัวอย่างเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบที่ระบุตามลำดับ

14.5.1.3 อุปกรณ์ตัดกระแสทางความร้อนซึ่งเจตนาให้ปรับตั้งใหม่โดยการหลอมและแข็งตัวของ โลหะผสม ต้องทดสอบตามข้อ 14.5.1.2 (ข)

อย่างไรก็ตาม ไม่เปลี่ยนตัว ตัดกระแส หลังการทำงาน แต่ให้ปรับตั้งใหม่ตามคำแนะนำของผู้ทำ เครื่องใช้ หรือกรณีที่ไม่มีการคำแนะนำให้ใช้ค่าการหลอมและแข็งตัวข องลวดบัดกรีมาตรฐานที่มี สัดส่วนดีบุก/ตะกั่วเท่ากับ 60/40

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของอุปกรณ์ตัดกระแสที่เจตนาให้ปรับตั้งใหม่โดยการหลอมและแข็งตัวของโลหะผสม ได้แก่ ตัวปลดวงจรทางความร้อน ที่รวมอยู่ภายนอกบนตัวต้านทานกำลัง

14.5.2 ตัวฟิวส์และตัวยึดฟิวส์



- 14.5.2.1 ตัวฟิวส์ ที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน โดยตรง ใช้เพื่อป้องกันเครื่องใช้ จากความไม่ปลอดภัยที่เหมาะสมตามความหมายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ต้องเป็นไปตาม อนุกรมที่เกี่ยวข้อง ของ มอก. 526 นอกจากว่ามีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดอยู่นอกพิสัยที่ระบุในมาตรฐานนั้น

ในกรณีหลัง ตัวฟิวส์ต้องเป็นไปตามอนุกรมที่เกี่ยวข้องของ มอก. 526 เท่าที่เป็นไปได้

สำหรับการทำเครื่องหมาย ดูข้อ 14.5.2.2

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 14.5.2.2 สำหรับตัวฟิวส์ตาม มอก. 526 ให้ทำเครื่องหมายดังต่อไปนี้บน ตัวยึดฟิวส์แต่ละตัวหรือที่ใกล้กับตัวฟิวส์ ตามลำดับที่ให้ไว้

- สัญลักษณ์แสดงคุณลักษณะเวลาก่อนการอาร์ก/กระแสไฟฟ้า

ตัวอย่างเช่น

F แสดงการทำงานเร็ว

T แสดงการล่าช้าทางเวลา

- กระแสไฟฟ้าที่กำหนดเป็นมิลลิแอมแปร์ สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดต่ำกว่า 1 A และเป็นแอมแปร์สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดขนาด 1 A หรือมากกว่า

- สัญลักษณ์ที่แสดงวิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าของตัวฟิวส์

ตัวอย่างเช่น

L แสดงวิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าต่ำ

E แสดงวิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

H แสดงวิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าสูง

ตัวอย่างการทำเครื่องหมาย

T 315 L หรือ T 315 mA L

F 1.25 H หรือ F 1.25 A H

- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของฟิวส์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการติดตั้งฟิวส์ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต่ำกว่า

อย่างไรก็ตาม ขอมให้ทำ เครื่องหมายที่อื่น ในหรือบนเครื่องใช้ หากว่าเป็นที่ชัดเจนว่า เครื่องหมายนั้นเป็นของตัวยึดฟิวส์นั้น ๆ

ใช้ข้อกำหนดการทำ เครื่องหมาย ด้วยเหมือนกัน กรณีตัวฟิวส์มีกระแสไฟฟ้าที่ กำหนดนอกพิสัยที่ระบุใน มอก. 526

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 14.5.2.3 ต้องไม่ใช่ตัวยึดฟิวส์ ที่ออกแบบในลักษณะที่ตัวฟิวส์สามารถต่อขนานในวงจรเดียวกันได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 14.5.2.4 ถ้าส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้ระหว่างการเปลี่ยนฟิวส์หรืออุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้า การเข้าถึงส่วนนั้นโดยการกระทำด้วยมือต้องเป็นไปได้

ถ้าถอดตัวรับฟิวส์ด้วยมือจากภายนอกของเครื่องใช้ได้ ตัวยึดฟิวส์สำหรับคาร์ทริดจ์ฟิวส์ขนาดเล็กแบบเกลียวหรือแบบไขว่ ต้องสร้างในลักษณะที่ส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายไม่กลายเป็นส่วนที่เข้าถึงได้ทั้งในระหว่างการใส่หรือถอดตัวฟิวส์ หรือหลังจากถอดตัวฟิวส์ออกไปแล้ว ตัวยึดฟิวส์ที่เป็นไปตามมอก. 526 เล่ม 6 ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

ถ้าตัวรับฟิวส์สร้างให้ยึดตัวฟิวส์ไว้ ให้ใส่ตัวฟิวส์ในตัวรับฟิวส์ในระหว่างการทดสอบ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

#### 14.5.3 เทอร์มิสเตอร์ PTC

เทอร์มิสเตอร์ PTC ใช้เพื่อป้องกันกระแสไฟเกิน ต้องเป็นไปตามข้อ 15, ข้อ 17, ข้อ J.15 และข้อ J.17 ของ IEC 60730-1:2007 หรือเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ ใน IEC 60730-1:2007 สำหรับอุปกรณ์การทำงานชนิด 2.AL

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบข้อ 11.2 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

สำหรับเทอร์มิสเตอร์ PTC ที่มีการสูญเสียกำลังเป็นความร้อนเกิน 15 W สำหรับความต้านทานกำลังเป็นศูนย์ที่กำหนดที่อุณหภูมิโดยรอบเป็น 25 °C การผกผันหรือปลดต้องเป็นไปตามสภาพการเกิดเปลวไฟได้ประเภท V-1 หรือดีกว่า ตาม IEC 60695-11-10

การทดสอบให้ทำตาม IEC 60695-11-10 หรือข้อ ข.1.2 ของภาคผนวก ข.

#### 14.5.4 อุปกรณ์ป้องกันที่ไม่อ้างถึงในข้อ 14.5.1 ข้อ 14.5.2 หรือข้อ 14.5.3

อุปกรณ์ป้องกันเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น ตัวต้านทานที่เป็นฟิวส์ ตัวฟิวส์ที่ไม่ใช่มาตรฐาน ใน มอก.526 หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็ก ต้องมีวิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าพอเพียง

สำหรับอุปกรณ์ป้องกันที่ไม่สามารถตั้งใหม่ได้ เช่น ตัวฟิวส์ ต้องทำเครื่องหมาย ในที่ใกล้กับอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อให้สามารถเปลี่ยนได้ถูกต้อง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในระหว่างทดสอบภาวะผิดปกติ (ดูข้อ 11.2)

ให้ทดสอบภาวะผิดปกติ 3 ครั้ง

## ต้องผ่านการทดสอบ

### 14.6 สวิตช์

#### 14.6.1 สวิตช์กลไกที่ทำงานด้วยมือ ซึ่ง

- ควบคุมกระแสไฟฟ้ามากกว่า 0.2 A กระแสไฟฟ้าสลับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยหรือกระแสตรง และ/หรือ
- มีแรงดันไฟฟ้าคร่อมหน้าสัมผัสสวิตช์ตำแหน่งเปิดวงจรมากกว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 35 V (ค่าขุด) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ 1 ข้อ

(ก) การทดสอบสวิตช์ เหมือน เป็นส่วนประกอบแยก ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและการทดสอบของ IEC 61058-1 โดยใช้

- จำนวนวัฏจักรทำงาน ต้องเป็น 10 000 วัฏจักร (ดูข้อ 7.1.4.4 ของ IEC 61058-1)
- สวิตช์ต้องเหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพมลภาวะปกติ (ดูข้อ 7.1.6.2 ของ IEC 61058-1)
- ความเบี่ยงเบนจากข้อ 13.1 ของ IEC 61058- 1 สำหรับสวิตช์ประธานไฟฟ้ากระแส สลับ และกระแสตรง ความเร็วหน้าสัมผัสขณะต่อวงจรและขณะตัดวงจรต้องเป็นอิสระจากความเร็วของการขับเร้า นอกจากนี้ สวิตช์ประธานต้อง เป็นไปตาม สภาพการเกิดเปลวไฟได้ประเภท V-0 หรือตามข้อ ข.1.1 ของ ภาคผนวก ข.

คุณลักษณะของสวิตช์ เมื่อคำนึงถึง

- พิกัดของสวิตช์ (ดูข้อ 6. ของ IEC 61058- 1 )
- การจำแนกประเภทของสวิตช์ ตาม
  - ธรรมชาติ ของแหล่งจ่าย (ดูข้อ 7.1.1 ของ IEC 61058- 1 )
  - ประเภทของโหลดที่ควบคุม โดยสวิตช์ (ดูข้อ 7.1.2 ของ IEC 61058- 1 )
  - อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ (ดูข้อ 7.1.3 ของ IEC61058- 1)

ต้องเหมาะสมกับหน้าที่ของสวิตช์ ในภาวะการ ใช้งานปกติ

การทดสอบ ให้ทำตามข้อกำหนดการทดสอบของ IEC 61058- 1 โดยการตรวจพินิจและโดยการวัด

ถ้าสวิตช์เป็นสวิตช์ประธาน ซึ่งควบคุมได้ รับไฟฟ้าประธาน กระแสไฟฟ้าที่ค่า หนดทั้งหมด และกระแสเสิร์จค่าของเด้ารับตามที ระบุในข้อ 14.6.5 ต้องนำมาพิจารณาในการวัดด้วย

(ข) สวิตช์ที่ทดสอบโดยเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องใช้ขณะ ใช้งานในภาวะปกติ ต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดข้อ 14.6.2 ข้อ 14.6.5 และข้อ 20.1.4 และนอกจากนั้น

- สวิตช์ที่ควบคุมกระแสไฟฟ้ามากกว่า 0.2 A กระแส ไฟฟ้าสลับค่ารากกำลังสอง เฉลี่ย หรือ กระแสตรง ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.6.3 และข้อ 14.6.4 หากแรงดันไฟฟ้าคร่อม หน้าสัมผัสสวิตช์ตำแหน่งเปิดวงจร มากกว่า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 35 V (ค่ายอด ) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
- สวิตช์ที่ควบคุมกระแสไฟฟ้ามากกว่า 0.2 A กระแส ไฟฟ้าสลับค่ารากกำลังสอง เฉลี่ย หรือ กระแสตรง ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.6.3 หากแรงดันไฟฟ้าคร่อม หน้าสัมผัส สวิตช์ตำแหน่งเปิดวงจร ไม่มากกว่า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 35 V (ค่ายอด ) หรือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
- สวิตช์ที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 0.2 A กระแส ไฟฟ้าสลับค่ารากกำลังสอง เฉลี่ย หรือ กระแสตรง ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 14.6.4 หากแรงดันไฟฟ้าคร่อม หน้าสัมผัส สวิตช์ตำแหน่งเปิดวงจร มากกว่า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 35 V (ค่ายอด ) หรือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
- สวิตช์ประธานต้องเป็นไปตามข้อ ข.1.1 ของภาคผนวก ข.

14.6.2 สวิตช์ที่ทดสอบตามข้อ 14.6.1 (ข) ต้องทนต่อความเค้นทางไฟฟ้า ทางความร้อน และทางกล ที่เกิดขึ้น ระหว่างการใช้งานตาม เจตนา โดยไม่มีการลัดหรือ มากเกิน หรือก่อให้เกิดอันตราย อื่น ๆ และต้องมี กลไกเป็นไปตามข้อกำหนดของสวิตช์ไฟฟ้ากระแสตรงใน IEC 61058-1 ข้อ 13.1 นอกจากนี้ สำหรับ สวิตช์ประธานความเร็วหน้าสัมผัสขณะต่อวงจรและตัดวงจรต้องเป็นอิสระจากความเร็วของการจับเร็ว การทดสอบให้ทำตาม IEC61058-1 ข้อ 13.1 และโดยการทดสอบความทนทานดังต่อไปนี้

ให้ทดสอบสวิตช์จำนวน 10 000 วัฏจักรของการทำงาน ด้วยลำดับตาม IEC 61058-1 ข้อ 17.1.2 ในภาวะ ทางไฟฟ้าและความร้อนตามที่ กำหนดในการทำงานในภาวะการทำงาน ปกติของเครื่องใช้ ยกเว้น การ ทดสอบการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่อัตราเร่งตามที่ระบุใน IEC 61058-1 ข้อ 17.2.4

ให้ทดสอบกับชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น ต้องผ่านการทดสอบ

14.6.3 สวิตช์ที่ทดสอบตามข้อ 14.6.1 ข) ต้องมีการสร้างในลักษณะที่ไม่ให้อุ่นหภูมิเกิน ปกติขณะใช้งานตาม เจตนา วัสดุที่ใช้ต้องมีลักษณะที่ไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถนะของสวิตช์เนื่องจากการทำงานระหว่างการใช้ งานตามเจตนาของเครื่องใช้ โดยเฉพาะวัสดุและการออกแบบของหน้าสัมผัสและขั้ว ปลายต้องเป็น

ลักษณะที่การเกิดออกซิเดชันและการเสื่อมสภาพอื่น ๆ ไม่ส่งผลเสียต่อการทำงานและสมรรถนะของสวิตช์

การทดสอบให้ทำ ในตำแหน่งเปิด ภายใต้ภาวะการทำงานปกติตาม IEC61058-1 ข้อ 16.2.2 d), l) และ m) โดยให้คำนึงถึงกระแสไฟฟ้าที่กำหนดทั้งหมดของตัวรับ ไฟฟ้าประธาน (ถ้ามี) และกระแสรีจค่า ยอด ตามข้อ 14.6.5

ระหว่างการทดสอบ นี้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ชั่วปลายต้องไม่เกิน 55 K

#### 14.6.4 สวิตช์ที่ทดสอบตามข้อ 14.6.1 (ข) ต้องมีความทนได้อิเล็กทริกเพียงพอ

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

สวิตช์ต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตาม ที่ระบุใน ข้อ 10.3 ได้ โดยไม่ต้องผ่านการอบ ความชื้นก่อน และลดแรงดันไฟฟ้าทดสอบลงจนถึง 75% ของแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ สมัยตามที่ระบุ ในข้อ 10.3 แต่ไม่น้อยกว่า 500 V r.m.s. ( 700 V (ค่ายอด))

- ในตำแหน่งเปิด ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย กับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึง ได้ หรือส่วนซึ่งต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ และระหว่างขั้วในกรณีของสวิตช์หลายขั้ว
- ในตำแหน่งปิด ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบพร้อมช่องว่างหน้าสัมผัส แต่ละช่อง ระหว่างการทดสอบอาจปลด ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และ หน่วย RC ที่ต่อขนานกับ ช่องว่าง หน้าสัมผัส ออก

#### 14.6.5 ถ้าสวิตช์เป็นสวิตช์ประธานที่ควบคุมตัวรับ ไฟฟ้าประธาน ให้ทดสอบความทน ทาน โดยต่อโหลด เพิ่มเติมที่ตัวรับ ที่ประกอบด้วยวงจรที่แสดงใน IEC 61058-1 รูปที่ 9 ให้คำนึงถึง IEC 61058- 1 รูปที่ 10 ด้วย

กระแสไฟฟ้าที่กำหนดทั้งหมดของโหลดเพิ่มเติมต้อง สมัยกับเครื่องหมาย ของตัวรับ ดูข้อ 5.2 ค) กระแสรีจค่ายอดของโหลดเพิ่มเติมต้องมีค่าตามที่แสดงในตารางที่ 14

## ตารางที่ 14 ค่ากระแสรีจค่ายอด

(ข้อ 14.6.5)

กระแสไฟฟ้าที่กำหนดทั้งหมดของเต้ารับ ที่ควบคุมโดยสวิตช์	กระแสรีจค่ายอด
A	A
ไม่เกิน 0.5	20
มากกว่า 0.5 และไม่เกิน 1.0	50
มากกว่า 1.0 และไม่เกิน 2.5	100
มากกว่า 2.5	150

หลังการทดสอบสวิตช์ต้องไม่ปรากฏ ความเสียหายตามความหมายของมาตรฐาน  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้โดยเฉพาะต้องไม่ปรากฏ ความเสื่อมสภาพของเปลือกหุ้มไม่มีการลดลงของ  
ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามพิกัดและการต่อทางไฟฟ้า หรือการยึดทางกลต้องไม่หลุด  
หลวม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตามที่ ระบุในข้อ 14.6.3 และ/หรือข้อ 14.6.4 ที่ให้  
ไว้ตามลำดับ

## 14.7 อินเทอร์เน็ตกนิรภัย

ต้องมีการเตรียมอินเทอร์เน็ตกนิรภัยในกรณีที่มีความเป็นไปได้ของการเข้าถึงพื้นที่อันตราย ด้วยมือ ตาม  
ความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

สำหรับข้อกำหนดและข้อกำหนดทดสอบให้อ้างอิงข้อ 2.8 ของ IEC 60950

## 14.8 อุปกรณ์ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าและที่คล้ายกัน

เครื่องใช้ต้องได้รับการสร้างในลักษณะที่การเปลี่ยนการปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่ง หรือ  
เปลี่ยนประเภทแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปอีกประเภทหนึ่งจะไม่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบด้วยมือ

**หมายเหตุ** การเปลี่ยนการปรับตั้งซึ่งต้องใช้มือทำเป็นลำดับขั้นตอน ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

## 14.9 มอเตอร์

14.9.1 มอเตอร์ต้องได้รับการสร้างให้มีการป้องกันความล้มเหลวทางไฟฟ้าหรือทางกลใด ๆ ในการใช้งานตาม  
เจตนาเป็นเวลานานที่ทำให้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จำนวนต้องไม่เสียหาย  
และหน้าสัมผัสและการต่อต้องไม่หลุดหลวมเนื่องจากความร้อน การสั่นสะเทือน หรืออื่น ๆ

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้ ขณะเครื่องใช้ทำงานในภาวะปกติ

- (ก) ต่อเครื่องใช้เข้ากับแรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่า ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด และ 0.9 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นเวลาครั้งละ 48 h มอเตอร์สำหรับการทำงานระยะสั้นหรือทำงานเป็นพัก ๆ ให้ต่อวงจรเป็นคาบตามเวลาทำงานที่จำกัดโดยการสร้างของเครื่องใช้

ในกรณีการทำงานระยะสั้น ให้เว้นช่วงเพื่อระบายความร้อนตามความเหมาะสม

**หมายเหตุ 1** เพื่อความสะดวกอาจทำการทดสอบทันทีภายหลังทดสอบข้อ 7.1

- (ข) ให้เริ่มเดินมอเตอร์ 50 ครั้ง ในขณะที่เครื่องใช้ต่ออยู่กับแรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด และ 50 ครั้ง ขณะที่ต่ออยู่กับแรงดันไฟฟ้า 0.9 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แต่ละคาบของการต่อเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 เท่าของคาบตั้งแต่เริ่มเดินจนถึงความเร็วเต็มที่ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 s

ช่วงระหว่างเริ่มเดิน ต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของคาบของการต่อ

ถ้าเครื่องใช้มีความเร็วมากกว่า 1 ค่า ให้ทดสอบที่ค่าความเร็วที่ให้ผลเร็วที่สุด

ภายหลังการทดสอบเหล่านี้ มอเตอร์ต้องทนความทนได้อิเล็กทริกตามข้อ 10.3 การต่อต้องไม่หลุดหลวมและต้องไม่มีการเสื่อมสภาพที่ทำให้ความปลอดภัยลดลง

**หมายเหตุ 2** สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ป้อนกำลังไฟฟ้าที่สแตเตอร์เท่านั้น ให้ดูข้อ 14.3.2 ด้วย

- 14.9.2 มอเตอร์ต้องได้รับการสร้างหรือติดตั้งในลักษณะที่การเดินสาย ขดลวด คอมมิวเตเตอร์ สลิปริง จนวน และอื่น ๆ ไม่มีโอกาสเสื่อมสภาพลงเนื่องจากการสัมผัสกับน้ำมัน จาระบี หรือสารอื่น ๆ ระหว่างการใช้งานตามเจตนา

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 14.9.3 ส่วนเคลื่อนไหวที่อาจเป็นเหตุให้คนบาดเจ็บต้องจัดหรือปิดหุ้ม เพื่อให้มีการป้องกันอันตรายอย่างพอเพียงขณะใช้งานตามเจตนา เปลือกหุ้มป้องกัน เครื่องกั้นและสิ่งที่คล้ายกันต้องมีความแข็งแรงทางกลพอเพียง และถอดด้วยมือไม่ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบด้วยมือ

- 14.9.4 นอกจากนี้ สำหรับมอเตอร์ที่มีตัวเก็บประจุเลื่อนเฟส มอเตอร์สามเฟส และมอเตอร์อนุกรมให้ใช้ข้อกำหนดตาม IEC 60950 ภาคผนวก ข. ข้อ ข.8 ข้อ ข.9 และข้อ ข.10

#### 14.10 แบตเตอรี่

- 14.10.1 แบตเตอรี่ต้องได้รับการติดตั้งในลักษณะที่ไม่เกิดความเสี่ยงต่อการสะสมก๊าซติดไฟได้ และการรั่วของอิเล็กโทรไลต์ไม่ทำให้จนวนค้อยลง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 14.10.2 ถ้าผู้ใช้สามารถใช้แบตเตอรี่ประจุใหม่ ไม่ได้เปลี่ยนทดแทนแบตเตอรี่ประจุใหม่ได้ ซึ่งสามารถประจุใหม่ในเครื่องใช้ ต้องมีการเตรียมการโดยวิธีการพิเศษ เช่น ใช้น้ำสัมผัสสำหรับประจุแยกต่างหากบนแบตเตอรี่ห่อพิเศษประจุใหม่ได้ หรือใช้วงจรป้องกันอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้กระแสไฟฟ้าป้อนให้กับแบตเตอรี่ประจุใหม่ไม่ได้

ไม่ใช่ข้อกำหนดนี้กับแบตเตอรี่ที่อยู่ภายในเครื่องใช้ ซึ่งไม่เจตนาให้ผู้ใช้เปลี่ยนทดแทน ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่สำหรับหน่วยความจำ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**หมายเหตุ** ข้อกำหนดเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำแนะนำการใช้งาน ให้ไว้ในข้อ 5.4.1

- 14.10.3 ในภาวะการใช้งานปกติและภาวะผิดปกติ

- สำหรับแบตเตอรี่ประจุใหม่ได้ กระแสไฟฟ้าประจุ
- สำหรับแบตเตอรี่ลิเทียม กระแสถ่ายเทประจุ และกระแสย้อนกลับ

ต้องไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ตามที่ผู้ทำแบตเตอรี่กำหนด

การทดสอบให้ทำโดยการวัด

ต้องถอดแบตเตอรี่ลิเทียมออกจากวงจรและเปลี่ยนด้วยแหล่งแรงดันไฟฟ้า ขณะวัดกระแสถ่ายเทประจุ และโดยการลัดวงจรขณะวัดกระแสย้อนกลับ

- 14.10.4 การคลายความเค้นแบบแบตเตอรี่

แบตเตอรี่พิเศษ ซึ่งการบรรจุอิเล็กโทรไลต์ขึ้นกับวัสดุเทอร์โมพลาสติก ความเค้นที่เกิดจากกระบวนการอัดแบบต้องไม่ปล่อยอิเล็กโทรไลต์ออกมา ถ้าอิเล็กโทรไลต์สัมผัสคนหรือเข้าไปในช่องที่ผู้ใช้ดูแลรักษาเองได้

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

วางแบตเตอรี่ในเตาอบอากาศหมุนเวียน รักษาอุณหภูมิไว้ที่ 70 °C เป็นเวลา 7 h ต่อจากปรับภาวะในเตาอบต้องตรวจสอบหาอิเล็กโทรไลต์ที่ปล่อยออกมาจากแบตเตอรี่

- 14.10.5 การทดสอบปล่อยตกแบตเตอรี่

แบตเตอรี่พิเศษที่ผู้ใช้สามารถดูแลรักษาเองได้ ต้องไม่มีการปล่อยอิเล็กโทรไลต์ออกมาเนื่องจากการปล่อยตก

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้



ตัวอย่าง 3 ตัว ให้แต่ละตัวถูกปล่อยตกหนึ่งครั้งจากระยะห่าง 1 m กระแทกพื้นผิวไม้เนื้อแข็งตามรายละเอียดในข้อ 15.4.3 ต่อจากการทดสอบปล่อยตก ต้องตรวจสอบหาอิเล็กทรอนิกส์ที่ปล่อยออกมาจากแบตเตอรี่แต่ละตัว

#### 14.11 ตัวเชื่อมต่อทางแสง

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนภายในและภายนอกของตัวเชื่อมต่อทางแสงต้องเป็นไปตามข้อ 13.1

ไม่มีระยะต่ำสุดที่ผ่านฉนวน สำหรับฉนวนเพิ่มเติมหรือฉนวนเสริมที่ประกอบด้วยสารประกอบฉนวนสมบูรณ์ เดิมที่ตัวถังของตัวเชื่อมต่อทางแสง ถ้าหากว่าองค์ประกอบหนึ่งดังต่อไปนี้ ก) หรือ ข) (ก) ให้ผ่าน

- การทดสอบเฉพาะแบบและเกณฑ์การตรวจพินิจข้อ 13.6 และ
- การทดสอบประจำสำหรับความทนได้อิเล็กทริกในระหว่างการผลิตตามข้อ ฐ.2.1 การใช้ค่าที่เหมาะสมของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ในข้อ 10.3.2 นาน 1 s; หรือ

(ข) ให้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการของ IEC 60747-5-5 ที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบตามที่ระบุไว้ในข้อ 5.2.6 ของ IEC 60747-5-5:2007

- แรงดันไฟฟ้า  $V_{ini,a}$  สำหรับการทดสอบเฉพาะแบบ และ
- แรงดันไฟฟ้า  $V_{ini,b}$  สำหรับการทดสอบประจำ นาน 1 s

ต้องเป็นค่าที่เหมาะสมของแรงดันไฟฟ้าทดสอบในข้อ 10.3.2 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

สำหรับทางเลือกตามข้อ (ก) และ (ข) ข้างต้น เป็นการยอมรับที่จะรักษาตัวเชื่อมต่อทางแสงให้สอดคล้องกับข้อ 13.8 ถ้าสามารถใช้ได้

#### 14.12 วาริสเตอร์ลดเสิร์จ

วาริสเตอร์ลดเสิร์จที่ใช้เพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันไฟฟ้าเกินของไฟฟ้าประธานเข้าไปในเครื่องใช้ต้องเป็นไปตาม IEC 61051-2

ต้องไม่ต่อวาริสเตอร์ลดเสิร์จขึ้นระหว่างส่วนที่ต่อกับไฟฟ้าประธานกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ หรือส่วนที่ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ยกเว้นส่วนต่อลงดินของเครื่องใช้ที่ต่อแบบถาวร

ให้อ้างอิง IEC 61051-2 เมื่อใช้ข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ประเภทภูมิอากาศที่นิยม (ข้อ 2.1.1 ของ IEC 61051-2)

- ค่าสูงสุดของอุณหภูมิต่ำ :  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิสูง :  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - ช่วงเวลาต่ำสุดของการทดสอบภาวะภูมิอากาศ : 21 วัน
- แรงดันไฟฟ้าต่อเนื่องสูงสุด (ข้อ 2.1.2 ของ IEC 61051-2)
- ค่าต่ำสุดของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับต่อเนื่องสูงสุดต้องเป็น 1.2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้
- พิกัดพัลส์กระแส (IEC 61051-2 ข้อย่อย 2.1.2)
- วาริสเตอร์ลัดเล็จะต้องทนต่อพัลส์ รวมของ 6 kV/3 kA กับรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า 1.2/50  $\mu\text{s}$  และรูปคลื่นกระแสไฟฟ้า 8/20  $\mu\text{s}$
- การทดสอบให้ทำโดยใช้การทดสอบของ IEC 61051-2 group 1 หลังการทดสอบ แรงดันไฟฟ้าของวาริสเตอร์ (ตามที่กำหนดนิยามใน IEC 61051) ต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกิน 10% เมื่อวัดด้วยกระแสไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำ
- อันตรายจากไฟ (IEC 61051-2 Table I group 6)
- การเคลื่อนของวาริสเตอร์ลัดเล็จะต้องมีสภาพการเกิดเปลวไฟได้ประเภท V-0 หรือดีกว่าตาม IEC 60695-11-10
- การทดสอบให้ทำโดยการตรวจสอบตาม IEC 60695-11-10 หรือตามข้อ ๗.1.1 ของภาคผนวก ๗.
- ความเค้นทางความร้อน
- สำหรับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าประธานระบุต่ำกว่า 150 V ให้จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 250 V กับเครื่องใช้ไฟฟ้าและตัวต้านทานทดสอบที่ต่ออนุกรมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า
- แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าต้อง จ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 4 h หรือจนกระทั่งทางวงจรที่ผ่านวาริสเตอร์เปิด สำหรับแต่ละค่าความต้านทานอนุกรม ทดสอบ 2 000  $\Omega$  500  $\Omega$  250  $\Omega$  50  $\Omega$  ต้องใช้เครื่องใช้แยกกันสำหรับแต่ละค่าของตัวต้านทาน เว้นแต่ว่า ความเสียหายที่เกิดจากการทดสอบก่อนหน้านี้ได้มีการแก้ไขแล้ว
- หลังสิ้นสุดการทดสอบ แต่ละ รายการ เครื่องใช้ต้องเป็นไปตามข้อ 11.

## 15. ขั้วต่อ

### 15.1 เต้าเสียบและเต้ารับ

- 15.1.1 เต้าเสียบและคู่เต้าต่อ เครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับต่อเครื่องใช้กับไฟฟ้าประธานและเต้ารับ และคู่เต้าต่อระหว่างหน่วยสำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าประธานให้แก่เครื่องใช้อื่น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องสำหรับเต้าเสียบและเต้ารับ คู่เต้าต่อ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือคู่เต้าต่อระหว่างหน่วย

มาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น IEC 60083 IEC 60320 IEC 60884 และ IEC 60906

**หมายเหตุ 1** ในประเทศออสเตรเลีย, ประเทศเคนยา, ประเทศอิสราเอล, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศนิวซีแลนด์, ประเทศแอฟริกาใต้, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และสหราชอาณาจักร เงื่อนไขพิเศษแห่งชาติมีผลใช้ได้สำหรับปลั๊กและเต้ารับ

**หมายเหตุ 2** ในประเทศแอฟริกาใต้ คอร์ดเซต (CORDSET) ถูกนำมาใช้เป็นวิธีการเชื่อมต่อไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน คอร์ดเซตนี้อาจจัดมาพร้อมกับปลั๊กที่สามารถม้วนเก็บได้ หากว่าปลั๊กเป็นไปตามกฎระเบียบแห่งชาติ

เต้ารับและคู่เต้าต่อระหว่างหน่วยสำหรับไฟฟ้าประธานที่ติดตั้งบนเครื่องใช้ประเภท II ต้องต่อได้เฉพาะเครื่องใช้ประเภท II เครื่องอื่น เท่านั้น

เต้ารับและคู่เต้าต่อระหว่างหน่วยสำหรับไฟฟ้าประธานที่ติดตั้งบนเครื่องใช้ประเภท I ต้องต่อได้เฉพาะเครื่องใช้ประเภท II เท่านั้น หรือต้องเตรียมจุดสัมผัสลงดินซึ่งต่ออย่างไว้วางใจได้กับขั้วต่อ ลงดินป้องกันหรือจุดสัมผัสลงดินป้องกัน ของเครื่อง ใช้

**หมายเหตุ 3** เครื่องใช้ประเภท I สามารถมีทั้งเต้ารับและคู่เต้าต่อระหว่างหน่วยในเครื่องเดียวกันได้

**หมายเหตุ 4** ตัวอย่างเช่น เต้ารับเฉพาะสำหรับต่อกับบริษัทเครื่องใช้ประเภท II สามารถออกแบบคล้ายกับ IEC 60906-1 standard sheet 3-1 หรือ 3-12 หรือตาม IEC 60320-2-2 standard sheet D หรือ H

สำหรับเครื่องใช้ที่มีเต้ารับ ที่จ่ายกำลัง ไฟฟ้าประธานให้แก่เครื่องใช้อื่น ต้องมีมาตรการให้มั่นใจว่า เต้าเสียบหรือเต้ารับเครื่องใช้สำหรับการต่อเครื่องใช้เข้ากับไฟฟ้าประธานต้องไม่ให้ โหลดเกิน ถ้ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเต้าเสียบและขั้วต่อเครื่องใช้น้อยกว่า 16 A

**หมายเหตุ 5** เครื่องหมายของตัวเสียบเต้ารับ ให้ดูข้อ 5.2 (ก)

ตัวนำของการเดิน สายภายในของเต้ารับที่จ่าย กำลังไฟฟ้าประธานให้แก่เครื่องใช้อื่น โดยตรงหรือผ่านสวิตช์ประธาน ต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัด ระบุตามที่ระบุใน ข้อ 16.2 สำหรับสายอ่อนภายนอก ยกเว้นเครื่องใช้เป็นไปตามข้อ 11. เมื่อใช้ข้อ 4.3.9

การทดสอบให้ทำตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยการตรวจพินิจและเป็นไปตามข้อ 16.2

- 15.1.2 ตัวเชื่อมต่อที่นอกเหนือจาก การต่อกับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ต้องออกแบบ ให้เต้าเสียบ หรือเต้ารับมีรูปร่างที่การต่อเข้ากับเต้ารับไฟฟ้าประธาน คู่เต้าต่อเครื่องใช้ หรือตัวเชื่อมต่อ ไฟฟ้าประธาน ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้

คุณลักษณะที่ต้องการนี้ไม่ใช่กับตัวเชื่อมต่อที่ปรับไปเป็นส่วนของสายอ่อนถอดไม่ได้ ซึ่งไม่ใช่ส่วนนำไฟฟ้าที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน เว้นแต่ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ระหว่างหรือหลังจากการสอดใส่ตัวนำเข้ากับเต้าเสียบไฟฟ้าประธาน

**หมายเหตุ** ตัวอย่างของตัวต่อที่ถือ ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ได้แก่ ตัวต่อที่ถูกสร้างให้เป็นไปตาม IEC 60130-2 IEC 60130-9 IEC IEC 60169-2 หรือ IEC 60196-3 เมื่อใช้ตามที่ได้อธิบายไปแล้ว ตัวต่อที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนี้ ตัวอย่างเช่น ตัวเสียบก้านสปริง (Banana Plug)

เต้ารับสำหรับวงจรด้านเสียงและ วัตถุประสงค์ของตัวแปลงรูปพลังงาน ด้านโหลด ที่แสดงสัญลักษณ์ตามข้อ 5.2 (ข) ต้องออกแบบให้เต้าเสียบสำหรับสายอากาศและสายดิน สำหรับวงจรเสียงและวัตถุประสงค์ของตัวแปลงรูปพลังงานด้านโหลดและตัวแปลงรูปพลังงาน ด้านแหล่งกำเนิดสัญญาณ และสำหรับ วงจรข้อมูลและวงจรที่คล้ายกัน ที่ไม่ได้แสดงด้วยสัญลักษณ์ตามข้อ 5.2 (ข) ไม่สามารถสอดใส่เข้าไปได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 15.1.3 ขั้วต่อและตัวต่อที่ใช้ในวงจรด้านออกของเครื่องจ่ายไฟฟ้า ที่แรงดันไฟฟ้าด้านออกไม่ได้เป็นไปตามค่าแรงดันไฟฟ้าประธานที่ระบุมาตรฐานตาม IEC 60038 Table I (230/400 V ความถี่ 50 Hz) ต้องถือว่าเข้ากันไม่ได้กับที่ระบุไว้สำหรับจุดประสงค์การใช้งานทั่วไปในที่อยู่อาศัยและคล้ายกัน มาตรฐานที่มีระบุการอธิบายไว้ ตัวอย่างเช่น IEC 60083 มอก. 2404 IEC 60884 และ IEC 60906

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและทดสอบด้วยมือ

ขั้วต่อหรือตัวต่อ ต้องออกแบบสำหรับภาระโหลดที่อาจจะมีขึ้นใน ภาวะการทำงานปกติและในระหว่างการใช้งานตามเจตนา

การทดสอบให้ทำตาม มอก. 2404 เมื่อเกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น เมื่อคำนึงถึงอันตรายจากช็อกไฟฟ้าและความร้อน

## 15.2 การเตรียมการสำหรับการต่อลงดินป้องกัน

ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึง ได้ของเครื่องใช้ประเภท I ซึ่งอาจมีแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายได้ในกรณีที่เกิดความบกพร่องขึ้นในฉนวน มูลฐาน และจุดสัมผัสลงดินของเต้ารับต้องมีการต่ออย่างน่าเชื่อถือได้กับขั้วต่อ ลงดินป้องกันภายในเครื่องใช้

วงจรต่อ ลงดินป้องกันต้องไม่มีสวิตช์หรือฟิวส์

ตัวนำต่อลงดินป้องกันอาจจะมีหรือไม่ มีฉนวนห่อหุ้มก็ได้ ถ้ามีฉนวน ฉนวนต้องเป็นสีเขียว /แถบเหลือง ยกเว้น 2 กรณีดังต่อไปนี้ :

- (ก) สำหรับสายต่อลงดินที่เป็นสายถัก ฉนวนต้องเป็นสีเขียว/เหลือง หรือโปร่งใสอย่างใดอย่างหนึ่ง
- (ข) สำหรับตัวนำป้องกันภายในที่ประกอบกันอยู่ เช่น สายเคเบิลแบบบริบบอน แท่งตัวนำ การเดินสายแบบพีมพ์อ่อน หรืออื่น ๆ อาจใช้สีใด ๆ ก็ได้ หากไม่มีการตีความที่ผิด

สายไฟฟ้าที่ระบุสีเขียว/แถบเหลือง ต้องใช้เฉพาะการต่อสายดินป้องกันเท่านั้น

สำหรับเครื่องใช้ที่ต่อ แบบถาวร และเครื่องใช้ที่มีสาย อ่อนหรือเคเบิลอ่อนถอดไม่ได้ ต้องใช้ขั้วต่อลงดินป้องกันแยกกัน ซึ่งต้องอยู่ชิดกับขั้วต่อไฟฟ้าประธาน และต้องเป็นไปตามข้อ กำหนดข้อ 15.3 และนอกจากนั้น ต้องไม่ใช่เป็นที่ยึดสำหรับส่วนประกอบอื่น

ถ้าชิ้นส่วนถอดออกได้ด้วยมือ การต่อลงดินป้องกันต้องมีการต่อนี้ก่อนการต่อนำกระแส เมื่อวางชิ้นส่วนอยู่ในตำแหน่ง และต้องมีการแยกการต่อนำกระแสก่อนตัดการต่อลงดินป้องกันเมื่อถอดชิ้นส่วนออก

ส่วนที่เป็นตัวนำที่สัมผัสกับ การต่อลงดินป้องกัน ต้องไม่สึกกร่อน อย่างมีนัยยะ จากกิริยาเคมีไฟฟ้า ต้องหลีกเลี่ยงการจับคู่ตามที่ระบุไว้ในเนื้อเส้นในภาคผนวก จ.

ขั้วต่อสายดินป้องกันจะต้องทนทานต่อการสึกกร่อนอย่างมีนัยสำคัญ

**หมายเหตุ 1** ความต้านทานการกัดกร่อนอาจทำได้โดยกระบวนการชุบหรือกระบวนการเคลือบที่เหมาะสม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยอ้างอิงตามตารางศักย์เคมีไฟฟ้าในภาคผนวก จ.

ความต้านทานของ การต่อระหว่างขั้วต่อลงดินป้องกันหรือหน้าสัมผัส ต่อลงดินป้องกัน และชิ้นส่วนที่ต้องการต่อด้วย ต้องไม่เกิน  $0.1 \Omega$

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้ :

การทดสอบต้องให้มีการนำกระแสไฟฟ้าทดสอบ กระแสสลับหรือกระแสตรง 25 A เป็นระยะเวลา 1 min แรงดันทดสอบต้องไม่เกิน 12 V

**หมายเหตุ 2** ในประเทศแคนาดาใช้กระแสไฟฟ้าทดสอบ 30 A

ต้องวัดแรงดัน ไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขั้วต่อ ลงดินป้องกันหรือจุดสัมผัส ลงดินป้องกันกับ ชิ้นส่วนที่จะต่อด้วย และคำนวณค่าความต้านทานจากกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟ ไฟตกคร่อมนี้ ในการวัดค่าความต้านทาน ต้องไม่รวมความต้านทานของตัวนำลงดินป้องกันของสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้า

**หมายเหตุ 3** ควรระวังความต้านทานสัมผัสระหว่างปลายโพรบวัดกับส่วน โลหะที่ทดสอบ ไม่ให้มีผลต่อผลการทดสอบ

### 15.3 ขั้วต่อสำหรับสายอ่อนภายนอกและสำหรับต่อแบบถาวรกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน

- 15.3.1 เครื่องใช้ที่ต่อแบบถาวร ต้องจัดเตรียมขั้วต่อที่การต่อทำได้โดยวิธีการใช้หมุดเกลียว เป็นเกลียว หรืออุปกรณ์อื่นที่ให้ผลทัดเทียมกัน ตัวอย่างเช่น หน่วยการหนีบยึดแบบไร้หมุดเกลียว ตาม IEC 60998-2-2 หรือขั้วต่อตาม IEC 60999

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

สำหรับช่องเปิดทางเข้าให้อ้างอิง มอก. 1375

- 15.3.2 สำหรับเครื่องใช้ที่มีสาย อ่อนจ่ายไฟฟ้าประธานถอดไม่ได้ การต่อของตัวนำแต่ละเส้นที่ต่อกับ การเดินสายภายในของเครื่องใช้ต้องใช้วิธีการใด ๆ ที่ทำให้มีการต่อทั้งทางไฟฟ้าและทางกลอย่าง เชื้อถือได้ ยกเว้นตัวนำจ่ายและตัวนำลงดินป้องกันของสายอ่อนหรือเคเบิล ไฟฟ้าประธานถอดไม่ได้ ต้องไม่บัดกรี โดยตรงกับตัวนำของแผ่นวงจรพิมพ์

การต่อตัวนำภายนอกอาจใช้การบัดกรี การบีบอัด และการต่อที่คล้ายกัน สำหรับการต่อด้วยการบัดกรี หรือการบีบอัด ต้องมีตัวกันเพื่อไม่ให้ระยะห่าง ในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน ลดลงต่ำกว่าค่าที่ระบุในข้อ 13. และภาคผนวก ฅ. ตามลำดับ เมื่อตัวนำเกิดการแยกที่จุดต่อบัดกรีหรือเลื่อนออกจากการต่อที่บีบอัด ทางเลือกอื่นคือ ต้องวางหรือยึดตัวนำในลักษณะที่ความไว้วางใจได้ ไม่ได้อาศัยการต่ออย่าง เดียวเป็นตัวยึดตัวนำให้อยู่กับที่

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สูงสลับ ให้ใช้แรงดึง 5 N ที่การต่อในทิศทางใด ๆ

- 15.3.3 หมุดเกลียวและเป็นเกลียว ซึ่งใช้หนีบยึดตัวนำแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานภายนอกต้อง มีเกลียวที่เป็นไปตาม ISO 261 หรือ ISO 262 หรือเกลียวที่มีระยะช่วงเกลียวและความแข็งแรงทางกล เทียบเคียงกันได้ ต้องไม่ใช้ทำหน้าที่ยึด ส่วนประกอบอื่นใด ยกเว้นอาจ หนีบยึดตัวนำภายใน ถ้าหากมีการจัดรูปแบบไว้ ไม่ให้มีการกระจัดเมื่อประกอบตัวนำแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน

**หมายเหตุ** ขั้วปลายของส่วนประกอบ (ตัวอย่างเช่น สวิตช์) ที่ติดตั้งภายในเครื่องใช้อาจใช้เป็น ขั้วต่อสำหรับจ่าย กำลังไฟฟ้าประธานให้แก่เครื่องใช้ หากเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 15.3.1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 15.3.4 จุดประสงค์ของการใช้ข้อกำหนด : สำหรับสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าประธาน

- ให้สันนิษฐานว่าการติดตั้งที่แยกอิสระจากกัน 2 จุดจะไม่หลุดหลวมในเวลาเดียวกัน
- ตัวนำที่ต่อกับการบัดกรีไม่ถือว่าเป็นการยึดที่เพียงพอ ยกเว้นมีการยึดที่ตำแหน่ง ึงใกล้กับขั้วปลาย ไม่ ขึ้นอยู่กับการบัดกรี อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปถ้าใช้ “ตะขอเกี่ยว” ก่อนการบัดกรี ถือว่าเป็นวิธีการที่ เหมาะสมที่จะยึดตัวนำ ของสายอ่อน ป้อนกำลังไฟฟ้าประธานให้อยู่ในตำแหน่งได้ หากรูซึ่งตัวนำ ลอดผ่านไม่ใหญ่เกินไป

- ตัวนำที่ต่อกับขั้วต่อหรือขั้วปลายโดยวิธีการอื่นจะ ไม่ถือว่าเป็นวิธีการจับยึดที่ดีเพียงพอ ยกเว้นมีการติดตั้งเพิ่มเติมในตำแหน่งที่ใกล้กับขั้วต่อหรือขั้วปลาย การติดตั้งเพิ่มเติมนี้อาจหนีบยึดทั้งฉนวนและตัวนำได้

#### 15.3.5 ขั้วต่อสำหรับสายอ่อนภายนอกต้องยอมให้ต่อด้วยตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดระบุ ตามตารางที่ 15

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดเกิน 16A ให้อ้างอิง IEC 60950 Table 3D

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ โดยการวัด และ โดยการทดสอบสายอ่อน พื้นที่หน้าตัดเล็กสุดและใหญ่สุดซึ่งอยู่ในพิสัยที่เหมาะสมในตารางที่ 15

**ตารางที่ 15 พื้นที่หน้าตัดระบุที่ยอมรับได้โดยขั้วต่อ**

(ข้อ 15.3.5)

ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้ <sup>ก</sup>	พื้นที่หน้าตัดระบุ
A	mm <sup>2</sup>
ไม่เกิน 3	0.5 ถึง 0.75
เกิน 3 แต่ไม่เกิน 6	0.75 ถึง 1
เกิน 6 แต่ไม่เกิน 10	1 ถึง 1.5
เกิน 10 แต่ไม่เกิน 16	1.5 ถึง 2.5
<sup>ก</sup> ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดรวมถึงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเดือรับกำลังไฟฟ้าประธานที่เตรียมไว้สำหรับเครื่องใช้อื่น	

#### 15.3.6 ขั้วต่อตามข้อ 15.3.3 ต้องมีขนาดต่ำสุดดังแสดงในตารางที่ 16

ขั้วต่อเคเบิลเกลียวต้องเตรียมแหวนรองด้วย

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่เกิน 16 A ให้อ้างอิงจาก IEC 60950 Table 3E

การทดสอบให้ทำโดยการวัดและการตรวจพินิจ

## ตารางที่ 16 เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวระบุต่ำสุด

(ข้อ 15.3.6)

ความสิ้นเปลือง กระแสไฟฟ้า ที่กำหนดของเครื่องใช้ <sup>ก</sup> A	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวระบุต่ำสุด mm	
	แบบปลายหมุดเกลียวยึด หรือเดือยเกลียว	แบบหมุดเกลียว
ไม่เกิน 10	3	3.5
เกิน 10 แต่ไม่เกิน 16	3.5	4
<sup>ก</sup> ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดรวมถึงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเต้ารับกำลังไฟฟ้า ประเภทที่เตรียมไว้สำหรับเครื่องใช้อื่น		

15.3.7 ขั้วต่อต้องออกแบบให้หนีบยึดตัวนำระหว่างผิวหน้าโลหะด้วยแรงกดสัมผัสที่เพียงพอและต้องไม่ทำให้ตัวนำเสียหาย

ขั้วต่อต้องออกแบบหรืออยู่ในตำแหน่งที่ตัวนำจะไม่เลื่อนหลุดเมื่อขันหมุดเกลียวหนีบยึดหรือเป็นเกลียวให้แน่น

ขั้วต่อต้องอยู่กับที่ เมื่อวิธีการหนีบยึดตัวนำถูกขันให้แน่นหรือคลายให้หลวมโดย

- ขั้วต่อไม่หลุดหลวมเอง
- การเดินสายภายในไม่ได้รับความเค้น
- ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศไม่ลดลงต่ำกว่าค่าที่ระบุในข้อ 13. และภาคผนวก ฅ.

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

15.3.8 ขั้วต่อในวงจรที่นำกระแสเกิน 0.2 A ในการใช้งานปกติ ต้องออกแบบให้แรงกดสัมผัสไม่ส่งผ่านวัสดุฉนวนที่ไม่ใช่เซรามิก ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะมีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะสามารถชดเชยการหดตัวที่เป็นไปได้ของวัสดุฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

15.3.9 สำหรับสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าประเภทแบบถอดไม่ได้ ขั้วต่อ แต่ละขั้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับขั้วต่อที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกันที่สมนัยกันและขั้วต่อลงดินป้องกัน (ถ้ามี)

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ขั้วต่อต้องอยู่ในตำแหน่ง มีการคุ้มกัน หรือมีการใส่ฉนวน เพื่อว่า ถ้าลวดดีเกลียวของตัวนำอ่อนหลุดออกมาเมื่อตัวนำถูกยึด ไม่มีความเสี่ยงของการสัมผัสโดยบังเอิญระหว่างลวดดีเกลียวดังกล่าวกับ



- ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ หรือส่วนนำไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับส่วนเหล่านั้น
- ส่วนนำไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกัน และแยกออกจากส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้โดยการใช้ฉนวนเพิ่มเติมเท่านั้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และโดยการทดสอบดังต่อไปนี้ในกรณีที่ไม่มีการเตรียม สายอ่อนแบบพิเศษที่มีการป้องกันการหลุดลอกของเส้นลวดสายไฟดีเกลียว

ต้องปอกฉนวนยาว 8 mm ออกจากปลายของตัวนำอ่อน ที่มีพื้นที่หน้าตัดระบุที่เหมาะสม ต้องให้ลวดเส้นหนึ่งของตัวนำดีเกลียวปล่อยไว้อย่างอิสระ และต้องสอดลวดเส้นอื่นเข้าไปในขั้วต่อจนสุด และหนีบยึด

ลวดที่ปล่อยอิสระต้องงอไปได้ทุกทิศทางที่ทำได้ โดยไม่มีการดึงฉนวนกลับ แต่ไม่ใช่หักงอกับปลอกป้องกัน

ถ้าตัวนำมีไฟฟ้าอันตราย ลวดที่ปล่อยอิสระต้องไม่สัมผัสกับส่วนนำไฟฟ้าใด ๆ ซึ่งเป็นส่วนที่เข้าถึงได้ หรือเป็นส่วนที่ต่อกับส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ หรือส่วนนำไฟฟ้าใด ๆ ของเครื่องใช้ที่มีฉนวนสองชั้นซึ่งแยกจากส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้โดยใช้ฉนวนเพิ่มเติมเท่านั้น

ถ้าตัวนำมีการต่อกับขั้วต่อลงดิน ลวดที่ปล่อยอิสระต้องไม่สัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายใด ๆ

#### 15.4 อุปกรณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของเคเบิลไฟฟ้าประธาน

##### 15.4.1 อุปกรณ์ที่จัดเตรียมมาที่เจตนาใช้สำหรับเสียบเข้ากับเต้ารับที่อยู่กับที่ ต้องไม่ให้ เกิดความเครียดเกินควรต่อเต้ารับเหล่านี้

การทดสอบให้ทำโดยการเสียบอุปกรณ์เหมือนเจตนาการใช้งานกับเต้ารับของเครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 11 แขนสร้างสมดุลของเครื่องทดสอบ หมุนรอบแกนแนวระดับที่ผ่านเส้นศูนย์กลางของท่อสัมผัสของเต้ารับในระยะห่าง 8 mm ด้านหลังของผิวหน้าประธานของเต้ารับ

แขนสร้างสมดุลต้องอยู่ในภาวะสมดุลในขณะที่อุปกรณ์ยังไม่ได้เสียบเข้าด้วยกัน ผิวหน้าประธานของเต้ารับอยู่ในตำแหน่งแนวตั้ง

หลังจากเสียบอุปกรณ์เข้าด้วยกันแล้ว ทอร์กที่ใส่เข้าไปที่เต้ารับเพื่อให้ผิวหน้ายังอยู่ในแนวตั้งถูกกำหนดโดยตำแหน่งของค้อนน้ำหนักบนแขนสร้างสมดุล ทอร์กต้องไม่เกิน 0.25 Nm

**หมายเหตุ 1** การทดสอบนี้เข้ากันได้กับการทดสอบที่อธิบายใน IEC 60884-1

**หมายเหตุ 2** อุปกรณ์ทดสอบดังแสดงในรูปที่ 11 เจตนาใช้สำหรับทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของเคเบิลไฟฟ้าประธาน ตัวอย่างของเคเบิลไฟฟ้าประธานมีแสดงไว้ใน IEC 60083 สำหรับอุปกรณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของเคเบิลไฟฟ้าประธานที่มีมิติอื่น อาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทดสอบและข้อกำหนดอื่น

- 15.4.2 ส่วนเต้าเสียบไฟฟ้าประธานของอุปกรณ์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเต้าเสียบไฟฟ้าประธานที่เกี่ยวกับมิติรูปร่างโดยรวมของอุปกรณ์ต้องไม่ทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นเต้าเสียบไฟฟ้าประธานมาตรฐาน

การทดสอบให้ทำได้โดยการวัดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

**หมายเหตุ** มิติของเต้าเสียบไฟฟ้าประธานบางชนิดจะมีแสดงไว้ใน IEC 60083 ส่วนสำหรับเต้าเสียบเฉพาะอื่น ๆ จะต้องควรระมัดระวังในการตรวจสอบกับมาตรฐานแห่งชาติระดับประเทศให้เป็นฉบับปัจจุบัน

- 15.4.3 อุปกรณ์ต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบดังต่อไปนี้

- (ก) อุปกรณ์ต้องผ่านการทดสอบปล่อยตก

ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่สมบูรณ์ต้องได้รับการกระแทก 3 ครั้งจากการปล่อยตกสูง 1 m บนผิวแนวระดับในตำแหน่งที่จะให้ผลเลวร้ายที่สุด

พื้นผิวแนวระดับต้องประกอบด้วยไม้เนื้อแข็งหนาอย่างน้อย 13 mm ติดตั้งกับไม้อัด 2 ชั้นที่มีความหนาแต่ละชั้น 19 mm ถึง 20 mm และรองรับทั้งหมดด้วยพื้นคอนกรีตหรือพื้นที่ไม่ยืดหยุ่นที่สมมูลกัน

หลังการทดสอบ ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แต่ไม่จำเป็นต้องใช้งานได้

**หมายเหตุ 1** อาจมีชิ้นส่วนเล็ก ๆ แดงหักออกมา แต่ต้องไม่มีผลกระทบต่อการป้องกันช็อกไฟฟ้าที่มีอยู่

**หมายเหตุ 2** การบิดเบี้ยวของขาเสียบ และความเสียหายที่ผิวและรอยเว้าเล็กน้อยสามารถยอมรับได้ ถ้าไม่ทำให้ระยะห่างในอากาศหรือระยะห่างตามผิวฉนวนลดต่ำกว่าค่าที่ระบุไว้ในข้อ 13.

- (ข) ขาเสียบต้องไม่บิดเมื่อได้รับทอร์กขนาด 0.4 Nm โดยครั้งแรกให้ทำในทิศทางหนึ่งนาน 1 min และต่อมาให้ทำในทิศทางตรงกันข้ามอีก 1 min

**หมายเหตุ 3** ไม่ต้องการทดสอบนี้ ถ้าการหมุนของขาเสียบไม่ทำให้ความปลอดภัยตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ลดลง

- (ค) ให้ใช้แรงดึงตามที่ให้ไว้ในตารางที่ 17 โดยไม่มีการกระตุก เป็นเวลา 1 min สำหรับแต่ละขาในทิศทางแนวแกนความยาวของขาเสียบ

การออกแรงดึงนี้ให้กระทำในตู้อบที่อุณหภูมิ  $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ภายหลังจากที่วางอุปกรณ์นั้นไว้ในตู้อบเป็นเวลา 1 h

ภายหลังการทดสอบ ปล่อยให้อุปกรณ์มีอุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิโดยรอบ ขาเสียบต้องไม่เคลื่อนที่จากตำแหน่งในตัวเรือนของอุปกรณ์มากกว่า 1 mm

## ตารางที่ 17 แรงดึงที่ขาเสียบ

(ข้อ 15.4.3)

พิกัดของชนิดเต้าเสียบสมมูล	จำนวนขั้ว	แรงดึง N
ไม่เกิน 10 A 130/250 V	2	40
	3	50
เกิน 10 A แต่ไม่เกิน 16 A 130/250 V	2	50
	3	54
เกิน 10 A แต่ไม่เกิน 16 A 440 V	3	54
	มากกว่า 3	70

สำหรับจุดประสงค์ของการทดสอบนี้ จุดสัมผัสลงดินป้องกันพิจารณาเป็นขั้วเดียว โดยไม่คำนึงถึงจำนวนของจุดสัมผัส

การทดสอบตามข้อ (ข) และข้อ (ค) ให้ทำแยกกัน และใช้ตัวอย่างใหม่สำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง

## 16. สายอ่อนภายนอก

- 16.1 สายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าประธานต้องเป็นชนิดมีเปลือกหุ้มที่เป็นไปตาม มอก. 11 สำหรับสายอ่อนหุ้มด้วยพอลิไวนิลคลอไรด์ หรือตาม มอก. 955 สำหรับสายอ่อนหุ้มด้วยยางสังเคราะห์

**หมายเหตุ 1** ในประเทศออสเตรเลียและประเทศนิวซีแลนด์ เงื่อนไขพิเศษแห่งชาติประยุกต์ใช้สำหรับสายอ่อนภายนอก

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าประธานตาม มอก.11 หรือ มอก. 955

สายเคเบิลอ่อนและสายอ่อนชนิดถอดไม่ได้ สำหรับเครื่องใช้ประเภท I ต้องมีการเตรียมสายสีเขียวแถบเหลือง ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกันของเครื่องใช้ และถ้ามีเต้าเสียบมาด้วยต้องต่อกับหน้าสัมผัสลงดินป้องกันของเต้าเสียบ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**หมายเหตุ 2** รหัสสีของแกนสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุใน IEC 60173

16.2 ตัวนำสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าต้องมีพื้นที่หน้าตัดระบุไม่น้อยกว่าที่แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 พื้นที่หน้าตัดระบุของสายอ่อนภายนอก

(ข้อ 16.2)

ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องใช้ <sup>ก</sup>	พื้นที่หน้าตัดระบุ mm <sup>2</sup>
A	
ไม่เกิน 3	0.5 <sup>ข</sup>
เกิน 3 แต่ไม่เกิน 6	0.75
เกิน 6 แต่ไม่เกิน 10	1
เกิน 10 แต่ไม่เกิน 16	1.5
<sup>ก</sup> ความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าที่กำหนดรวมถึงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเด้ารับกำลังไฟฟ้าประธานที่เตรียมไว้สำหรับเครื่องใช้อื่น <sup>ข</sup> พื้นที่หน้าตัดระบุนี้ใช้ได้เฉพาะกับเครื่องใช้ประเภท II และมีความยาวของสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 2 m โดยวัดระหว่างจุดที่สายอ่อนหรือปลอกป้องกันสายอ่อนเข้าไปในเครื่องใช้กับจุดที่ต่อเข้ากับเด้าเสียบ	

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า ให้อ้างอิงตาม IEC 60950 Table 3B

การทดสอบให้ทำโดยการวัด

หมายเหตุ ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดาพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดที่จำเป็นต้องใช้คือ 0.81 mm<sup>2</sup>

16.3

(ก) สายอ่อนที่ไม่เป็นไปตามข้อ 16.1 ซึ่งใช้ต่อระหว่างเครื่องใช้นั้นกับเครื่องใช้อื่นที่ใช้งานร่วมกัน และประกอบด้วยตัวนำที่มีไฟฟ้าอันตราย ต้องมีความทนโคอีเล็กทริกที่เพียงพอ

การทดสอบให้ทำโดยทดสอบความทนโคอีเล็กทริกโดยใช้ตัวอย่างยาวประมาณ 1 m และป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่เกี่ยวข้องตามข้อ 10.3 สำหรับชั้นคุณภาพของฉนวนที่ทดสอบเป็นดังต่อไปนี้

- สำหรับฉนวนของตัวนำ ใช้วิธีทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าตาม IEC 60885-1 ข้อ 3.1 และข้อ 3.2
- สำหรับฉนวนเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น ปลอกหุ้มกลุ่มตัวนำ ระหว่างตัวนำที่ใส่ภายในปลอก กับแผ่นโลหะเปลวที่พันรอบปลอกอย่างแน่นหนาอย่างน้อย 100 mm

หมายเหตุ สำหรับสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้า ที่ฉนวนมีคุณสมบัติเป็นไปตามชนิดสายอ่อนในข้อ 16.1 และใช้อยู่ในเครื่องใช้นั้น ไม่ว่าจะเป็นส่วนต่อสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าภายนอก หรือเป็นสายเคเบิลเอกเทศ ให้ถือว่าเปลือกหุ้มมีฉนวนเพิ่มเติมเพียงพอตามจุดประสงค์ของข้อนี้

- (ข) สายอ่อนที่ไม่เป็นไปตามข้อ 16.1 และใช้ต่อระหว่างเครื่องใช้นั้นกับเครื่องใช้อื่นที่ใช้งานร่วมกัน และประกอบด้วยตัวนำที่มีไฟฟ้าอันตราย ต้องทนการบิดงอ และความเค้นทางกลอื่นที่เกิดขึ้นในขณะใช้งานตามเจตนา

การทดสอบให้ทำโดยทดสอบตามข้อ 3.1 ของ มอก. 11 เล่ม 2 ยกเว้นที่เป็นไปตามตารางที่ 19

**ตารางที่ 19 มวลและเส้นผ่านศูนย์กลางรอกสำหรับทดสอบความเค้น**  
(ข้อ 16.3)

เส้นผ่านศูนย์กลาง รางเบ็ดเสร็จของสายเคเบิลอ่อนหรือสายอ่อน mm	มวล kg	เส้นผ่านศูนย์กลางรอก mm
ไม่เกิน 6	1.0	60
เกิน 6 แต่ไม่เกิน 12	1.5	120
เกิน 12 แต่ไม่เกิน 20	2.0	180

ส่วนเคลื่อนที่เคลื่อนไปกลับจำนวน 15 000 ครั้ง (30 000 ครั้ง ถ้านับทั้ง 2 ทาง)

แรงดันไฟฟ้า  $U$  ระหว่างตัวนำ เป็นแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามข้อ 10.3

ระหว่างและหลังการทดสอบ ชิ้นทดสอบต้องทนการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามที่ระบุในข้อ 10.3 ได้

- 16.4 ตัวนำของสายอ่อนที่ใช้ต่อระหว่างเครื่องใช้นั้นกับเครื่องใช้อื่นที่ใช้งานร่วมกัน ต้องมีพื้นที่หน้าตัดมากพอที่จะไม่ต้องคำนึงถึงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของฉนวนในภาวะการใช้งานปกติและภาวะผิดปกติได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ในกรณีที่สงสัย ให้หาอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของฉนวนในภาวะการใช้งานปกติและภาวะผิดปกติ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในสดมภ์ที่เหมาะสมในตารางที่ 3

- 16.5 เครื่องใช้ต้องยอมให้สายอ่อนภายนอกที่มีตัวนำไฟฟ้าอันตราย 1 เส้นหรือมากกว่า ต่อโดยที่จุดต่อเชื่อมของตัวนำปราศจากความเครียด สิ่งห่อหุ้มด้านนอกได้รับการป้องกันจากการขีดสี และตัวนำได้รับการป้องกันจากการบิดตัว

นอกจากนี้ สายอ่อนภายนอกต้องไม่สามารถดันผ่านช่องร้อยสายเข้าไปในเครื่องใช้นั้น ถ้าการดันนี้จะทำให้ความปลอดภัยลดลงตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

วิธีการคลายความเครียดและป้องกันการบิดตัวของสายที่จัดเตรียมไว้ ต้องเห็นได้อย่างชัดเจน

ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการแก้ปัญหาชั่วคราว เช่น การผูกสายอ่อนเป็นปมหรือผูกด้วยเชือก

อุปกรณ์สำหรับคลายความเครียดและการบิดตัวต้องทำจากวัสดุทนทาน หรือมีสิ่งหล่อหุ้มยึดกับที่ทำด้วยวัสดุทนทานที่ไม่ใช่ยางธรรมชาติ ถ้าความผิดพร่องของทนทานของสายอ่อนอาจทำให้ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้มีไฟฟ้าอันตราย

สำหรับเครื่องใช้ประเภท I การจัดวางขั้วต่อสำหรับสายอ่อนป้องกันกำลังไฟฟ้าประธาน หรือความยาวของตัวนำระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับคลายความเครียดและการบิดตัวกับขั้วต่อ ต้องมีลักษณะที่ตัวนำที่มีไฟฟ้าอันตรายต้องตั้งก่อนตัวนำที่ต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกัน ในกรณีที่สายอ่อนเล็ก อนุหลุดออกจากอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับคลายความเครียดและการบิดตัว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบดังต่อไปนี้

การทดสอบให้ทำกับสายอ่อนแบบเดียวกับที่ติดมากับเครื่องใช้

ติดสายอ่อนกับเครื่องใช้ โดยใช้อุปกรณ์คลายความเครียดและการบิดตัว ที่เหมาะสม ต่อตัวนำเข้ากับขั้วต่อ และขันหมุดเกลียวของขั้วต่อ (ถ้ามี) เล็กน้อย เพื่อยึดไม่ให้ตัวนำเปลี่ยนตำแหน่งได้ง่าย

หลังจากการเตรียมความพร้อมนี้แล้ว ต้องไม่สามารถดันสายอ่อนเข้าไปในเครื่องใช้ได้ หรือถ้าดันเข้าไปได้ ต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ดึงสายอ่อนให้ตึง ทำเครื่องหมายบนสายอ่อนใกล้กับช่องเปิด แล้วดึงสายอ่อนด้วยแรง 40 N ครั้งละ 1 s เป็นจำนวน 100 ครั้ง การดึงต้องไม่มีการกระตุก

จากนั้นให้บิดสายอ่อนทันทีด้วยทอร์ก 0.25 Nm เป็นคาบเวลา 1 min

ระหว่างการทดสอบ สายอ่อนต้องไม่เคลื่อนมากกว่า 2 mm การวัดให้ทำในขณะที่ดึงสายอ่อนอยู่ ปลายตัวนำต้องไม่เคลื่อนที่ในขั้วต่อจนสังเกตเห็นได้ และสายอ่อนต้องไม่เสียหายเนื่องจากอุปกรณ์สำหรับคลายความเครียดและการบิดตัว

- 16.6 ต้องทำช่องเปิดสำหรับสายอ่อนภายนอกตามที่กล่าวถึงในข้อ 16.5 ไม่ให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายของสายอ่อนในระหว่างการสอดใส่หรือในการเคลื่อนที่ในเวลาต่อมา

*หมายเหตุ* การป้องกันนี้สามารถทำได้โดยลบคมของช่องเปิด หรือ โดยการใช้บุชซิงที่เหมาะสมที่เป็นวัสดุทนทาน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการติดสายอ่อน

- 16.7 เครื่องใช้ขนย้ายได้ ต้องมีเต้าเสียบเครื่องใช้ที่เป็นไปตาม มอก. 2404 เล่ม 1 สำหรับต่อกับไฟฟ้าประธานโดยชุดสายอ่อนถอดได้ หรือต้องมีวิธีการเก็บเพื่อป้องกันชุดสายอ่อนไฟฟ้าประธานเมื่อไม่ได้ใช้งาน ตัวอย่างเช่น มีช่อง ตะขอ หรือแท่นยึด

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

## 17. การต่อทางไฟฟ้าและการยึดทางกล

17.1 ขั้วต่อสายชนิดใช้หมุดเกลียวยึดซึ่งทำให้มีการสัมผัสทางไฟฟ้า และการยึดที่ใช้หมุดเกลียวซึ่งจะคลายออกและขันเข้าหลายครั้งในระหว่างอายุการใช้งานของเครื่องใช้ ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ

หมุดเกลียวที่ให้แรงกดสัมผัสและหมุดเกลียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุน้อยกว่า 3 mm ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการยึดที่ใช้หมุดเกลียวที่กล่าวถึงข้างต้น ต้องขันเกลียวเข้ากับแป้นเกลียวโลหะหรือเกลียวฝังในเนื้อโลหะ

อย่างไรก็ตาม หมุดเกลียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุน้อยกว่า 3 mm ที่ไม่ได้ให้แรงกดสัมผัส ไม่จำเป็นต้องขันเกลียวเข้ากับโลหะ ถ้าหากว่าการยึดที่ใช้หมุดเกลียวทนต่อแรงบิดตามที่ระบุในตารางที่ 20 สำหรับหมุดเกลียวเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm ได้

การยึดที่ใช้หมุดเกลียว ซึ่งจะคลายออกและขันเข้าหลายครั้งในระหว่างอายุการใช้งานของเครื่องใช้ หมายถึงรวมถึงหมุดเกลียวของขั้วต่อ หมุดเกลียวสำหรับยึดฝาครอบ (เฉพาะที่ต้องคลายออกเมื่อเปิดฝาครอบ) หมุดเกลียวสำหรับยึดที่จับ ลูกบิด ขา แทน และสิ่งที่คล้ายกัน

การทดสอบให้ทำดังต่อไปนี้

คลายและขันหมุดเกลียวด้วยทอร์กตามตารางที่ 20 ดังนี้

- 5 ครั้ง ในกรณีที่หมุดเกลียวขันเข้ากับเกลียวโลหะ
- 10 ครั้ง ในกรณีที่หมุดเกลียวขันเข้ากับไม้ วัสดุที่มีส่วนประกอบของไม้ หรือขันเข้ากับเกลียวในวัสดุฉนวน

ในกรณีหลัง ต้องถอดหมุดเกลียวออกมาและใส่เข้าไปใหม่โดยสมบูรณ์แต่ละครั้ง

การขันหมุดเกลียวต้องไม่ให้กระตุก

หลังการทดสอบ ต้องไม่เกิดการเสื่อมสภาพที่ทำให้ความปลอดภัยของเครื่องใช้ลดลงตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ให้ทวนสอบวัสดุที่หมุดเกลียวถูกขันเข้าไปโดยการตรวจพินิจ

## ตารางที่ 20 ทอร์กที่ใช้กับหมุดเกลียว

(ข้อ 17.1)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของหมุดเกลียว mm	ทอร์ก Nm		
	I	II	III
ไม่เกิน 2.8	0.2	0.4	0.4
เกิน 2.8 แต่ไม่เกิน 3.0	0.25	0.5	0.5
เกิน 3.0 แต่ไม่เกิน 3.2	0.3	0.6	0.6
เกิน 3.2 แต่ไม่เกิน 3.6	0.4	0.8	0.6
เกิน 3.6 แต่ไม่เกิน 4.1	0.7	1.2	0.6
เกิน 4.1 แต่ไม่เกิน 4.7	0.8	1.8	0.9
เกิน 4.7 แต่ไม่เกิน 5.3	0.8	2.0	1.0
เกิน 5.3 แต่ไม่เกิน 6.0	—	2.5	1.25

การทดสอบให้ใช้ไขควง ประแจ หรือกุญแจทดสอบที่เหมาะสม โดยใช้ทอร์กดังแสดงในตารางที่ 20 โดยเลือกสเกลที่เหมาะสมดังนี้

- สำหรับหมุดเกลียวโลหะที่ไม่มีหัว ซึ่งเมื่อขันแน่นแล้วจะไม่นูนออกมาจากรู : I
- สำหรับหมุดเกลียวโลหะชนิดอื่นและเป็นเกลียว : II
- สำหรับหมุดเกลียวที่ทำจากวัสดุฉนวน :
  - มีหัวเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งมีมิติตามหน้าราบเกินกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวเบ็ดเสร็จ หรือ
  - มีหัวทรงกระบอกและร่องเฉียงสำหรับกุญแจ โดยร่องเฉียงมีมิติตามหน้าราบไม่น้อยกว่า 0.83 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวเบ็ดเสร็จ หรือ
  - มีหัวเป็นร่องหรือร่องแฉก ซึ่งมีความยาวเกิน 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว เบ็ดเสร็จ : II
- สำหรับหมุดเกลียวอื่น ๆ ที่ทำจากวัสดุฉนวน : III

17.2 ต้องมีวิธีการที่จะทำให้มั่นใจว่าการใส่หมุดเกลียวเข้าไปในเกลียวตัวเมียในวัสดุโลหะจะทำได้ถูกต้องในกรณีที่จะคลายออกและขันเข้าหลายครั้งในระหว่างอายุการใช้งานของเครื่องใช้ และเมื่อต่อความปลอดภัยตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบด้วยมือ

**หมายเหตุ** ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ ถ้ามีการป้องกันการใส่หมุดเกลียวในลักษณะเอียง ตัวอย่างเช่น มีการนำร่องหมุดเกลียวในส่วนที่จะติดตั้ง โดยการฝังไว้ภายในเป็นเกลียวหรือโดยการลบเกลียวที่ปลายหมุดเกลียว



- 17.3 หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์ยึดอื่นที่เจตนายึดฝาครอบ ขา แทน หรือสิ่งที่คล้ายกัน ต้องเป็นชนิดกันหลุด เพื่อป้องกันการนำเอาหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์ยึดอื่นมาใช้แทนระหว่างบริการ ซึ่งอาจทำให้ระยะห่างตามพินฉนวนหรือระยะห่างในอากาศระหว่างส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้หรือ ส่วนที่ติดกับมัน กับส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ลดลงจนต่ำกว่าค่าที่กำหนดในข้อ 13.

หมุดเกลียวดังกล่าวไม่จำเป็นต้องเป็นชนิดกันหลุด ถ้าแทนด้วยหมุดเกลียวอื่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างเกลียว และความคมระนาบเหมือนกัน โดยมีความยาวเป็น 10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระนาบของหมุดเกลียวนั้น เมื่อใช้ทอร์คตามตารางที่ 20 ระยะห่างต่าง ๆ ไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในข้อ 13.

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 17.4 ส่วนนำไฟฟ้าได้ที่ยึดติดถาวรเข้าด้วยกันและนำกระแสไฟฟ้าเกิน 0.2 A คร่อมหน้าสัมผัสในภาวะการทำงานปกติ ต้องมั่นใจได้ว่าการป้องกันการหลุดหลวม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบด้วยมือ

**หมายเหตุ 1** การปิดผนึกด้วยสารประกอบหรือสิ่งที่คล้ายกัน ให้ล็อกเฉพาะการต่อที่ใช้หมุดเกลียวซึ่งไม่ต้องรับแรงบิด

**หมายเหตุ 2** ถ้าการยึดประกอบด้วยหมุดเกลียวหรือหมุดย้ามากกว่า 1 ตัว ให้ล็อกหมุดเพียงตัวเดียว

**หมายเหตุ 3** หมุดย้า อาจป้องกันการหมุน โดยใช้ก้านหมุดที่ไม่กลม หรือมีร่องบากที่เหมาะสม

- 17.5 การต่อทางไฟฟ้าในวงจรที่นำกระแสไฟฟ้าเกิน 0.2 A ในภาวะการใช้งานปกติ ต้องออกแบบไม่ให้ส่งแรงกดสัมผัสผ่านวัสดุฉนวนนอกเหนือจากเซรามิก นอกจากนี้ส่วนที่เป็นโลหะติดกันตัวได้อย่างพอเพียงที่จะชดเชยการหดตัวที่อาจเป็นได้ของวัสดุฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 17.6 ตัวนำดีเกลียวของสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าที่นำกระแสไฟฟ้าเกิน 0.2 A ในภาวะการใช้งานปกติ ซึ่งต่อกับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว ต้องไม่มีการทำให้แข็งโดยการบัดกรีด้วยสารตะกั่วเจือดีบุกในจุดที่รับแรงกดสัมผัส เว้นแต่ออกแบบวิธีการหนีบยึดที่ไม่ให้มีความเสี่ยงของการสัมผัสที่เร็วเนื่องจากการไหลเย็นของการบัดกรี

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 17.7 อุปกรณ์ยึดฝาครอบซึ่งอาจมีการใช้งานในระหว่างอายุการใช้งานของเครื่องใช้ ต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอ ถ้าการบกพร่องของอุปกรณ์ยึดดังกล่าวจะทำให้ความปลอดภัยลดลงตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ตำแหน่งล็อกและปลดล็อกของอุปกรณ์ยึดเหล่านี้ต้องไม่กำกวม และต้องเป็นไปไม่ได้ที่จะปลดล็อกอุปกรณ์เหล่านี้โดยไม่ตั้งใจ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ โดยการใช้งานอุปกรณ์ และโดยการทดสอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- ในกรณีของอุปกรณ์ที่ทำงานโดยการเคลื่อนที่เชิงหมุนและเชิงเส้นร่วมกัน ให้วัดทอร์กหรือแรงที่ต้องใช้ในการล็อกและปลดล็อกอุปกรณ์ ในขณะที่อุปกรณ์อยู่ในตำแหน่งล็อก ให้ใช้ทอร์กหรือแรงเป็น 2 เท่าของค่าที่ต้องใช้ในการล็อกอุปกรณ์ ด้วยค่าต่ำสุด 1 Nm หรือ 10 N ป้อนในทิศทางล็อก นอกจากว่าการปลดล็อกอุปกรณ์นั้นใช้ทอร์กหรือแรงที่น้อยกว่าในทิศทางเดียวกัน

ให้ทำเช่นนี้ 10 ครั้ง

ทอร์กหรือแรงที่ต้องใช้ในการปลดล็อกอุปกรณ์ต้องไม่น้อยกว่า 0.1 Nm หรือ 1 N

- ในกรณีของฝาคกรอบที่ยึดด้วยอุปกรณ์จับยึดแบบกดล็อก ให้ถอดฝาคกรอบแล้วใส่กลับเข้าที่ในลักษณะเดิม 10 ครั้ง

หลังการทดสอบนี้ ฝาคกรอบต้องผ่านการทดสอบด้วยวิธีนี้ทดสอบแบบแข็งแรงและตะขอสอดตามที่อยู่ภายในข้อ 9.1.7 (ก) และ (ข)

- 17.8 ขาดอดได้หรือแทนอดได้ที่ผู้ทำจัดให้มากับเครื่องใช้ ต้องส่งมอบมากับวิธีการยึดที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

- 17.9 การต่อที่สามารถเสียบต่อภายในได้ ต้องออกแบบไม่ให้มีการหลุดหลวมได้โดยไม่เจตนา ถ้าการหลุดหลวมนั้นทำให้ความปลอดภัยลดลงตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และในกรณีที่สงสัยให้ใช้แรงดึง 2 N กระทำที่การต่อในทิศทางใด ๆ

หมายเหตุ สำหรับการต่อภายในอื่น ให้ดูข้อ 8.11

## 18. ความแข็งแรงทางกลของหลอดภาพและการป้องกันจากผลของการระเบิดเข้า

### 18.1 ทัวไป

หลอดภาพที่มีมิติด้านหน้าสูงสุดเกิน 16 cm ต้องมีการป้องกันอย่างแท้จริงจากผลของการระเบิดเข้าและการกระแทกทางกล หรือเปลือกหุ้มของเครื่องใช้ต้องมีการป้องกันอย่างเพียงพอจากผลของการระเบิดเข้าของหลอด

ฟิล์มป้องกัน ที่ติดกับแผ่นหน้าของหลอดภาพ เสมือนใช้เป็นส่วนของระบบการป้องกันการระเบิดเข้า ต้องครอบคลุมขอบทั้งหมดด้วยเปลือกหุ้มของเครื่องใช้

หลอดภาพที่ไม่มีการป้องกันอย่างแท้จริงต้อง จัดให้มีฉากป้องกันที่มีประสิทธิภาพซึ่งถอดไม่ได้ด้วยมือ ถ้าใช้ฉากแก้วแยกต่างหากต้องไม่สัมผัสกับผิวของหลอด

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ โดยการวัด และโดยการทดสอบดังนี้

- IEC 61965 สำหรับหลอดที่มีการป้องกันอย่างแท้จริง รวมทั้งหลอดที่มีฉากป้องกันรวมเป็นส่วนเดียวกัน
- ทดสอบตามข้อ 18.2 สำหรับเครื่องใช้ซึ่งมีหลอดที่ไม่มีการป้องกันอย่างแท้จริง

**หมายเหตุ 1** ถือว่าหลอดภาพมีการป้องกันอย่างแท้จริงจากผลของการระเบิดเข้า ถ้าเมื่อติดตั้งอย่างถูกวิธีแล้วไม่จำเป็นต้องมีการป้องกันเพิ่มเติมอีก

**หมายเหตุ 2** เพื่อความสะดวกในการทดสอบ ผู้ทำหลอดอาจระบุพื้นที่ซึ่งอาจแตกได้ง่ายที่สุดบนหลอดที่ทดสอบ

### 18.2 หลอดภาพที่มีการป้องกันอย่างแท้จริง รวมทั้งหลอดภาพที่มีฉากป้องกันรวมเป็นส่วนเดียวกัน

วางเครื่องใช้ที่มีหลอดภาพและฉากป้องกันอยู่ในตำแหน่งบนที่รองรับในแนวระดับที่ความสูง  $(75 \pm 5)$  cm เหนือพื้น หรือถ้าเห็นได้ชัดว่าเครื่องใช้เจตนาให้วางบนพื้น ก็ให้วางบนพื้นโดยตรง

ทำให้หลอดระเบิดเข้าภายในเปลือกหุ้มของเครื่องใช้โดยวิธี ดังนี้

ทำให้รอยร้าวแผ่กระจายออกไปในเปลือกของหลอดแต่ละหลอดตามคำอธิบายด้านล่างนี้

ทำรอยขีดที่บริเวณด้านข้างหรือบนหน้าของหลอด (ดูรูปที่ 12) ด้วยเครื่องจารหัวเพชร แล้วทำให้พื้นที่นี้เย็นลงซ้ำแล้วซ้ำอีกด้วยไนโตรเจนเหลวหรือสิ่งที่คล้ายกัน จนเกิดรอยแตก เพื่อป้องกันของเหลวทำความเย็นไหลออกจากพื้นที่ที่ทดสอบ ควรทำคั่นกันด้วยดินเหนียวหรือสิ่งที่คล้ายกัน

หลังการทดสอบนี้ ต้องไม่มีเศษชิ้นส่วนที่มีมวลเกิน 2 g ผ่านที่กั้นสูง 25 cm ซึ่งวางอยู่บนพื้นห่างจากจุดที่ขีด (projection) ของด้านหน้าของเครื่องใช้ 50 cm และต้องไม่มีเศษชิ้นส่วน ผ่านที่กั้นที่คล้ายกันที่ระยะ 2 m

## 19. เสถียรภาพและอันตรายทางกล

เครื่องใช้ที่มีมวลตั้งแต่ 7 kg ขึ้นไป ต้องมีเสถียรภาพเพียงพอ นอกจากนี้ เมื่อติดตั้งขา ล้อเลื่อน หรือแท่นที่ผู้ทำให้มาหรือแนะนำ ต้องมั่นใจว่ายังคงมีเสถียรภาพ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 19.1 ข้อ 19.2 และข้อ 19.3

เครื่องใช้ที่เจตนาให้ยึดกับที่ ไม่ต้องทดสอบเหล่านี้ และการทดสอบข้อ 19.3 จะใช้เฉพาะกับเรื่องต่อไปนี้

- เครื่องใช้ที่มีมวลตั้งแต่ 25 kg ขึ้นไป หรือ
- เครื่องใช้ที่มีความสูงตั้งแต่ 1 m ขึ้นไป แต่ไม่นับรวมระบบลำโพง หรือ
- เครื่องใช้ที่ใช้ร่วมกับล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ และมีความสูงรวมตั้งแต่ 1 m ขึ้นไป แต่ไม่นับรวมระบบลำโพง

ระหว่างการทดสอบ เครื่องใช้ต้องไม่ล้ม

### 19.1 ทดสอบที่มุม $10^\circ$ กับแนวระดับ

วางเครื่องใช้หรือเครื่องใช้ที่ใช้ร่วมกับล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มา หรือแนะนำให้ใช้ ในตำแหน่งเจตนาใช้งาน บนระนาบเอียงเป็นมุม  $10^\circ$  กับแนวระดับ แล้วหมุนเครื่องใช้ซ้ำ ๆ เป็นมุม  $360^\circ$  รอบแกนตั้งปกติ

ประตู ลื่นชัก ลูกกลิ้ง ขาปรับได้ และส่วนประกอบอื่นทั้งหมด ถูกจัดเรียงในลักษณะที่ให้มีเสถียรภาพน้อยที่สุด เครื่องใช้ หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อน หรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ถ้าจำเป็น ต้องมีเครื่องกีดขวางเพื่อป้องกันการลื่นไถลหรือกลิ้ง โดยการใส่ตัวหยุดที่มีมิติเล็กที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

อย่างไรก็ตาม ถ้าเครื่องใช้ หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ ถูกยกให้เอียงเป็นมุม  $10^\circ$  เมื่อวางบนระนาบในแนวระดับ แล้ว ทำให้มีส่วนที่ตามปกติไม่สัมผัสกับที่รองรับ อาจจะ สัมผัสกับระนาบในแนวระดับ ให้วางเครื่องใช้บนที่รองรับในแนวระดับ และเอียง ชุดที่ประกอบรวมกันในทิศทางที่ให้ผลเลวที่สุดเป็นมุม  $10^\circ$

**หมายเหตุ** ตัวอย่างเช่น การทดสอบบนที่รองรับในแนวระดับ อาจจำเป็นสำหรับเครื่องใช้มีขาเล็ก ลูกกลิ้ง หรือสิ่งที่คล้ายกัน

### 19.2 การทดสอบแรงแนวตั้ง

วางเครื่องใช้หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ บนพื้นผิวไม่ลื่นไถล นั่น คือเอียงเป็นมุมไม่เกิน  $1^\circ$  กับแนวระดับ โดยให้ฝาปิด บานเปิดหinged ลื่นชัก ประตู ลูกกลิ้ง ล้อ ขาปรับได้ และส่วนประกอบอื่น ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

ใช้แรง 100 N กระทำในทิศทางลงตามแนวดิ่ง ในลักษณะที่จะทำให้เกิดโมเมนต์พลิกคว่ำสูงสุดตรงจุดใด ๆ ของพื้นผิวส่วนที่ยื่นหรือส่วนที่เว้าลึกเข้าไปใด ๆ ในแนวระดับ ถ้าจุดนั้นสูงจากพื้นผิวไม่ลื่นไถลไม่เกิน 75 cm

เครื่องใช้ต้องไม่พลิกคว่ำระหว่างการทดสอบ พื้นผิวที่รองรับต้องไม่ใช่เพื่อป้องกันเครื่องใช้จากการพลิกคว่ำ ยกเว้นสำหรับเครื่องใช้ตั้งพื้น

### 19.3 การทดสอบแรงแนวนอน

วางเครื่องใช้หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ บนพื้นผิวไม่ลื่นไถลในแนวระดับ โดยให้ประตู ลื่นชัก ลูกกลิ้ง ขาปรับ ใต้ และส่วนที่เคลื่อนไหวได้อื่น ๆ ทั้งหมด ประกอบรวมกันที่ทำให้เสถียรภาพน้อยที่สุด

ถ้าจำเป็นต้องกันเครื่องใช้หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อนหรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ โดยใช้ตัวหยุดที่มีมิติเล็กที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อป้องกันการลื่นไถลหรือกลิ้ง

ใช้แรงกระทำในแนวระดับจากภายนอก 13 % ของน้ำหนักของเครื่องใช้หรือ 100 N แล้วแต่ค่าใดต่ำกว่า ในทิศทางแนวระดับ ที่จุดนั้นบนเครื่องใช้ที่จะทำให้เสถียรภาพน้อยที่สุด โดยแรงนี้ต้องไม่กระทำที่ระดับสูงกว่า 1.5 m จากระดับพื้น

ถ้าเครื่องใช้ หรือเครื่องใช้ที่มีล้อเลื่อน หรือแท่นที่ให้มาหรือแนะนำให้ใช้ อยู่ในสภาพไม่เสถียร ตัวเครื่องต้องไม่พลิกคว่ำที่มุมเอียงน้อยกว่า  $15^\circ$  จากแนวดิ่ง

### 19.4 ทดสอบขอบและมุม

ขอบหรือมุม ต้องราบเรียบ (ไม่ขาดตอนอย่างกะทันหัน) ยกเว้นกรณีที่ต้องใช้ในการทำหน้าที่อย่างถูกต้องของเครื่องใช้ ถ้าหากจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ อันเนื่องมาจากตำแหน่งที่ตั้งหรือการใช้งานในเครื่องใช้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

### 19.5 ความแข็งแรงทางกลของกระจก

กระจก ที่มีพื้นที่ผิวหน้าเกิน  $0.1 \text{ m}^2$  หรือมีมิติใหญ่เกิน 450 mm ยกเว้น กระจกหลอดภาพและกระจกหลายชั้น ต้องไม่แตกละเอียด ในลักษณะที่จะทำให้เกิดผลลุดลอกแก่ผิวหน้าได้

การทดสอบให้ทำโดยทดสอบตามข้อ 12.1.3 โดยใช้ก้อนกระแทกเท่านั้น

ถ้าหากการทดสอบนี้ทำให้กระจกแตกหรือร้าว ต้องทดสอบเพิ่มเติมตามข้อ 19.5.1 กับตัวอย่างทดสอบแยกต่างหาก

#### 19.5.1 การทดสอบการแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ

ตัวอย่างทดสอบได้รับการรองรับทั่วพื้นที่และต้องระมัดระวังให้มั่นใจ ว่าไม่มีชิ้นส่วนกระเด็นกระจัดกระจายเมื่อแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วตัวอย่างทดสอบถูกทำให้แตกละเอียดด้วยเครื่องตอกศูนย์กลาง ที่วางห่างจากจุดกึ่งกลางของขอบที่ยาวกว่าของตัวอย่างทดสอบประมาณ 15 mm หลังการแตกภายใน 5 min ให้นับจำนวนชิ้นในพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 50 mm ที่วางโดยประมาณที่จุดศูนย์กลางพื้นที่ของการแตกที่หยาบที่สุดโดยไม่ใช้เครื่องมือช่วยในการมองเห็น ยกเว้นแว่นตาที่ใช้ตามปกติ และไม่รวมพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 15 mm จากขอบหรือรูใด ๆ

ตัวอย่างทดสอบต้องแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ จำนวนชิ้นที่นับได้ในพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 50 mm ต้องมีไม่น้อยกว่า 45 ชิ้น ถ้าการสร้างเป็นเช่นนั้นอนุภาคจะถูกเก็บไว้ด้วยกัน (ไม่มีอนุภาคหลุดออกจากพื้นที่สี่เหลี่ยม) ตัวอย่างถือว่าเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ

**หมายเหตุ** วิธีการนับชิ้นที่เหมาะสม ทำได้โดยการวางวัสดุโปร่งใสพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 50 mm บนตัวอย่างทดสอบ และใช้น้ำหมึกทำเครื่องหมายเมื่อแต่ละชิ้นในพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสผ่านการนับแล้ว ในการนับชิ้นที่ขอบของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส เลือกด้าน 2 ด้านใด ๆ ที่อยู่ติดกัน และนับชิ้นทั้งหมดที่ถูกพาดผ่าน โดยด้าน 2 ด้านดังกล่าว ทั้งนี้ไม่รวมชิ้นที่ถูกพาดผ่านโดยด้าน 2 ด้านที่เหลือ

## 19.6 อุปกรณ์ติดตั้งบนผนังหรือเพดาน

อุปกรณ์ติดตั้งเครื่องใช้ที่เจตนาให้ติดตั้งบนผนังหรือเพดานต้องมีอย่างเพียงพอ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจโครงสร้างและข้อมูลที่มีอยู่ หรือกรณีจำเป็น ให้ทดสอบดังต่อไปนี้

ติดตั้งเครื่องใช้ตามคำแนะนำของผู้ทำ ออกแรงเพิ่มเติมจากน้ำหนักเครื่องใช้โดยกระทำผ่านศูนย์ถ่วงในแนวตั้งเป็นเวลา 1 min แรงที่เพิ่มขึ้นต้องเท่ากับ 3 เท่าของน้ำหนักเครื่องใช้ แต่ไม่น้อยกว่า 50 N เครื่องใช้และอุปกรณ์ติดตั้งที่เกี่ยวข้องต้องยังมั่นคงอยู่ได้ตลอดการทดสอบ

## 20. การทนไฟ

เครื่องใช้ต้องออกแบบให้มีการป้องกัน การเริ่มติด ไฟและการลุกลามของไฟเท่าที่จะ เป็นไปได้ และต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากไฟเพิ่มขึ้นไปสู่เครื่องใช้โดยรอบ

ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

- โดยการใช้หลักปฏิบัติทางวิศวกรรมที่ดีในการออกแบบและ การผลิตเครื่องใช้ เพื่อป้องกันการก่อตัวของแหล่งกำเนิดการจุดติดไฟที่มีศักยภาพ และ
- โดยการใช้วัสดุที่มีสภาพการติดไฟต่ำ สำหรับชิ้นส่วนภายในที่อยู่ภายในระยะที่ระบุของแหล่งกำเนิดการจุดติดไฟที่มีศักยภาพ (ดูตารางที่ 21) และ
- โดยการใช้เปลือกหุ้มกันไฟและ/หรือตัวกั้นเพื่อจำกัดการลุกลามของไฟ

คุณลักษณะที่ต้องการถือว่าเป็นไปตามที่ต้องการ ถ้าเครื่องใช้เป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 20.1 และข้อ 20.2

**หมายเหตุ** ในประเทศออสเตรเลีย และประเทศนิวซีแลนด์ ใช้เงื่อนไขพิเศษแห่งชาติ ซึ่งรวมถึงการทดสอบ บนพื้นฐาน การพิสูจน์ที่เกี่ยวข้องของอนุกรม IEC 60695 เกี่ยวกับการทดสอบลวดรุ่งแสง การทดสอบเปลวไฟเข้ม การทดสอบที่เกี่ยวข้อง และการทดสอบที่เกี่ยวข้องของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

## 20.1 ส่วนประกอบทางไฟฟ้าและชิ้นส่วนทางกล

ส่วนประกอบทางไฟฟ้าและชิ้นส่วนทางกล ยกเว้นรายการที่ระบุในข้อ (ก) และข้อ (ข) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 20.1.1 ข้อ 20.1.2 ข้อ 20.1.3 และข้อ 20.1.4

(ก) ส่วนประกอบที่อยู่ภายในเปลือกหุ้มที่จัดอยู่ในสภาพการติดไฟได้ประเภท V-0 ตาม IEC 60695-11-10 และมีช่องเปิดเฉพาะสำหรับสายไฟฟ้าเชื่อมต่อเติมช่องเปิดบริบูรณ์ และสำหรับระบายอากาศที่มีความกว้างไม่เกิน 1 mm ความยาวไม่จำกัด

(ข) ชิ้นส่วนต่อไปนี้ ซึ่งอาจมองข้ามการเป็นเชื้อไฟ

- ชิ้นส่วนทางกลขนาดเล็ก ๆ เช่น ชิ้นส่วนติดตั้งสำหรับยึด เกียร์ เฟือง ลูกเบี้ยว สายพาน และรองถื่น (bearing) ถ้าหากมวลของวัสดุที่ไม่ใช่โลหะเหล่านี้แต่ละชิ้นส่วนไม่เกิน 4 g ไม่นับรวมโลหะแก้ว และเซรามิก
- ตัวอย่างส่วนประกอบทางไฟฟ้าขนาดเล็ก ๆ ได้แก่
  - ตัววงจรรวม (integrated circuit) ทรานซิสเตอร์ ชิ้นส่วนออปโตคัปเปิลอร์ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง
  - ตัวเก็บประจุที่มีปริมาตรไม่เกิน 1 750 mm<sup>3</sup>

เมื่อส่วนประกอบ เหล่านี้ติดตั้งบนวัสดุ ที่มีสภาพการติดไฟได้ประเภท V-1 หรือดีกว่าตาม IEC 60695-11-10

**หมายเหตุ 1** ขั้วต่อให้พิจารณาเป็นส่วนประกอบทางไฟฟ้า

**หมายเหตุ 2** ในการพิจารณาวิธีการลดการแผ่ของไฟให้น้อยที่สุดและอะไรเป็น “ชิ้นส่วนขนาดเล็ก” ควรพิจารณาผลกระทบรวมของชิ้นส่วนขนาดเล็กที่อยู่ติดกันต่อการแผ่ไฟจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังชิ้นส่วนอื่นที่เป็นไปได้

### 20.1.1 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

ส่วนประกอบทางไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับสภาพการติดไฟได้ที่เกี่ยวข้องตามข้อ 14.

ถ้าสภาพการติดไฟได้ไม่ได้กำหนดไว้ในข้อ 14. ให้ใช้ข้อกำหนดข้อ 20.1.4 แทน

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบที่เหมาะสมตามข้อ 14. หรือข้อ 20.1.4

### 20.1.2 การเดินสายไฟฟ้าภายใน

ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่เป็นส่วนที่ก่อให้เกิดการแผ่ของไฟเมื่ออยู่ในภาวะดังต่อไปนี้ :

- (ก) สายไฟฟ้าทำงานที่แรงดันไฟฟ้าเกิน 4 kV (ค่ายอด) กระแสสลับ หรือ กระแสตรง หรือ
- (ข) สายไฟฟ้าที่ออกนอกเปลือกหุ้มกันไฟ ภายใน ยกเว้นฉนวนที่ประกอบ ด้วย PVC TFE PTFE FEP หรือยางเทียมชนิดทนน้ำมัน (neoprene)
- (ค) สายไฟฟ้าภายในบริเวณที่ระบุในตารางที่ 21 เว้นแต่มีการกำบังโดยที่กั้นตามตารางที่ 21 ยกเว้นฉนวนที่ประกอบด้วย PVC TFE PTFE FEP หรือยางเทียมชนิดทนน้ำมัน

หมายเหตุ ความหมายของตัวย่ออ้างอิงได้จาก ISO 1043-1

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามภาคผนวก ข. ข้อ ข.2

#### 20.1.3 แผ่นวงจรพิมพ์

วัสดุฐานของแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งมีกำลังไฟที่จ่ายได้ที่จุดต่อเกิน 15 W ทำงานที่แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 50 V จนถึง 400 V (ค่ายอด) กระแสสลับหรือกระแสตรง ในภาวะการทำงานปกติ ต้องจัดอยู่ในสภาพการติดไฟได้ประเภท V-1 หรือดีกว่าตาม IEC 60695- 11-10 เว้นแต่แผ่นวงจร พิมพ์ที่ได้รับการป้องกันจากเปลือกหุ้มที่เป็นไปตาม สภาพการติดไฟได้ประเภท V-0 ตาม IEC 60695- 11-10 หรือทำจากโลหะ ที่มีช่องเปิด เฉพาะ สำหรับสายไฟฟ้าเชื่อมต่อเต็มช่องเปิด บริบูรณ์

วัสดุฐานของแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งมีกำลังไฟที่จ่ายได้ที่จุดต่อ เกิน 15 W ทำงานที่แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 400 V (ค่ายอด) กระแสสลับหรือกระแสตรง ในภาวะการทำงานปกติ และวัสดุฐานของแผ่นวงจรพิมพ์ ที่รองรับช่องประกาย ซึ่งป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน ต้องจัดอยู่ในสภาพการติดไฟได้ประเภท V-0 ตาม IEC 60695- 11-10 เว้นแต่แผ่นวงจรพิมพ์บรรจุไว้ในเปลือกหุ้มโลหะ ที่มีช่องเปิดเฉพาะสำหรับสายไฟฟ้าเชื่อมต่อเต็มช่องเปิดบริบูรณ์

การทดสอบ ให้ทำโดยการตรวจสอบดูความหนาที่น้อยที่สุดของแผ่นวงจรพิมพ์ที่ใช้ตาม :

- (ก) IEC 60695- 11-10 หรือ
- (ข) ข้อ ข.1 บนชิ้นตัวอย่างของแผ่นวงจรที่ใช้ในเครื่องใช้ แต่ไม่รวมส่วนประกอบ

การทดสอบในข้อ ข) ให้ทำหลังจากผ่านการเตรียมสภาพ 24 h ที่อุณหภูมิ  $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ในเตาอบที่มีอากาศหมุนเวียน และทิ้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง 4 h บนแอนไฮดริส แคลเซียม คลอไรด์ ในเดซิเคเตอร์

#### 20.1.4 ส่วนประกอบและชิ้นส่วนซึ่งไม่ครอบคลุมโดยข้อ 20.1.1 ข้อ 20.1.2 และข้อ 20.1.3

ข้อนี้ไม่ใช้กับเปลือกหุ้มกันไฟ



เมื่อระยะห่างระหว่างแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟกับ ส่วนประกอบ หรือชิ้นส่วนที่ กล่าวถึง ในหัวข้อใหญ่ มีค่าไม่เกินตามที่ระบุในตาราง ที่ 21 ส่วนประกอบ และชิ้นส่วนเหล่านี้ต้องเป็นไปตามประเภท สภาพ การติดไฟ ได้ใน IEC 60695- 11-10 ดังระบุในตาราง ที่ 21 เว้นแต่มีการ กำบังจากแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ โดยใช้ที่กั้นที่ทำจากโลหะ หรือตามประเภทสภาพการติดไฟได้ตามที่ระบุในตารางที่ 21

ไม่ใช่คุณลักษณะที่ต้องการ การติดไฟแพสซีฟกับส่วนประกอบหรือ ส่วนที่ถูกปิดผนึกโดยตัวกั้น เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้ที่อื่นในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ตัวกั้นต้องตันและแข็งแรง และต้องมีมิติครอบคลุมพื้นที่อย่างน้อยตามที่ระบุในตารางที่ 21 และแสดงในรูปที่ 13 มิติของตัวกั้นที่ไม่ใช่โลหะต้องเพียงพอที่จะป้องกันการจุดติดไฟของขอบของตัวกั้นนั้นและขอบของช่องเปิดในตัวกั้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ การวัด และการทดสอบตามข้อ ข.3 ภาคผนวก ข.

แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ ไม่ถือว่าเป็นที่กั้นตามจุดประสงค์ของข้อนี้

แหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟภายในส่วนประกอบทางไฟฟ้า ไม่ได้รวมไว้ในข้อนี้

**ตารางที่ 21 ระยะห่างจากแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟและประเภทสภาพการติดไฟได้ตามมา**

(ข้อ 20.1.4)

	สำหรับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 4 kV				สำหรับเครื่องใช้ที่มีแรงดันไฟฟ้าเกิน 4 kV			
แรงดันไฟฟ้า วงจรเปิด ของแหล่งที่มี ศักยภาพ ในการติดไฟ	ระยะห่าง ต่ำสุดจาก แหล่งที่มี ศักยภาพใน การติดไฟถึง ส่วนประกอบ หรือชิ้นส่วน  (ดูรูปที่ 13)		ประเภทสภาพ การติดไฟได้ของ ส่วนประกอบ และชิ้นส่วน ถ้าระยะห่างน้อย กว่าระยะห่าง ต่ำสุดที่กำหนด ในสดมภ์ ก่อน หน้า	ระยะห่างต่ำสุด จากแหล่งที่มี ศักยภาพในการ ติดไฟถึง ที่กั้น อลูมิเนียม ประเภทสภาพการ ติดไฟได้ของที่กั้นที่ เป็นชนิด นอกเหนือจากโลหะ	ระยะห่างต่ำสุด จาก แหล่งที่มีศักยภาพ ในการติดไฟถึง ส่วนประกอบ หรือ ชิ้นส่วน  (ดูรูปที่ 13)		ประเภทสภาพ การติดไฟได้ของ ส่วนประกอบและ ชิ้นส่วน ถ้า ระยะห่างน้อย กว่าระยะห่าง ต่ำสุดที่กำหนดใน สดมภ์ ก่อนหน้า	ระยะห่างต่ำสุดจาก แหล่งที่มีศักยภาพ ในการติดไฟถึง ที่ กั้นอลูมิเนียม ประเภทสภาพการติด ไฟได้ ของที่กั้นที่เป็น ชนิดนอกเหนือ จากโลหะ
	V(ค่ายอด ) a.c. หรือ d.c.	ลงล่าง หรือออก ด้านข้าง	ขึ้น บน หน้า		ลงล่าง หรือออก ด้านข้าง	ขึ้นบน		
> 50 ถึง 400	13 mm	50 mm	HB75	ไม่มีข้อกำหนด	13 mm	50 mm	V-1	5 mm V-1
> 400 ถึง 4 000	13 mm	50 mm	V-1	5 mm V-1	20 mm	50 mm	V-1	5 mm V-0
> 4 000					ดูข้อ 20.2			

ให้พิจารณาว่าไม้หรือวัสดุที่ทำจากไม้ที่มีความหนาอย่างน้อย 6 mm เป็นประเภท V-1 ตามข้อกำหนดของข้อนี้

สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า เกิน 4 kV ในภาวะการทำงานปกติ และมีการป้องกันด้วยระยะห่างเกินที่ระบุในตารางที่ 21 วัสดุของเปลือกหุ้มภายนอกต้องมีสภาพการติดไฟ ได้ประเภท HB40 หรือดีกว่าตาม IEC 60695- 11-10 อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่ข้อกำหนดสภาพการติดไฟ ได้สำหรับชิ้นส่วนหรือพื้นที่ของเปลือกหุ้มภายนอกของเครื่องใช้ซึ่งมีการป้องกันด้วยที่กันหรือเปลือกหุ้มกันไฟภายใน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจ จสอบหาความหนา ที่น้อยที่สุดที่ใช้ตาม IEC 60695- 11-10 หรือตามภาคผนวก ข. ข้อ ข.1

## 20.2 เปลือกหุ้มกันไฟ

- 20.2.1 แหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟที่มีแรงดันไฟฟ้าขณะวงจรเปิด เกิน 4 kV (ค่ายอด) กระแสสลับ หรือ กระแสตรง ในภาวะการทำงานปกติ ต้องมีเปลือกหุ้มกันไฟที่เป็นไปตามสภาพการติดไฟได้ ประเภท V-1 หรือดีกว่า ตาม IEC 60695- 11-10

ไม่ต้องการเปลือกหุ้มกันไฟ ถ้า

- แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟจำกัดค่าไว้น้อยกว่า 4 kV ด้วยวงจรป้องกันอิเล็กทรอนิกส์ หรือ
- แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟไม่เกิน 4 kV ขณะที่เกิดการต่อทางไฟฟ้า ผิดปรองหรือการตัดวงจร

ให้วัดแรงดันไฟฟ้าด้วยระยะห่างน้อยที่สุดรอบการต่อทางไฟฟ้าผิดปรองหรือการตัดวงจรซึ่งสามารถเกิดการอาร์กได้

ให้พิจารณาว่าไม้หรือวัสดุที่ทำจากไม้ที่มีความหนาอย่างน้อย 6 mm เป็นประเภท V-1 ตามข้อกำหนดของข้อนี้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจ จสอบหาความหนา น้อยที่สุดที่ใช้ ตาม IEC 60695- 11-10 หรือข้อ ข.1 ของภาคผนวก ข.

- 20.2.2 เปลือกหุ้มกันไฟภายในต้องไม่มีช่องเปิดสำหรับระบายอากาศกว้างเกิน 1 mm โดยไม่คำนึงถึงความยาวช่องเปิดสำหรับสายไฟฟ้าเชื่อมต่อต้องบรรจุสายไฟฟ้าเต็มช่องเปิดบริบูรณ์

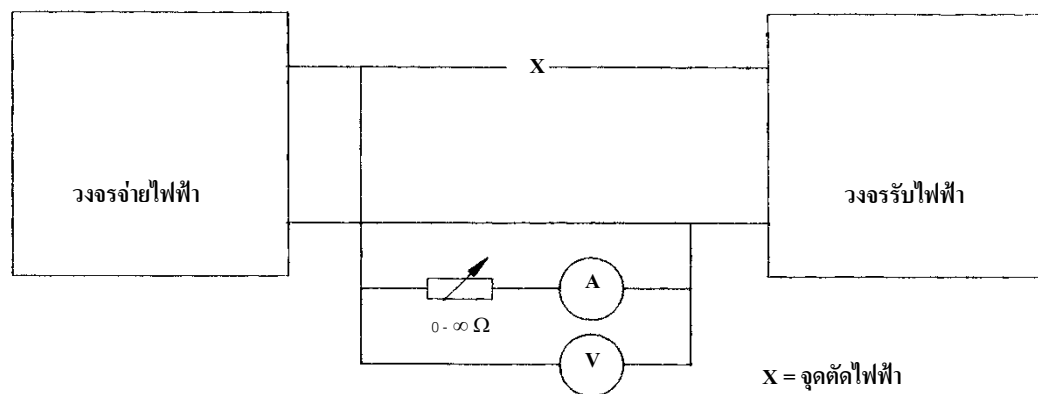
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

- 20.2.3 ถ้าเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 20.2.1 และข้อ 20.2.2 ของเปลือกหุ้มกันไฟภายในแล้ว ไม่ใช่ข้อกำหนดของสภาพการติดไฟได้กับเปลือกหุ้มภายนอกของเครื่องใช้ และไม่ใช่ข้อกำหนดของสภาพการติดไฟได้

แบบแพสซีฟกับส่วนประกอบหรือชิ้นส่วนภายนอกเปลือกหุ้มกันไฟภายใน เว้นแต่มีกำหนดไว้ที่อื่นในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ให้พิจารณาว่าฉนวนของการเดินสายไฟฟ้าภายในที่เป็นไปตามข้อ 20.1.2 เป็นส่วนของเปลือกหุ้มกันไฟภายใน

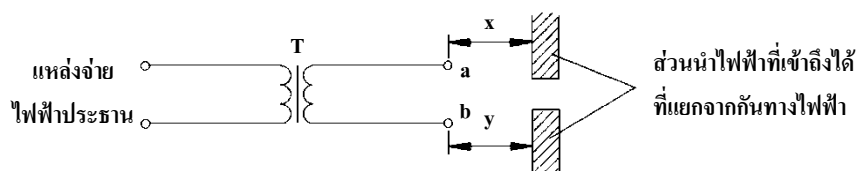
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ



หมายเหตุ ดูข้อ 4.3

### รูปที่ 1 วงจรทดสอบสำหรับภาวะผิดปกติพร้อม

(ข้อ 2.3.7, ข้อ 4.3)

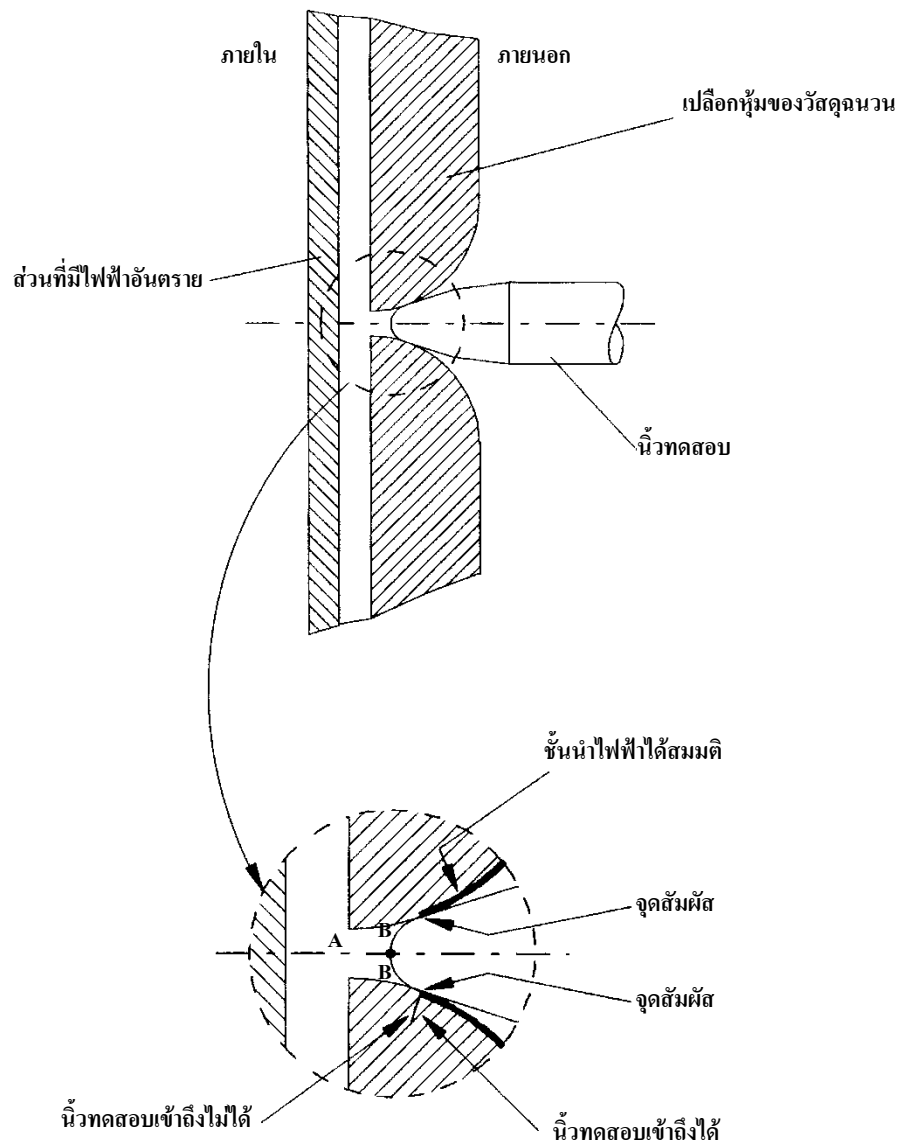


แผนภาพแสดง หม้อแปลงแบ่งแยก T ซึ่งจุด a เป็นจุดที่มีไฟฟ้าอันตรายเทียบกับจุด b ถ้าจุด a และจุด b อยู่ภายในเครื่องใช้ ให้รวมระยะห่าง x และ y ในการตรวจสอบการเป็นไปตามข้อ 8.6

หมายเหตุ ดูข้อ 8.6

### รูปที่ 2 ตัวอย่างของการประเมินฉนวนเสริม

(ข้อ 8.6)

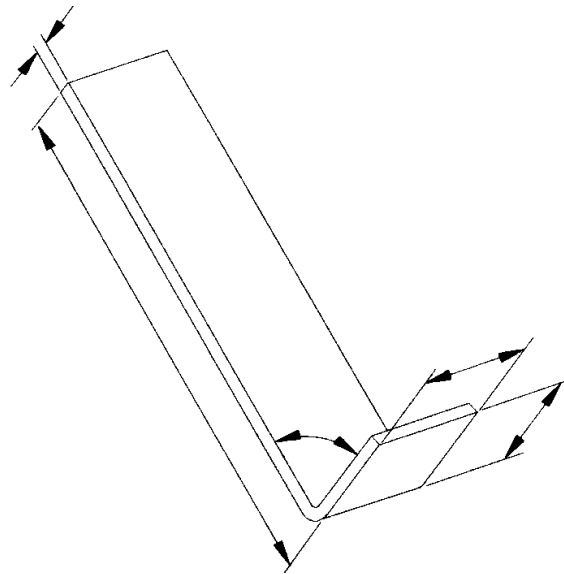


จุด A ใช้สำหรับการหาสภาพเข้าถึงได้ (ดูข้อ 9.1.1.2)

จุด B ใช้สำหรับการวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (ดูข้อ 13)

หมายเหตุ ดูข้อ 9.1.1.2 และข้อ 13.3.1

**รูปที่ 3 ตัวอย่างของส่วนที่เข้าถึงได้**  
(ข้อ 2.8.3, ข้อ 9.11, ข้อ 13.4, ข้อ ฅ.6)

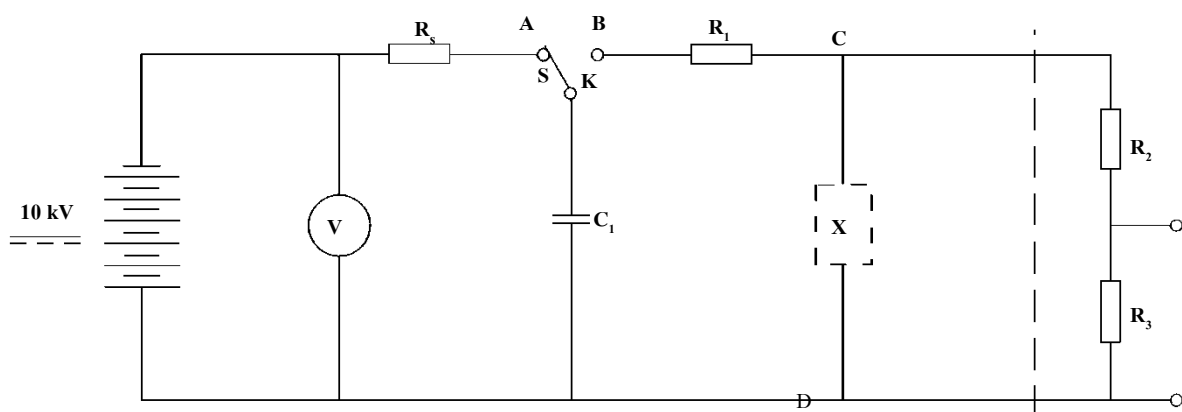


หมายเหตุ ดูข้อ 9.1.7

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

#### รูปที่ 4 ตะขอทดสอบ

(ข้อ 9.17)



$$C_1 = 1 \text{ nF}$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ M}\Omega$$

$$R_3 = 0.1 \text{ M}\Omega$$

$$R_s = 15 \text{ M}\Omega$$

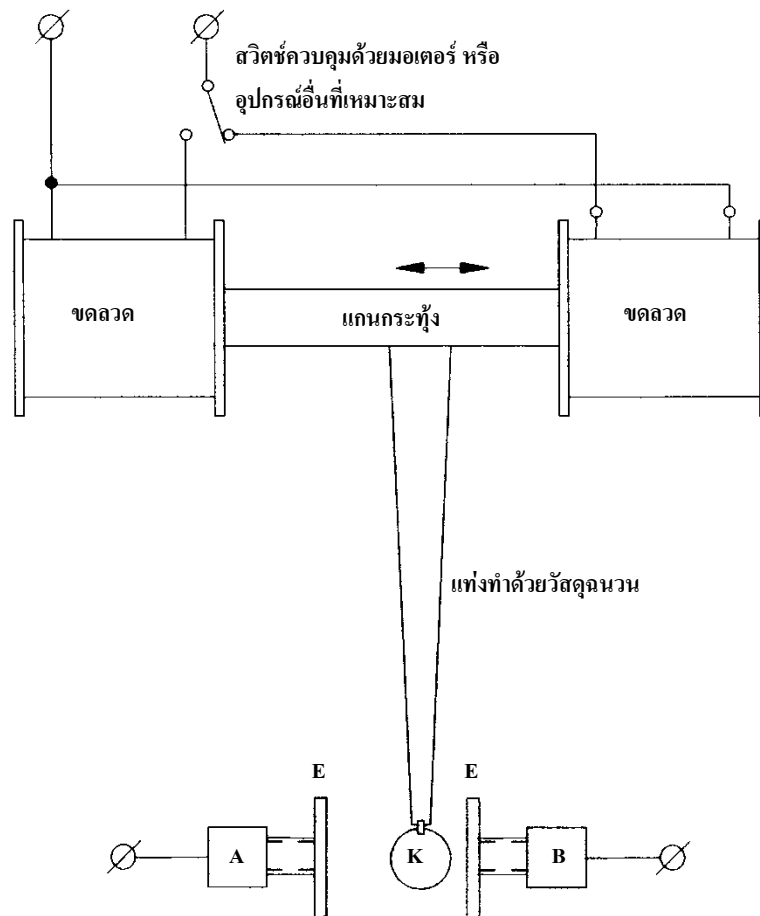
สวิตช์ S เป็นส่วนวิกฤตของวงจร ต้องออกแบบให้พลังงานที่มีอยู่สูญเสียน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ในการอาร์กหรือฉนวนที่ไม่เพียงพอ ตัวอย่างของสวิตช์ดังรูปที่ 5ข

ต่อส่วนประกอบที่จะทดสอบ X เข้ากับขั้วต่อ C และ D อาจเลือกตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้า  $R_2$   $R_3$  เพื่อให้สามารถสังเกตรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าคร่อมส่วนประกอบที่จะทดสอบจากออสซิลโลสโคปที่ต่อคร่อม  $R_3$  ตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้านี้เป็นการชดเชยเพื่อให้รูปคลื่นที่สังเกตเห็นสมนัยกับรูปคลื่นที่คร่อมส่วนประกอบที่จะทดสอบนั้น

หมายเหตุ ดูข้อ 10.1 และข้อ 14.1

#### รูปที่ 5ก การทดสอบเสิร์จ - วงจรทดสอบ

(ข้อ 10.1, ข้อ 14.1(ก), รูปที่ 5ข)



สวิตช์ (S ในรูปที่ 5ก) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

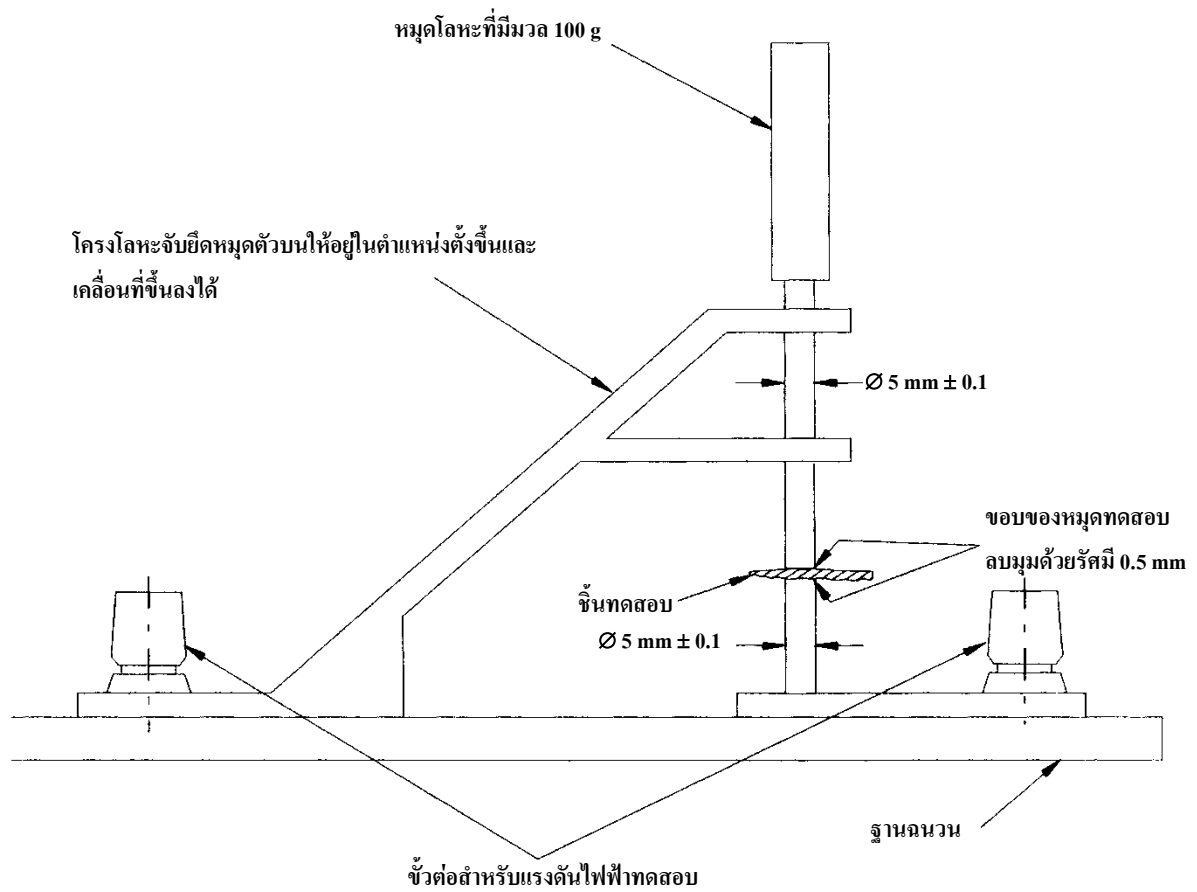
- แท่งทองเหลือง A และ B รองรับอิเล็กโทรดแผ่นกลม E ซึ่งอยู่ห่างกัน 15 mm
- K เป็นลูกทรงกลมทองเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 mm ติดไว้ที่ปลายแท่งแข็งแรงทำด้วยวัสดุทนทานยาวประมาณ 150 mm

ต่อ A B และ K ดังรูปที่ 5ก โดยใช้สายอ่อนต่อ K

ต้องระวังไม่ให้ลูกทรงกลม K กระดอน

### รูปที่ 5ข การทดสอบเสร็จ – ตัวอย่างสวิตช์ที่ใช้ในวงจรทดสอบ

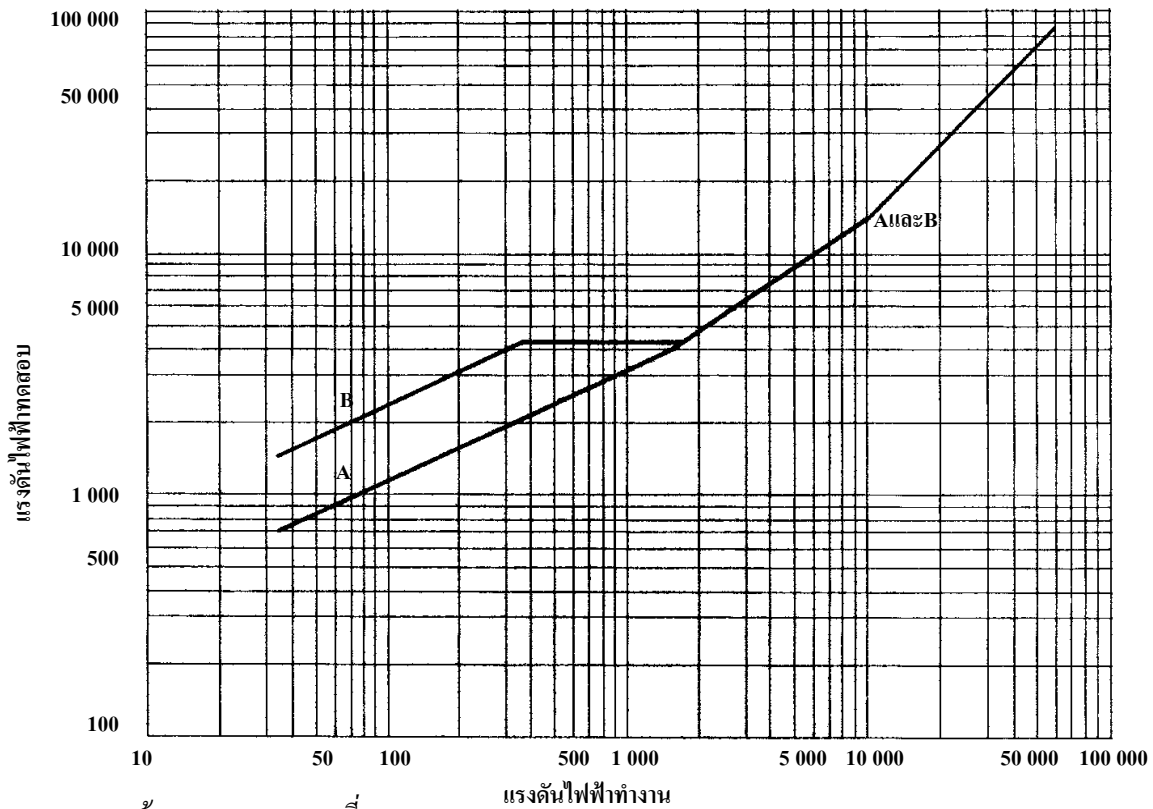
(ข้อ 10.1, ข้อ 14.1(ก), รูปที่ 5ก)



หมายเหตุ คู่มือ 10.3.2

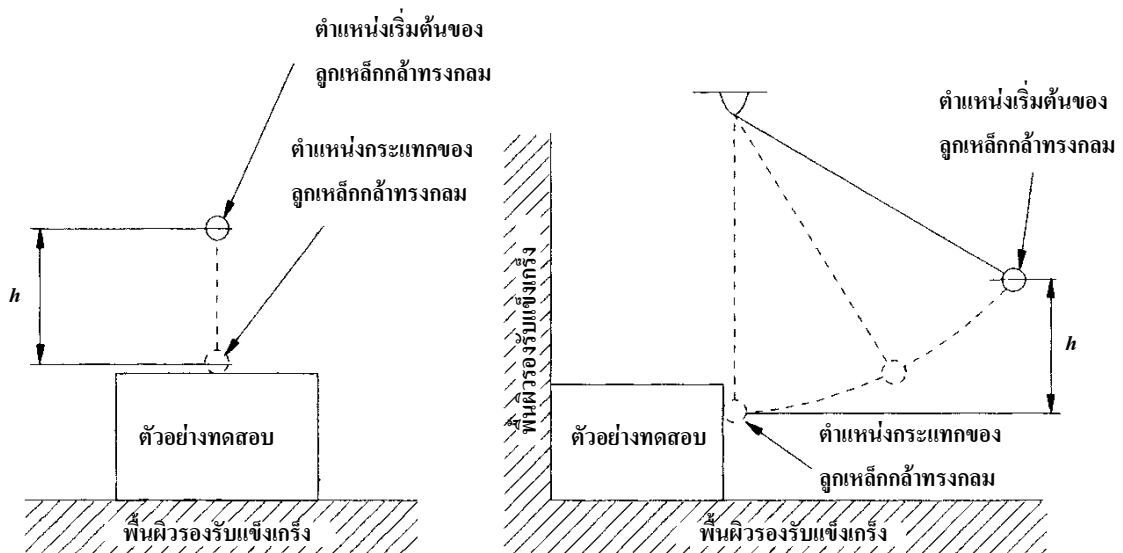
รูปที่ 6 เครื่องทดสอบความทนได้อิเล็กทริก  
(ข้อ 10.3.2)

หน่วยเป็น V (ค่ายอด)



หมายเหตุ ดูข้อ 10.3.2 และตารางที่ 5

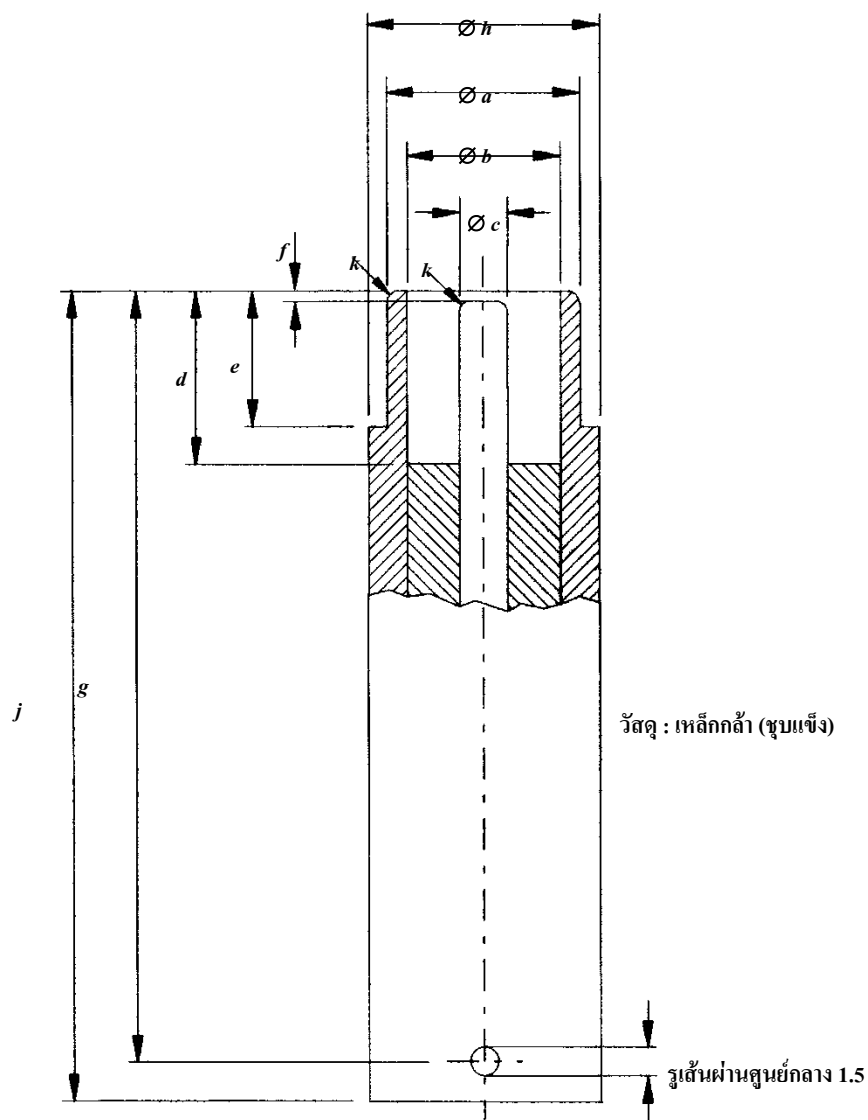
รูปที่ 7 แรงดันไฟฟ้าทดสอบ  
(ตารางที่ 5, รูปที่ 9)



หมายเหตุ ดูข้อ 12.1.3

รูปที่ 8 การทดสอบการกระแทกโดยใช้ลูกเหล็กกล้าทรงกลม  
(ข้อ 12.1.3)





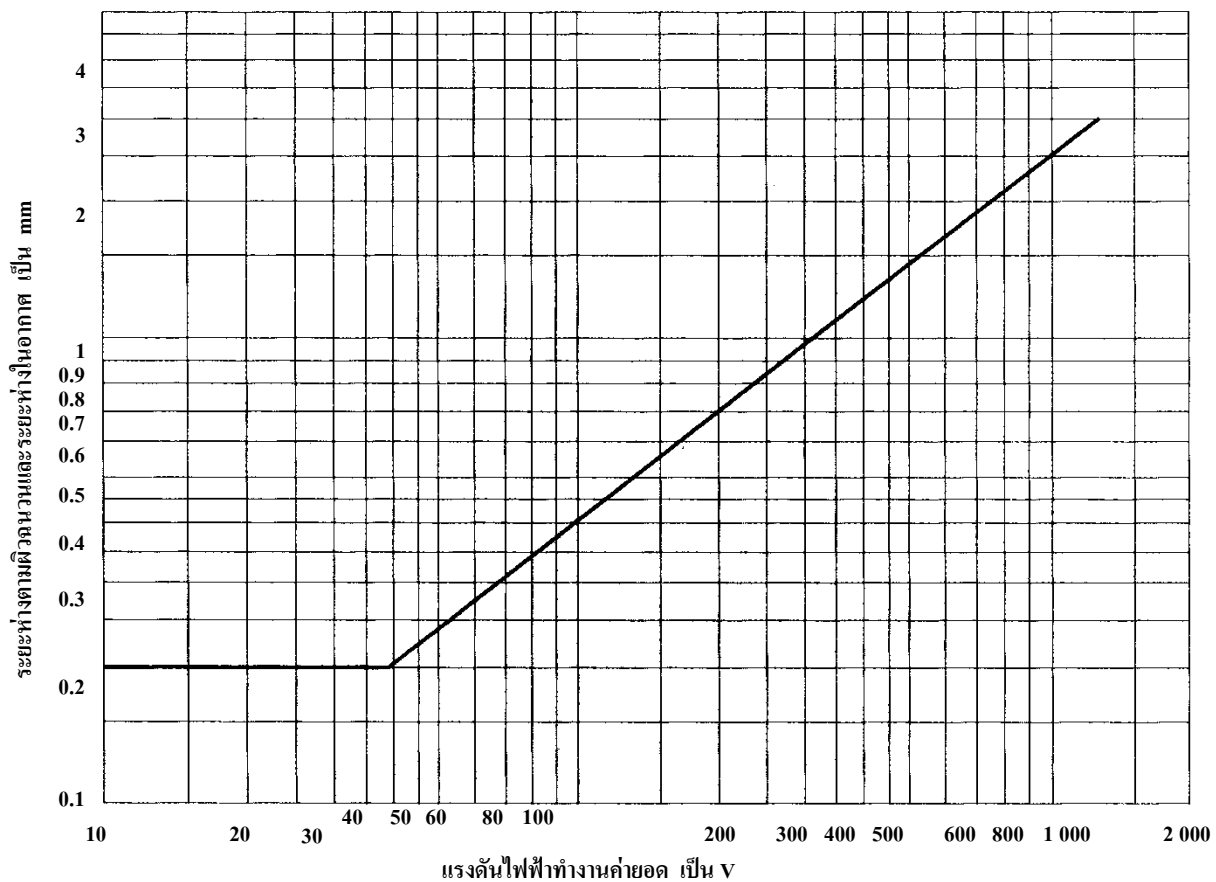
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

<i>a</i>	<i>b</i> ต่ำสุด	<i>c</i>	<i>d</i> ต่ำสุด	<i>e</i> ต่ำสุด	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j</i>	<i>k</i> ต่ำสุด
$9.576^{+0}_{-0.1}$	8.05	$2.438^{+0}_{-0.1}$	9.1	7.112	$0.8 \pm 0.4$	$40 \pm 0.4$	$12 \pm 0.4$	$43 \pm 0.4$	รัศมี 0.3

ภาพตัดของเต้าเสียบทดสอบเป็นไปตาม IEC 60169-2 รูปที่ 7

หมายเหตุ ข้อ 12.5

รูปที่ 9 ตัวเสียบทดสอบสำหรับการทดสอบทางกลบนตัวรับร่วมแกนสำหรับสายอากาศ  
(ข้อ 12.5)



เส้นกราฟหาได้จากสูตร

$$\log d = 0.78 \log (U/300)$$

โดยมีค่าต่ำสุดเป็น 0.2 mm

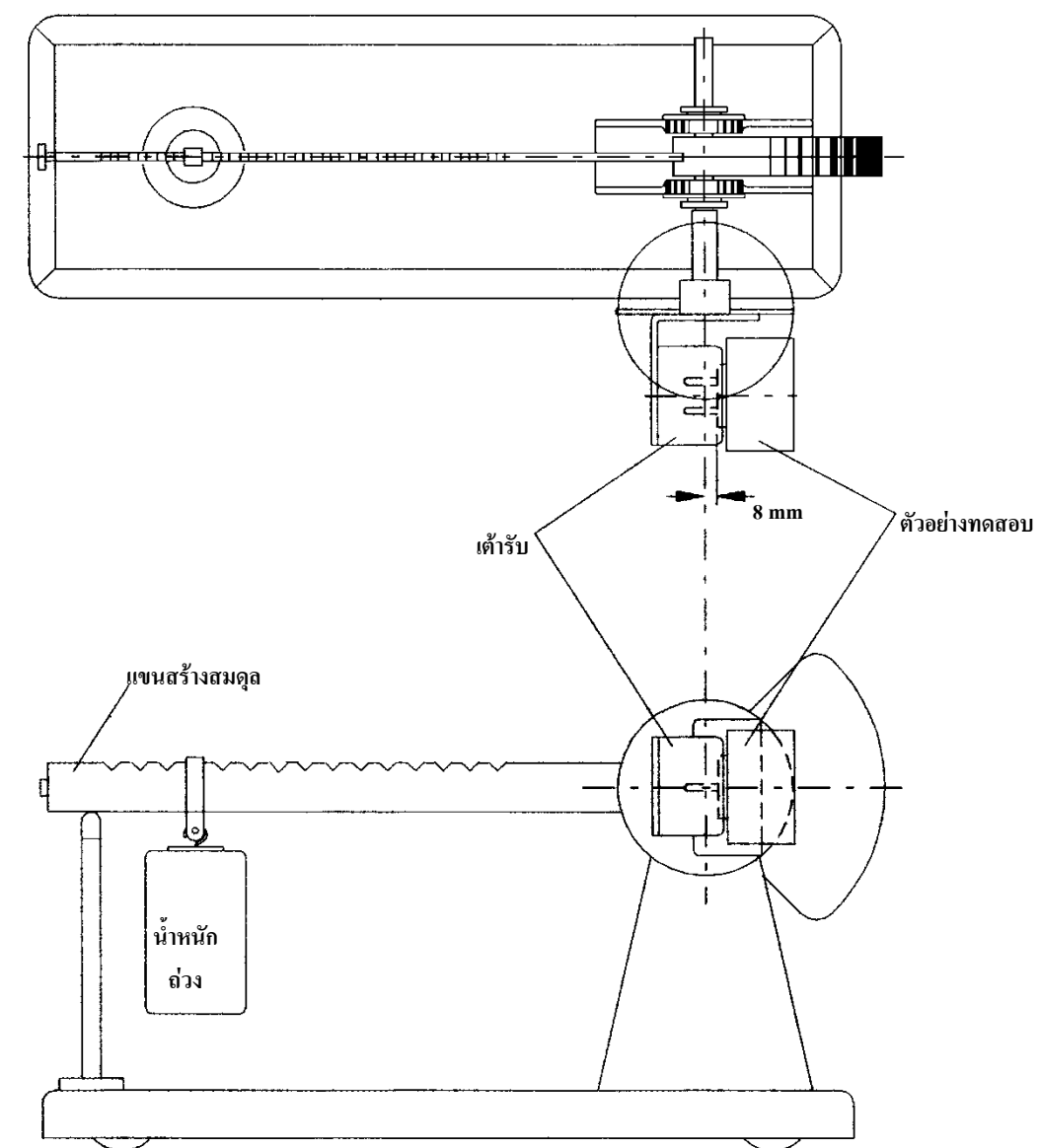
โดยที่

$d$  คือ ระยะห่าง

$U$  คือ แรงดันไฟฟ้าค่ายอด (V)

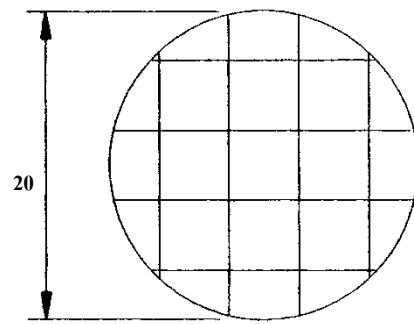
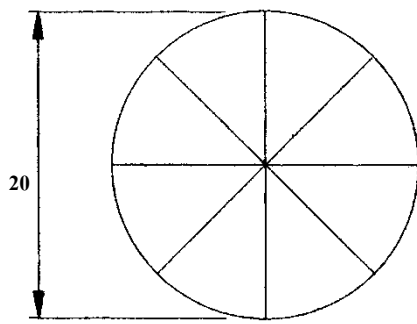
หมายเหตุ ดูข้อ 13.5.1

**รูปที่ 10** ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุดบนแผ่นวงจรพิมพ์  
(ข้อ 13.5.1)



หมายเหตุ ดูข้อ 15.4.1

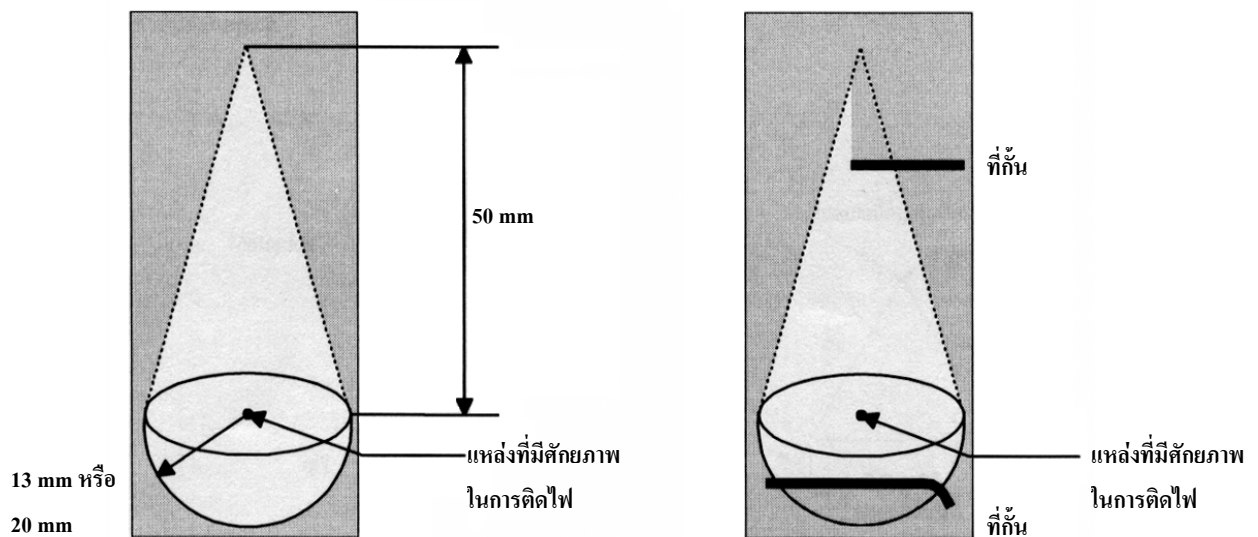
รูปที่ 11 เครื่องทดสอบสำหรับอุปกรณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของเต้าเสียบประธาน  
(ข้อ 15.4.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ คู่มือ 18.2

รูปที่ 12 แบบรูปรอยขีดสำหรับการทดสอบการระเบิดเข้า  
(ข้อ 18.2)

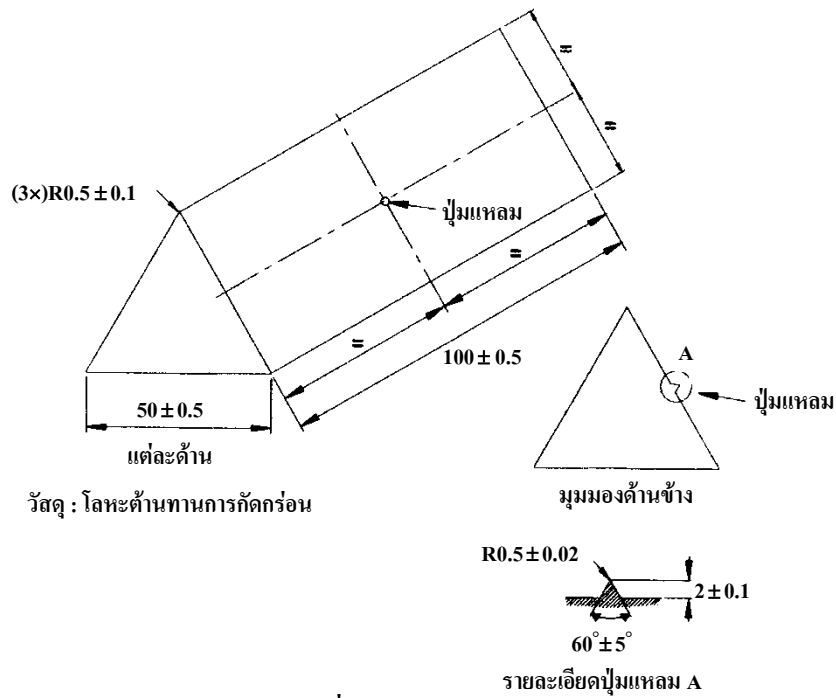


หมายเหตุ 1 ในพื้นที่แรงที่ใช้ข้อกำหนดข้อ 20.1.4 แต่ไม่ครอบคลุมในตารางที่ 21

หมายเหตุ 2 คู่มือ 20.1.4

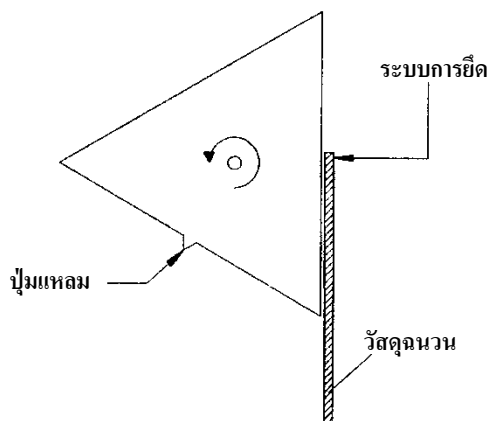
รูปที่ 13 ระยะห่างจากแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟและตัวอย่างสำหรับการออกแบบที่กัน  
(ข้อ 20.1.4, ตารางที่ 13, ตารางที่ 21, ข้อ ซ.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร



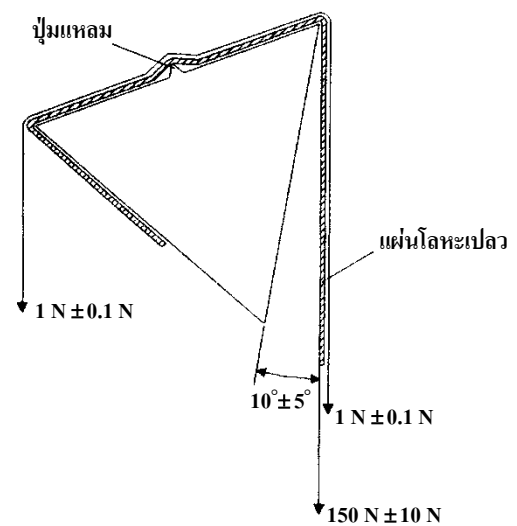
รูปที่ 14 แมนเดรล

(ข้อ 8.22)



รูปที่ 15 ตำแหน่งเริ่มต้นของแมนเดรล

(ข้อ 8.22, รูปที่ 17)

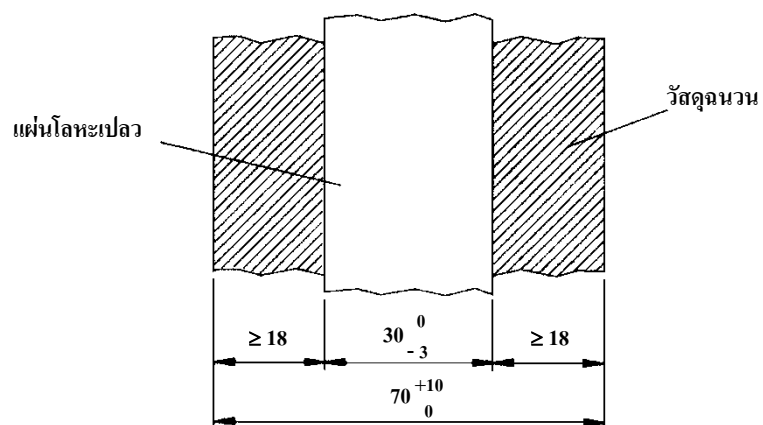


ตำแหน่งสุดท้ายของแมนเดรลคือที่  $230^\circ \pm 5^\circ$

จากตำแหน่งเริ่มต้น

รูปที่ 16 ตำแหน่งสุดท้ายของแมนเดรล

(ข้อ 8.22, รูปที่ 17)



หมายเหตุ 1 รูปที่ 17 เหมือนกับ Figure 6c ของ IEC 61558-1

รูปที่ 15 และรูปที่ 16 มีการแก้ไขเล็กน้อยจาก Figure 6b ของ IEC 61558-1

หมายเหตุ 2 ดูข้อ 8.22

รูปที่ 17 ตำแหน่งของแผ่นโลหะเพลวบนวัสดุฉนวน  
(ข้อ 8.22)

## ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

## ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเครื่องใช้ที่มีการป้องกันน้ำสาด

ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ที่เพิ่มเติมหรือแทนที่ด้วยข้อกำหนดในภาคผนวกนี้ ใช้กับ  
เครื่องใช้ที่มีการป้องกันน้ำสาด

## ก.5 เครื่องหมายและข้อแนะนำ

เพิ่มข้อต่อไปนี้อยู่หลังข้อ 5.1 (ฉ)

## ก.5.1 (ญ) การป้องกันน้ำสาด

เครื่องใช้ที่มีการป้องกันน้ำสาดต้องทำเครื่องหมายอย่างน้อยด้วยสัญลักษณ์ IPX4 ตาม  
IEC 60529

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

## ก.5.4.1 (ก) ไม่ใช่ข้อ 5.4.1 ก)

## ก.10 ข้อกำหนดด้านฉนวน

แก้ไขข้อ 10.2 ดังนี้

## ก.10.2 กรรมวิธีน้ำสาดและความชื้น

## ก.10.2.1 กรรมวิธีน้ำสาด

เปลือกหุ้มต้องมีการป้องกันน้ำสาดอย่างเพียงพอ

การทดสอบให้ทำโดยกรรมวิธีที่กำหนด ไว้ด้านล่าง โดยกระทำกับเครื่องใช้ที่ใช้สายอ่อน  
ภายนอกตามข้อกำหนดของข้อ 16.

ให้ทดสอบเครื่องใช้ตามข้อ 14.2.4 (ก) ของ IEC 60529

ทันทีที่สิ้นสุดการทดสอบนี้ ให้ทดสอบเครื่องใช้ตามข้อ 10.3 และการตรวจพินิจ ต้อง  
ปรากฏว่าน้ำซึ่งอาจเข้าไปในเครื่องใช้ไม่ทำให้เกิดความเสียหายตามความหมายของ  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะต้องไม่ปรากฏรอยน้ำบนฉนวนซึ่งมี  
ข้อกำหนดของระยะห่างตามฉนวน

## ก.10.2.2 กรรมวิธีความชื้น

ใช้ข้อ 10.2 ยกเว้นระยะเวลาทดสอบให้ใช้ 7 วัน (168 h)

**ภาคผนวก ข.**

(ข้อกำหนด)

**เครื่องใช้ที่ต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคม**

ข้อกำหนดของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้เพิ่มเติม โดยข้อกำหนดของ IEC 62151 ตามที่อ้างอิงในภาคผนวกนี้ ใช้กับเครื่องใช้ในขอบข่ายของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ที่เจตนาให้ต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคม

**หมายเหตุ 1** รายชื่อประเทศใน IEC 62151 ใช้เงื่อนไขพิเศษแห่งชาติ

**หมายเหตุ 2** หน่วยงานที่รับผิดชอบโทรคมนาคม อาจกำหนดข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเครื่องใช้ที่ต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคม โดยทั่วไปข้อกำหนดเหล่านั้นเกี่ยวกับการป้องกันโครงข่ายและผู้ใช้เครื่องใช้นั้น

ใช้ข้อกำหนดใน IEC 62151 ข้อ 1. และข้อ 2. ยกเว้นข้อ 1.4

ใช้ข้อกำหนดใน IEC 62151 ข้อ 3. โดยมีการดัดแปลงดังต่อไปนี้

ให้แทนที่ข้อ 3.5.4 ด้วยบทนิยามในข้อ 2.4.10 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ใช้ข้อกำหนดใน IEC 62151 ข้อ 4. โดยยกเว้นข้อ 4.1.2 ข้อ 4.1.3 และข้อ 4.2.1.2

ให้แทนที่ข้อ 4.1.2 ด้วยข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ในวงจร TNV-0 เดี่ยวหรือในวงจร TNV-0 ที่ต่อระหว่างกันแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 2 ตัวนำใด ๆ ของวงจร TNV-0 วงจรเดียวหรือหลายวงจร และระหว่างตัวนำใด ๆ 1 ตัวนำ นั้นกับดิน ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในข้อ 9.1.1.1 (ก) ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

**หมายเหตุ 3** วงจรที่เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้น แต่รับแรงดันไฟฟ้าเกินจากโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นวงจร TNV-1

ให้แทนที่ข้อกำหนดข้อ 4.1.3 ด้วยข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ในกรณีของความผิดพลาดเดี่ยวของฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม หรือส่วนประกอบ (ไม่รวมส่วนประกอบที่มีฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม) แรงดันไฟฟ้าระหว่าง ตัวนำใด ๆ 2 ตัวนำ ของวงจร TNV-0 วงจรเดียวหรือหลายวงจร และระหว่างตัวนำใด ๆ 1 ตัวนำ นั้นกับดิน ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในข้อ 9.1.1.1 (ก) ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เป็นเวลามากกว่า 0.2 s นอกจากนี้ ต้องไม่เกินค่าจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 11.1

ข้อยกเว้นที่ยอมให้ตามข้อ 4.1.4 ต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่ระบุในข้อ 4.1.3.1 ข้อ 4.1.3.2 หรือข้อ 4.1.3.3

ส่วนของวงจรเชื่อมโยงที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของวงจร TNV-0 ในภาวะการทำงานปกติ ต้องไม่เป็นส่วนที่ผู้ใช้เข้าถึงได้

ให้ต้องแทนที่ข้อกำหนดข้อ 4.2.1.2 ด้วยข้อกำหนดดังต่อไปนี้



**หมายเหตุ 4** ข้อ 5. และข้อ 6. ด้วย

การแยกวงจร TNV-0, วงจร TNV-1 และส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ออกจากวงจร TNV-2 และวงจร TNV-3 ต้องอยู่ในลักษณะที่

- ในภาวะการทำงานปกติ วงจร TNV-0 วงจร TNV-1 และส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ไม่เกินขีดจำกัดที่ระบุในข้อ 4.2.1.1 (ก) สำหรับวงจร TNV-1 (35 V ค่ายอด หรือ 60 V กระแสตรง)
- ในกรณีของความผิดปกติของวงจร TNV-0 วงจร TNV-1 และส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ไม่เกินขีดจำกัดที่ระบุในข้อ 4.2.1.1 (ข) สำหรับวงจร TNV-2 และวงจร TNV-3 ในภาวะการทำงานปกติ (70 V ค่ายอด หรือ 120 V กระแสตรง) อย่างไรก็ตาม ภายหลัง 0.2 s ต้องใช้ขีดจำกัดแรงดันไฟฟ้าของข้อ 4.1.2 (35 V ค่ายอด หรือ 60 V กระแสตรง)

การเป็นไปตามข้อกำหนดการแยก ถ้าจำนวนมูลฐานตามที่แสดงในตารางที่ ข.1 ซึ่งมีข้อ 6.1 ใช้ร่วมด้วย และไม่กีดกันวิธีการอื่น ๆ

**ตารางที่ ข.1 การแยกของวงจร TNV**

ส่วนที่แยก		การแยก
วงจร TNV-0 หรือส่วนนำไฟฟ้า ที่เข้าถึงได้	วงจร TNV-1	ข้อ 6.1
	วงจร TNV-2	จำนวนมูลฐาน
	วงจร TNV-3	จำนวนมูลฐาน และข้อ 6.1
วงจร TNV-1	วงจร TNV-2	จำนวนมูลฐาน และข้อ 6.1
วงจร TNV-2	วงจร TNV-3	ข้อ 6.1
วงจร TNV-1	วงจร TNV-3	จำนวนมูลฐาน
วงจร TNV-1	วงจร TNV-1	จำนวนตามหน้าที่
วงจร TNV-2	วงจร TNV-2	จำนวนตามหน้าที่
วงจร TNV-3	วงจร TNV-3	จำนวนตามหน้าที่

ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนมูลฐานหากเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดต่อไปนี้

- วงจร TNV-0 วงจร TNV-1 หรือส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ต้องต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกันตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ และ
- ข้อเสนอแนะการติดตั้งระบุให้ขั้วต่อลงดินป้องกันต้องต่อลงดินอย่างถาวร และ
- ต้องทดสอบตามข้อ 4.2.1.5 ถ้าเจตนาให้วงจร TNV-2 หรือวงจร TNV-3 รับสัญญาณหรือกำลังไฟฟ้าที่กำเนิดขึ้นภายนอกในระหว่างการทำงานปกติ (ตัวอย่างเช่น ในโครงข่ายโทรคมนาคม)

ตามการเลือกของผู้ทำ ขอมให้ปฏิบัติต่อวงจร TNV-1 หรือวงจร TNV-2 เหมือนวงจร TNV-3 ในกรณีนี้วงจร TNV-1 หรือวงจร TNV-2 ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการแยกทั้งหมดสำหรับวงจร TNV-3

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด และ ในกรณีที่จำเป็น โดยการจำลองความล้มเหลวของ ส่วนประกอบและฉนวนในลักษณะที่น่าจะเกิดขึ้นในเครื่องใช้ ก่อนการทดสอบให้สังเกตวงจรฉนวนที่ไม่เป็นไปตาม ข้อกำหนดสำหรับฉนวนมูลฐาน

**หมายเหตุ 5** เมื่อมีฉนวนมูลฐานและใช้ข้อ 6.1 กับฉนวนนี้ด้วย แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดในข้อ 6.2 ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับฉนวนมูลฐาน

ใช้ข้อ 5. ของ IEC 62151 โดยมีการดัดแปลงในข้อ 5.3.1 ดังต่อไปนี้

ต้องแทนค่า 1.6 ด้วยค่า 1.8

ใช้ข้อ 6. และข้อ 7. ของ IEC 62151

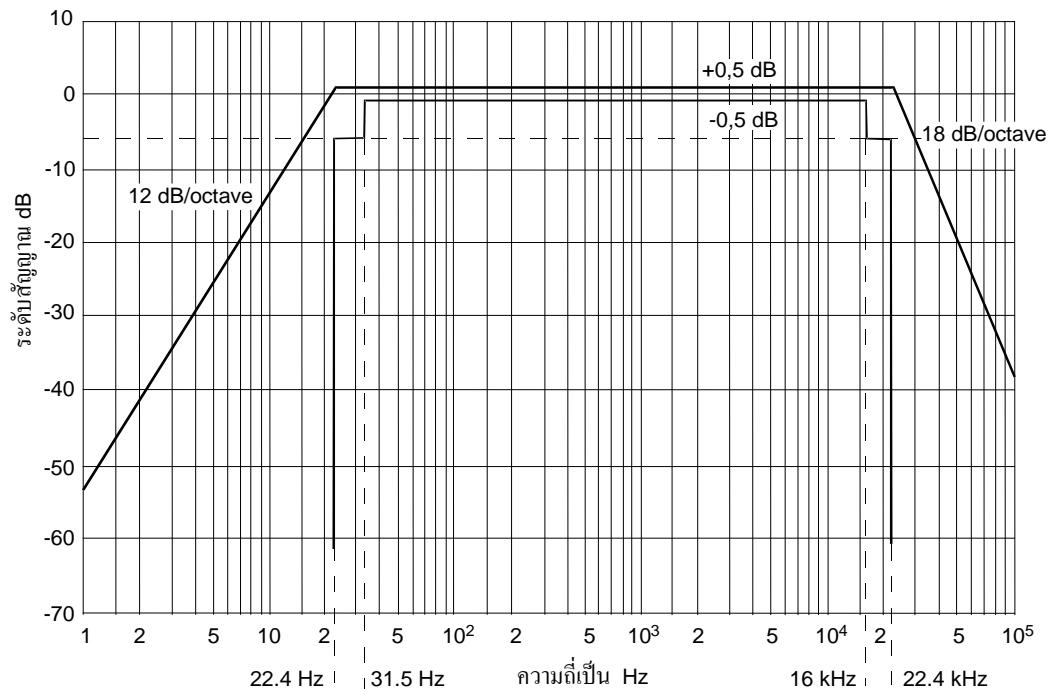
ใช้ Annex A ถึง Annex C ของ IEC 62151

## ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

## วงจรกรองผ่านแถบสำหรับการวัดสัญญาณรบกวนแบบกว้าง

(ตัดทอนจาก IEC 60268-1)



การวัดสัญญาณแบบกว้าง (ดูข้อ 6.1 ของ IEC 60268-1)

วงจรกรองต้องเป็นวงจรกรองผ่านแถบที่มีการตอบสนองความถี่ภายในขีดจำกัดที่แสดงในรูปที่ ก.1

วงจรกรองผ่านแถบ ซึ่งมีตัวประกอบการส่งผ่านคงที่ ระหว่าง 22.4 Hz กับ 22.4 Hz ลดลงนอกแถบความถี่นี้ที่อัตราที่ระบุสำหรับวงจรกรองแถบอ็อกเทฟ ที่มีความถี่กลางแถบที่ 31.5 Hz และ 16 000 Hz ดังที่ระบุใน IEC 61260 มีการตอบสนองลดต่ำลงภายในขีดจำกัดของข้อกำหนดคุณลักษณะนี้

**หมายเหตุ 1** ควรระมัดระวังกรณีที่มีสัญญาณแรง ที่ความถี่สูงกว่าหรือต่ำกว่าขีดจำกัดของแถบเล็กน้อย เนื่องจากในกรณีนี้ผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับ การตอบสนองต่อความถี่เฉพาะของวงจรกรองที่ใช้จริงในบางระดับ

**หมายเหตุ 2** ดูข้อ 4.1.6

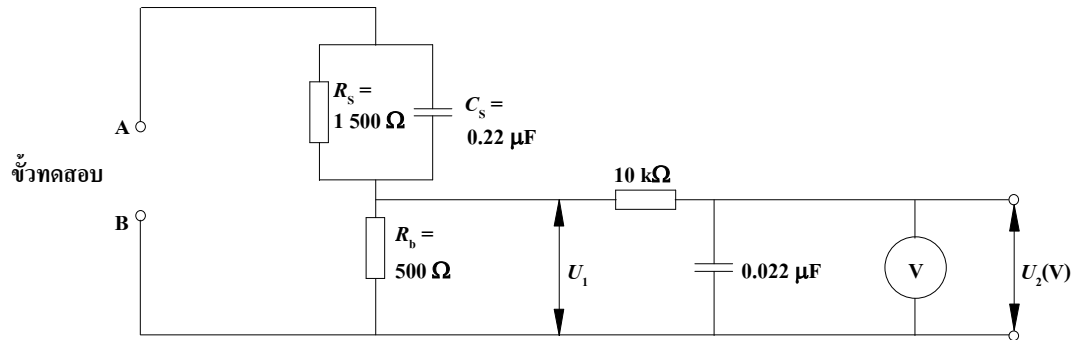
## รูปที่ ก.1 วงจรกรองผ่านแถบสำหรับการวัดสัญญาณรบกวนแบบกว้าง

(ขีดจำกัดการตอบสนองแอมพลิจูด/ความถี่)

ภาคผนวก ง.

(ข้อกำหนด)

โครงข่ายการวัดสำหรับกระแสไฟฟ้าสลับ



ค่าความต้านทาน เป็น โอห์ม ( $\Omega$ )

V : โวลต์มิเตอร์ หรือ ออสซิลโลสโคป (อ่านเป็น r.m.s หรือค่ายอด)

ความต้านทานด้านเข้า  $\geq 1 \text{ M}\Omega$

ความจุไฟฟ้าด้านเข้า  $\leq 200 \text{ pF}$

พิสัยความถี่ 15 Hz ถึง 1 MHz และกระแสตรง ตามลำดับ

**หมายเหตุ** ควรมีมาตรการที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องในกรณีของรูปคลื่นไม่เป็นรูปคลื่นไซน์

ให้สอบเทียบเครื่องวัดโดยเปรียบเทียบตัวประกอบความถี่ของ  $U_2$  กับเส้นทึบในรูปที่ F.2 ของ IEC 60990 ที่ความถี่ต่าง ๆ เขียนเส้นโค้งสอบเทียบแสดงความเบี่ยงเบนของค่า  $U_2$  จากเส้นโค้งอุดมคติเป็นฟังก์ชันของความถี่

กระแสไฟฟ้าสลับ =  $U_2/500$  (ค่ายอด)

**หมายเหตุ** ดูข้อ 9.1.1.1

รูปที่ ง.1 โครงข่ายการวัดสำหรับกระแสไฟฟ้าสลับตาม IEC 60990

## ภาคผนวก จ.

(ข้อกำหนด)

## การวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน

วิธีวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนซึ่งระบุไว้ในรูปต่อไปนี้จะใช้ในการตีความข้อกำหนดต่าง ๆ ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ในรูปต่อไปนี ค่า  $X$  ให้ไว้ในตารางที่ จ.1 ในกรณีที่ระยะห่างที่แสดงน้อยกว่า  $X$  จะไม่คำนึงถึงความลึกของช่องหรือร่องเมื่อวัดระยะห่างตามผิวฉนวน

ตารางที่ จ.1 มีผลใช้ได้เฉพาะถ้าระยะห่างในอากาศต่ำสุดที่ต้องการไม่น้อยกว่า 3 mm ถ้าระยะห่างในอากาศต่ำสุดที่ต้องการน้อยกว่า 3 mm ค่า  $X$  ต้องเป็นค่าน้อยกว่าของค่าดังต่อไปนี้

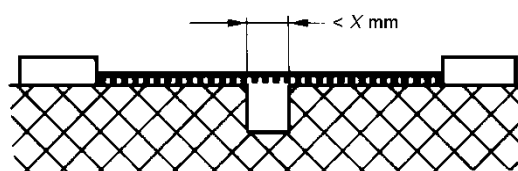
- ค่าที่เกี่ยวข้องในตารางที่ จ.1 หรือ
- 1 ใน 3 ของระยะห่างในอากาศต่ำสุดที่ต้องการ

ตารางที่ จ.1 ค่าของ  $X$ 

ระดับมลภาวะ (คู่มือ 13.1)	$X$ mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

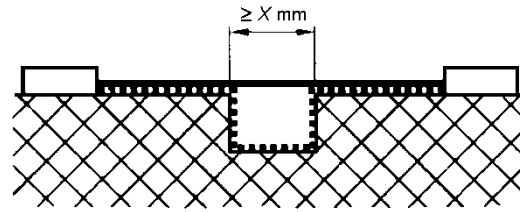
ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน แสดงตามรูปดังต่อไปนี้

..... ระยะห่างตามผิวฉนวน                      \_\_\_\_\_ ระยะห่างในอากาศ



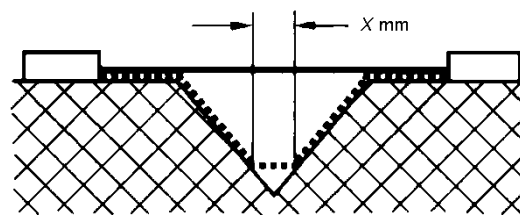
เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณา มีร่องขนานหรือลู่เข้า ที่มีความลึกใด ๆ ที่มีความกว้างน้อยกว่า  $X$  mm รวมอยู่ด้วย      กฎ : ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนให้วัดข้ามร่องโดยตรง

รูปที่ จ.1 ร่องแคบ



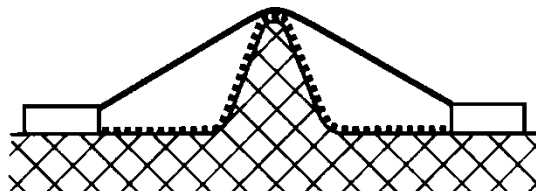
เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณามีร่องขนานที่มีความลึกใด ๆ กฎ : ระยะห่างในอากาศคือ ระยะตาม “เส้นสายตา” เส้นทาง และมีความกว้างเท่ากับหรือมากกว่า  $X$  mm รวมอยู่ ระยะห่างตามผิวฉนวนคิดตามเส้นรอบขอบของร่อง ด้วย

รูปที่ จ.2 ร่องกว้าง



เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณามีร่องรูปตัววี ที่มีมุมภายในน้อยกว่า  $80^\circ$  และมีความกว้างมากกว่า  $X$  mm รวมอยู่ ระยะห่างตามผิวฉนวนคิดตามเส้นรอบขอบของร่อง แต่ “กลัดข้าม” กันร่องด้วยตัวเชื่อมโยงยาว  $X$  mm ด้วย

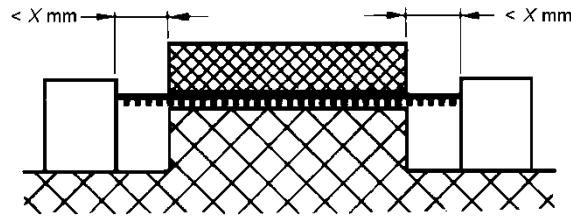
รูปที่ จ.3 ร่องรูปตัววี



เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณามีครีบริมอยู่ด้วย

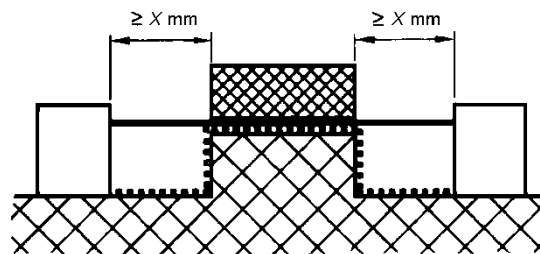
กฎ : ระยะห่างในอากาศคือ เส้นทางตรงผ่านอากาศที่สั้นที่สุด เหนือยอดของครีบริม เส้นทางระยะห่างตามผิวฉนวนคิดตามเส้นขอบของครีบริม

รูปที่ จ.4 ครีบริม



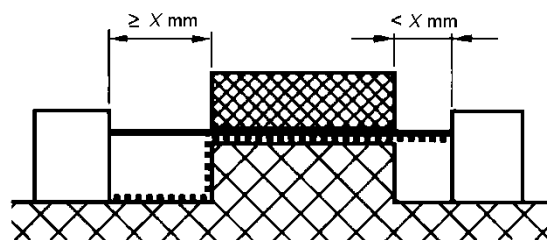
เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณาจุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกัน ที่มี กฏ : ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนคือ ระยะ  
ร่องซึ่งมีความกว้างน้อยกว่า  $X$  mm ทั้งสองด้าน ตาม “เส้นสายตา” ที่แสดงไว้  
รวมอยู่ด้วย

รูปที่ จ.5 จุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกันที่มีร่องแคบ



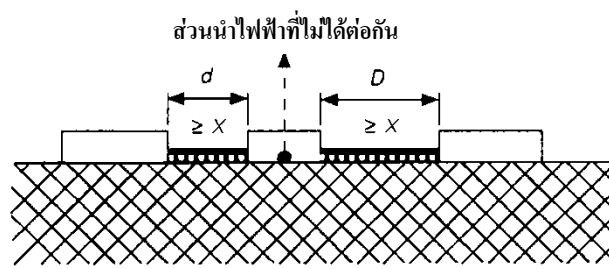
เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณาจุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกัน ที่มี กฏ : ระยะห่างในอากาศคือ ระยะตาม “เส้นสายตา” เส้นทาง  
ร่องซึ่งมีความกว้างเท่ากับหรือมากกว่า  $X$  mm ทั้ง ระยะห่างตามผิวฉนวนคิดตามเส้นขอบของร่อง  
2 ด้านรวมอยู่ด้วย

รูปที่ จ.6 จุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกันที่มีร่องกว้าง



เงื่อนไข : เส้นทางที่พิจารณาจุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกัน ที่มี กฏ : ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนคือ  
ร่องด้านหนึ่งกว้างน้อยกว่า  $X$  mm และร่องอีก เส้นทางที่แสดงในรูปที่ จ.7  
ด้านหนึ่งกว้างเท่ากับหรือมากกว่า  $X$  mm รวมอยู่  
ด้วย

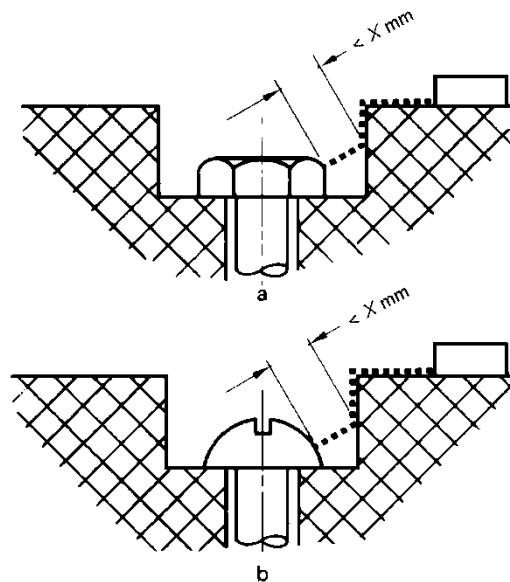
รูปที่ จ.7 จุดต่อที่ไม่ได้เชื่อมติดกันที่มีร่องแคบและร่องกว้าง



เงื่อนไข : ระยะห่างฉนวนที่มีส่วนนำไฟฟ้าที่คั่นกลางและ  
ไม่ได้ต่อ

กฎ : ระยะห่างในอากาศ คือระยะ  $d + D$  ระยะห่างตาม  
ผิวฉนวน คือระยะ  $d + D$  ด้วย ในกรณีที่ค่าของ  $d$   
หรือ  $D$  น้อยกว่า  $X$  ต้องพิจารณาเป็นศูนย์

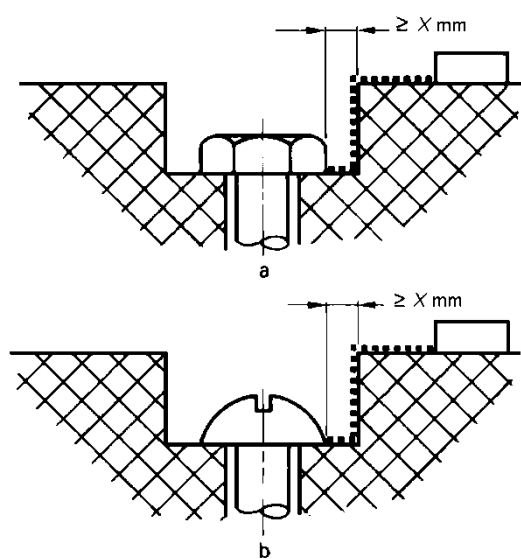
รูปที่ จ.8 ส่วนนำไฟฟ้าที่คั่นกลางและไม่ได้ต่อ



ช่องว่างระหว่างหัวของหมุดเกลียวกับผนังของร่องฝังที่แคบเกินกว่าจะนำมาคิดรวมด้วย

รูปที่ จ.9 ร่องฝังแคบ





ช่องว่างระหว่างหัวของหมุดเกี่ยวกับผนังของร่องฝังที่กว้างพอจะนำมาคิดรวมด้วย

รูปที่ จ.10 ร่องฝังกว้าง

ภาคผนวก ฉ.

(ข้อกำหนด)

ตารางศักย์เคมีไฟฟ้า

แมกนีเซียม, แมกนีเซียมเจือ	สังกะสี, สังกะสีเจือ	เหล็กกล้าชุบดินก 80/สังกะสี 20,	เหล็กชุบสังกะสีหรือเหล็กกล้าชุบสังกะสี	อะลูมิเนียม	เหล็กกล้าชุบเคลือบ	อะลูมิเนียม/แมกนีเซียมเจือ	เหล็กกล้าตะน	แผ่นดราลูมิน	ตะกั่ว	เหล็กกล้าชุบโครเมียม, ตะกั่วบัดกรี	เหล็กกล้าชุบนิเกิลและโครเมียม, เหล็กกล้าชุบดินก, เหล็กกล้าโรสนิมโครเมียม 12 %	เหล็กกล้าโรสนิมโครเมียมสูง	ทองแดง, ทองแดงเจือ	โลหะบัดกรีเงิน, เหล็กกล้าโรสนิมออกไซด์ในด	เหล็กกล้าชุบนิเกิล	เงิน	ทองแดงชุบเงินและโรเดียม, เงิน/ทองเจือ	คาร์บอน	ทอง, แพลทินัม
0	0.50	0.55	0.7	0.8	0.85	0.9	1.0	1.05	1.1	1.15	1.25	1.35	1.4	1.45	1.6	1.65	1.7	1.75	แมกนีเซียม, แมกนีเซียมเจือ
	0	0.05	0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.75	0.85	0.9	0.95	1.1	1.15	1.2	1.25	สังกะสี, สังกะสีเจือ
		0	0.15	0.25	0.3	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.8	0.85	0.9	1.05	1.1	1.15	1.2	เหล็กกล้าชุบดินก 80/สังกะสี 20,
			0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.45	0.55	0.65	0.7	0.75	0.9	0.95	1.0	1.05	เหล็กชุบสังกะสีหรือเหล็กกล้าชุบสังกะสี
				0	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.45	0.55	0.6	0.65	0.8	0.85	0.9	0.95	อะลูมิเนียม
					0	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.75	0.8	0.85	0.9	เหล็กกล้าชุบเคลือบ
						0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.35	0.45	0.5	0.55	0.7	0.75	0.8	0.85	อะลูมิเนียม/แมกนีเซียมเจือ
							0	0.05	0.1	0.15	0.25	0.35	0.4	0.45	0.6	0.65	0.7	0.75	เหล็กกล้าตะน
								0	0.05	0.1	0.15	0.25	0.35	0.4	0.45	0.6	0.65	0.7	แผ่นดราลูมิน
									0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.35	0.4	0.55	0.6	0.66	ตะกั่ว
										0	0.05	0.15	0.25	0.3	0.35	0.5	0.55	0.6	เหล็กกล้าชุบโครเมียม, ตะกั่วบัดกรี
											0	0.1	0.2	0.25	0.3	0.45	0.55	0.6	เหล็กกล้าชุบนิเกิลและโครเมียม, เหล็กกล้า
												0	0.1	0.15	0.2	0.35	0.4	0.45	ชุบดินก, เหล็กกล้าโรสนิมโครเมียม 12 %
													0	0.05	0.1	0.25	0.3	0.35	เหล็กกล้าโรสนิมโครเมียมสูง
														0	0.05	0.1	0.25	0.3	ทองแดง, ทองแดงเจือ
															0	0.05	0.2	0.25	โลหะบัดกรีเงิน, เหล็กกล้าโรสนิมออกไซด์ในด
																0	0.15	0.2	เหล็กกล้าชุบนิเกิล
																	0	0.05	เงิน
																	0	0.05	ทองแดงชุบเงินและโรเดียม, เงิน/ทองเจือ
																		0	คาร์บอน
																		0	ทอง, แพลทินัม

หมายเหตุ 1 การกัดกร่อนเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าระหว่างโลหะต่างชนิดที่สัมผัสกันจะลดลง ถ้าศักย์เคมีไฟฟ้ารวมมีค่าน้อยกว่าประมาณ 0.6 V ตารางข้างบนได้ระบุค่าศักย์เคมีไฟฟ้ารวมของคู่โลหะบางคู่ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

หมายเหตุ 2 ดูข้อ 15.2

## ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

## วิธีทดสอบสภาพการเกิดเปลวไฟได้

**หมายเหตุ** ในประเทศออสเตรเลียและประเทศนิวซีแลนด์ เงื่อนไขพิเศษแห่งชาตินำมาใช้ ซึ่งรวมถึงการทดสอบ ขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้กับแนวความคิดของ IEC 60695 เกี่ยวกับการทดสอบขดลวดรุ่งแสง การทดสอบเปลวไฟเพิ่ม การทดสอบที่เกี่ยวข้อง และการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

ข.1 ถ้าจัดหาขึ้นทดสอบตาม IEC 60695-11-10 ข้อ 4. ไม่ได้ อาจใช้วิธีทดสอบดังต่อไปนี้

ให้ทดสอบตาม มอก. 2381 เล่ม 11(5) กับชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้นของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายตามที่ใช้ในเครื่องใช้ เพื่อจุด ประสงค์ของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ให้ใช้ข้อกำหนดดังต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับ มอก. 2381 เล่ม 11(5)

ข้อ 7. – การวัดเริ่มต้น ไม่ต้องใช้

ข้อ 8. – ขั้นตอนการทดสอบ

– ข้อ 8.2

แทนที่ประโยคแรกด้วยข้อความต่อไปนี้

ติดตั้งขึ้นทดสอบในลักษณะที่สามารถจำลองภาวะการติดตั้งในเครื่องใช้

– ข้อ 8.4

แทนที่ย่อหน้าที่สามด้วยข้อความต่อไปนี้

ใส่เปลวทดสอบที่ขึ้นทดสอบหลาย ๆ จุด เพื่อทดสอบทุก ๆ จุดที่วิกฤต

ข้อ 9. – การสังเกตและการวัด

– ข้อ 9.2

แทนที่ย่อหน้าที่สองด้วยข้อความต่อไปนี้

ระยะเวลาการเผาไหม้คือช่วงเวลาตั้งแต่นำเปลวทดสอบออกจนถึงเปลวใด ๆ ดับ

ข.1.1 นอกจากนี้ ถ้ากำหนดให้เป็นสภาพการติดไฟ ได้ประเภท V-0 ตาม IEC 60695-11-10 ให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับ มอก. 2381 เล่ม 11(5)

ข้อ 5. – ความรุนแรง

ค่าของช่วงเวลาของการใช้เปลวทดสอบเป็นดังต่อไปนี้

ใส่เปลวทดสอบ 10 s ถ้าเปลวยังลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองไม่เกิน 15 s ให้ใส่เปลวทดสอบอีกครั้งที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ ก็ได้ เป็นเวลา 1 min ถ้าเปลวยังลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองไม่เกิน 15 s อีก ให้ใส่เปลวทดสอบอีกครั้งที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ เป็นเวลา 2 min

ข้อ 10. — การประเมินผลทดสอบ

แทนที่ข้อความเดิมด้วยข้อความต่อไปนี้

หลังการใส่เปลวทดสอบครั้งแรก ชันทดสอบต้องไม่ถูกเผาไหม้จนสมบูรณ์ หลังการใส่เปลวทดสอบครั้งใด ๆ ช่วงเวลาของการเผาไหม้ของชันทดสอบใด ๆ ต้องไม่เกิน 15 s ขณะเดียวกันระยะเวลาเผาไหม้เฉลี่ยไม่เกิน 10 s กระดาษเนื้อเยื่อต้องไม่ติดไฟ และแผ่นบอร์ดต้องไม่ไหม้เกรียม

- ช.1.2 นอกจากนี้ ถ้ากำหนดให้เป็นสภาพการติดไฟ ได้ประเภท V-1 ตาม IEC 60695-11-10 ให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้เพิ่มเติมโดยสัมพันธ์กับ มอก. 2381 เล่ม 11(5)

ข้อ 5. — ความรุนแรง

ค่าของ ช่วงเวลาของการใส่เปลวทดสอบเป็นดัง ต่อไปนี้

ใส่เปลวทดสอบ 10 s ถ้าเปลวลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองไม่เกิน 30 s ให้ใส่เปลวทดสอบอีกครั้งที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ เป็นเวลา 1 min ถ้าเปลวยังลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองไม่เกิน 30 s อีก ให้ใส่เปลวทดสอบอีกครั้งที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ เป็นเวลา 2 min

ข้อ 6. — การปรับภาวะ (ใช้กับส่วนประกอบตามข้อ 14.4.1 เท่านั้น)

แทนที่ข้อความเดิมด้วยข้อความ ดังต่อไปนี้

“วางชันทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ  $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 2 h”

ข้อ 10. — การประเมินผลทดสอบ

แทนที่ข้อความเดิมด้วยข้อความ ดังต่อไปนี้

หลังการ ใส่เปลวทดสอบครั้งแรก ชันทดสอบต้องไม่ถูกเผาไหม้จนสมบูรณ์ หลังการ ใส่เปลวทดสอบครั้งใด ๆ เปลวลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองต้องดับภายใน 30 s กระดาษเนื้อเยื่อต้องไม่ติดไฟ และแผ่นบอร์ดต้องไม่ไหม้เกรียม

- ช.1.3 นอกจากนี้ ถ้ากำหนดให้เป็นสภาพการติดไฟ ได้ประเภท V-2 ตาม IEC 60695-11-10 ให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับ มอก. 2381 เล่ม 11(5)

## ข้อ 5. — ความรุนแรง

ค่าของ ช่วงเวลาของการ ไล่เปลวทดสอบให้เป็นดัง ต่อไปนี้

ไล่เปลวทดสอบ 10 s ถ้าเปลวยังลุกต่ออยู่ได้ ด้วยตัวเองไม่เกิน 30 s ให้ไล่เปลวทดสอบอีกครั้งที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ เป็นเวลา 1 min ถ้าเปลวยังลุกต่ออยู่ได้ ด้วยตัวเองไม่เกิน 30 s อีก ให้ไล่เปลวทดสอบอีก ครั้ง ที่จุดเดิมหรือจุดอื่นใด ๆ เป็นเวลา 2 min

## ข้อ 10. — การประเมินผลทดสอบ

แทนที่ข้อความเดิมด้วยข้อความ ดังต่อไปนี้

หลังการ ไล่เปลวทดสอบครั้งแรก ชิ้นทดสอบต้องไม่ถูกเผาไหม้จนสมบูรณ์

หลังการ ไล่เปลวทดสอบครั้งใด ๆ เปลวลุกต่ออยู่ได้ด้วยตัวเองต้องดับภายใน 30 s

ข.1.4 ถ้ากำหนดให้เป็นสภาพการติดไฟ ได้ประเภท HB75 หรือ HB40 ตาม IEC 60695-11-10 ให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับ IEC 60695-11-10

นำชิ้นตัวอย่างจำนวน 3 ชิ้น ความยาวเท่ากับ  $(125 \pm 5)$  mm ความกว้างเท่ากับ  $(13 \pm 0.5)$  mm ที่ตัดจากส่วนที่บางที่สุดไปทดสอบ การเผาไหม้ตามที่อธิบายใน IEC 60695-11-10 ข้อ 8. วิธีทดสอบ A

วัสดุต้องจำแนกเป็นประเภท HB75 หรือ HB 40 ตามที่อธิบายในข้อ 8.4 ของ IEC 60695-11-10

ข.2 การทดสอบสายเคเบิลและฉนวนของลวดให้ตรวจสอบตาม มอก. 2381 เล่ม 11(5)

เพื่อจุดประสงค์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับ มอก. 2381 เล่ม 11(5)

## ข้อ 5. — ความรุนแรง

ค่าของ ช่วงเวลาของการ ไล่เปลวทดสอบให้เป็นดัง ต่อไปนี้

- ชิ้นตัวอย่างที่หนึ่ง 10 s
- ชิ้นตัวอย่างที่สอง 60 s
- ชิ้นตัวอย่างที่สาม 120 s

ข้อ 7. — การวัดเริ่มต้น ไม่ต้องใช้

ข้อ 8. — ขั้นตอนการทดสอบ

- เพิ่มข้อความต่อไปนี้ในข้อ 8.4

ให้รองรับ ตะเกียง ในลักษณะที่แกนของ ตะเกียง ทำมุม  $45^\circ$  จากแนวดิ่ง ยึดสายเคเบิล หรือ ลวดโดยให้ทำมุม  $45^\circ$  จากแนวดิ่ง แกนของสายเคเบิล หรือลวดอยู่ในระนาบดิ่งที่ตั้งฉากกับระนาบดิ่งของแกนของ ตะเกียง

– แทนที่ข้อ 8.5 ด้วยข้อความต่อไปนี้

ทำการทดสอบกับตัวอย่าง 3 ตัวอย่างจากแต่ละประเภทของสายเคเบิล หรือลวดเหมือนกับที่ใช้ในเครื่องใช้ ตัวอย่างเช่น มีฉนวนกันหรือปกครอบ

ข้อ 9. – การสังเกตและการวัด

– ไม่ใช่ข้อ 9.1

– ข้อ 9.2

แทนที่ย่อหน้าที่ 2 ด้วยข้อความ ดังต่อไปนี้

ระยะเวลาการเผาไหม้คือช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มนำเปลวทดสอบออกจนถึงเปลวใด ๆดับ

ข้อ 10. – การประเมินผลทดสอบ

แทนที่ข้อความเดิมด้วยข้อความ ดังต่อไปนี้

ระหว่างการทดสอบ การเผาไหม้ใด ๆ ของวัสดุฉนวนต้องสม่ำเสมอและไม่กระจายจนเห็นได้ชัด เปลวใด ๆ ต้องดับได้เองภายใน 30 s ตั้งแต่เริ่มนำเปลวทดสอบออก

ข.3 ที่กันต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

ทดสอบ ขึ้นตัวอย่าง 3 ขึ้นดังต่อไปนี้

(1) ในกรณีของ ที่กันเป็นโลหะ ยึดตัวอย่างทดสอบแต่ละชิ้นในแนว ระดับ ใส่เปลวไฟเข็มตาม ที่ระบุใน มอก. 2381 เล่ม 11(5) ที่ส่วนล่างของตัวอย่างโดยทำมุม  $45^\circ$

ส่วนบนสุดของเปลวต้อง :

(ก) ใส่ที่กันเหมือนกับที่ใช้ในเครื่องใช้ ในตำแหน่งที่น่าจะทำให้เกิดการติดไฟเนื่องจาก การอยู่ใกล้และมีระยะห่างจริงกับ แหล่งที่มีศักยภาพ ในการติดไฟ

หรือ

(ข) ใส่ตรง แผ่นตัวอย่างที่มีความหนา เท่ากัน และทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน ที่สัมผัสกับ พื้นผิวด้านล่างของแผ่นตัวอย่างนี้บริเวณกึ่งกลาง

ต้องใส่เปลวเป็นเวลา 60 s ที่ตำแหน่งเดียวกัน

เปลวไฟเข็มต้องไม่สามารถทะลุ ขึ้นตัวอย่างทดสอบและต้องไม่ ปรากฏรูบนขึ้นตัวอย่างทดสอบ ภายหลังผ่านการทดสอบแล้ว

ต้องผ่านการทดสอบ

- (2) ในกรณีที่ เป็นช่องเปิดบน ที่กั้นไม่ว่าจะทำด้วยวัสดุใด ๆ ต้องใช้ข้อกำหนดที่แสดงใน รูปที่ 13 ยกเว้นไม่สามารถใช้เปลวไฟเข็มในการเจาะทะลุ ที่กั้นได้ตามที่ระบุใน มอก. 2381 เล่ม 11(5)

การทดสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ (1) ข้างบน หลังการทดสอบต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นกับช่องเปิดของ ที่กั้น ตัวอย่างต้องผ่านการทดสอบ

## ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

### ลดหุ้มฉนวนของขดลวดสำหรับใช้โดยไม่มีฉนวนแทรก

ภาคผนวกนี้ระบุรายละเอียดของขดลวดที่มีฉนวนซึ่งอาจใช้เป็นฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม ฉนวนสองชั้น หรือฉนวนเสริม ของส่วนประกอบที่มีการพันโดยไม่มีฉนวนแทรก

ภาคผนวกนี้ครอบคลุมลวดของขดลวดกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.05 mm กับ 5.0 mm

#### ข.1 ว้าง

#### ข.2 การทดสอบเฉพาะแบบ

ลวดต้องผ่านการทดสอบเฉพาะแบบดังต่อไปนี้ ที่อุณหภูมิระหว่าง 15°C กับ 35°C และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 45% กับ 75% ยกเว้นมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น

##### ข.2.1 ความทนได้อิเล็กทริก

ให้เตรียมตัวอย่างทดสอบตามข้อ 4.4.1 ของ IEC 60851-5 (สำหรับสายคู่ตีเกลียว) จากนั้นให้ทดสอบตัวอย่างตามข้อ 10.3 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยไม่มีการอบความชื้นตามข้อ 10.2 แรงดันไฟฟ้าทดสอบไม่น้อยกว่าสองเท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 โดยมีค่าต่ำสุดดังต่อไปนี้

- 6 kV r.m.s. หรือ 8.4 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 3 kV r.m.s. หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

##### ข.2.2 การโค้งงอ (flexibility) และการติดยึด

ใช้การทดสอบที่ 8 ของ IEC 60851-3 ข้อ 5.1.1 โดยใช้แมนเดรลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตามตารางที่ ข.1 จากนั้นให้ตรวจสอบตัวอย่างทดสอบตาม IEC 60851-3 ข้อ 5.1.1.4 แล้วตามด้วยการทดสอบตามข้อ 10.3 ที่เกี่ยวข้องของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยไม่มีการอบความชื้นตามข้อ 10.2 ยกเว้นให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบระหว่างลวดกับแมนเดรล แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องไม่น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ โดยมีค่าต่ำสุดดังต่อไปนี้

- 3 kV r.m.s. หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 1.5 kV r.m.s. หรือ 2.1 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐาน หรือฉนวนเพิ่มเติม



**ตารางที่ ข.1 เส้นผ่านศูนย์กลางแกนเดรล**

เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุ mm	เส้นผ่านศูนย์กลางแกนเดรล mm $\pm$ 0.2 mm
0.05 – 0.34	4.0
0.35 – 0.49	6.0
0.50 – 0.74	8.0
0.75 – 2.49	10.0
2.50 – 5.00	4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำ <sup>ก</sup>
<sup>ก</sup> ตามที่ระบุใน IEC 60317-43	

แรงดึงที่ใช้ในการพันลวดบนแกนเดรลให้คำนวณจากเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด มีค่าสมมูลกับ 118 MPa  $\pm$  10 % (118 N/mm<sup>2</sup>  $\pm$  10 %)

**ข.2.3 ช็อกความร้อน**

ใช้การทดสอบที่ 9 ของ IEC 60851-6 แล้วตามด้วยการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกตามตารางที่ 5 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ยกเว้นให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบระหว่างเส้นลวดกับแกนเดรล แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องไม่น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 โดยมีค่าต่ำสุดดังต่อไปนี้

- 3 kV ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 1.5 kV ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย หรือ 2.1 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

อุณหภูมิของตู้อบเป็นอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับชั้นความร้อนของฉนวนในตารางที่ ข.2

เส้นผ่านศูนย์กลางแกนเดรลและแรงดึงที่ใช้ในการพันเส้นลวดบนแกนเดรลให้เป็นไปตามข้อ ข.2.2

ให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริกที่อุณหภูมิห้องภายหลังจากนำตัวอย่างออกจากตู้อบ

**ตารางที่ ข.2 อุณหภูมิของตู้อบ**

ชั้นความร้อน	A (105)	E (120)	B (130)	F (155)	H (180)
อุณหภูมิของตู้อบ °C $\pm$ 5 °C	200	215	225	240	260

#### ซ.2.4 การคงสภาพความทนได้อิเล็กทริกหลังการดัดโค้ง (bending)

ให้เตรียมตัวอย่าง 5 ชิ้นตามข้อ ซ.2.2 ข้างต้น และทดสอบดังต่อไปนี้ ถอดแต่ละตัวอย่างออกจากแมนเดรล วางในภาชนะในตำแหน่งที่ถูกล้อมรอบทุกทิศทางด้วยลูกปราย โลหะ (metal shot) อย่างน้อย 5 mm ปลายด้านหนึ่งของตัวอย่างต้องยาวพอที่จะไม่ทำให้เกิดการวาวไฟตามผิว ลูกปรายต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2 mm และต้องเป็นทรงกลมทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม นิกเกิล หรือเหล็กชุบนิกเกิล เติมลูกปรายอย่างระมัดระวังลงในภาชนะจนคลุมท่วมตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย 5 mm ต้องทำความสะอาดลูกปรายอย่างสม่ำเสมอด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม (ตัวอย่างเช่น 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน)

**หมายเหตุ** วิธีการทดสอบข้างต้นเป็นการทำซ้ำจากข้อ 4.6.1c) ของ IEC 60851-5 second edition รวมถึง amendment 1 ขณะนี้ถูกยกเลิก ซึ่งไม่รวมใน third edition ของมาตรฐานนั้น

แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องไม่น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 โดยมีค่าต่ำสุดดังต่อไปนี้

- 3 kV r.m.s. หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 1.5 kV r.m.s. หรือ 2.1 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบระหว่างลูกปรายกับตัวนำ

#### ซ.3 การทดสอบระหว่างการทำ

ผู้ทำเส้นลวดต้องทดสอบเส้นลวดระหว่างการทำด้วยรายการความทนได้อิเล็กทริกตามที่กำหนดในข้อ

ซ.3.1 และข้อ ซ.3.2

##### ซ.3.1 การทดสอบแบบประจำ

แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับการทดสอบ แบบประจำต้องใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 โดยมีค่าต่ำสุดดังต่อไปนี้

- 3 kV r.m.s. หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 1.5 kV r.m.s. หรือ 2.1 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

##### ซ.3.2 การทดสอบแบบสุ่ม

ต้องทดสอบตัวอย่างสายคู่ตีเกลียวตามข้อ 4.4.1 ของ IEC 60851-5 แรงดันไฟฟ้าเสียสภาพฉนวนต่ำสุดต้องเป็นสองเท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในตารางที่ 5 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า

- 6 kV r.m.s. หรือ 8.4 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนเสริม หรือ
- 3 kV r.m.s. หรือ 4.2 kV (ค่ายอด) สำหรับฉนวนมูลฐานหรือฉนวนเพิ่มเติม

## ภาคผนวก ณ.

(ข้อกำหนด)

## วิธีการเลือกสำหรับการหาระยะห่างในอากาศต่ำสุด

ภาคผนวกนี้ระบุวิธีการเลือกสำหรับการหาระยะห่างในอากาศต่ำสุดที่อ้างอิงในข้อ 13.3

ไม่มีการทดสอบความทนได้อิเล็กทริกเพื่อทดสอบระยะห่างในอากาศ

## ณ.1 สรุปขั้นตอนการหาระยะห่างในอากาศต่ำสุด

**หมายเหตุ** ระยะห่างในอากาศต่ำสุดสำหรับฉนวนมูลฐาน ฉนวนเพิ่มเติม และฉนวนเสริม ทั้งภายในวงจรปฐมภูมิหรือวงจรอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการขึ้นอยู่กับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าใช้งานปกติ (รวมถึงค่ายอดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากวงจรภายใน เช่น แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าใช้การสวิตช์) กับแรงดันไฟฟ้าเกินที่ไม่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวภายนอก

ในการหาค่าต่ำสุดของระยะห่างในอากาศที่กำหนดแต่ละค่า ต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (ก) วัดค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน คร่อมระยะห่างในอากาศที่สงสัย
- (ข) ถ้าวัดได้ทำงานด้วยไฟฟ้าประธาน
  - หาแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน (ข้อ ณ.2) และ
  - คำนวณค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุ
- (ค) หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการสำหรับภาวะชั่วคราวในแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสสลับและภาวะชั่วคราวภายใน โดยใช้กฎในข้อ ณ.4 (ก) และค่าแรงดันไฟฟ้าในขั้นตอนที่ ข ในกรณีที่ไม่มีภาวะชั่วคราวจากโครงข่ายโทรคมนาคม ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ ช)
- (ง) ถ้าเครื่องใช้ต่อเข้ากับโครงข่ายโทรคมนาคม ให้หาค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม (ข้อ ณ.3)
- (จ) หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ สำหรับภาวะชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคมและ กฎในข้อ ณ.4 (ข) ในกรณีที่ไม่มีภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธานและภาวะชั่วคราวภายใน ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ (ช)
- (ฉ) หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการรวมโดยใช้กฎในข้อ ณ.4 (ค)
- (ช) หาค่าระยะห่างในอากาศต่ำสุดโดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ (ณ.6)

## ณ.2 การหาค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน

สำหรับเครื่องใช้ที่ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสสลับ ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธานขึ้นอยู่กับประเภทแรงดันไฟฟ้าเกินและค่าที่ระบุของแรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสสลับ โดยทั่วไป

ต้องออกแบบให้ระยะห่างในอากาศของเครื่องใช้ที่มีเจตนาให้ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสดับ  
มีค่าเหมาะสมสำหรับแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธานในแรงดันไฟฟ้าเกินประเภท II

ต้องหาค่าที่เหมาะสมของแรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธานจากประเภทแรงดันไฟฟ้าเกินและแรงดัน  
แหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานกระแสดับที่ระบุโดยใช้ตารางที่ ฅ.1

ตารางที่ ฅ.1 แรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน

แรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสดับที่ระบุ สาย เฟสถึงสายกลาง ไม่เกิน  V r.m.s.	แรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน V (ค่ายอด)	
	ประเภทแรงดันไฟฟ้าเกิน	
	I	II
50	330	500
100	500	800
150 <sup>ก</sup>	800	1 500
300 <sup>ข</sup>	1 500	2 500
600 <sup>ค</sup>	2 500	4 000
<p><b>หมายเหตุ 1</b> ในประเทศนอร์เวย์ เนื่องจากระบบการกระจายกำลังไฟฟ้า IT ที่ใช้ให้พิจารณาว่าเทียบเท่ากับแรงดันไฟฟ้าเส้นต่อเส้นและจะคงอยู่ 230 V ในกรณีสัญญาณเดียวเกิดเสียหาย</p> <p><b>หมายเหตุ 2</b> ในประเทศญี่ปุ่น แรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ไฟฟ้าประธานสำหรับการระบุ 100 V ระบบควร เลือกจาก 150 V ของโต๊ะ</p> <p><sup>ก</sup> รวมทั้ง 120/208 V หรือ 120/240 V</p> <p><sup>ข</sup> รวมทั้ง 230/400 V หรือ 277/480 V</p> <p><sup>ค</sup> รวมทั้ง 400/690 V</p>		

ฅ.3 การหาแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม

ถ้าไม่ทราบแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคมที่สงสัย ต้องใช้ค่าดังต่อไปนี้

- 1 500 V<sub>peak</sub> ถ้าวงจรต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นวงจร TNV-1 หรือวงจร TNV-3 และ
- 800 V<sub>peak</sub> ถ้าวงจรต่อกับโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นวงจร TNV-0 หรือวงจร TNV-2

ฅ.4 การหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ

(ก) ภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธานและภาวะชั่วคราวภายใน

- วงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ซึ่งได้รับภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน ที่ไม่ถูกลดทอน

ใน วงจรดังกล่าว ต้องใช้ กฎ ดังต่อไปนี้ โดยไม่คำนึงถึงผลของภาวะชั่วคราวจากโครงข่ายโทรคมนาคม

- กฎที่ 1) ถ้าแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอด  $U_{po}$  น้อยกว่า ค่ายอดของ แรงดันไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟฟ้า ประธานกระแสสลับที่ระบุ แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการ คือ แรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธาน หาได้ในข้อ ฅ.2

$$U_{ที่ทนได้ที่ต้องการ} = U_{ภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน}$$

- กฎที่ 2) ถ้าแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอด  $U_{po}$  มากกว่า ค่ายอดของ แรงดันไฟฟ้าประธาน กระแสสลับที่ระบุ แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการ คือแรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธานหาได้ในข้อ ฅ.2 บวกด้วย ผลต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่า ยอดกับค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าประธานกระแสสลับที่ระบุจากตารางที่ ฅ.1

$$U_{ที่ทนได้ที่ต้องการ} = U_{ภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธาน} + U_{po} - U_{ค่ายอดไฟฟ้าประธาน}$$

- วงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ที่มีวงจรแหล่งจ่ายต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ได้รับภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธานที่ไม่ถูกลดทอน

ในวงจรดังกล่าว ต้องหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการ ดังต่อไปนี้ โดยไม่คำนึงถึงผลของภาวะชั่วคราวจากโครงข่ายโทรคมนาคม

- ใช้กฎที่ 1) และกฎที่ 2) ข้างต้น โดยแทนที่แรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธานที่หาได้ในข้อ ฅ.2 ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าน้อยกว่าหนึ่งขึ้นตามค่าแรงดันไฟฟ้าต่อไปนี้

330 500 800 1 500 2 500 และ 4 000 V<sub>peak</sub>

อย่างไรก็ตาม การลดค่าแรงดันไฟฟ้านี้ไม่ อนุญาตให้ใช้กับวงจร ลอยตัวที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ เว้นแต่ว่าวงจรนี้อยู่ในเครื่องใช้ที่มีขั้วต่อลงดินป้องกันและแยกจากวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ด้วยที่กั้น โลหะที่ต่อลงดิน ที่ต่อกับจุดต่อลงดินป้องกัน ที่เป็นไปตามข้อ 15.2

อีกทางเลือกหนึ่ง ให้ใช้กฎที่ 1) และกฎที่ 2) ข้างต้น โดยแทนค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธานด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าที่หาได้โดยการวัดตามข้อ ฅ.5 (ก)

- วงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ และวงจรที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ที่ไม่ได้รับภาวะชั่วคราวในไฟฟ้าประธานที่ไม่ถูกลดทอน

ในวงจรดังกล่าว ให้หาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการดังต่อไปนี้ โดยไม่คำนึงถึงผลของภาวะชั่วคราวจากโครงข่ายโทรคมนาคม ใด ๆ ให้ใช้กฎที่ 1) และกฎที่ 2) ข้างต้น โดยต้องแทนค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในไฟฟ้าประธานด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าที่หาได้โดยการวัดตามข้อ ฅ.5 (ก)

- วงจรที่ไม่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ที่ถูกป้องกันจากแหล่งกำเนิด กระแสตรงที่มีการกรองด้วยตัวเก็บประจุ

ในวงจร ต่อดังใด ๆ ที่ไม่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ที่ถูกป้องกันจากแหล่งกำเนิด กระแสตรง ที่มีการกรอง ด้วยตัวเก็บประจุ แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการต้องมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

(ข) ภาวะชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม

ถ้ามีเฉพาะภาวะชั่วคราวจากโครงข่ายโทรคมนาคม แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการ คือ แรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคมที่หาได้ในข้อ ฅ.3 ยกเว้นถ้าวัดได้ระดับต่ำกว่าเมื่อทดสอบตามข้อ ฅ.5 (ข)

(ค) การรวมของภาวะชั่วคราว

ถ้ามีภาวะชั่วคราวทั้ง ก ) และ ข) แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการ คือค่าที่มากกว่าของแรงดันไฟฟ้าทั้งสอง ต้องไม่บวกค่าทั้งสองเข้าด้วยกัน

ฅ.5 การวัดระดับภาวะชั่วคราว

ใช้ข้อนี้ทดสอบเฉพาะเมื่อต้องการหาว่าแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวคร่อมระยะห่างในอากาศในวงจรใด ๆ มีค่าต่ำกว่าปกติหรือไม่ ตัวอย่างเช่น เนื่องจากผลของตัวกรองในเครื่องใช้ ให้วัดแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวคร่อมระยะห่างในอากาศตามขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

ระหว่างการทดสอบ ให้ต่อเครื่องใช้กับเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่แยกต่างหาก (ถ้ามี) แต่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธานหรือโครงข่ายโทรคมนาคมใด ๆ และให้ปลดตัวระงับเสิร์จใด ๆ ในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้

ให้ต่ออุปกรณ์วัดแรงดันไฟฟ้า คร่อมระยะห่างในอากาศที่สงสัย

- (ก) ในการวัดระดับที่ลดลงของ ภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกิน ในไฟฟ้าประธาน ใช้เครื่องกำเนิดทดสอบอิมพัลส์ตามภาคผนวก ฅ. สร้างอิมพัลส์  $1.2/50 \mu s$  โดย  $U_c$  มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าชั่วคราว ในไฟฟ้าประธานที่หาได้ตามข้อ ฅ.2

ป้อนอิมพัลส์ 3 ถึง 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพขั้ว ในแต่ละครั้ง และเว้นช่วงเวลาแต่ละครั้งอย่างน้อย 1 s เข้าระหว่างแต่ละจุดดังต่อไปนี้ ตามที่เกี่ยวข้อง

- สายเฟสกับสายเฟส
- ตัวนำสายเฟสทั้งหมดต่ออย่างนำไฟฟ้าได้ร่วมกัน กับสายกลาง
- ตัวนำสายเฟสทั้งหมดต่ออย่างนำไฟฟ้าได้ร่วมกัน กับจุดต่อลงดินป้องกัน
- สายกลางกับจุดต่อลงดินป้องกัน

(ข) ในการวัดระดับที่ลดลงของ ภาวะชั่วคราวที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกินในโครงข่ายโทรคมนาคม ให้ใช้เครื่องกำเนิด ทดสอบอิมพัลส์ตามภาคผนวก ญ. สร้างอิมพัลส์ 10/700  $\mu$ s โดย  $U_c$  มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวในโครงข่ายโทรคมนาคม ที่หาได้ตามข้อ ฅ.3

ป้อนอิมพัลส์ 3 ถึง 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพขั้วในแต่ละครั้ง และเว้นช่วงเวลาแต่ละครั้งอย่างน้อย 1 s เข้าระหว่างแต่ละจุดที่ต่อเข้ากับโครงข่ายโทรคมนาคมชนิดอินเตอร์เฟสเดียว ดังต่อไปนี้

- แต่ละคู่ของขั้วต่อ (ตัวอย่างเช่น A กับ B หรือ ปลายกับวงแหวน) ในอินเตอร์เฟส
- ขั้วต่อชนิดอินเตอร์เฟสเดียวทั้งหมดต่อรวมกัน กับจุดต่อลงดิน

ให้ทดสอบวงจรที่เหมือนกันหนึ่งชุดเท่านั้น

#### ฅ.6 การหาระยะห่างในอากาศต่ำสุด

ระยะห่างในอากาศแต่ละระยะต้องเป็นไปตามมิติต่ำสุดที่ให้ไว้ในตารางที่ ฅ.2 โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ต้องการตามข้อ ฅ.4

ระยะห่างในอากาศที่ ระบุไม่ใช้กับช่องอากาศระหว่างหน้าสัมผัสของเทอร์มอสเตต คัดเอาต์ความร้อน อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน สวิตช์ที่มีโครงสร้างเป็นช่อง จุลภาค และส่วนประกอบ ที่คล้ายกันที่ช่องอากาศแปรผันตามหน้าสัมผัส

**หมายเหตุ 1** สำหรับช่องอากาศระหว่างหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ตัววงจร ดูข้อ 8.19.1

**หมายเหตุ 2** ระยะห่างในอากาศไม่ควรลดลงต่ำกว่าค่าที่ระบุต่ำสุด เนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการทำ หรือจากการเสียรูปที่เกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนย้าย การช็อก และการสั่นสะเทือน อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำการขนส่ง หรือการใช้งานตามปกติ

**หมายเหตุ 3** สำหรับเครื่องใช้ที่ใช้งานที่ความสูงมากกว่า 2 000 m จากระดับน้ำทะเล ควรใช้ Table A.2 ของ IEC 60664-1 เพิ่มเติมจากตารางที่ ฅ.2

## ตารางที่ ฅ.2 ระยะห่างในอากาศต่ำสุด

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

แรงดันไฟฟ้าที่ทนได้ที่ ต้องการ V peak หรือ d.c.	ระยะห่างในอากาศต่ำสุด	
	นวนมาตรฐานและนวนเพิ่มเติม	นวนเสริม
ไม่เกิน 400	0.2 (0.1)	0.4 (0.2)
800	0.2 (0.1)	0.4 (0.2)
1 000	0.3 (0.2)	0.6 (0.4)
1 200	0.4 (0.3)	0.8 (0.6)
1 500	0.8 (0.5)	1.6 (1)
2 000	1.3 (1)	2.6 (2)
2 500	2 (1.5)	4 (3)
3 000	2.6 (2)	5.2 (4)
4 000	4 (3)	6
6 000	7.5	11
8 000	11	16
10 000	15	22
12 000	19	28
15 000	24	36
25 000	44	66
40 000	80	120
50 000	100	150
60 000	120	180
80 000	173	260
100 000	227	340
<p><b>หมายเหตุ 1</b> ยกเว้นในวงจรที่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ในข้อ ฅ.4 (ก) ยอมให้ใช้การประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ใกล้กันที่สุด 2 ค่า โดยระยะห่างต่ำสุดที่คำนวณได้ให้ปัดขึ้นเป็นลำดับที่สูงกว่า ครั้งละ 0.1 mm</p> <p><b>หมายเหตุ 2</b> ค่าในวงเล็บใช้เฉพาะในกรณีที่ การ ทำมิโปรแกรมการควบคุมคุณภาพ (ตัวอย่างโปรแกรมการควบคุมคุณภาพให้ไว้ในภาคผนวก ฎ.) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นวนสองชั้น และนวนเสริมต้องทดสอบประจำในรายการความทนได้อิเล็กทริก</p> <p><b>หมายเหตุ 3</b> ไม่ต้องใช้ข้อกำหนด สำหรับ วงจร ที่ไม่ต่อกับไฟฟ้าประธาน ผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ที่ ต้องมี ค่ำระยะห่างในอากาศต่ำสุดไม่น้อยกว่า 8.4 mm ถ้าเส้นทางของระยะห่างในอากาศเป็นดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— อยู่ในอากาศทั้งหมด หรือ</li> <li>— อยู่บน พื้นผิวของนวนที่เป็นกลุ่มวัสดุ I (CTI 600) ทั้งหมดหรือ บางส่วน</li> </ul> <p>และนวน ผ่าน การทดสอบความทนได้อิเล็กทริกข้อ 10.3 โดยใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— แรงดันไฟฟ้าทดสอบ กระแสลับที่มี ค่าราก กำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 เท่าของแรงดันไฟฟ้า ใช้งานค่ายอด หรือ</li> <li>— แรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสตรงที่มีค่าเท่ากับค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสลับที่กล่าวไว้ข้างต้น</li> </ul> <p>ถ้าเส้นทางระยะห่างในอากาศบางส่วนผ่านพื้นผิวของวัสดุที่ไม่ได้เป็นกลุ่มวัสดุ I ให้ทดสอบความทนได้อิเล็กทริกคร่อมเฉพาะช่องอากาศเท่านั้น</p>		



การทดสอบให้ทำโดยการวัด ให้พิจารณาภาคผนวก จ. ด้วย

ใช้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

ส่วนที่เคลื่อนที่ได้ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลดีที่สุด

เมื่อวัดระยะห่างในอากาศจากเปลือกหุ้มที่เป็นวัสดุฉนวนผ่าน ร่องหรือช่องเปิดในเปลือกหุ้ม พื้นผิวที่เข้าถึงได้ที่นี่ทดสอบชนิดโพรบทดสอบ B ตาม มอก.2533 (ข้อ 9.1.1) สามารถสัมผัสได้เมื่อใช้แรงไม่มากนัก (ดู จุด B ของรูปที่ 3) ให้ถือว่านำไฟฟ้าได้เสมือนหุ้มด้วยแผ่นโลหะเปลว

เมื่อวัดระยะห่างในอากาศ ใช้แรงทดสอบตามข้อ 13.3.1

## ภาคผนวก ญ.

(ข้อกำหนด)

## เครื่องกำเนิดทดสอบอิมพัลส์

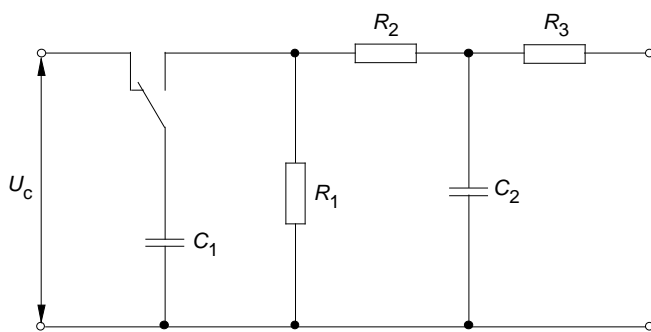
วงจรในรูปที่ ญ.1 ใช้ค่าของส่วนประกอบในตารางที่ ญ.1 เพื่อกำเนิดอิมพัลส์โดยเริ่มต้นประจุตัวเก็บประจุ  $C_1$  จนมีแรงดันไฟฟ้า  $U_c$

วงจรทดสอบอิมพัลส์สำหรับสร้างอิมพัลส์ 10/700  $\mu\text{s}$  (ช่วงเวลาขึ้น 10  $\mu\text{s}$  และช่วงเวลาลดลง 700  $\mu\text{s}$ ) ดังที่ระบุใน ITU-T Recommendation K.17 เพื่อจำลองสัญญาณรบกวนฟ้าผ่าในโครงข่ายโทรคมนาคม

วงจรทดสอบอิมพัลส์สำหรับสร้างอิมพัลส์ 1.2/50  $\mu\text{s}$  (ช่วงเวลาขึ้น 1.2  $\mu\text{s}$  และช่วงเวลาลดลง 50  $\mu\text{s}$ ) ดังที่ระบุใน ITU-T Recommendation K.21 เพื่อจำลองภาวะชั่วคราวในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

รูปคลื่นอิมพัลส์อยู่ภายใต้ภาวะเปิดวงจรและสามารถแตกต่างออกไปในภาวะมีโหลด

**หมายเหตุ** จำเป็นต้องมีความระมัดระวังอย่างยิ่งเมื่อใช้เครื่องกำเนิดเหล่านี้ เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าจำนวนมากที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ  $C_1$



รูปที่ ญ.1 วงจรกำเนิดอิมพัลส์

ตารางที่ ญ.1 ค่าของส่วนประกอบสำหรับวงจรกำเนิดอิมพัลส์

อิมพัลส์ทดสอบ	$C_1$	$R_1$	$R_2$	$C_2$	$R_3$
10/700 $\mu\text{s}$	20 $\mu\text{F}$	50 $\Omega$	15 $\Omega$	0.2 $\mu\text{F}$	25 $\Omega$
1.2/50 $\mu\text{s}$	1 $\mu\text{F}$	76 $\Omega$	13 $\Omega$	33 nF	25 $\Omega$

## ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

### ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพ

ข้อกำหนดของภาคผนวกนี้ซึ่งเพิ่มเติมหรือแทนข้อกำหนดในมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ ใช้กับเครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพ

หมายเหตุ ภาคผนวกนี้แทน IEC 60491 : 1984

#### ก.1 ทัวไป

เพิ่มเติมดังต่อไปนี้ในข้อ 1.1.1

ก.1.1.1 ภาคผนวกนี้ใช้กับเครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพที่มีพลังงานสะสมไม่เกิน 2 000 J รวมถึงเครื่องใช้ร่วม และไม่มีเจตนาให้ทนน้ำหยดหรือน้ำสาด ดังต่อไปนี้

- เครื่องใช้ประเภทแฟลชเดี่ยว ซึ่งสามารถมีหัวแฟลชมากกว่าหนึ่งหัวทำงานในเวลาเดียวกัน
- เครื่องใช้สำหรับการให้ความสว่างแก่การถ่ายภาพเป็นลำดับ
- เครื่องประจุแบตเตอรี่และเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ต่อกับเครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพ หน่วยเสริมเหล่านี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของเต้าเสียบไฟฟ้าประธาน
- อุปกรณ์เสริมที่ระบุในใบแทรกคำแนะนำ

ภาคผนวกนี้ไม่ใช้กับสโตรโบสโคป (stroboscope)

หมายเหตุ 1 ตราบเท่าที่ไม่มีข้อกำหนดที่เหมาะสม สำหรับเครื่องใช้ที่มีพลังงานสะสมมากกว่า 2 000 J อาจใช้ภาคผนวกนี้เท่าที่เหมาะสม ข้อกำหนดเพิ่มเติมอาจจำเป็น ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนด สำหรับการกระเบิด และการแผ่รังสีความร้อน

หมายเหตุ 2 ภาคผนวกนี้เจตนาให้ครอบคลุมถึงเครื่องใช้ที่สามารถใช้งานในสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและร้อนชื้น

หมายเหตุ 3 สำหรับหลอดฉายแบบ (modelling lamp) ที่ร่วมกับเครื่องใช้แฟลชอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานถ่ายภาพ อาจใช้ข้อกำหนดเพิ่มเติมจาก IEC 60598-2-9 หรือ IEC 60598-2-17 เท่าที่เหมาะสม

#### ก.4 การทดสอบทั่วไป

เพิ่มเติมดังต่อไปนี้หลังข้อ 4.2.12

ก.4.2.13 ทดสอบเครื่องใช้โดยการต่อหรือไม่ต่อกับหัวแฟลช ตัวเก็บประจุ และอุปกรณ์เสริมอื่น

ก.4.2.14 หากเครื่องใช้สามารถทำงานด้วยไฟฟ้าประธาน ให้เปิดสวิตช์เป็นคาบเวลา 4 h โดยไม่มีการวามแสง แต่ถ้าจ่ายด้วยแบตเตอรี่หรือแบตเตอรี่ประจุใหม่ได้เท่านั้น ให้เปิดสวิตช์ไว้เป็นเวลา 30 s

หลังจากนั้นให้ทำการวามแสงอย่างต่อเนื่องกันหลาย ๆ ครั้งเท่าที่ทำได้ โดยจำนวนสูงสุดเป็น 40 ครั้ง และให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ อัตราการวามแสงถูกกำหนดด้วยตัวแสดง หรือถ้าไม่มีตัวแสดง ให้ใช้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้บนตัวเก็บประจุของเฟลชนั้น ซึ่งควรเป็น 85% ของแรงดันไฟฟ้าคายอดสูงสุด ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้เครื่องใช้ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ให้ต่อเครื่องประจุแบตเตอรี่เป็นเวลา 4 h เข้ากับแบตเตอรี่ชนิดประจุใหม่ได้ ซึ่งคายประจุออกหมดตามที่เครื่องประจุแบตเตอรี่ได้ถูกออกแบบไว้

เพิ่มเติมข้อต่อไปนีในข้อ 4.3.3

ฎ.4.3.3

- การขาดของไส้หลอด
- การลัดวงจรและการเปิดวงจรของหลอดปล่อยประจุรังแสง (ใช้สำหรับการแสดงหรือการคุมค่า)

เพิ่มเติมข้อต่อไปนีในข้อ 4.3.4

ฎ.4.3.4

- (ข) ตัวเก็บประจุแบบกึ่งสภาพเอง (ตัวอย่างเช่น ชนิดกระดาษผสมโลหะ) ตรวจเท่าที่เกี่ยวกับการเกิดความร้อนเกิน

ฎ.5 เครื่องหมาย และข้อแนะนำ

เพิ่มเติมข้อต่อไปนีในข้อ 5.4 ต่อจากหมายเหตุ 2

- ฎ.5.4 ต้องมีแผ่นพับข้อแนะนำประกอบไปกับเครื่องประจุแบตเตอรี่และเครื่องจ่ายไฟฟ้าด้วย ในข้อแนะนำต้องแสดงชนิดหรือหมายเลขแบบรุ่นของเครื่องใช้เฟลชที่ใช้กับเครื่องประจุแบตเตอรี่และเครื่องจ่ายไฟฟ้านั้น

ต้องมีแผ่นพับข้อแนะนำประกอบไปกับเครื่องใช้เฟลชด้วย ในข้อแนะนำต้องแสดงชนิดหรือหมายเลขแบบรุ่นของเครื่องประจุแบตเตอรี่และเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้เฟลชนั้น

หมายเหตุ อนุญาตให้แสดงสารสนเทศนี้บนเครื่องใช้ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ฎ.7 การเกิดความร้อนในภาวะการทำงานปกติ

เพิ่มเติมข้อต่อไปนีในข้อ 7.1.5 ต่อจากย่อหน้าแรก

ฎ.7.1.5 แบตเตอรี่ลิเทียมต้องเป็นไปตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมได้ในตารางที่ 3 “ในภาวะการทำงานปกติ” เว้นแต่ว่า แบตเตอรี่เป็นไปตามการทดสอบทางไฟฟ้าที่เหมาะสม ตามข้อ 6.2.2.1 หรือข้อ 6.2.2.2 ของ IEC 60086-4

#### ฎ.9 อันตรายจากช็อกไฟฟ้าในภาวะการทำงานปกติ

เพิ่มเติมต่อไปนี้อยู่ในข้อ 9.1.1 ต่อจากหมายเหตุ 1

ฎ.9.1.1 ขั้วต่อสำหรับการต่อกับตัวขึงโครโมเนียมของกล้องถ่ายภาพ ต้องไม่เป็นไฟฟ้าอันตราย

เพิ่มเติมต่อไปนี้อยู่ในข้อ 9.1.1.1 ต่อจากย่อหน้าแรก

ฎ.9.1.1.1 ถ้าเป็นไปได้ ให้ทำการวางแสงระหว่างการวัด

#### ฎ.10 ข้อกำหนดด้านฉนวน

เพิ่มเติมต่อไปนี้อยู่ในข้อ 10.3.2 ก่อนตารางที่ 5

ฎ.10.3.2 ในกรณีของเครื่องใช้ที่มีการจุดพลัสความถี่สูง ไม่ต้องนำพลัสจุดนี้มาคำนวณแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ถ้าระยะเวลาของพลัสไม่เกิน 1 ms

#### ฎ.11 ภาวะผิดปกติ

เพิ่มเติมต่อไปนี้อยู่ในข้อ 11.2.7 ต่อจากย่อหน้าแรก

ฎ.11.2.7 แบตเตอรี่ลิเทียมต้องเป็นไปตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ที่ยอมได้ในตารางที่ 3 “ภาวะผิดปกติ” เว้นแต่ว่า แบตเตอรี่เป็นไปตามการทดสอบทางไฟฟ้าทั้งหมดตามข้อ 6.3.2 ของ IEC 60086-4

#### ฎ.12 ความแข็งแรงทางกล

เพิ่มเติมต่อไปนี้อยู่ต่อจากย่อหน้าที่ 4 ของข้อ 12.1.3

ฎ.12.1.3 หน้าต่างของหลอดความแสงไม่รวมในการทดสอบการกระแทกโดยลูกเหล็ก

#### ฎ.14 ส่วนประกอบ

เพิ่มเติมข้อต่อไปนี้อยู่ที่ท้ายข้อ 14.6

ฎ.14.6.6 นอกจากนี้ สำหรับสวิตช์ประธาน ลักษณะเฉพาะของสวิตช์ตามที่อ้างอิงใน เครื่องหมาย ต้องเหมาะสมสำหรับหน้าที่ของสวิตช์ในเครื่องใช้ในภาวะปกติ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการวัด

กระแสไฟฟ้าประธานที่กำหนดของเครื่องใช้แฟลชหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$I_r = 1/3\sqrt{\hat{i}_o^2 + \hat{i}_o\hat{i}_1 + \hat{i}_1^2}$$

เมื่อ

$\hat{i}_o$  คือ กระแสไฟฟ้าประธานสูงสุด (ค่ายอด) ทันทีหลังจากทำการวบแสง

$\hat{i}_1$  คือ กระแสไฟฟ้าประธาน (ค่ายอด) ที่จุดสิ้นสุดของคาบเวลาการประจุใหม่ของตัวเก็บประจุของแฟลช จุดสิ้นสุดของคาบเวลาการประจุใหม่ถูกกำหนดด้วยตัวแสดง หรือถ้าไม่มีตัวแสดง ให้ใช้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้บนตัวเก็บประจุของแฟลชนั้น ซึ่งต้องเป็น 85% ของแรงดันไฟฟ้าค่ายอดสูงสุด ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้เครื่องใช้ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ให้เครื่องใช้ทำงานในภาวะปกติ เว้นแต่ว่าเครื่องใช้นั้นต่อกับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ให้วัด  $\hat{i}_o$  และ  $\hat{i}_1$  ขณะที่เครื่องใช้พร้อมที่จะทำการวบแสงและได้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธานแล้วเป็นเวลาอย่างน้อย 30 min

กระแสเล็รจ์ค่ายอดคือค่ายอดสูงสุดของกระแสไฟฟ้าประธานเมื่อเครื่องใช้แฟลชถูกเปิดสวิตช์ ภายหลังจากที่ตัวเก็บประจุของแฟลชปล่อยประจุอย่างสมบูรณ์แล้ว ไม่ต้องคำนึงถึงยอดแหลมกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาถึง 100  $\mu$ s

กระแสเล็รจ์ค่ายอดที่วัดได้ และกระแสไฟฟ้าประธานที่กำหนดที่คำนวณได้ ( $I_r$ ) ต้องไม่เกินพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ทำเครื่องหมายไว้ของสวิตช์ประธาน

## ฉ.20 ความทนไฟ

เพิ่มเติมต่อไปนี้ในข้อ 20.1

ฉ.20.1 (ค) วงจรขดลวดจุดชนวนเพื่อการปล่อยประจุในเครื่องใช้แฟลชไม่ถือว่าเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการติดไฟ

## ภาคผนวก ก.

(ข้อแนะนำ)

## ตัวอย่างข้อกำหนดสำหรับโปรแกรมการควบคุมคุณภาพ

**หมายเหตุ** ภาคผนวกนี้ให้ตัวอย่างข้อกำหนดสำหรับโปรแกรมการควบคุมคุณภาพตามที่ระบุในข้อ 13.3 และภาคผนวก ก. สำหรับระยะห่างในอากาศที่ลดลง

**ก.1** ระยะห่างในอากาศที่ลดลง (ดูข้อ 13.3)

ผู้ทำที่ประสงค์จะใช้ระยะห่างในอากาศที่ลดลงตามที่ยอมไว้ในข้อ 13.3 และภาคผนวก ก. ควรนำโปรแกรมการควบคุมคุณภาพมาใช้กับส่วนของการสร้างตามที่แสดงไว้ในตารางที่ ก.1 โปรแกรมนี้ควรรวมถึงการควบคุมคุณภาพเฉพาะสำหรับเครื่องมือและวัสดุซึ่งมีผลกระทบต่อระยะห่างในอากาศ

ผู้ทำควรบ่งชี้และวางแผนการป้องกัน และกระบวนการติดตั้งที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพด้วย (ถ้าใช้ได้) และควรทำให้มั่นใจว่ากระบวนการเหล่านี้ได้มีการนำไปใช้ ในภาวะที่มีการควบคุม ภาวะที่มีการควบคุมควรรวมถึงสิ่งดังต่อไปนี้

- วิธีปฏิบัติงานที่จัดทำเป็นเอกสาร ซึ่งกำหนดกระบวนการ เครื่องใช้ ภาวะแวดล้อม และวิธีการผลิต ซึ่งหากไม่มีวิธีปฏิบัติงานดังกล่าวจะมีผลกระทบรุนแรงต่อคุณภาพ ภาวะแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสม การเป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดคุณลักษณะอ้างอิงและแผนคุณภาพ
- การเฝ้าระวังและการควบคุมกระบวนการที่เหมาะสมและลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตและการติดตั้งในเครื่องใช้
- เกณฑ์กำหนดของฝีมือการทำงานที่จำเป็นเป็นลายลักษณ์อักษรหรือโดยจัดทำตัวอย่างที่เป็นตัวแทน
- การเก็บรักษานันทิกสำหรับกระบวนการ เครื่องใช้ และบุคลากรที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามความเหมาะสม

ตารางที่ ก.1 กำหนดแผนการชักตัวอย่างและการทดสอบที่จำเป็นสำหรับการเป็นไปตามข้อ 13.3 และภาคผนวก ก. จำนวนตัวอย่างของชิ้นส่วน การผลิตหรือส่วนประกอบย่อยควรเป็นไปตาม มอก. 465 หรือ ISO 2859-1 หรือมาตรฐานระดับประเทศที่เทียบเท่า

ตารางที่ ฎ.1 กฎสำหรับการชักตัวอย่างและการตรวจสอบ-ระยะห่างในอากาศที่ลดลง

การทดสอบ	จำนวนมูลฐาน	จำนวนเพิ่มเติม	จำนวนเสริม
ระยะห่างในอากาศ <sup>ก</sup>	ชักตัวอย่าง S2 AQL 4	ชักตัวอย่าง S2 AQL 4	ชักตัวอย่าง S2 AQL 4
การทดสอบ ความทนได้อิเล็กทริก <sup>ข</sup>	ไม่ทดสอบ	ไม่ทดสอบ	การทดสอบประจำ ถ้ามี 1 ตัวอย่างล้มเหลว ต้องประเมินหาสาเหตุ
<p><sup>ก</sup> ขอมให้ใช้การวัดแรงดันไฟฟ้าเสียสภาพลับพลันแทนการวัดระยะห่างในอากาศเพื่อลดเวลาการทดสอบและตรวจสอบ เริ่มต้นให้หาแรงดันไฟฟ้าเสียสภาพลับพลันสำหรับ 10 ตัวอย่างที่ได้รับการยืนยันว่ามีระยะห่างในอากาศที่ถูกต้อง ต่อมาให้ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าเสียสภาพลับพลันของชิ้นส่วนหรือ ส่วนประกอบย่อยที่ผลิตตามมากับขีดจำกัดล่างซึ่งมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าเสียสภาพลับพลันต่ำสุดของ 10 ตัวอย่างแรกกลับด้วย 100 V ถ้าการเสียสภาพลับพลันเกิดขึ้นที่ขีดจำกัดล่างนี้ ให้ถือว่าชิ้นส่วนหรือ ส่วนประกอบย่อยล้มเหลว เว้นแต่ว่าการวัดระยะห่างในอากาศยืนยันว่าเป็นไปตามข้อกำหนด</p> <p><sup>ข</sup> การทดสอบความทนได้อิเล็กทริกของจำนวนเสริมควรประกอบด้วยทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— อิมพัลส์ 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพขั้วในแต่ละครั้ง ใช้อิมพัลส์ 1.2/50 <math>\mu</math>s (คู ภาคนว กฏ.) มีขนาดเท่ากับค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าทดสอบในตารางที่ 5 (คูข้อ 10.3.2)</li> <li>— พัลส์ 1 ครั้ง ที่ประกอบด้วย 3 วัฏจักรของความถี่กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ มีขนาดเท่ากับแรงดันไฟฟ้าทดสอบในตารางที่ 5 (คูข้อ 10.3.2)</li> <li>— อิมพัลส์ 6 ครั้ง โดยให้อิมพัลส์มีการสลับสภาพขั้วในแต่ละครั้ง ใช้อิมพัลส์กระแสดตรง 10 ms มีขนาดเท่ากับค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าทดสอบในตารางที่ 5 (คูข้อ 10.3.2)</li> </ul>			



## ภาคผนวก จ.

(ข้อแนะนำ)

## การทดสอบประจำ

## บทนำ

การทดสอบที่ให้ไว้ในภาคผนวกนี้ เจตนาให้แสดงถึงความแปรผันที่ยอมรับไม่ได้ในวัสดุหรือการทำด้านความปลอดภัย การทดสอบเหล่านี้ไม่ทำให้สมบัติและความเชื่อถือได้ของเครื่องใช้ลดลง และควรทำกับเครื่องใช้แต่ละเครื่องโดยผู้ทำในระหว่างการผลิตหรือสิ้นสุดการผลิต

โดยทั่วไป การทดสอบที่มากกว่าเช่นการทดสอบเฉพาะแบบซ้ำและการสุ่มตัวอย่างทดสอบ ต้องทำโดยผู้ทำเพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องใช้ทุกเครื่องสอดคล้องกับตัวอย่างที่ทนต่อการทดสอบเฉพาะแบบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ตามประสบการณ์ที่ได้จากผู้ทำเครื่องใช้

ผู้ทำอาจใช้วิธีดำเนินการทดสอบที่เหมาะสมมากกว่ากับการจัดการผลิต และอาจทำการทดสอบในขั้นตอนระหว่างการผลิตที่เหมาะสมใด ๆ หากสามารถพิสูจน์ได้ว่าเครื่องใช้ที่ทนการทดสอบตามที่ผู้ทำกำหนดอย่างน้อยมีความปลอดภัยระดับเดียวกับเครื่องใช้ที่ทนการทดสอบที่ระบุในภาคผนวกนี้

**หมายเหตุ** โดยทั่วไป ควรนำระบบการประกันคุณภาพที่เหมาะสมมาใช้ ตัวอย่างเช่น อนุกรมมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ มอก. 9000

กฎต่อไปนี้ให้ไว้เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบประจำ

## จ.1 การทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต

## จ.1.1 สภาพข้อและการต่อของส่วนประกอบหรือชุดประกอบย่อยที่ถูกต้อง

ถ้าสภาพข้อและการต่อของส่วนประกอบหรือชุดประกอบย่อยที่ไม่ถูกต้องอาจมีผลต่อความปลอดภัย ควรตรวจสอบ สภาพข้อและการต่อทางไฟฟ้าที่ถูกต้องของส่วนประกอบหรือชุดประกอบย่อยเหล่านี้ โดยการวัดหรือการตรวจพินิจ

## จ.1.2 ค่าที่ถูกต้องของส่วนประกอบ

ถ้าค่าที่ไม่ถูกต้องของส่วนประกอบอาจมีผลต่อความปลอดภัย ควรตรวจสอบค่าที่ถูกต้องของส่วนประกอบเหล่านี้ โดยการวัดหรือการตรวจพินิจ

## จ.1.3 การต่อลงดินป้องกันของฉากและที่กั้นโลหะ

สำหรับเครื่องใช้ประเภท I ที่มีฉากหรือที่กั้นโลหะ (ดูข้อ 8.5) ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าอันตรายกับข้อต่อที่เป็นส่วนที่เข้าถึงได้ (ดูข้อ 8.4) หรือส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ตามลำดับ ควรตรวจสอบความต่อเนื่องของ

การต่อลงดินป้องกัน ในภายหลังเท่าที่เป็นไปได้ในระหว่างกระบวนการผลิต ระหว่างฉาหรือที่กันโลหะ กับ

- หน้าสัมผัสลงดินป้องกันของเต้าเสียบไฟฟ้าประธานหรือเต้าเสียบเครื่องใช้ หรือ
- ขั้วต่อลงดินป้องกัน ในกรณีเครื่องใช้ต่อแบบถาวร

กระแสไฟฟ้ากระแสสลับทดสอบที่จ่ายเป็นเวลา 1 s ถึง 4 s ควรมีค่า 10 A ซึ่งได้จากแหล่งจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลดไม่เกิน 12 V

ความต้านทานที่วัดได้ไม่ควรเกิน

- $0.1\ \Omega$  สำหรับเครื่องใช้ที่มีสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าชนิดถอดได้
- $0.2\ \Omega$  สำหรับเครื่องใช้ที่มีสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าชนิดถอดไม่ได้

**หมายเหตุ** ควรระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าความต้านทานหน้าสัมผัสระหว่างปลายของโพรบที่ใช้วัดกับส่วนโลหะที่ทดสอบไม่มีอิทธิพลต่อผลทดสอบ

#### ฐ.1.4 ตำแหน่งที่ถูกต้องของการเดินสายภายใน

ถ้าตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องของการเดินสายภายในอาจทำให้ความปลอดภัยลดลง ควรตรวจสอบตำแหน่งที่ถูกต้องของการเดินสายภายในโดยการตรวจพินิจ

#### ฐ.1.5 การเสียบกันได้พอดีที่ถูกต้องของการต่อเต้าเสียบภายใน

ถ้าการเสียบกันได้พอดีไม่ถูกต้องของการต่อเต้าเสียบภายในอาจทำให้ความปลอดภัยลดลง ควรตรวจสอบการเสียบกันได้พอดีที่ถูกต้องของการต่อเต้าเสียบภายในโดยการตรวจพินิจหรือทดสอบด้วยมือ

#### ฐ.1.6 เครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยภายในเครื่องใช้

ความชัดเจนของเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยภายในเครื่องใช้ ตัวอย่างเช่น เกี่ยวกับไส้ฟิวส์ ควรตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ

#### ฐ.1.7 การติดตั้งที่ถูกต้องของชิ้นส่วนทางกล

ถ้าการติดตั้งที่ไม่ถูกต้องของชิ้นส่วนทางกลอาจทำให้ความปลอดภัยลดลง ควรตรวจสอบการติดตั้งที่ถูกต้องโดยการตรวจพินิจหรือทดสอบด้วยมือ

### ฐ.2 การทดสอบที่จุดสุดท้ายของกระบวนการผลิต

ควรทำการทดสอบต่อไปนี้กับเครื่องใช้เมื่อประกอบสมบูรณ์และก่อนบรรจุหีบห่อ

#### ฐ.2.1 การทดสอบความทนได้อิเล็กทริก

ควรตรวจสอบฉนวนของเครื่องใช้โดยการทดสอบดังต่อไปนี้ โดยทั่วไป ถือว่าการทดสอบเหล่านี้เพียงพอ

จ่ายแรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสสลับที่มีรูปคลื่นใกล้เคียงไซน์ มีความถี่ไฟฟ้าประธานหรือแรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสตรงหรือทั้งสองอย่างรวมกัน โดยมีค่าสอดคล้องตามที่ระบุในตารางที่ ฐ.1 ระหว่างขั้วต่อแหล่งไฟฟ้าประธานที่ต่อขนาน กับ

- ขั้วต่อ ที่ถือว่าเข้าถึงได้ (ดูข้อ 8.4) และ
- ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ตามลำดับ

ซึ่งอาจกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าอันตราย ในเหตุการณ์ที่ฉนวนผิดปกติเนื่องจากผลของการประกอบที่ไม่ถูกต้อง

**หมายเหตุ 1** ขั้วต่อที่ถือว่าเข้าถึงได้และส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ อาจต่อเข้าด้วยกันระหว่างการทดสอบความทนได้อิเล็กทริก

**ตารางที่ ฐ.1 แรงดันไฟฟ้าทดสอบ**

การใช้งานของ แรงดันไฟฟ้าทดสอบ	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ V (peak) a.c. หรือ d.c.	
	แรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนด $\leq 150$	แรงดันไฟฟ้าประธานที่กำหนด $> 150$
ฉนวนมูลฐาน	1 130 (800 r.m.s)	2 120 (1 500 r.m.s)
ฉนวนสองชั้น หรือ ฉนวนเสริม	2 120 (1 500 r.m.s)	3 540 (2 500 r.m.s)

ก่อนจ่ายแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ควรทำการสัมผัสอย่างใกล้ชิดกับชิ้นทดสอบ

เริ่มต้นจ่ายแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ที่ระบุ แล้วเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นด้วยความชันไม่เกิน 1 560 V/ms จนถึงค่าเต็มและคงไว้เป็นเวลา 1 s ถึง 4 s

**หมายเหตุ 2** ความชัน 1 560 V/ms สมนัยกับความชันของรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่ไฟฟ้าประธาน 60 Hz

ระหว่างการทดสอบ สวิตช์ประธานและสวิตช์ตามหน้าที่ (ถ้ามี) ที่ต่อกับไฟฟ้าประธานผ่านส่วนนำไฟฟ้าได้ ควรอยู่ที่ตำแหน่งเปิด และควรมีวิธีการที่เหมาะสมให้ มั่นใจได้ว่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบมีประสิทธิผลสมบูรณ์

ระหว่างการทดสอบไม่ควรเกิดการวาวไฟตามผิวหรือการเสียดสีสภาพฉนวน แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าทดสอบควรมีอุปกรณ์รับรู้กระแส (กระแสเกิน) ซึ่งเมื่อถูกกระตุ้นจะแสดงให้เห็นว่าการทดสอบล้มเหลว แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าทดสอบยังควรจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้จนกระทั่งเกิดการตัดวงจรกระแส

หมายเหตุ 3 กระแสตัววงจรไม่ควรเกิน 100 mA

หมายเหตุ 4 การตัดวงจรของอุปกรณ์รับรู้กระแสถือว่าเป็นการวาวไฟตามผิวหรือการเสียดสีสภาพฉนวน

## ฐ.2.2 การต่อลงดินป้องกัน

สำหรับเครื่องใช้ประเภท I ความต่อเนื่องของการต่อลงดินป้องกันควรตรวจสอบระหว่างหน้าสัมผัสลงดินป้องกันของเต้าเสียบไฟฟ้าประธานหรือเต้าเสียบเครื่องใช้ หรือขั้วต่อลงดินป้องกัน ในกรณีของเครื่องใช้ที่มีการต่อแบบถาวร กับ

- ส่วนนำไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ รวมถึงขั้วต่อที่ถือว่าเข้าถึงได้ (ดูข้อ 8.4) ซึ่งควรต่อกับขั้วต่อลงดินป้องกัน และ

- หน้าสัมผัสต่อลงดินป้องกันของเต้ารับตามลำดับ ถ้ามีการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้อื่น

กระแสไฟฟ้ากระแสสลับทดสอบที่จ่ายเป็นเวลา 1 s ถึง 4 s ควรมีค่า 10 A ซึ่งได้จากแหล่งจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลดไม่เกิน 12 V

ความต้านทานที่วัดได้ไม่ควรเกิน

- 0.1  $\Omega$  สำหรับเครื่องใช้ที่มีสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าชนิดถอดได้
- 0.2  $\Omega$  สำหรับเครื่องใช้ที่มีสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าชนิดถอดไม่ได้

หมายเหตุ ควรระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าความต้านทานหน้าสัมผัสระหว่างปลายของโพรบที่ใช้วัดกับส่วนโลหะที่ทดสอบไม่มีอิทธิพลต่อผลทดสอบ

## ฐ.2.3 เครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยภายนอกของเครื่องใช้

ความชัดเจนของเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยภายนอกของเครื่องใช้ ตัวอย่างเช่น เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย ควรตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ

## บรรณานุกรม

- [1] IEC/TR3 60083: 1997, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*
- [2] IEC 60130 (all parts), *Connectors for frequencies below 3 MHz*
- [3] IEC 60169 (all parts), *Radio-frequency connectors*
- [4] IEC 60173:1964, *Colours of the cores of flexible cables and cords*
- [5] IEC 60335-2-56:1997, *Safety of household and similar electrical appliances - Part 2: Particular requirements for projectors and similar appliances*
- [6] IEC 60335-2-82:1999, *Safety of household and similar electrical appliances - Part 2: Particular requirements for service machines and amusement machines*
- [7] IEC 60410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*
- [8] IEC/TR3 60664-4: 1997, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems Part 4: Consideration of high-frequency stress*
- [9] IEC 60695 (all parts), *Fire hazard testing*
- [10] IEC 61040:1990, *Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation*
- [11] IEC 61558-2-1: 1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar - Part 2: Particular requirements for separating transformers for general use*
- [12] IEC 61558-2-4: 1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar - Part 2: Particular requirements for isolating transformers for general use*
- [13] IEC 61558-2-6: 1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar - Part 2: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*
- [14] IEC Guide 108:1994, *The relationship between technical committees with horizontal functions and product committees and the use of basic publications*
- [15] IEC Guide 109: 1995, *Environmental aspects - Inclusion in electrotechnical product standards*
- [16] IEC Guide 112: 2000, *Guide on the safety of multimedia equipment*
- [17] ISO/IEC Guide 37:1995, *Instructions for use of products of consumer interest*
- [18] ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards*
- [19] ISO 1043-1:1997, *Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 1: Basic polymers and their special characteristics*

- [20] ISO 2859-1: 1999, *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality level (AQL) for lot-by-lot inspection*
- [21] ISO 9000 (all parts), *Quality management and quality assurance standards*
- [22] ICRP 15:1969, *Protection against ionizing radiations from external sources – Published by the International Commission on Radiological Protection*
- [23] ITU-T Recommendation K.11: 1993, *Principles of protection against overvoltages and overcurrents*
- CAS# 110-5423, American Chemical Society definition
- EN 60728-11, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services. Part 11: Safety*
- IEC 60598-2-9:1987, *Luminaires - Part 2: Particular requirements - Section 9: Photo and film luminaires (non-professional)*
- Amendment 1 (1993)
- IEC 60598-2-17:1984, *Luminaires - Part 2: Particular requirements - Section 17: Luminaires for stage lighting, television and film studios (outdoor and indoor)*
- Amendment 2 (1990)
- IEC 60695 (all parts), *Fire hazard testing*
- IEC 62087, *Methods of measurement for the power consumption of audio, video and related equipment*
-