



Main LV Switchboard



ธัมรัต พรมเพญรังษี วพก.818/ACPE 01242/TH

เลขที่การสมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย

อุปนายก สมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร

กรรมการผู้จัดการ บริษัท นอร์ชพลัส จำกัด

เกษม นิลเจริญ สพก.3734

ACUMEN CONSULTING (THAILAND)



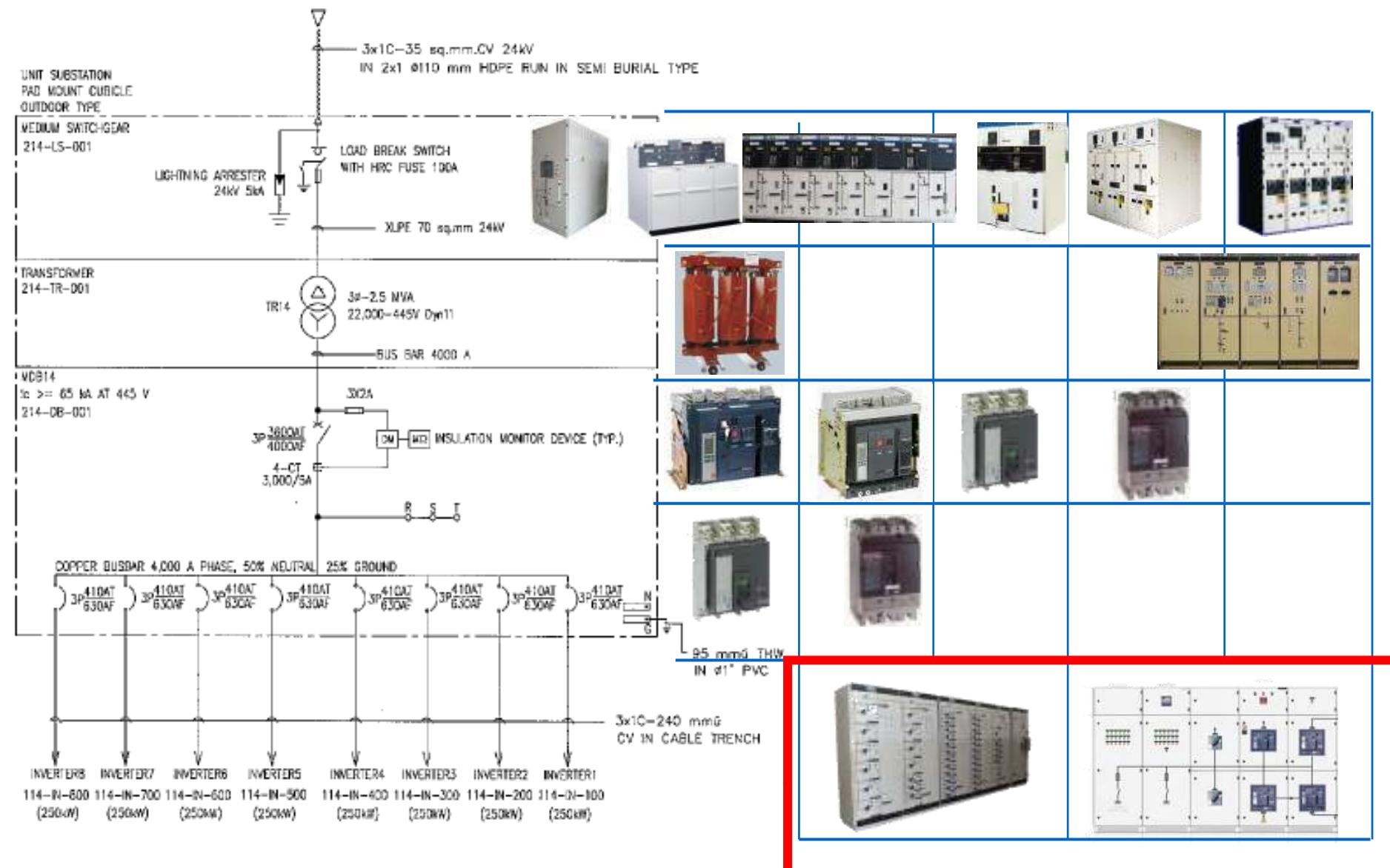
Indeed Academy
Indeed Intelligence

สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า (MAIN SWITCH BOARD)

และข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้อง



ELECTRICAL SYSTEM FROM UP-STEAM TO DOWN STREAM PATHS



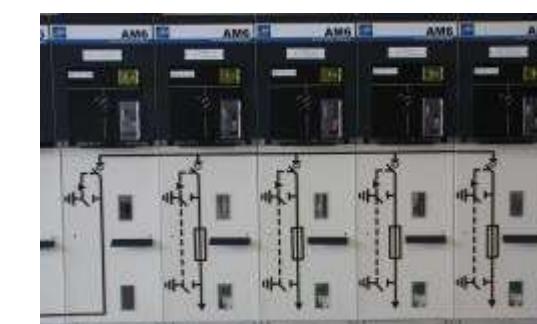
Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า Electrical Switch Board

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง และ แรงดัน (MV & LV Switch Board)

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง : Old IEC 60439, **NEW IEC 61439 , IEC 62271**

แผงสวิตช์ หมายถึง แผงขนาดใหญ่หนึ่งแผงหรือหลายแผงประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ติดตั้งสวิตช์ อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน อุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ บัสบาร์ และเครื่องวัดต่างๆ เพื่อรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปจ่ายให้กับโหลด แผงสวิตช์ย่อย โดยสามารถเข้าถึงได้ทั้งด้านหน้า และด้านหลังของแผงสวิตช์



ดูสิ่งที่บอร์ดไฟฟ้าแบบต่างๆ

- 1. ตามการติดตั้ง (Installation)**
- 2. มาตรฐานการทดสอบ (Testing Standard)**
- 3. ลักษณะภายนอก (External Design)**
- 4. ตามระดับแรงดัน (Level Voltage)**
- 5. ตามการแบ่งกันและชนิดของ绝缘子 (Insulator)**



ตามการติดตั้ง (Installation)

1. การติดตั้ง (Installation)

1.1 พื้นที่การติดตั้ง (Area)

- ติดตั้งภายในอาคาร **Indoor**
- ติดตั้งภายนอกอาคาร **Outdoor**



1.2 ลักษณะการติดตั้ง (Type)

- ตู้ไฟฟ้าแบบติดตั้งประจำกับที่ **(Stationary Type)**
- ตู้ไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่ **(Movable Type)**



1.3 รูปแบบการติดตั้ง (Place)

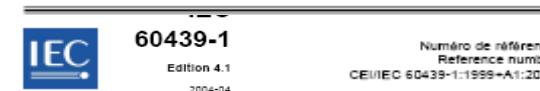
- แบบตั้งพื้น **(Floor Standing)**
- แบบติดผนัง **(Wall Mount)**
- แบบติดเพดาน **(Ceiling Mount)**



ตามมาตรฐานการทดสอบ (Testing Standard)

2. มาตรฐานการทดสอบ (Testing Standard)

2.1 Old IEC 60439-1



- การทดสอบตามลักษณะแบบเฉพาะ (TTA : Type Test Assembly)
- การทดสอบตามลักษณะแบบบางส่วน (PTTA :Partial Type Test Assembly)

2.2 TIS 1436 - 2540



มาตรฐานเลขที่ มอก. 1436-2540

2.3 New IEC 61439



Low Voltage Switch Boards
Type-Tested Licensed By
IEC 60439-1 (LV) / IEC 61439-2



เนื้อหาของ IEC 60439-1

1. ทั่วไป (General)

2. บทนิยาม (Definitions)

3. การจำแนกประเภทของตู้ไฟฟ้า (Classification of ASSEMBLIES)

4. คุณลักษณะทางไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้า (Electrical characteristics of ASSEMBLIES)

5. ข้อมูลที่ให้เกี่ยวกับตู้ไฟฟ้า (Information to be given regarding the ASSEMBLY)

6. สภาวะการใช้งาน (Service conditions)

7. การออกแบบและการสร้าง (Design and construction)

8. ข้อกำหนดการทดสอบ (Test specifications) การทดสอบเฉพาะแบบ (Type tests) และการทดสอบประจำ (Routine tests)

เนื้อหาของ IEC 61439-1

1. ขอบข่าย (Scope)

2. กฎหมายที่อ้างอิง (Normative references)

3. คำจำกัดความและบทนิยาม (Terms and definitions)

4. สัญลักษณ์และคำย่อ (Symbols and abbreviations)
อยู่หัวข้อย่อ 5.5

5. คุณลักษณะทางไฟฟ้า (Interface characteristics)

6. ข้อมูล (Information)

7. สภาวะการใช้งาน (Service conditions)

8. ข้อกำหนดการสร้าง (Construction requirements)

9. ข้อกำหนดประสิทธิภาพการทำงาน (Performance requirement)

10. การตรวจสอบการออกแบบ (Design verification)

11. การตรวจสอบประจำ (Routine verification)

The current IEC 60439

The current IEC 60439 standard applies to enclosures for which the rated voltage is under or equal to 1000 V AC (at frequencies not exceeding 1000 Hz) or 1500 V DC. The standard makes a distinction between type-tested assemblies (TTA) and partially type-tested assemblies (PTTA). The following parts are mentioned and have equal weighting. There is not a formal hierarchy. Each part is a complete entity and can be used on an individual basis:

IEC 60439-1

type-tested and partially type-tested assemblies

IEC 60439-2

particular requirements for busbar trunking systems (busways)

IEC 60439-3

particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are to be installed in locations where unskilled persons have access for their use.

IEC 60439-4

particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)

IEC 60439-5

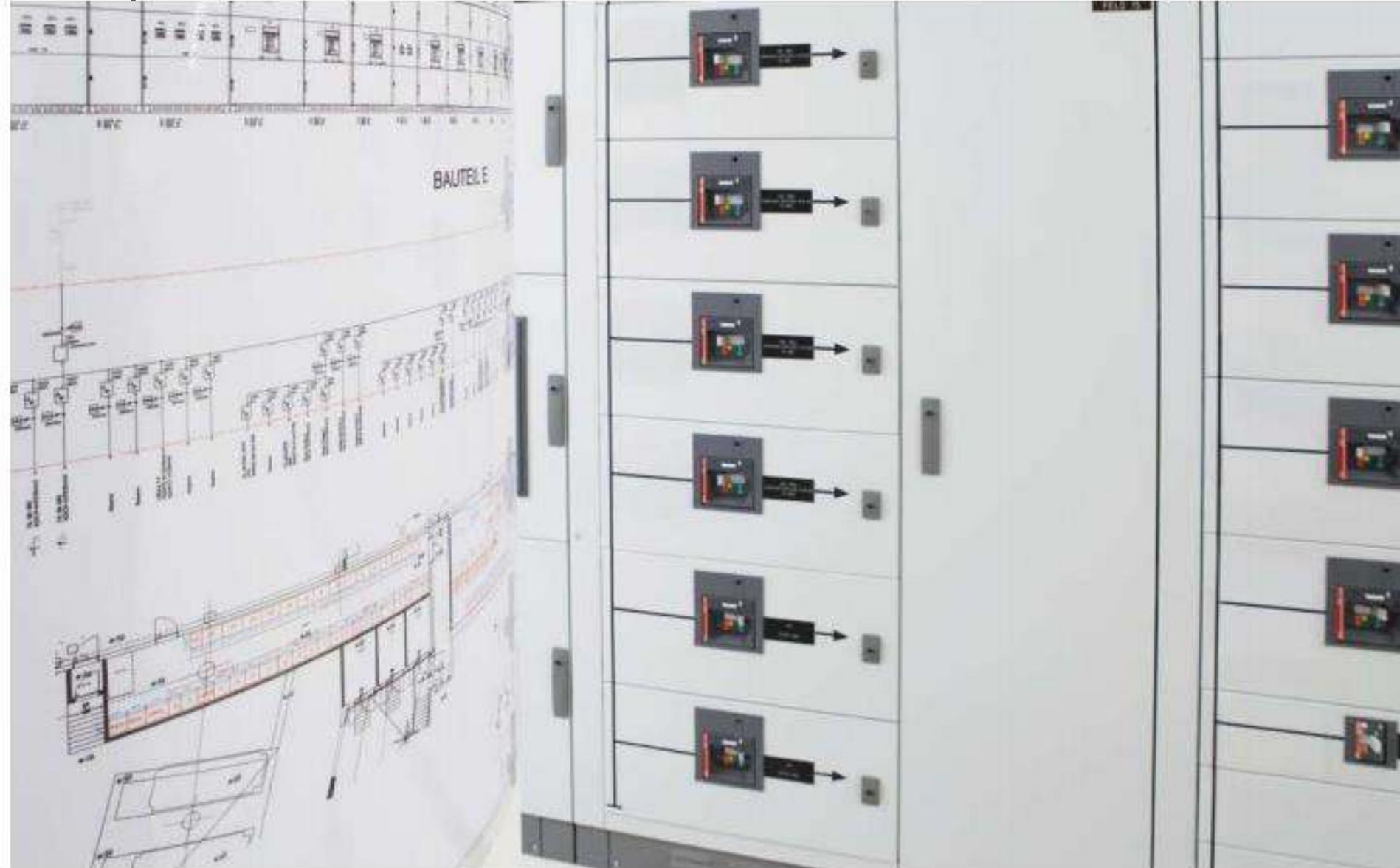
particular requirements for assemblies intended to be installed outdoors in public places – Cable distribution cabinets (CDCs) for power distribution in networks

The standard remains valid until 2014

No.	Characteristics to be checked	TTA (Type Tested Assembly)	PTTA (Partially Type Tested Assembly)
1	Temp rise limits	Type test	Test or extrapolation
2	Dielectric properties	Type test	Test or insulation resistance
3	Short-Circuit withstand strength	Type test	Test or extrapolation from similar type tested arrangements
4	Short-circuit withstand of the protection circuit	Type test	Test or appropriate design and arrangement
5	Clearance and Creepage distance	Type test	Type test
6	Mechanical operation	Type test	Type test
7	Degree of protection	Type test	Type test

No.	Characteristic to be checked	TTA (Type Tested Assembly)	PTTA (Partially Type Tested Assembly)
8	Wiring electrical operation	Inspection if necessary electrical operation test	Inspection if necessary electrical operation test
9	Insulation	Dielectric test	Dielectric test
10	Protection measurement	Checking of protection and the electrical continuity of the protection circuits	Checking of protection measurement
11	Insulation resistance	-	Test

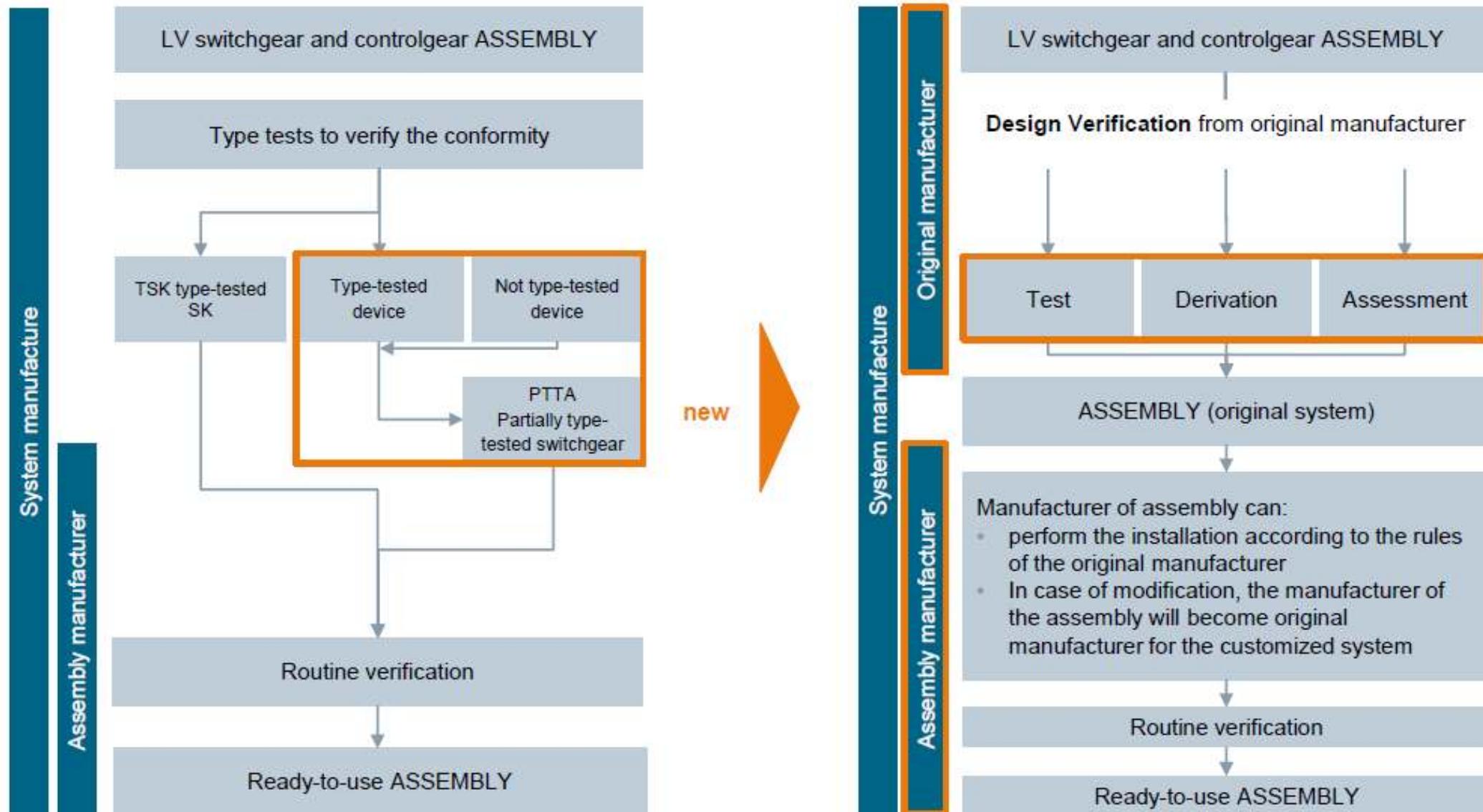
Comparison between the current and the new verification "flow"



Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

Comparison between the current and the new verification "flow"

IEC 60439



The new IEC 61439

The new IEC 61439 standard applies to enclosures for which the rated voltage is under 1000 V AC (at frequencies not exceeding 1000 Hz) or 1500 V DC. The standard defines the design verified ASSEMBLIES and eliminates completely the categories TTA and PTTA. In order to conform to the standard, type tests have been replaced by a design verification which can be carried out by the three following equivalent and alternative methods: testing, calculation/measurement or application of design rules.

The following parts are mentioned and do not have equal weighting. There is a formal hierarchy. Each part can not be used individually:

- IEC 61439-1 "General rules"
- IEC 61439-2 "Power switchgear and controlgear ASSEMBLIES"
- IEC 61439-3 "Distribution boards"
- IEC 61439-4 "ASSEMBLIES for construction sites"
- IEC 61439-5 "ASSEMBLIES for power distribution"
- IEC 61439-6 "Busbar trunking systems"

Part 1 is the general rules part and cannot be used alone to specify an ASSEMBLY.

Part 2 defines the specific requirements of power switchgear and controlgear ASSEMBLIES (PSC ASSEMBLIES) and must be used with Part 1. This is the only part that has a double role, it covers PSC ASSEMBLIES and any ASSEMBLY which is not covered by any other specific parts.

Parts 3-X are still under preparation but are already mentioned in Part 1. These could be more than four, as additional parts may be developed as the need arises.

Summarising: With the currently used IEC 60439, the rule is "one part for each type of ASSEMBLY". With the new IEC 61439 the rule is "two parts for each type of ASSEMBLY". The compliance of an ASSEMBLY is declared referring to the specific ASSEMBLY standard (e.g. IEC 61439-2), and the compliance with the general rules (IEC 61439-1) is always implicit. The sentence "TTA switchgear according to IEC 60439-1" is now replaced by "Power switchgear and controlgear ASSEMBLIES according to IEC 61439-2, design verified ASSEMBLY".

The validity of the two standards will overlap until 2014 and prior to this date, ASSEMBLIES can be manufactured according to IEC 61439 or IEC 60439.

Relationship between the two standards
is as shown in the table below:

IEC 61439-1	IEC 61439-2	replaces	IEC 60439-1 (still valid until 2014)
	IEC 61439-6	will replace	IEC 60439-2 (still valid)
	+ IEC 61439-3	will replace	IEC 60439-3 (still valid)
	IEC 61439-4	will replace	IEC 60439-4 (still valid)
	IEC 61439-5	will replace	IEC 60439-5 (still valid)

Tests described in IEC 61439-1 in comparison with the type tests described in IEC 60439

No.	Characteristics to be verified	Clause/Subclause	Comparable type test from 60439-1
1	Strength of material and parts	10.2	Not required as "Type test" but as "Design and construction" rules on paragraph 7 or on subsidiary standard
	Resistance to corrosion	10.2.2	
	Properties of insulating materials	10.2.3	
	Thermal stability	10.2.3.1	
	Resistance of insulating materials to normal heat	10.2.3.2	
	Resistance to abnormal heat and fire due to internal electric effects	10.2.3.3	
	Resistance to ultra-violet (UV) radiation	10.2.4	
	Lifting	10.2.5	
	Mechanical impact	10.2.6	
	Marking	10.2.7	
2	Degree of protection of enclosures	10.3	8.2.7
3	Clearances and creepage distances	10.4	8.2.5
4	Protection against electric shock and integrity of protective circuits	10.5	8.2.4
	Effective continuity between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY and the protective circuit	10.5.2	
	Effectiveness of the ASSEMBLY for external faults	10.5.3	
5	Incorporation of switching devices and components	10.6	Not required as "Type test" but as "Design and construction" rules on paragraph 7 or on subsidiary standard
6	Internal electrical circuits and connections	10.7	
7	Terminals for external conductors	10.8	
8	Dielectric properties	10.9	8.2.2
	Power -frequency withstand voltage	10.9.2	
	Impulse withstand voltage	10.9.3	
9	Temperature rise limits	10.10	8.2.1
10	Short-circuit withstand strength	10.11	8.2.3
11	Electromagnetic compatibility (EMC)	10.12 + Annex J	8.2.8 + Annex H
12	Mechanical operation	10.13	8.2.6

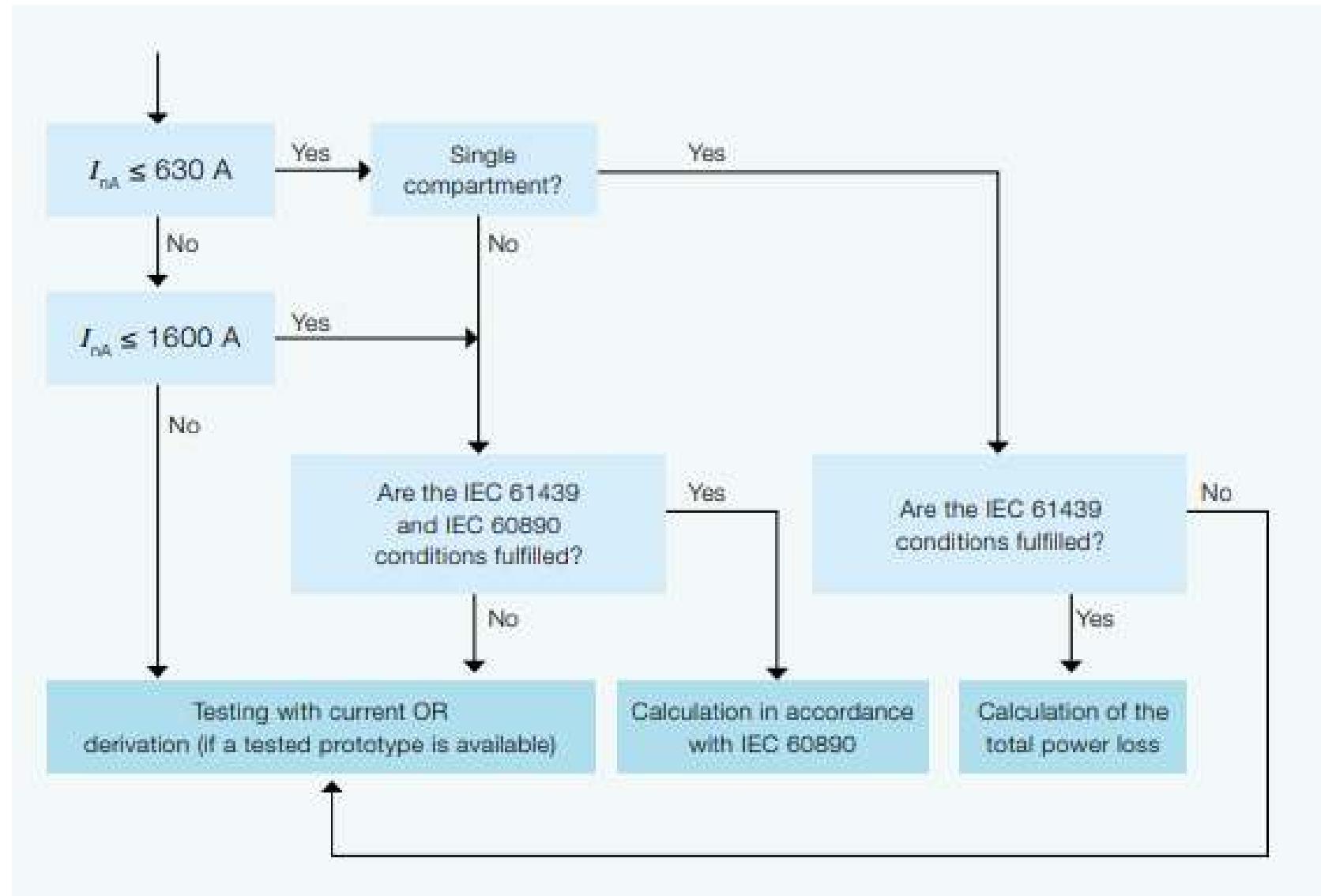
เปรียบเทียบหัวข้อการตรวจสอบตู้ไฟฟ้า

การทดสอบเฉพาะแบบ (Type tests) ของ IEC 60439-1	การตรวจสอบการออกแบบ(design verification) ของ IEC 61439-1
1. ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Temperature-rise limits)	1. ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Temperature-rise limits)
2. คุณสมบัติไดอิเล็กทริก(Dielectric properties)	2. คุณสมบัติไดอิเล็กทริก(Dielectric properties)
3. ความทนการลัดวงจร (Short-circuit withstand strength)	3. ความทนการลัดวงจร (Short-circuit withstand strength)
4. ประสิทธิผลของวงจรป้องกัน (Effectiveness of the protective circuit)	4. การป้องกันไฟฟ้าช็อตและความสมบูรณ์ของวงจรป้องกัน (Protection against electric shock and integrity of protective circuits)
5. ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวนวน (Clearances and creepage distances)	5. ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวนวน (Clearances and creepage distances)
6. การปฏิบัติงานทางกล (Mechanical operation)	6. การปฏิบัติงานทางกล (Mechanical operation)
7. ระดับชั้นการป้องกัน (Degree of protection)	7. ระดับชั้นการป้องกันของสิ่งปิดหุ้ม (Degree of protection of enclosures)
ส่วนที่เพิ่มและชี้วัด	8. ความคงทนของวัสดุและชิ้นส่วนประกอบ (Strength of material and parts)
	9. การรวมกันของอุปกรณ์สวิตช์และส่วนประกอบ (Incorporation of switching devices and components)
	10. วงจรไฟฟ้าภายในและการเชื่อมต่อ (Internal electrical circuits and connections)
	11. ขั้วต่อสำหรับตัวนำภายนอก(Terminals for external conductors)
	12. ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic compatibility; EMC)

Summary table with the main changes

IEC 60439	IEC 61439
IEC 60439-1	IEC 61439-2
Type-tested and partially type-tested assemblies	Design verified ASSEMBLIES
Mix of different rules and demands in each part	Clear structure: IEC 61439-1 "General rules" IEC 61439-2 ... -6 "Subsidiary parts" (product standard)
Each part is a complete entity and can be used on an individual basis	Each "subsidiary part" is based on the "general rules" (Part 1) and includes only the specific additional rules for the specific product
Testing each type of ASSEMBLY: Partially type-tested or type-tested	Three alternative methods for verification: Test, calculation/measurement, design rules
Annex E: Agreements between Customer and Manufacturer	Annex C: Agreements between Customer and Manufacturer are more detailed and extended
	Shared responsibility: Original Manufacturer vs. ASSEMBLY Manufacturer
	Technical changes and clarifications: Diversity factor, verification of temperature rise, mechanical characteristics, neutral conductor 50%, additional verification (from IEC 62208)

Flow chart to establish how to verify the temperature rise



ตารางสรุปเปรียบเทียบเลขที่มาตรฐาน IEC ใหม่ กับ IEC เก่า

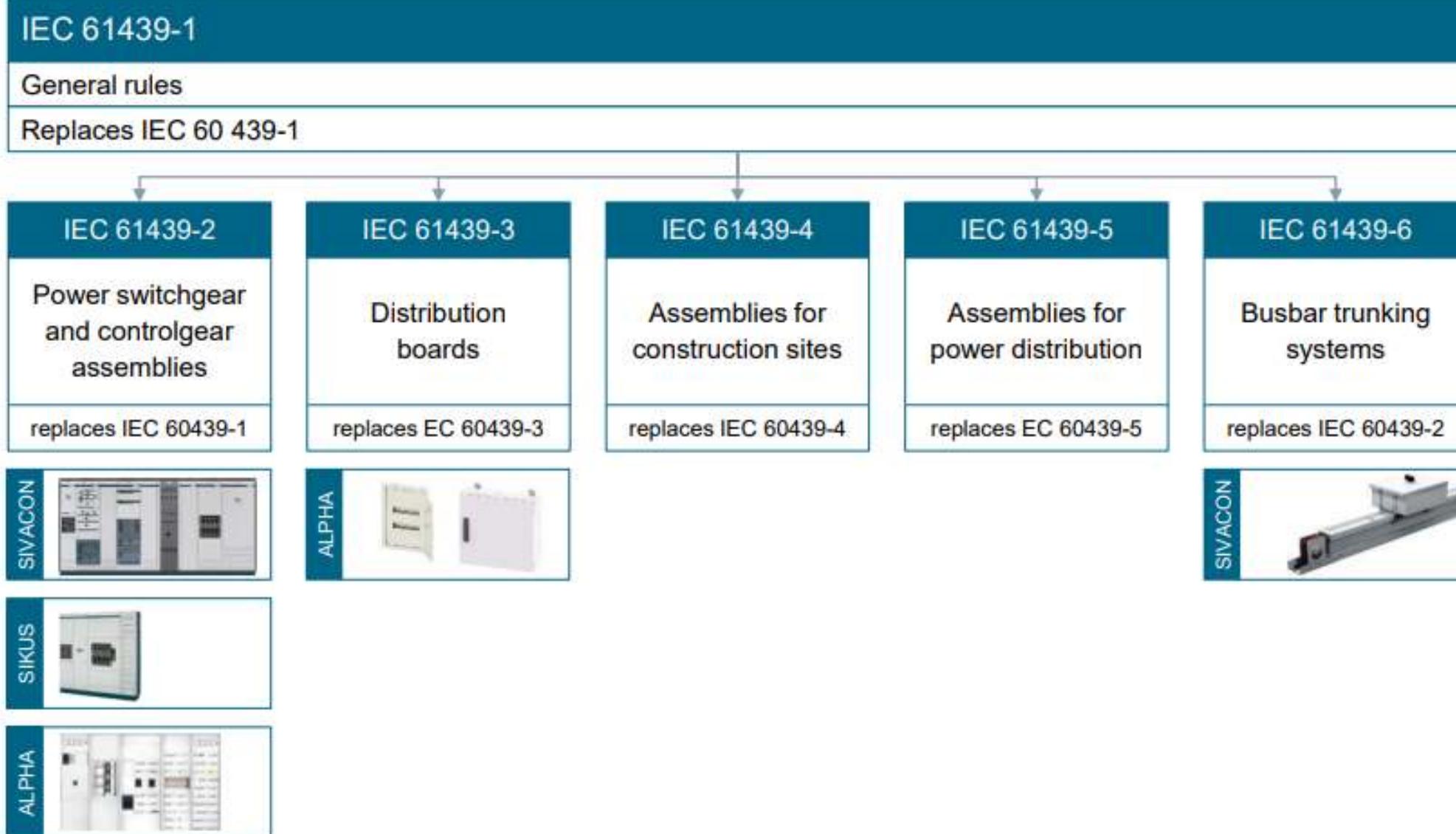
มาตรฐานการทดสอบสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 61439-2

- New structure with general rules and specific part for each type of assembly to make revision easier

Current IEC 60439-X LV switchgear & controlgear Assemblies	General rules + Power switchgear and controlgear assemblies 60439-1				
	Distribution boards 60439-3	Assemblies for construction sites 60439-4	Assemblies for public networks 60439-5	Busbar trunkings 60439-2	
IEC 61439-X LV switchgear & controlgear Assemblies	General rules IEC 61439-1 (2009)				
	Power switchgear and control gear assemblies 61439-2	Distribution boards 61439-3	Assemblies for construction sites 61439-4	Assemblies for public networks 61439-5	Busbar trunkings 61439-6

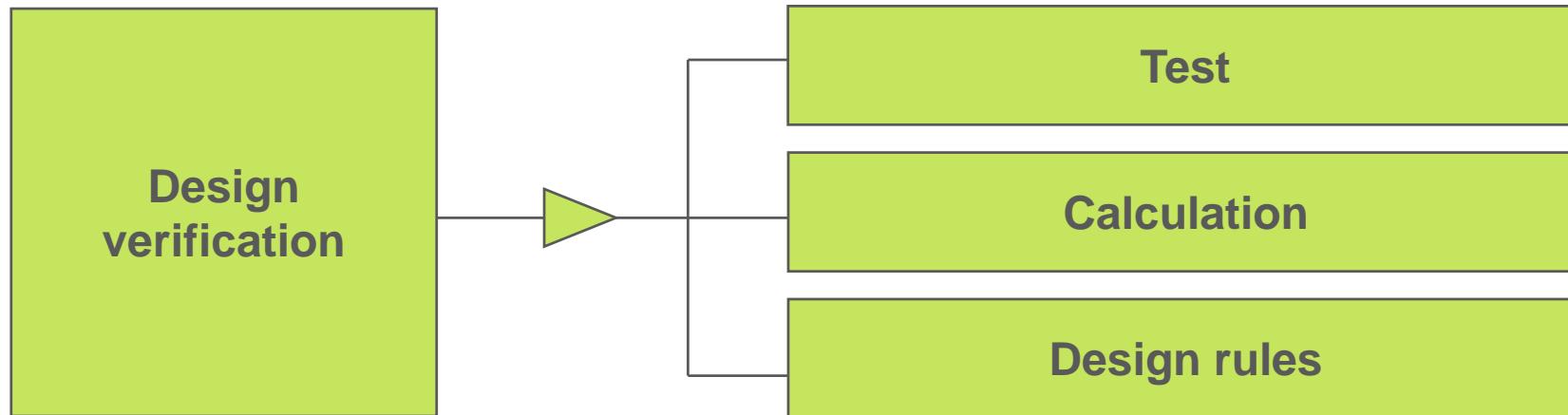
- Part 1 is a collection of requirements – not an assembly standard
 - All assemblies should specified as being in accordance with one of the Parts 2 to 6 inclusive
- Possibility to extend 61439-X series for new type of assemblies

IEC 61439 architecture Replaced Standards

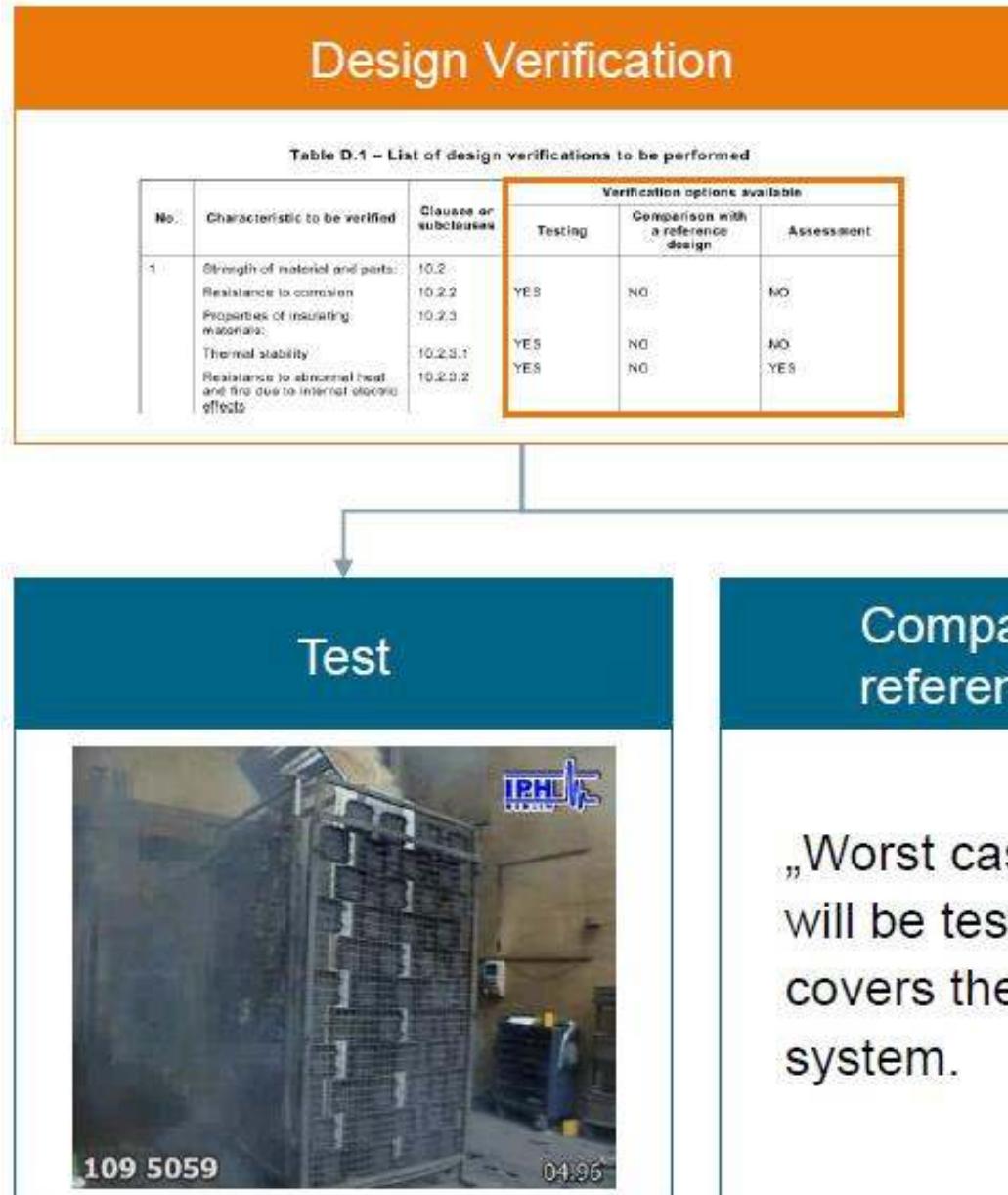


หลักการพื้นฐานสำหรับ Design verification

- โรงงานผู้ผลิตต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด และเลือกขั้นตอนกรรมวิธีในการรับรองตามมาตรฐานที่กำหนดใน 3 วิธีนี้



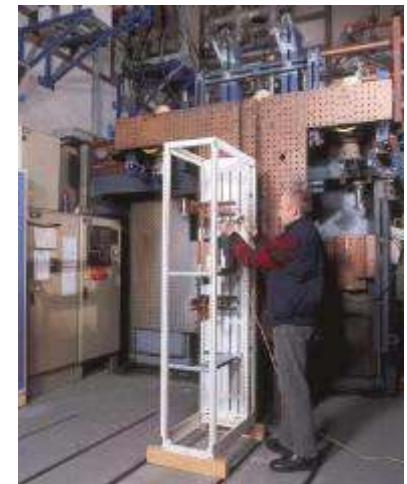
- **Test:** โดยการทดสอบคือวิธีการที่ดีที่สุดและจำเป็นต้องปฏิบัติก่อนวิธีอื่น
- **Calculation:** วิธีการคำนวณต้องได้มาจากการทดสอบก่อน โดยผลที่ได้จากการทดสอบจะถูกควบคุมอย่างเคร่งครัด การนำใช้งานจะถูกจำกัด เนพะบางส่วนของพิกัดเท่านั้น รวมถึงระดับเพื่อความปลอดภัย
- **Design rules:** กฎการออกแบบ ส่วนที่มีการเบี่ยงเบนจากการกำหนดค่า ต้องอ้างอิงจากวิธีจากการทดสอบ และต้องมีการลดTHONทั้งระยะแสง ตัวนำและอื่นๆ รวมถึงความปลอดภัย



บทสรุปการทดสอบมาตรฐาน IEC 61439-2 ในม'

Design Verification

- The twelve design verification characteristics are split down into two main areas, that of 'construction' and 'performance'.
 - **Construction**
 - Strength of materials and parts
 - Degree of protection of enclosures
 - Clearances and creepage distances
 - Protection against electric shock and integrity of protective circuits
 - Incorporation of switching devices and components
 - Internal electrical circuits and connections
 - Terminals for external conductors



Design Verification

- **Performance**

- Dielectric properties
- Temperature rise
- Short-circuit withstand strength
- Electromagnetic compatibility
- Mechanical operation



Summary New IEC 61439-2 Design verification replaces TTA and PTTA categories:

Characteristic to be verified	Verification options available		
	Verification by testing	Verification by calculation	Verification by design rules
10.2 Strength of material and parts	Yes	No	No
10.3 Degree of protection of enclosures	Yes	No	Yes
10.4 Clearances and creepage distances	Yes	Yes	Yes
10.5.2 Effective continuity between parts and PE	Yes	No	No
10.5.3 Effectiveness of the ASSEMBLY for external faults	Yes	Yes	Yes
10.6 Incorporating of apparatus	No	No	Yes
10.7 Internal electrical circuits and connections	No	No	Yes
10.8 Terminals for external conductors	No	No	Yes
10.9.2 Power frequency withstand voltage	Yes	No	No
10.9.3 Impulse withstand voltage	Yes	No	Yes
10.10 Temperature rise limits	Yes	Yes	Yes
10.11 Short-circuit withstand strength	Yes	Yes	Yes
10.12 EMC	Yes	No	Yes
10.13 Mechanical operation	Yes	No	No

บทสรุปการทดสอบมาตรฐาน IEC 61439-2 ใหม่

Description Verification	Verification options available		
Characteristic to be verified	By testing	By calculation	By design rules
10.2) การทดสอบความแข็งแรงของวัสดุและชิ้นส่วนที่ใช้ (Strength of materials and parts)	YES	NO	NO
10.3) การตรวจสอบระดับการป้องกัน (IP Degree of protection of enclosures)	YES	NO	YES
10.4) การทดสอบระยะห่างตัวนำในอากาศและระยะห่างตามผิวนาน (Clearances and creep age distances)	YES	YES	YES
10.5) การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protection against electric shock and integrity of protective circuits)	YES	NO	NO
10.6) การทดสอบการทำงานของสวิตช์และอุปกรณ์อื่นๆ (Incorporation of switching devices and components)	NO	NO	YES

บทสรุปการทดสอบมาตรฐาน IEC 61439-2 ใหม่

Description Verification	Verification options available		
Characteristic to be verified	By testing	By calculation	By design rules
10.7) การทดสอบวงจรไฟฟ้าและจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ (Internal electrical circuits and connections)	NO	NO	YES
10.9) การทดสอบคุณสมบัติของค่าความเป็นฉนวน (Dielectric properties)	YES	NO	NO
10.10) การทดสอบขีดจำกัดของอุณหภูมิเพิ่ม (Temperature rise)	YES	YES	YES
10.11) การทดสอบความหนาแน่นต่อกระแสลัดวงจร (Short-circuit withstand strength)	YES	YES	YES
10.12) การทดสอบความเข้ากันได้ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic compatibility)	YES	NO	YES
10.13) การทดสอบระดับการใช้งานทางกล (Mechanical operation)	YES	NO	NO

Test n°10

(10-11) : การทดสอบความทนทานต่อกระแสลัดวงจร (Short-circuit withstand strength)

Verification By Testing	Verification By Calculation	Verification By Design Rules
/	/	/

Verification by design rules: Table 13-Check List

หมายเลข	สิ่งที่ต้องพิจารณา	ใช่	ไม่
1	ความสามารถในการทนทานต่อการลัดวงจรของ Assembly ที่ใช้, น้อยกว่าหรือเท่ากับตัวตนแบบหรือไม่		
2	ขนาดพื้นที่หน้าตัดของบัสบาร์และจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ ในวงจรของ Assembly ที่ใช้, มากกว่าหรือเท่ากับตัวตนแบบหรือไม่		
3	พื้นที่ของบัสบาร์และจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ ในวงจรของ Assembly ที่ใช้, มากกว่าหรือเท่ากับตัวตนแบบหรือไม่		
4	ชนิดของบัสบาร์ชัพพอร์ตที่ใช้สำหรับ Assembly เป็นประเภทเดียวกัน, รูปร่างเหมือนกัน, วัสดุเดียวกัน, มีระยะห่างที่เท่ากัน หรือน้อยกว่าตัวตนแบบหรือไม่		
5	วัสดุที่ใช้และคุณสมบัติของสื่อนำไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวงจรของ Assembly ที่ใช้, เป็นประเภทเดียวกับตัวตนแบบหรือไม่		

หมายเลข	สิ่งที่ต้องพิจารณา	ใช่	ไม่
6	ความสามารถในการทนทานต่อการลัดวงจรของ Assembly ที่ใช้, (ชุดและกระบวนการผลิตเดียวกัน) มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ตัวต้นแบบหรือไม่ (คุณสมบัติขึ้นอยู่กับข้อมูลของโรงงานผู้ผลิต อุปกรณ์นั้น ๆ)		
7	ความยานของสื่อนำไฟฟ้าที่ไฟในล่างผ่านประเภทไม่มีสิ่งป้องกัน ตามข้อบังคับเลขที่ 8.6.4 ในแต่ละวงจรของ Assembly ที่ใช้, มี ความยาน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวที่เป็นต้นแบบหรือไม่		
8	Assembly ที่ประกอบ Enclosure (ส่วนปิดที่มีไฟในล) เป็น รูปแบบเดียวกับ Assembly ต้นแบบที่ผ่านการทดสอบหรือไม่		
9	Enclosure ที่ประกอบใน Assembly มีรูปแบบเดียวกัน, ประเภท เดียวกันและมีขนาดเดียวกันกับตัวต้นแบบหรือไม่		
10	Partition (ส่วนกั้น) ในวงจรของ Assembly ที่ใช้, มีการออกแบบ ทางกายภาพ เหมือนกันและมีขนาดเดียวกันกับตัวต้นแบบหรือไม่		
<p>.“ใช่” สำหรับกรณีที่จำเป็น – “ไม่มีการตรวจสอบอีน ๆ เพิ่ม “ไม่ใช่” สำหรับกรณีที่จำเป็น – จำเป็นต้องมีการตรวจสอบอีน ๆ เพิ่ม</p> <p>อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรของโรงงานเดียวกันแต่คุณลักษณะชุดอาจจะได้รับการพิจารณาถ้ามี คุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าในทุก ๆ เรื่อง เช่น คุณลักษณะพิเศษ, Breaking Capacity และ ระยะอันตราย</p>			

บทสรุปการทดสอบแบบประจำตามมาตรฐาน IEC61439-2 ใหม่

No.	Characteristic to be checked	Construction	Performance
1	Degree of protection of enclosures		
2	Clearances and creepage distances		
3	Protection against electric shock and integrity of protective circuits		
4	Incorporation of built-in components		
5	Internal electrical circuits and connections		
6	Terminals for external conductors		
7	Mechanical operation		
8	Dielectric properties		
9	Wiring, operational performance and function		

ตามลักษณะภายนอก (External Design)

3. ลักษณะภายนอก (External Design)

3.1 แผงสวิตช์บอร์ดแบบภายนอก (External Design Assembly)

3.2 แผงสวิตช์บอร์ดแบบเปิด (Open Type)

4.3 แผงสวิตช์บอร์ดแบบด้านหน้าปิดตาย (Dead Front Type)

4.4 แผงสวิตช์บอร์ดแบบโครงห่อหุ้ม (Enclosed Type)

- แบบตู้เดี่ยว (Cubicle Type)
- แบบตู้ชุด (Multi Cubicle Type)
- แบบโต๊ะ (Desk Type)
- แบบกล่อง (Box Type)
- แบบกล่องชุด (Multi Box Type)

ตามลักษณะของแรงดัน (Level Voltage)

4. ตามระดับแรงดัน (Level Voltage)

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ออกแบบใช้ภายในอาคารจะแบ่งออกได้ตามระดับพิกัดของแรงดันไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย

1. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันสูง (**High – Voltage Equipment**)

พิกัดแรงดันไฟฟ้ามากกว่า **52 kV** ขึ้นไป

2. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (**Medium Voltage Equipment**)

พิกัดแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ **1 ~ 52 kV**

3. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ (**Low – Voltage Equipment**)

พิกัดแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า **1000 V**

ส่วนประกอบของสวิตช์บอร์ด (Component)

ตามมาตรฐาน IEC61439-1 หรือ มอก.1436-2540 วสท.2001: IEC 61439-2

- 1. อุปกรณ์ตัดต่อ (Switching Device)**
- 2. อุปกรณ์ควบคุม (Control Device)**
- 3. อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Signaling Equipment)**
- 4. อุปกรณ์ป้องกัน (Protection equipment)**
- 5. อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนแรงดัน กระแส (Regulating Equipment)**
- 6. บัสบาร์และตัวรองรับบัสบาร์ (Bus bar & Bus bar Support)**
- 7. ตู้หรือเครื่องห่อหุ้ม (Cabinet)**
- 8. ส่วนประกอบอื่นๆ (Accessories)**

ส่วนประกอบของสวิตช์บอร์ด (Component)

1. อุปกรณ์ตัดต่อ (Switching Device)
2. อุปกรณ์ควบคุม (Control Device)
3. อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Signaling Equipment)



4. อุปกรณ์ป้องกัน (Protection equipment)



ส่วนประกอบของสวิตช์บอร์ด (Component)

5. อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนแรงดัน กระแส (Regulating Equipment)

6. สายไฟ บัสบาร์ และตัวรองรับบัสบาร์
(Cable ,Bus bar & Bus bar Support)

7. ตู้หรือเครื่องห่อหุ้ม (Cabinet)

8. ส่วนประกอบอื่นๆ (Accessories)

5

6

7

8



สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าและข้อกำหนดตามมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าตามมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าทั่วไป

ข้อกำหนดสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าตามมาตรฐาน

Rated Voltage System	230/400 Volt (U0/U) /Other
Network System	3-Phase. 4-Wire
Ground Arrangement	Solidly Ground / Other
Rated Frequency	50 Hz.
Rated Current	100 – 6300A (ตามระบุไว้ในแบบ)
Rated Short Time Withstanding	50kA /1sec :or refer to Drawing
Rated Peak Withstanding	183kA Peak / other
Control Voltage	220-240 Vac. / other
Finished	Electro galvanized / Polyester / Powder Paint Coating / other
Typical Form Separation	Form 1/2/3/4(a,b)
IP : Index Protection	30/31/40/41/42/44 /54/other
Ambient Temperature	40 C /other
Temperature Rise Limited	65C/other
Standard Bus bar Rated	IEC 61439-2 / DIN 43671
Type of Switchboards	IEC 61439-1/2 /License/ other
Accessible Type	Front acc. / Rear acc.

Rated Voltage

- Rated Operation Voltage : U_e

- คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดการใช้งานของ วงจรไฟฟ้าหรือแรงดันที่วัดที่ขั้วของอุปกรณ์

การไฟฟ้านครหลวง MEA

- ใช้พิกัดแรงดันต่ำของม้อแปลงจำนวน่าย คือ **LV ; 230/400VAC** 3 เฟส 4 สาย MV; 12KV, 24KV, 36kV

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค PEA

- ใช้พิกัดแรงดันต่ำของม้อแปลงจำนวน่าย คือ **LV; 230/400VAC** 3 เฟส 4 สาย MV; 11KV, 22KV, 33KV



- Rated Insulation Voltage : Ui

$Ui = 1000 \text{ VAC}$

$Ui = 690 \text{ or } 750 \text{ VAC}$

Rated Insulation Voltage : Ui คือระดับแรงดันสูงสุดที่จำนวนของอุปกรณ์สามารถ
ทนได้ในสภาวะของ การเกิดแรงดันเกิน (Over voltage)

Rated 1 mn power frequency withstand voltage (50Hz,1mn) เกิดจากปัจจัย
ภายในอุปกรณ์ เช่น Transient โดยต้องไม่เกินแรงดันฟ้าจำนวนที่กำหนด หันนี้ค่า
แรงดันไฟฟ้า ใช้งานของวงจรใด ๆ ต้องสูงไม่เกิน 110% ของแรงดันไฟฟ้าจำนวนที่
กำหนดแม้เพียงชั่วครู่

Rated Frequency

ความถี่ที่กำหนดของตู้ไฟฟ้า หมายถึง ค่าความถี่ซึ่งเป็นรายละเอียดประจำที่ตู้อ้างอิงในการกำหนดภาระงานต่าง โดยให้ถือว่าขีดจำกัดอยู่ที่ร้อยละ 98 – 102 % ของความถี่ที่กำหนด เช่น

50 Hz , 60Hz

400Hz , And Etc.

พิกัดกำลังไฟฟ้า (Rated Power) ; P= watt , Q = Var , S VA

พิกัดเพาเวอร์เฟคเตอร์ (Rated Power Factor)

Rated Current

1 พิกัดกระแสใช้งาน

(In; Rated Normal Current)

2 พิกัดกระแสกระแสแลดูดังจր

(Icu – Rated Ultimate short-circuit breaking capacity: kA rms.)

3 พิกัดกระแสกระแสแลดูดังจร

(Ics – Rated service short-circuit breaking capacity: kA rms.)

4 พิกัดกระแสดับกระแสแลดูดังจรสูงสุดที่ อุปกรณ์สามารถทนได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Icw

– Rated short-time withstand current: kA rms./s.)

5 พิกัดกระแสแลดูดังจรสูงสุด

(Ipk; Rated Peak Short Circuit Current)

6 พิกัดกระแสแลดูดังจรสำหรับฟิวส์

(Icf; Rated Fuse Short Circuit Current)

- Rated Diversity Factor

ตัวประกอบไดเรอร์ชิตี้แฟคเตอร์ ของตู้ไฟฟ้าหรือตู้ไฟฟ้าที่มีวงจรหลักหลายวงจร หมายถึงอัตราส่วนระหว่างผลรวมสูงสุดของกระแสไฟฟ้าที่คาดไว้ในวงจรหลักกับพารามิเตอร์ของกระแสไฟที่กำหนดของวงจรหลักหั้งหนดในตู้โดยต้องคำนึงมาใช้สำหรับการทดสอบ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิด้วย (Temperature Rise Limited)

จำนวนวงจรหลัก	ตัวประกอบไดเรอร์ชิตี้
2 and 3	0.9
4 and 5	0.8
6 to 9	0.7
Up to 10	0.6

Switchboard

ตามมาตรฐาน IEC 61439-2

เรื่องการแบ่งกั้นช่อง

Partitioning of Switchboard (Form)

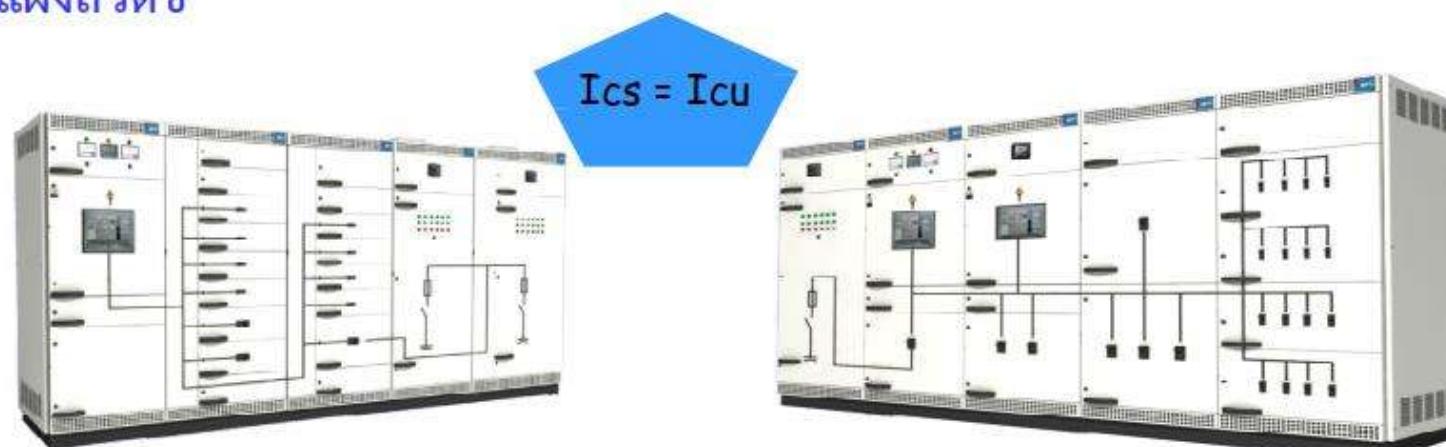


มาตรฐานแผงเมนสวิตช์แรงต่ำ

LOW VOLTAGE MAIN SWITCH BOARD STANDARD

(Low – Voltage Switch Board) มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง : IEC 60439 – 1 มอก.1436-2540 ,
วสท.2001 : IEC 61439-2

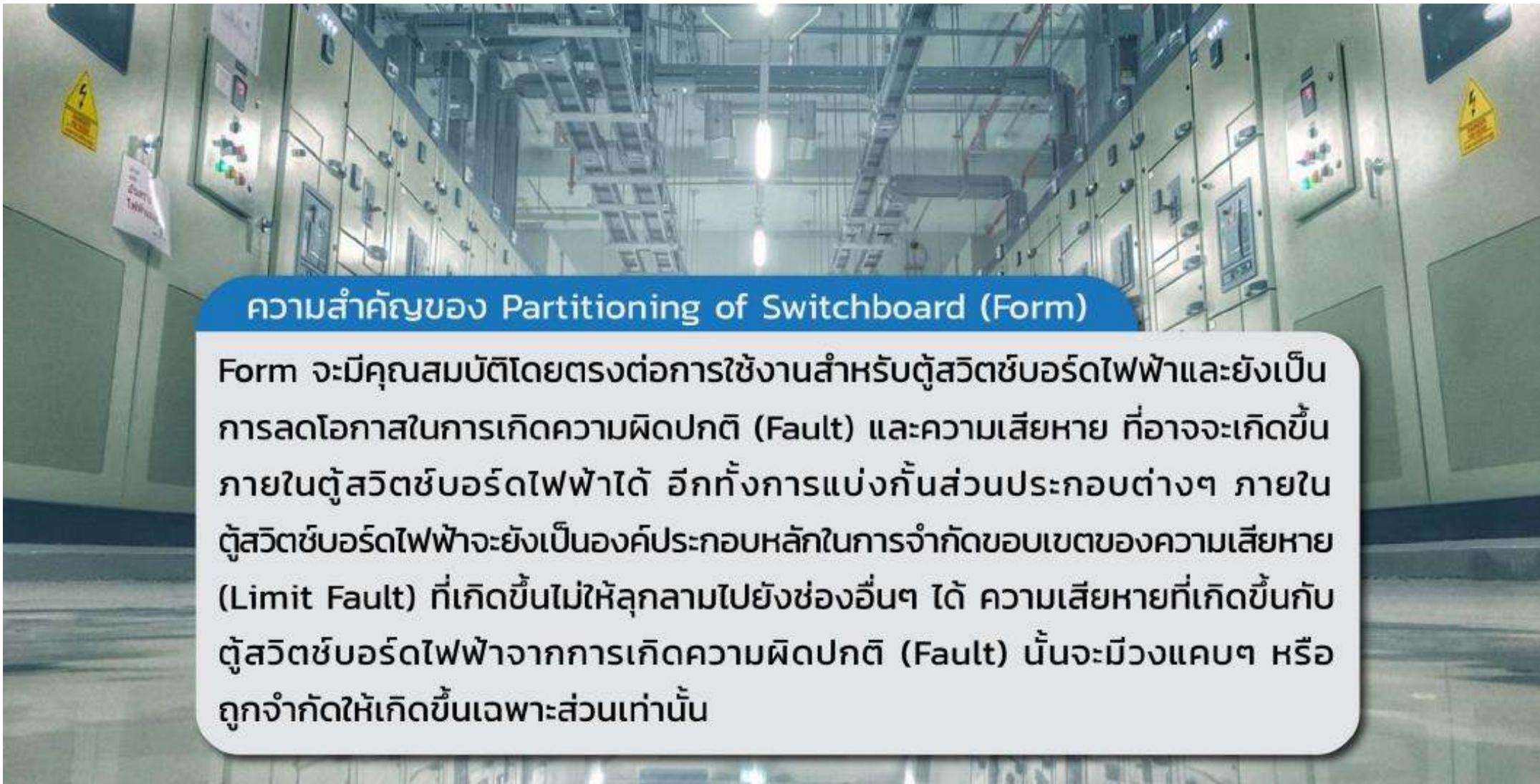
แผงสวิตช์ หมายถึง แผงขนาดใหญ่หนึ่งแผง หรือ หลายแผงประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ติดตั้ง
สวิตช์ อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน อุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ บัสบาร์ และเครื่องวัดต่างๆ เพื่อรับไฟฟ้า
จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปจ่ายให้กับโหลด แผงสวิตช์ย่อย โดยสามารถเข้าถึงได้ทั้งด้านหน้า และด้าน
หลังของแผงสวิตช์



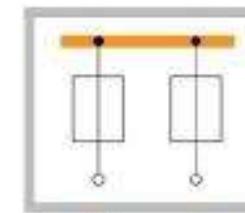
Partitioning of Switchboard (Form)

หมายถึง

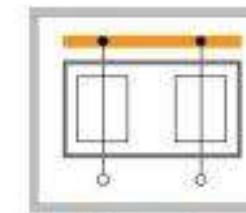
คุณลักษณะตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าโดยจะพิจารณาการแบ่งกัน แยกช่องการติดตั้ง ส่วนประกอบหลักภายในตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก บัสบาร์ ขั้วต่อสาย รวมทั้งหัวรับสายภายในโครงสร้างของตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า (Enclosure) เดียวกัน



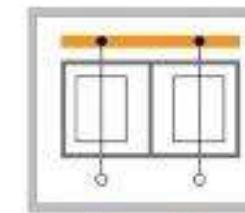
ถ้าจะพิจารณาถึงเรื่อง Form ของตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้านั้นจะมีการกั้นแยกส่วนที่มีอันตรายหรือส่วนที่มีไฟฟ้า (Live Part) โดยการใช้ Barrier หรือ Partitions กั้นแยกระหว่างอุปกรณ์หลักต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน



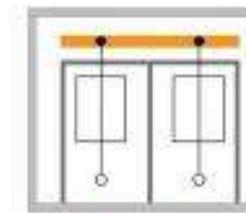
Form 1



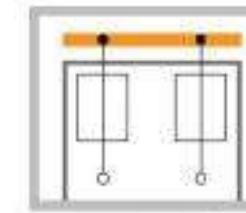
Form 2a



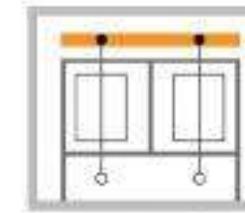
Form 3a



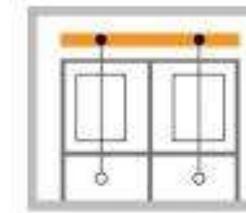
Form 4a



Form 2b

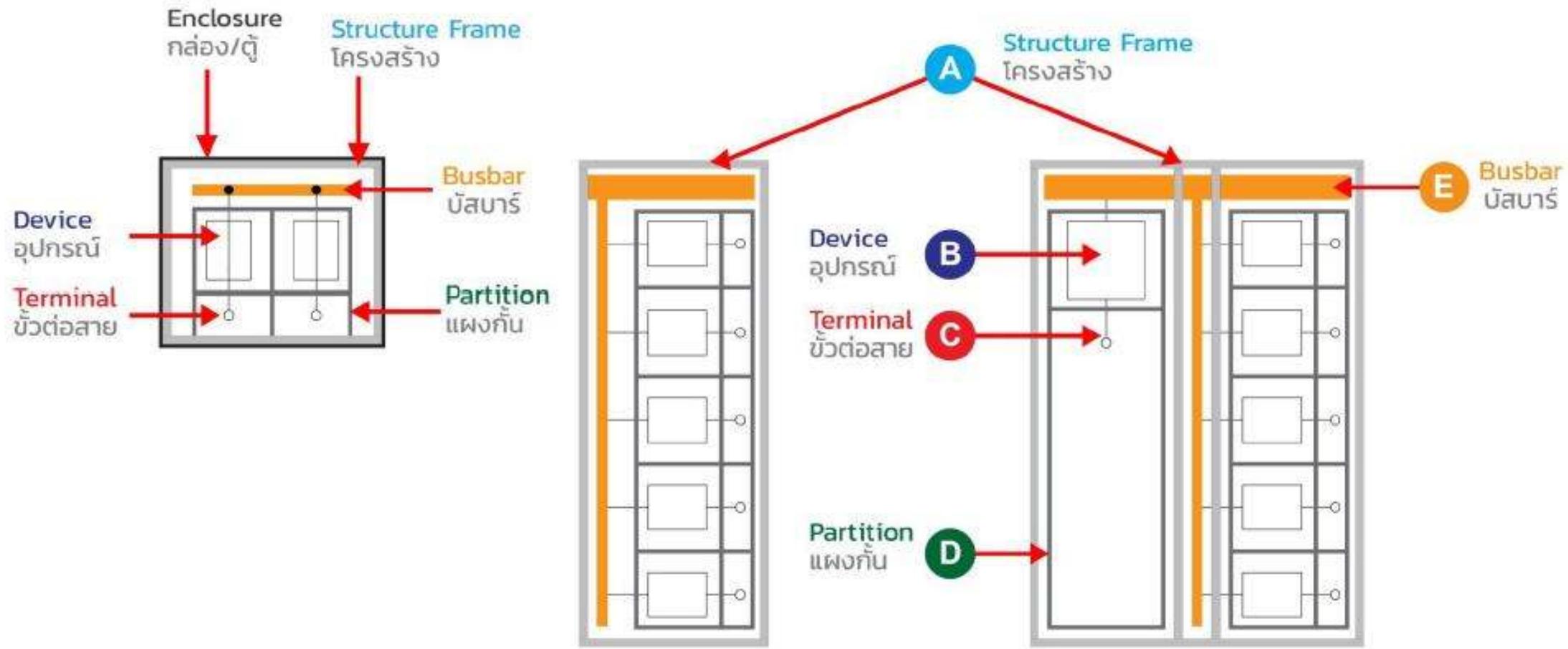


Form 3b



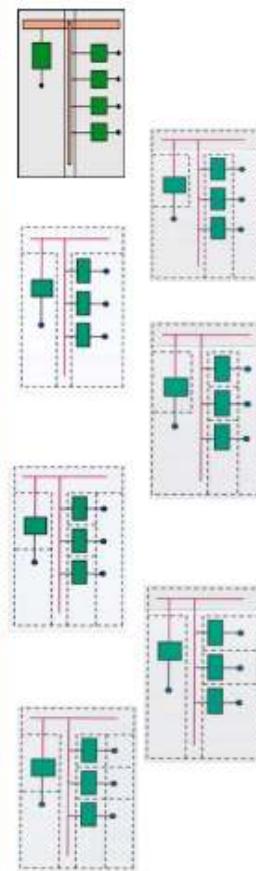
Form 4b

รูปแบบการแยกส่วนภายในตู้



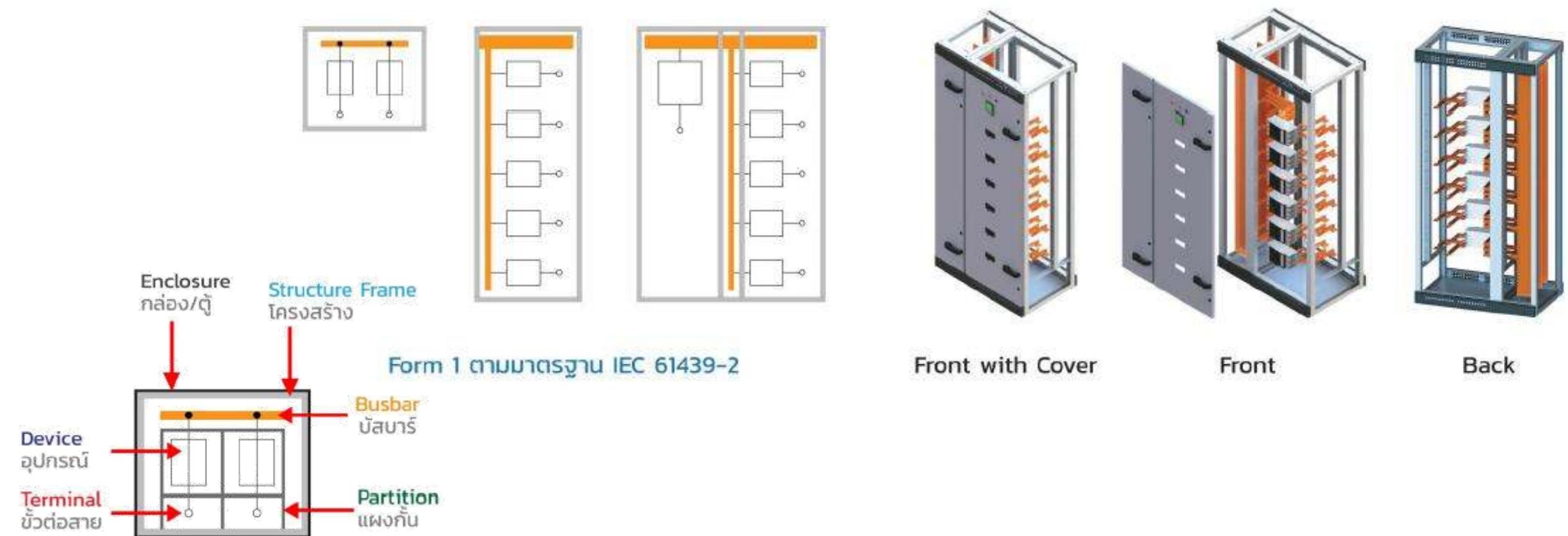
✓ = มีการกันแยก

FORM ตู้	อุปกรณ์ & อุปกรณ์	อุปกรณ์ & บัสบาร์	อุปกรณ์ & ขัวต่อสาย	ขัวต่อสาย & ขัวต่อสาย	ขัวต่อสาย & บัสบาร์
Form 1					
Form 2A		■			
Form 2B		■			■
Form 3A	■	■	■		
Form 3B	■	■	■		■
Form 4A	■	■		■	■
Form 4B	■	■	■	■	■



Form 1

- ▶ ภายในตู้สวิตช์บอร์ดไม่มีการแบ่งกันช่อง Partition ภายในตู้
- ▶ ไม่มีการกันช่องแบ่งแยกบัสบาร์ออกจากอุปกรณ์และขั้วต่อสายตัวนำภายนอกออกจากกัน

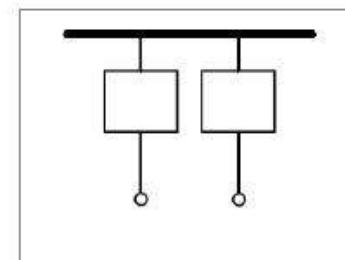


พิกัดทางกล (Mechanical Character)

Form 1

ภายในตู้สวิตช์บอร์ดจะไม่มีการกันช่องแบ่งแยกับส่วนร์ออกจากอุปกรณ์และข้าวต่อสายตัวนำภายนอกออกจากกัน

- ตู้ FORM นี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุด เช่น load center, consumer unit, panel board, etc.
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียทั้งหมด
- ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด

Form 1

SYMBOL FORM 1

Function
Unit



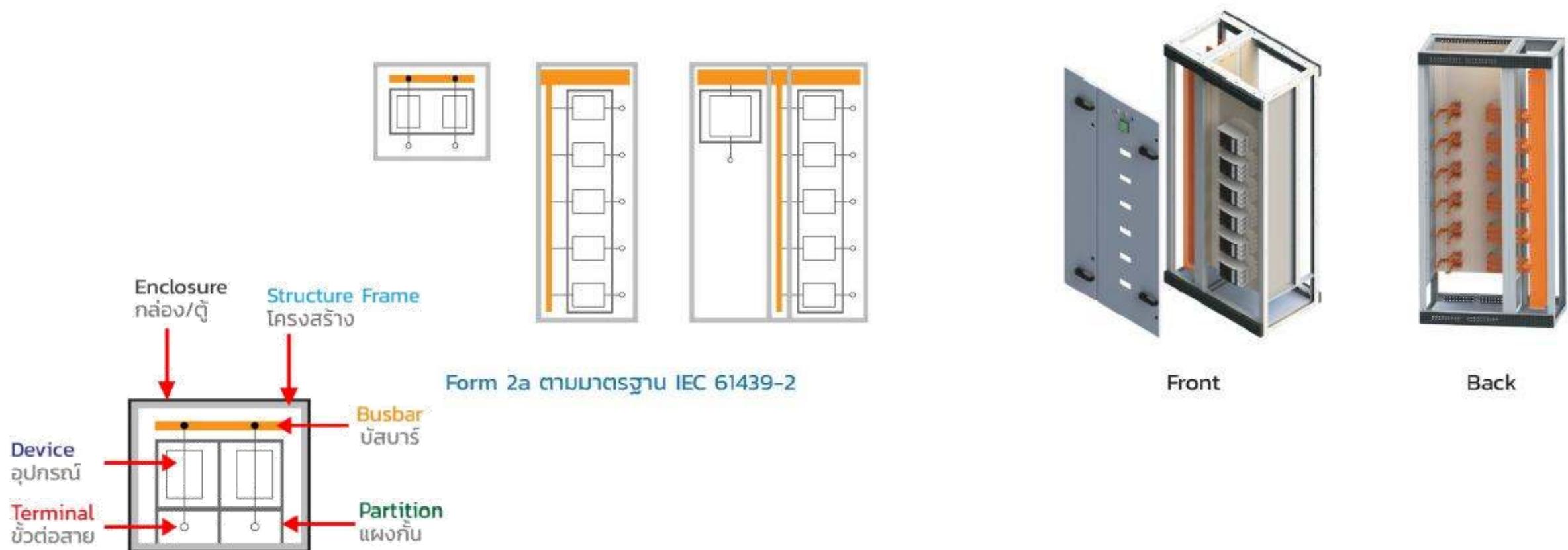
Function
Unit

Outgoing
Bus bar

Incoming
Bus bar

Form 2a

► กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์ แต่สำหรับขั้วต่อสายตัวนำภายในจะอยู่ภายในช่องเดียวกับบัสบาร์

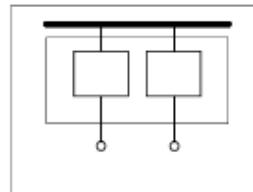


Form 2a

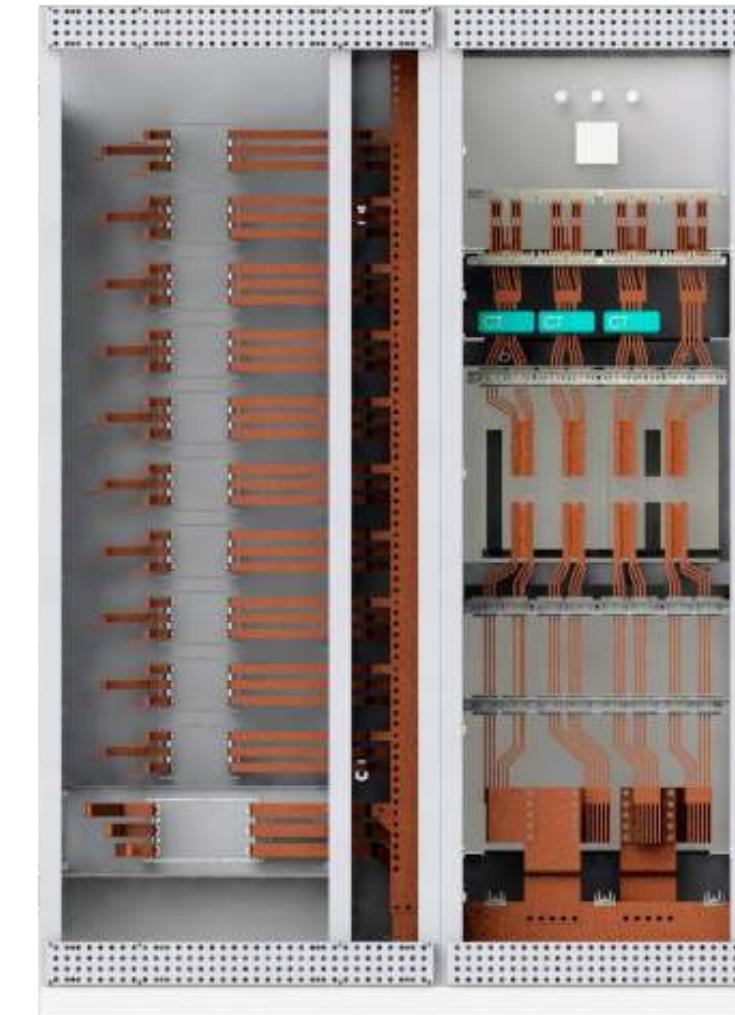
มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่สำหรับขั้วต่อสายตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) จะอยู่ภายในช่องเดียวกันกับบัสบาร์

- ตู้ FORM นี้เหมาะสมกับงานควบคุมโดยลดเฉพาะจุด และเริ่มน้ำม่าประยุกต์ใช้เป็นตู้ MAIN DB ย่อย
- เหมาะสมกับงานอาคาร ที่มีโหลดไม่มากนัก ยอมรับได้ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดใด โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วน เช่นบัสบาร์ กับขั้วต่อสาย , อุปกรณ์ย่อย
- ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด

Form 2a



SYMBOL FORM 2a



Form 2b

- ▶ กันแยกระหว่างช่องของบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์และขั้วต่อสายตัวนำภายใน อุปกรณ์และขั้วต่อสายอยู่ภายนอก ช่องเดียวกันโดยไม่มีการแบ่งกัน

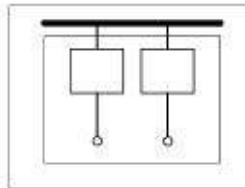


Form 2b

มี Partition กันแยกระหว่างช่องของบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit) และข้าวต่อสายตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) แต่ อุปกรณ์และข้าวต่อสายจะอยู่ภายใต้เดียวกันโดยไม่มีการแบ่งกัน

- ตู้ FORM นี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุด และเริ่มนำมาประยุกต์ใช้เป็นตู้ MAIN MDB
- เหมาะสมกับงานอาคาร ที่มีโหลดไม่มากนัก ยอมรับได้ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดได้ โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียบางส่วน เช่นบัสบาร์ กับข้าวต่อสาย , อุปกรณ์ย่อยในช่องเดียวกัน
- ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด แต่มีความปลอดภัยสูงขึ้นกว่า FORM2a

Form 2b



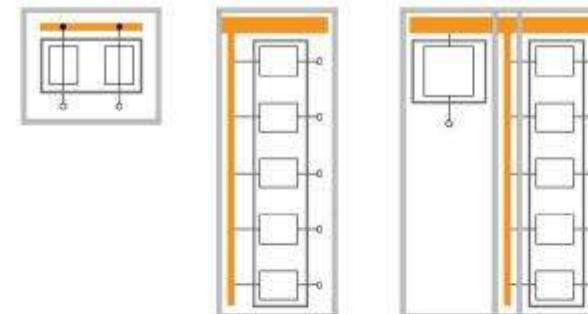
SYMBOL FORM 2b



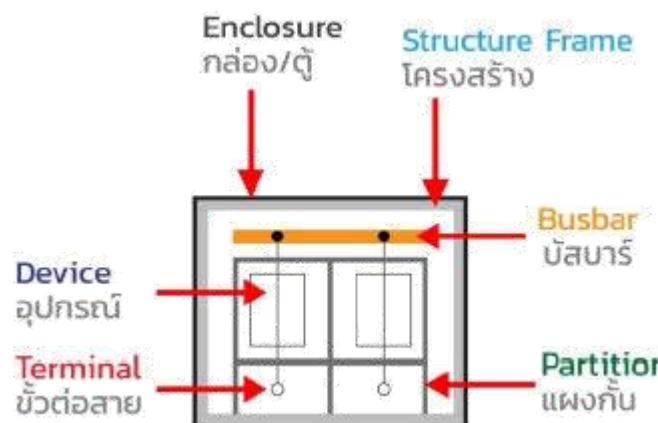
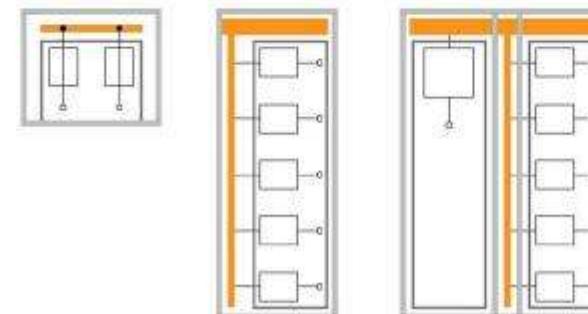
Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

ข้อแตกต่างระหว่าง Form 2a กับ 2b

Form 2a

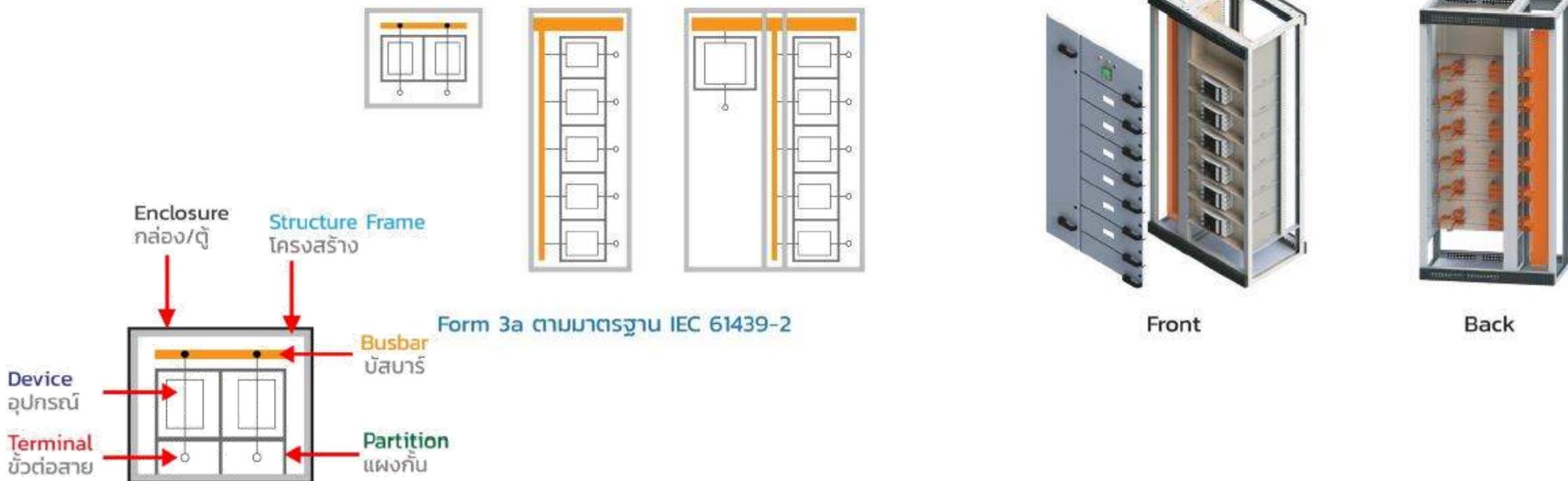


Form 2b



Form 3a

- ▶ กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์
- ▶ กันแยกอุปกรณ์แต่ละ Unit ออกจากกัน
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับอุปกรณ์
- ▶ ขั้วต่อสายกับบัสบาร์อยู่ช่องเดียวกับบัสบาร์

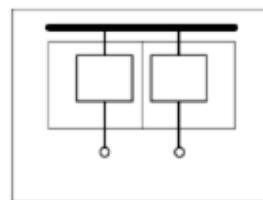


Form 3a

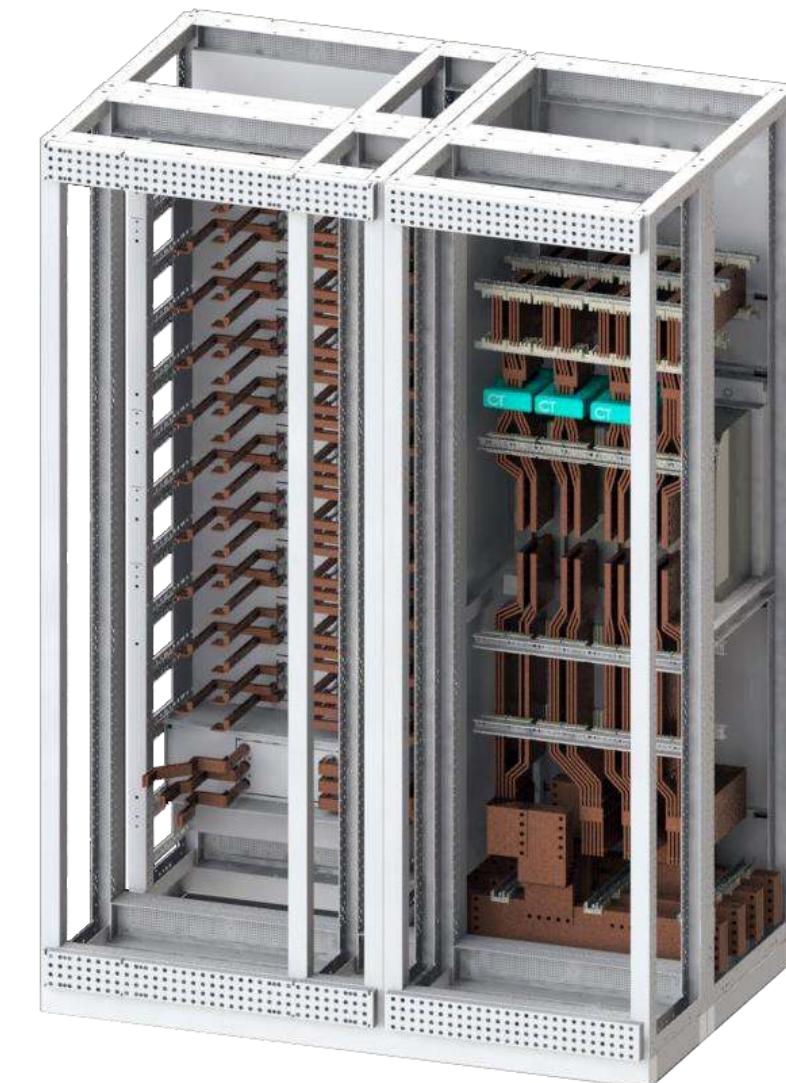
นี้ Partition

- กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**)
- กั้นแยกอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- กั้นแยกข้าวต่อสายตัวนำภายนอก (**Terminal for External Conductor**) ออกจากอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) และจะอยู่ภายนอกเดียวกันกับบัสบาร์
- ตู้ FORM นี้เหมาะสมกับงานควบคุมໂ Holden แบบต่อเนื่อง
- เหมาะกับงานอาคาร โรงงาน ที่มีໂ Holden มาก ไม่ต้องดับไฟหั้งตู้ เมื่อໂ Holden ได้ ໂ Holden หนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจ จะได้รับความเสียหายส่วนเท่านั้น
- ใช้เวลาในการซ่อมน้อยหรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยน เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟ ได้ตามปกติ

Form 3a

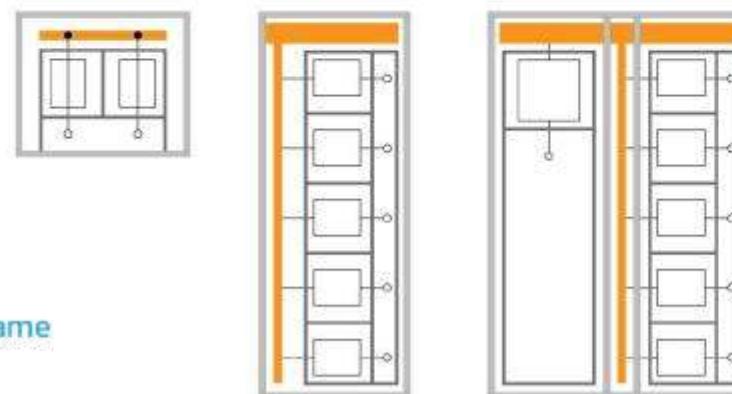


SYMBOL FORM 3a



Form 3b

- ▶ กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์
- ▶ กันแยกอุปกรณ์แต่ละ Unit ออกจากกัน
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับบัสบาร์
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับอุปกรณ์
- ▶ ขั้วต่อสายแต่ละอุปกรณ์อยู่ช่องเดียวกัน

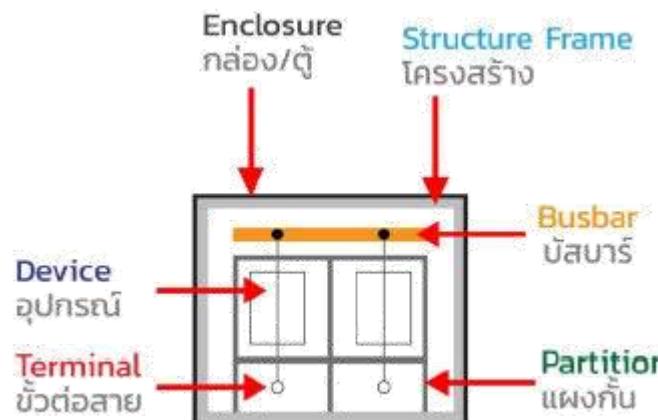


Form 3b ตามมาตรฐาน IEC 61439-2



Front

Back

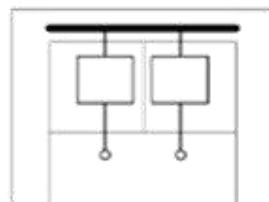


Form 3b

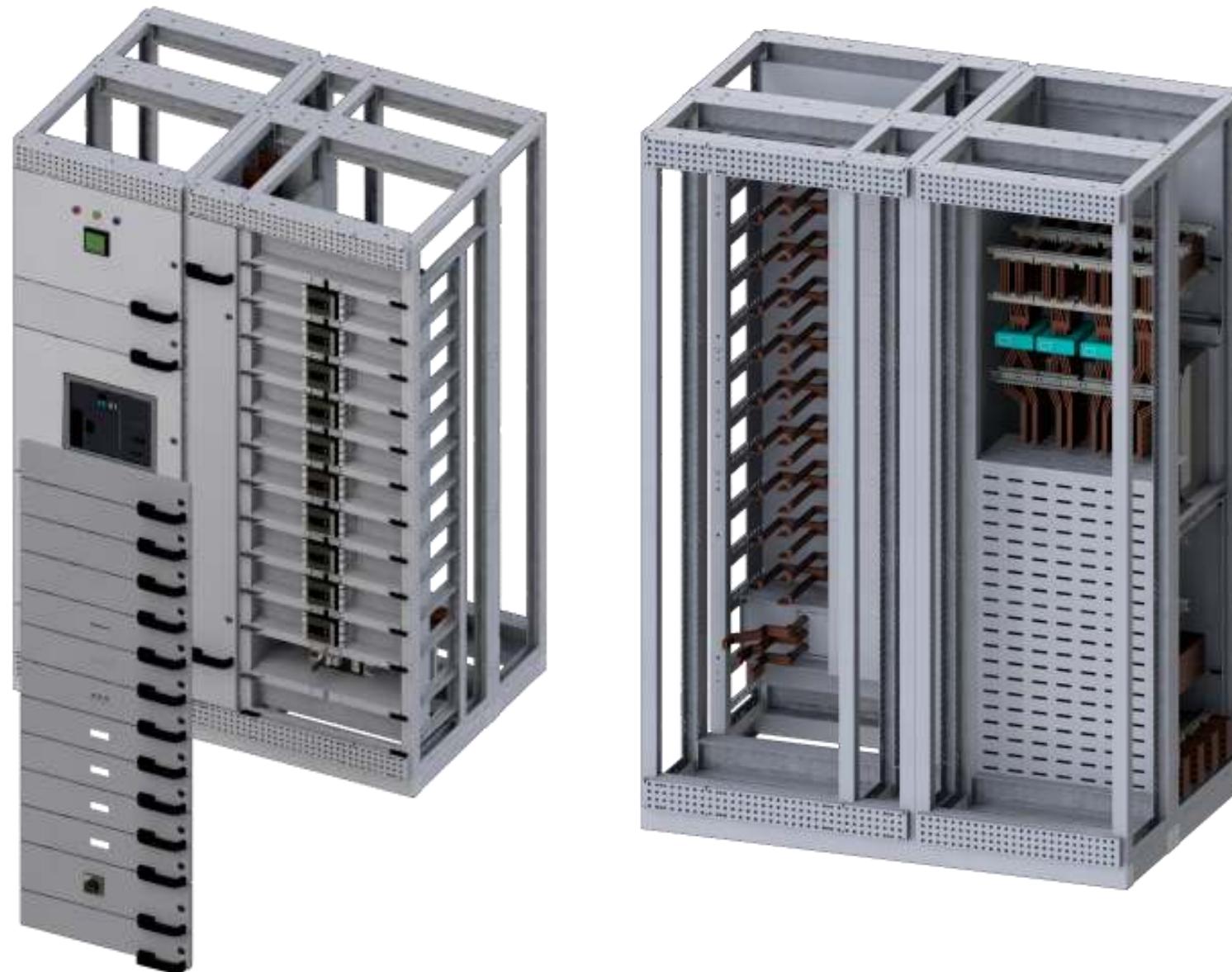
มี Partition

- กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**)
- กันแยกอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) แต่ละ **Unit** ออกจากกัน
- กันแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก (**Terminal for External Conductor**) ออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) แต่ขั้วต่อสายดังกล่าวจะอยู่ภายในช่องเดียวกัน
- ดู FORM นี้เหมาะสมกับงานควบคุมໂ Holden แบบต่อเนื่อง
- เหมาะกับงานอาคาร โรงงาน โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมยานยนต์ ปิโตรเคมี และอื่นๆ ที่มีໂ Holden มาก
- ไม่ต้องดับไฟหั้งตู้ เมื่อໂ Holden ได้ ໂ Holden นี้มีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียบางส่วนเท่านั้นใช้เวลาในการซ่อมน้อยหรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยน เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟ ได้ตามปกติ

Form 3b



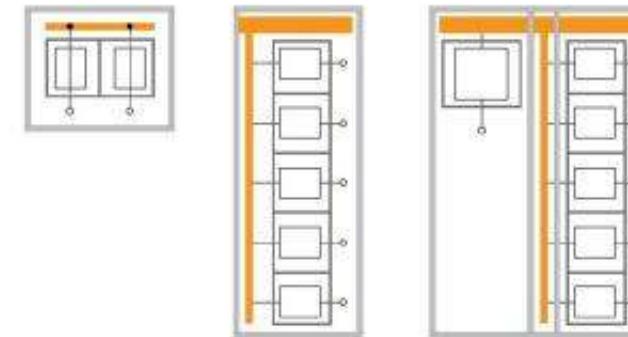
SYMBOL FORM 3b



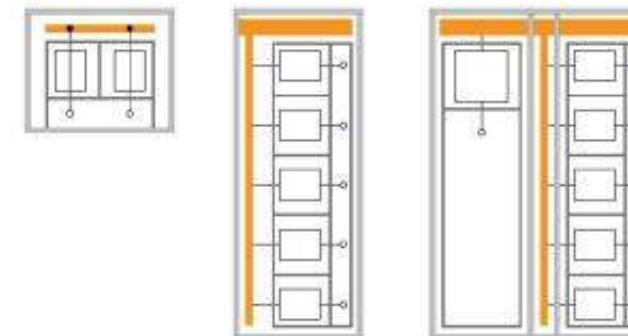
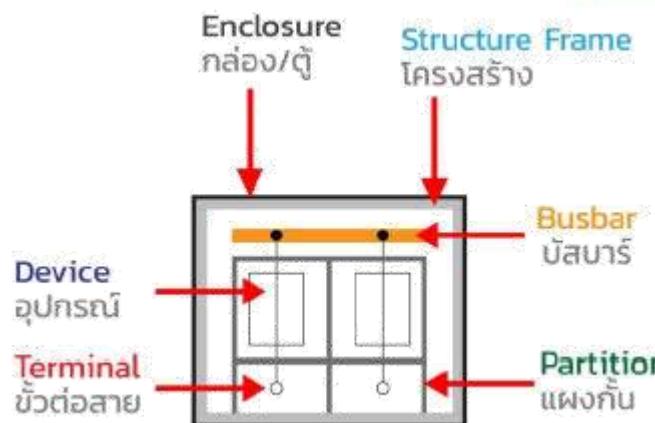
Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

ข้อแตกต่างระหว่าง Form 3a กับ 3b

Form 3a

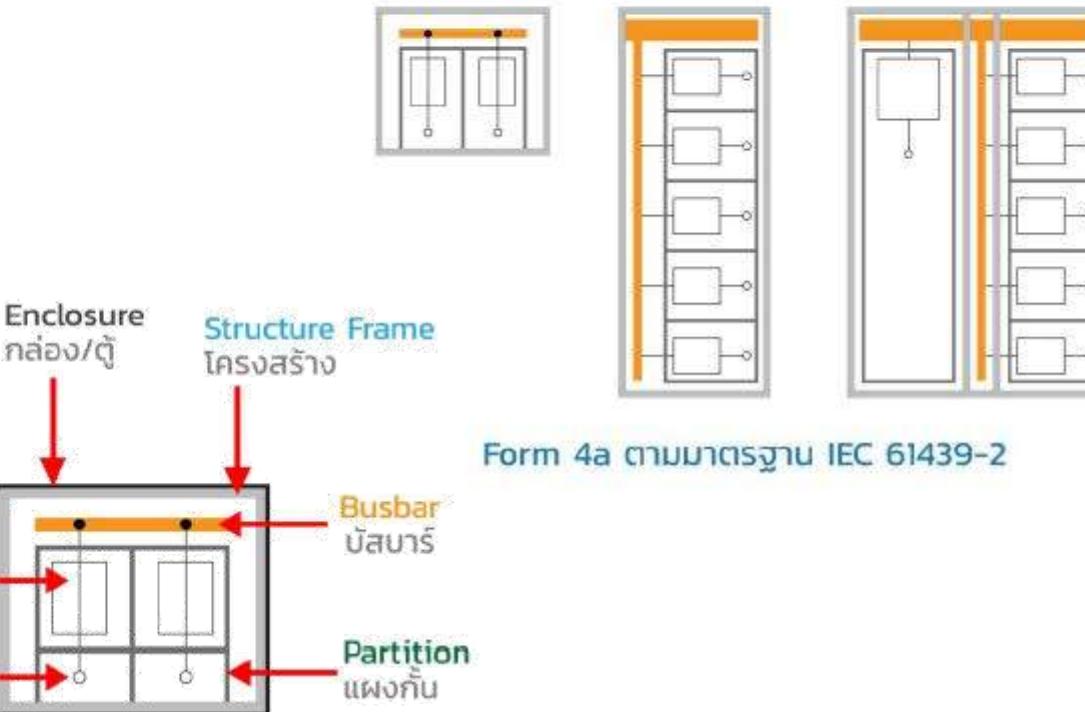


Form 3b



Form 4a

- ▶ กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์
- ▶ กันแยกอุปกรณ์แต่ละ ปกติ ออกจากกัน
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับบัสบาร์
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับขั้วต่อสายอุปกรณ์จากกัน

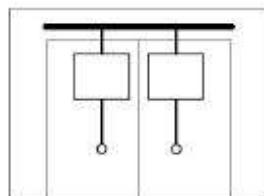


Form 4a

มี Partition

- กันแยกอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- กันแยกข้าวต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก (**Terminal for External Conductor**) ออกจากบัสบาร์ แต่ข้าวต่อสายดังกล่าวจะอยู่ภายในช่องเดียวกันกับอุปกรณ์

Form 4a



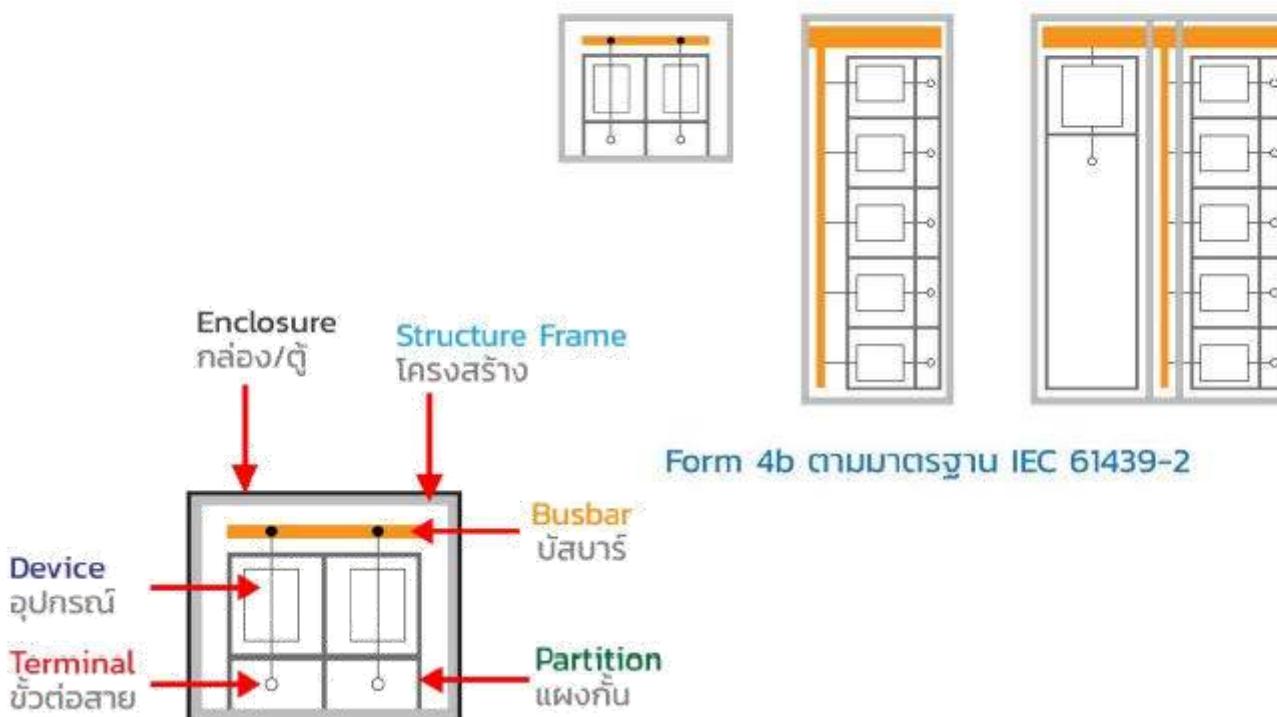
SYMBOL FORM 4a



Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

Form 4b

- ▶ กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์กับตัวอุปกรณ์
- ▶ กันแยกอุปกรณ์แต่ละ Unit ออกจากกัน
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับบัสบาร์และอุปกรณ์
- ▶ กันแยกขั้วต่อสายกับขั้วต่อสายแต่ละ Unit ออกจากกัน

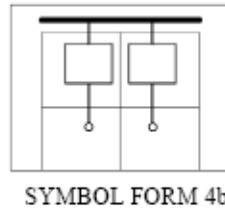


Form 4b

- มี Partition

- กันแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์
- กันแยกอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) แต่ละ **Unit** ออกจากกัน
- กันแยกข้าต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก (**Terminal for External Conductor**) ออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ (**Outgoing Unit**) และแยก **Feeder** ออกจากกันอย่างชัดเจน

Form 4b



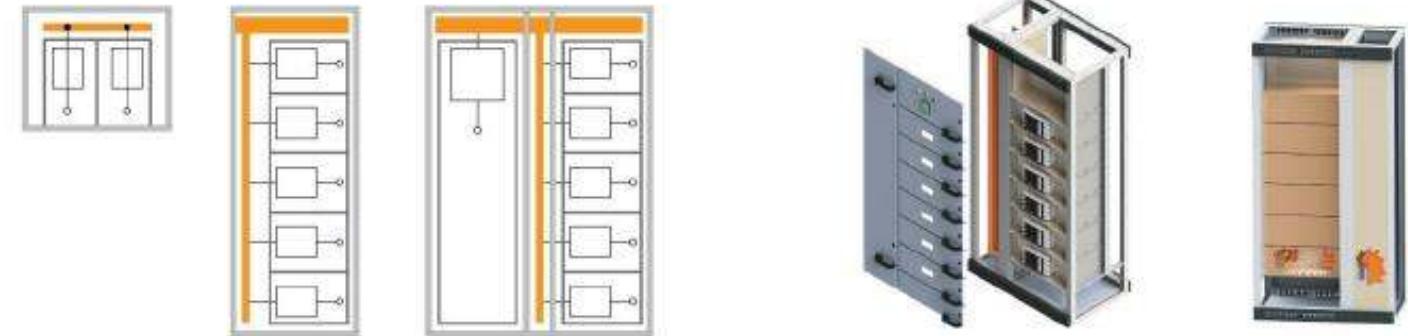
SYMBOL FORM 4b



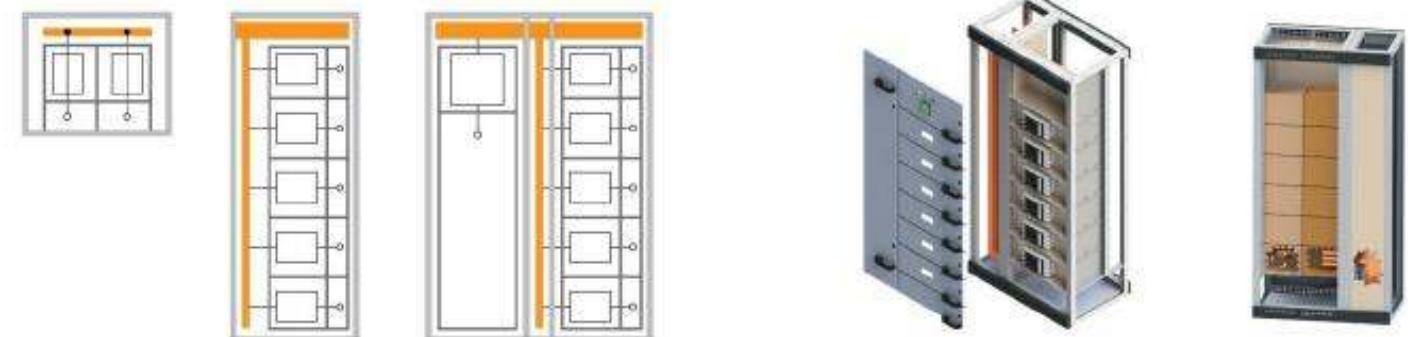
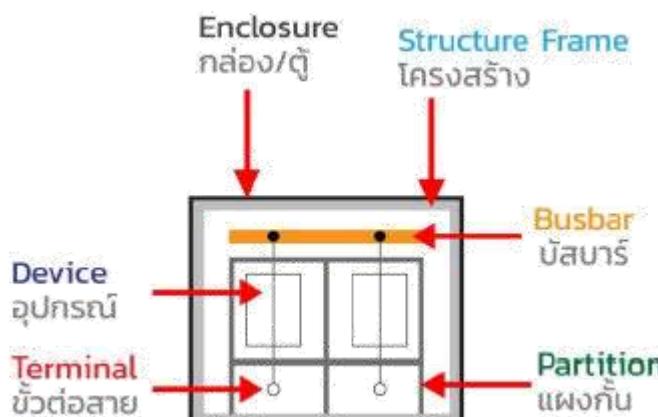
Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

ข้อแตกต่างระหว่าง Form 4a กับ 4b

Form 4a



Form 4b



สรุปการเลือกใช้งาน Form ของตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า

การเลือกใช้งานตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าที่มี Form กี่สูงๆ จะมีความปลอดภัยในการใช้งาน (Operation) เป็นอย่างมากอีกทั้งจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ภายในตู้อีกด้วย ซึ่งเมื่อเกิด Fault ขึ้นก็จะเป็นการยับยั้งไม่ให้เกิดการลุก燔ไปยังช่องอื่นๆ แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงไปพร้อมๆ กับมีคือ การออกแบบให้ตู้สามารถระบายอากาศได้ทั่วถึงในทุกๆ ส่วนที่มีการแบ่งกัน เพื่อเป็นการลดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นกับตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าอีกด้วย

ซึ่งในการกลับกันถ้าพิจารณาเลือกใช้งานตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าที่มี Form กี่ลดลงอาทิ เช่น ตู้ Form 1 เมื่อเกิด Fault ขึ้นก็จะไม่สามารถยับยั้งให้เกิดการลุก燔ไปยังช่องอื่นๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น บัสบาร์ อุปกรณ์ และขั้วต่อสายตัวนำภายในกรอบกั้งหัวรับสาย แต่ผลดีของตู้ Form 1 ก็ได้ตามมาคือ การระบายอากาศที่ดีภายในตัวตู้ เป็นวงจากไม่มีการแบ่งกัน Partition ก็ไปข้างทิศทางเดินของอากาศที่ไหลเวียนผ่านอยู่ภายในตู้ จึงทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในตู้สามารถถ่ายเทได้สะดวก

ดังนั้นในการเลือก Form ตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับความปลอดภัยและความต้องเนื่องในการใช้งาน อีกทั้งยังจะต้องคำนึงถึงลักษณะของงานที่จะนำไปใช้เป็นหลัก ซึ่ง Form ตู้ในแต่ละแบบจะหมายความกับลักษณะงานเฉพาะด้าน

Form 1



Form 2a



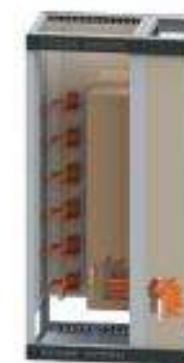
Form 3a



Form 4a



Form 2b



Form 3b



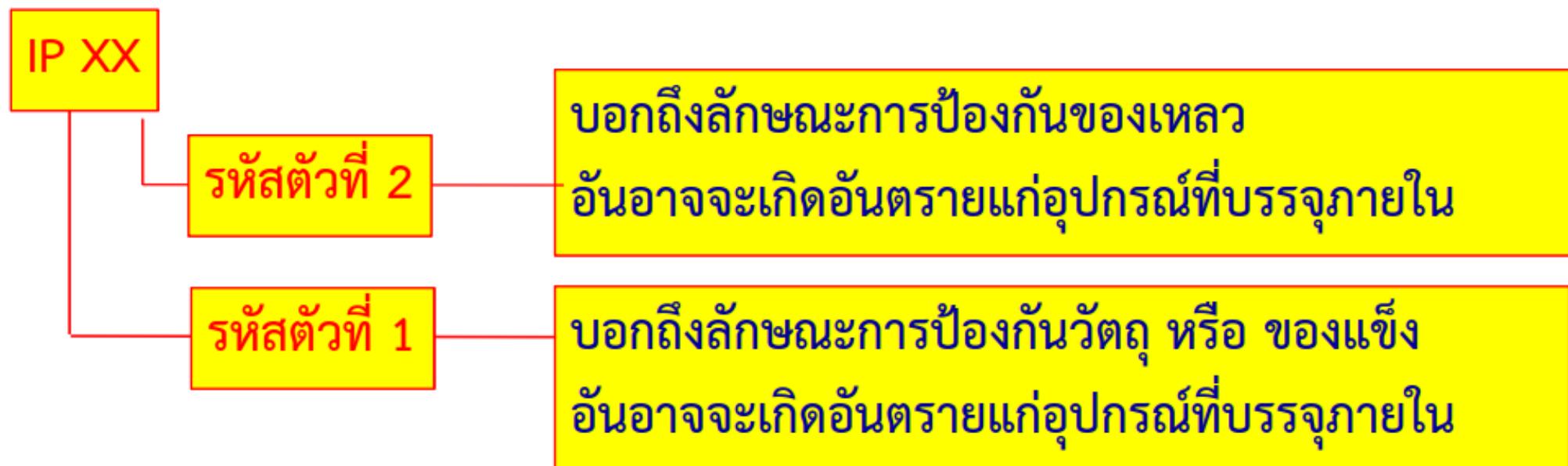
Form 4b

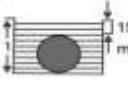
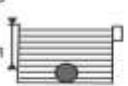


มาตรฐานระดับการป้องกันสิ่งห่อหุ้มบริภัณฑ์

IP(Ingress of Protection) คืออะไร

คือความสามารถในการกันของเหลว กับวัตถุ (ของแข็ง) ของอุปกรณ์
ตามมาตรฐาน IEC 60529 หรือ มอก.513-2553



รหัสตัวที่ 1	บวกกับลักษณะการป้องกันฝุ่นอันอาจจะเกิด อันตรายแก่อุปกรณ์ที่บรรจุภายใน	รหัสตัวที่ 2	บวกกับลักษณะการป้องกันของเหลวอันอาจจะเกิด อันตรายแก่อุปกรณ์ที่บรรจุภายใน
รหัสหมายเหตุ	รายการ	รหัสหมายเหตุ	รายการ
0	ไม่มีการป้องกัน No Protection	0	ไม่มีการป้องกัน No Protection
1 	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 50 มม. เข้าไปได้ Large foreign bodies, diameter greater than or equal to 50 mm.	1 	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาจากด้านบนได้ Vertically falling drops of water
2 	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 12 มม. เข้าไปได้ Medium-size foreign bodies, diameter greater than or equal to 12 mm.	2 	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาจากด้านบนและด้านข้างที่ทำมุมกับแนวตั้งไม่เกิน 15 องศาได้ Obliquely falling drops of water up to 15° towards vertical
3 	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 มม. เข้าไปได้ Small foreign bodies, diameter greater than or equal to 2.5 mm.	3 	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาจากด้านบนและด้านข้างที่ทำมุมกับแนวตั้งไม่เกิน 60 องศาได้ Spray water up to 60° towards vertical
4 	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 1 มม. เข้าไปได้ Grain-shaped foreign bodies, diameter greater than or equal to 1 mm.	4 	สามารถป้องกันหยดน้ำหรือน้ำที่สาดมาจากทุกทิศทุกทาง Splash water from all sides
5 	สามารถป้องกันฝุ่นได้ Dust deposit	5 	สามารถป้องกันการฉีดน้ำจากทุกทิศทุกทาง Jets of water
6 	สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์แบบ Ingress of dust	6 	สามารถป้องกันคลื่นน้ำทะเลและการฉีดน้ำอย่างแรง Power jets of water
		7 	สามารถป้องกันอันตรายจากน้ำท่วมชั่วคราวได้ Partial immersion
		8 	สามารถป้องกันอันตรายจากน้ำท่วมได้อย่างถาวร Immersion

Element of the IP Code and their Meanings

IP :Index or Degree of Protection

Element	Numerals or letters	Meaning for the protection of equipment	Meaning for the protection of persons	Ref.
Code letters	IP	-	-	-
First characteristic numeral	0 1 2 3 4 5 6	Against ingress of solid foreign objects (non-protected) ≥ 50 mm diameter $\geq 12,5$ mm diameter $\geq 2,5$ mm diameter $\geq 1,0$ mm diameter dust-protected dust-tight	Against access to hazardous parts with (non-protected) back of hand finger tool wire wire wire	Cl. 5
Second characteristic numeral	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Against ingress of water with harmful effects (non-protected) vertically dripping dripping (15° tilted) spraying splashing jetting powerful jetting temporary immersion continuous immersion	-	Cl. 6

ความสามารถในการป้องกันอันตรายของอุปกรณ์ไฟฟ้า

IPXX

First digit access to hazardous parts and ingress of solid foreign objects (X ตัวเลข
หลักแรกบ่งชี้ถึงระดับการป้องกันขึ้นส่วนจากภายนอกเข้าถึงส่วนอันตรายภายในตู้ไฟฟ้า)



IPXX

Second Digit Entry of water (X ตัวเลขหลักที่สองบ่งชี้ถึงระดับการป้องกันน้ำ
หรือของเหลวเข้าไปในตู้ไฟฟ้า)

Standards Busbar Rated and Standards Busbar Design



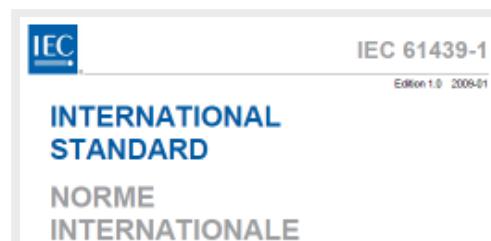
1. บัสบาร์แบบเปลือย

2. บัสบาร์แบบทาสี

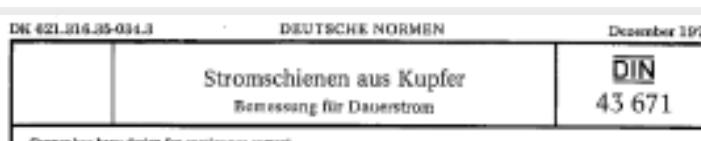
Ambient Temperature Temperature Rise Limited



IEC 60439-1 กำหนดการออกแบบยอมรับให้อุณหภูมิเพิ่มสูงถึง 70°C เหนืออุณหภูมิโดยรอบสูงสุด 35°C (A nominal rise of 60°C or more above an ambient of 40°C is allowed by BS EN 60439-ed.4.1:2004 provided that suitable precautions are taken. BS EN 60439-4.1:2004 (equivalent to IEC 60439-1) Max Conduct Temperature 105°C



IEC 61439-2 กำหนดการออกแบบยอมรับ Max. Ambient Temperature @ 50°C , Max Temperature Rise Limited 105°C



DIN 43671 กำหนดการออกแบบยอมรับให้อุณหภูมิเพิ่มสูงถึง 65°C เหนืออุณหภูมิโดยรอบสูงสุด 35°C . Max Conduct Temperature 65°C

การตรวจสอบ/ทดสอบ ช่อง/แก๊ง/บำรุงรักษาแผงเมนสวิทช์แรงต่ำ

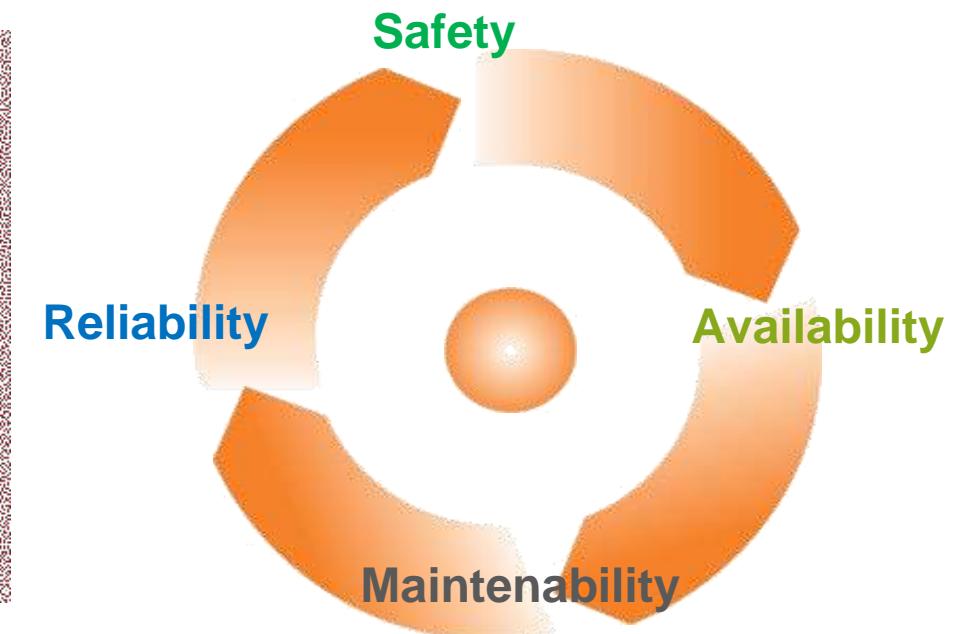
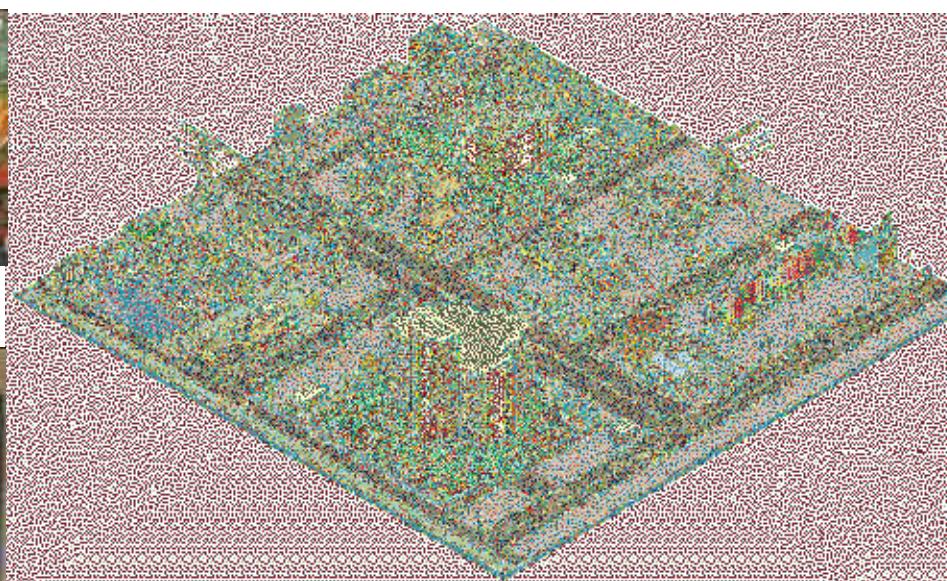


การทดสอบ (TESTING)

The LV Electrical Switch Board has to be safe and available



- It is a question of balance between:
 - the needs of safety and availability
 - the constraints of reliability and maintainability of the installation.



IEC 60439 series

Low-voltage switchgear and control gear assemblies



■ One general standard :

- IEC 60439-1 type-tested assemblies (TTA) and partially type-tested assemblies (PTTA)

■ Four related standards:

- IEC 60439 -2 busbar trunking systems (busways)
- IEC 60439 -3 distribution boards (<250A, unskill people)
- IEC 60439 -4 assemblies for construction sites (ACSs)
- IEC 60439 -5 cable distribution cabinets (CDCs)

The tests of standard IEC 60439-1

They guarantee that the switchboard complies with the necessary standard requirement



There are two type of tests:

■ **7 type tests** are performed by the manufacturer on one or several configurations:

- n°1 temperature rise limits
- n°2 dielectric properties
- n°3 short-circuit withstand
- n°4 protective circuit effectiveness
- n°5 clearances and creepage distances
- n°6 mechanical operation
- n°7 degree of protection.

The tests of standard IEC 60439-1

They guarantee that the switchboard complies with the necessary standard requirement



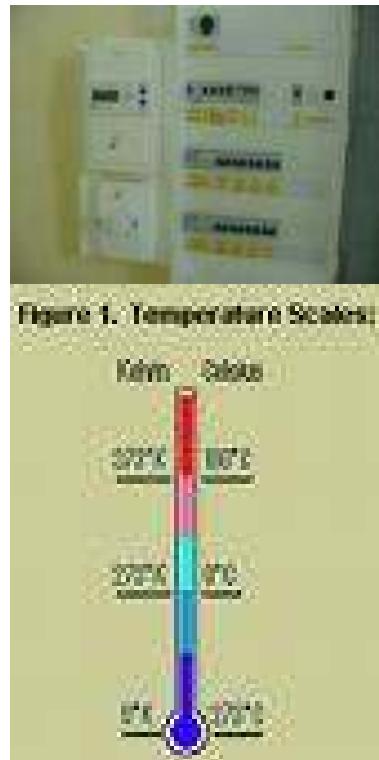
There are two type of tests:

- **3 routine tests** are performed by the panelbuilder on each particular switchboard:
 - n°8 general inspection
 - n°9 insulation/dielectric test
 - n°10 protection measures.

Test n°1

(8-2-1): temperature rise limits

Test performed by the manufacturer



- Guarantees the safety and reliability of the switchboard, by avoiding problems such as:
 - connection damages
 - reduction in insulation performances
 - risk of burn for maintenance operators
 - electronic components damages
 - faulty operation of the devices: inopportune release.
- How to proceed:
 - to measure the temperature of each equipment, after a delay allowing a stabilized temperature, when each circuit is used at its rated power and when the complete switchboard is loaded with an appropriate diversity factor
- Result to be obtain
 - temperature rise shall not exceed what the different equipment can withstand
 - the temperature of accessible surfaces has to be checked

Test n°2

(8-2-2): dielectric properties

Test performed by the manufacturer

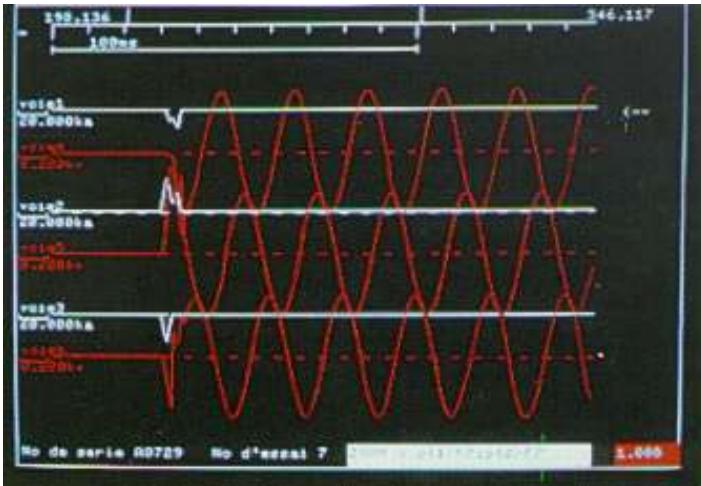


- Guarantees the switchboard safety and reliability, to avoid problems such as:
 - electrical arc generation
 - insulation performance decreasing
 - connection damages
- Withstand impulse voltage test and an ac test are performed

Test n°3

(8-2-3): short-circuit withstand

Test performed by the manufacturer



- This test simulates an incident which could occur on site.
- Withstanding the short-circuit currents is:
 - to avoid danger (rupture and projections of components, arc generation and propagation outside the switchboard,...)
 - it also means the installation can be quickly put back into operation after the incident.

Relationship between peak current (I_{pk}) and short-circuit current (I_{cw}):

$$I_{pk} = I_{cw} \times n$$

RMS value of short-circuit current kA eff/1s (I_{cw})	n	I_{pk} (kA)
$I_{cw} \leq 5$	1.5	$I_{pk} \leq 7.5$
$5 < I_{cw} \leq 10$	1.7	$8.5 < I_{pk} \leq 17$
$10 < I_{cw} \leq 20$	2	$20 < I_{pk} \leq 40$
$20 < I_{cw} \leq 50$	2.1	$42 < I_{pk} \leq 105$
$50 < I_{cw}$	2.2	$110 < I_{pk}$

Test n°4

(8-2-4): effectiveness of the protective circuit

Test performed by the manufacturer



- The effectiveness of the protective circuit is verified by two tests:
 - resistance measurement of the connection between the exposed conductive parts and the protective circuits
 - short-circuit withstand performed between the protective conductor and the nearest phase conductor.

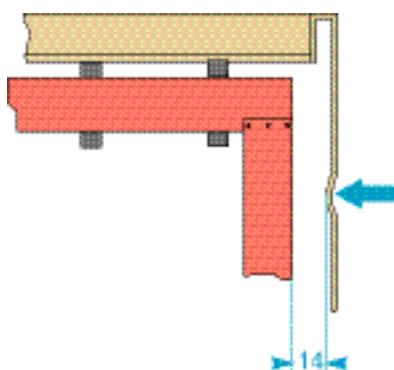
Test n°5

(8-2-5): clearance and creepage distances

Test performed by the manufacturer



- Clearance control: shortest distance between two conductive parts.
- Creepage distance control: shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts.



Test n°6

(8-2-6): mechanical operation

Test performed by the manufacturer

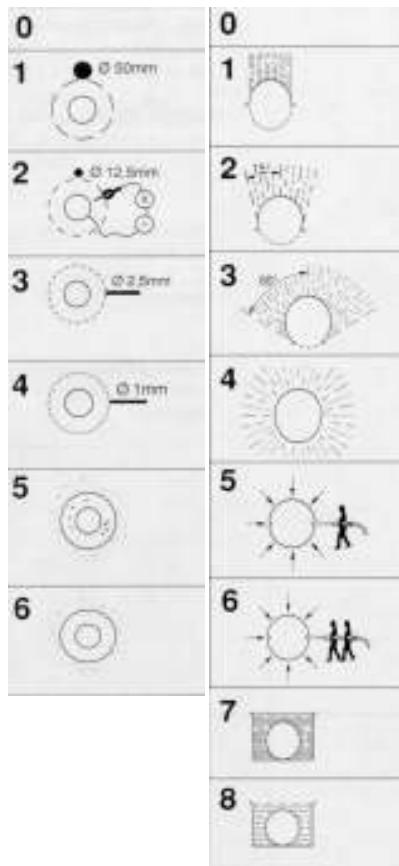


- Endurance of material, guaranteeing the longevity of the various mechanisms.
- The standard requires 50 operating cycles.

Test n°7

(8-2-7): degree of protection (IP, IEC 60529)

Test performed by the manufacturer



- The tests carried out define the capacity of an equipped switchboard to:
 - protect persons against contact with live parts
 - protect equipment against penetration of solid objects and liquids

IP ■ 1st digit:

- protection of persons
- protection against solids.

■ 2nd digit: protection against liquids.

Note: in case of only protection of persons is needed, the 2 IP digits are replaced by x.

Example: IPxxB.

- Additional letter (optional): protection of persons against contact with live parts:
 - A: protect against access of the back of the hand
 - B: protect against access of fingers Ø 12 mm
 - C: protect against access of a tool Ø 2.5 mm
 - D: protect against access of a tool Ø 0.1 mm.

The 3 tests performed by the panel builder



- These 3 routine tests can be easily and rapidly performed by the panelbuilder:
 - overall inspection according to the mounting instructions and technical documents (right device ratings, tightening torques)
 - insulation checking by a dielectric test
 - checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuits.
- They complete the 7 manufacturer type tests and guarantee professionnalism and responsability of panelbuilder.
- 3 routine tests performed by the panelbuilder:
 - n°8 general inspection
 - n°9 insulation/dielectric test
 - n°10 protection measures.

Test n°8

(8-3-1): general inspection

Test performed by the panelbuilder



- Check of mechanical actuating elements, interlocks,... effectiveness.
- Check of proper laying of conductors and cables and proper mounting of device.
- Check of connections adequate contact, especially screwed and bolted connections.

Test n°9

(8-3-4): insulation resistance/(8-3-2): dielectric test

Test performed by the panelbuilder



- No arc flash-over or insulator perforation must be observed between the live parts each other and between the live parts and the conductive structural parts.

Test n°10

(8-3-3): protective measures

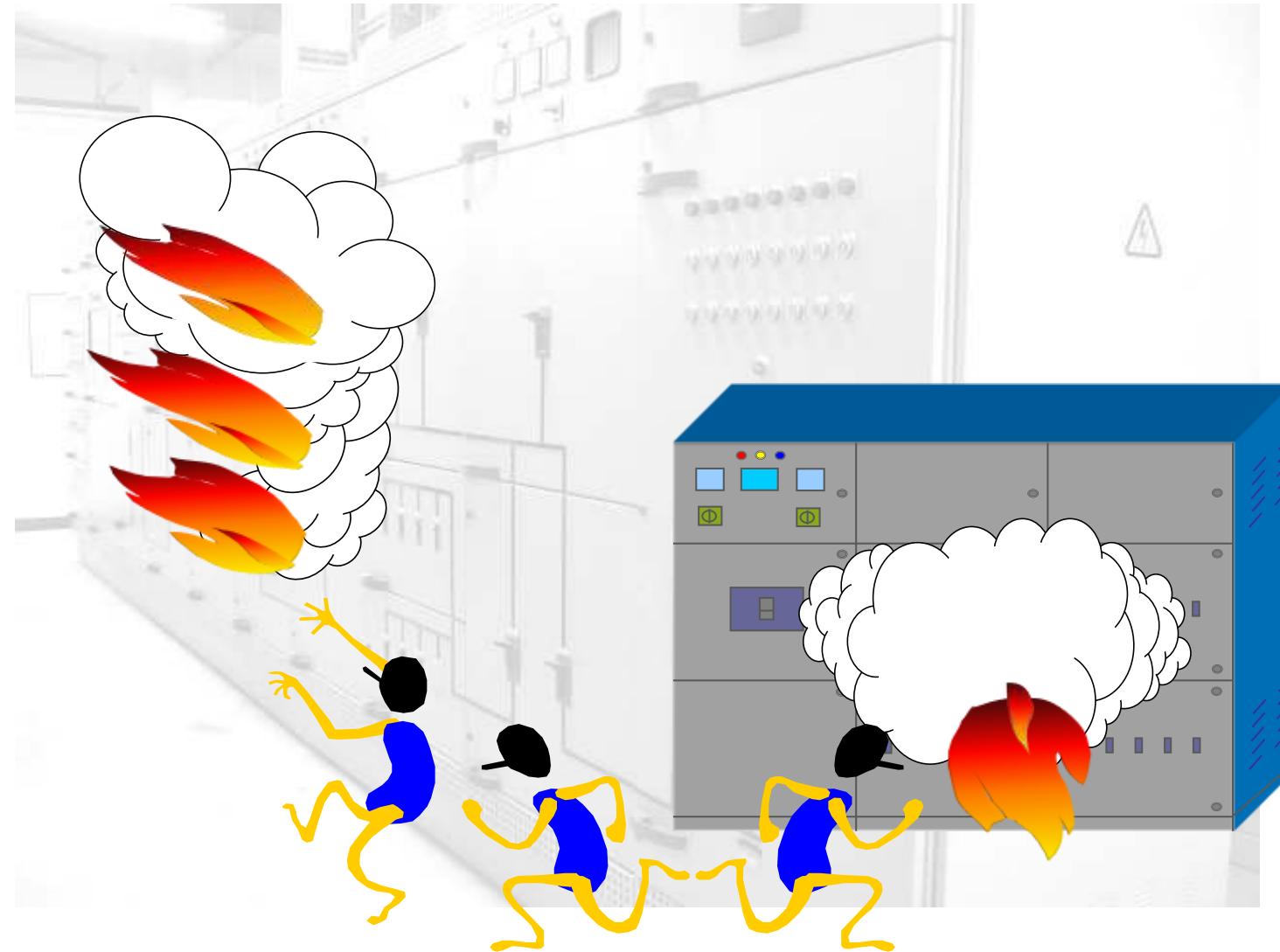
Test performed by the panelbuilder



- Checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuits for metallic assemblies.

การบำรุงรักษา (MAINTENANCE)

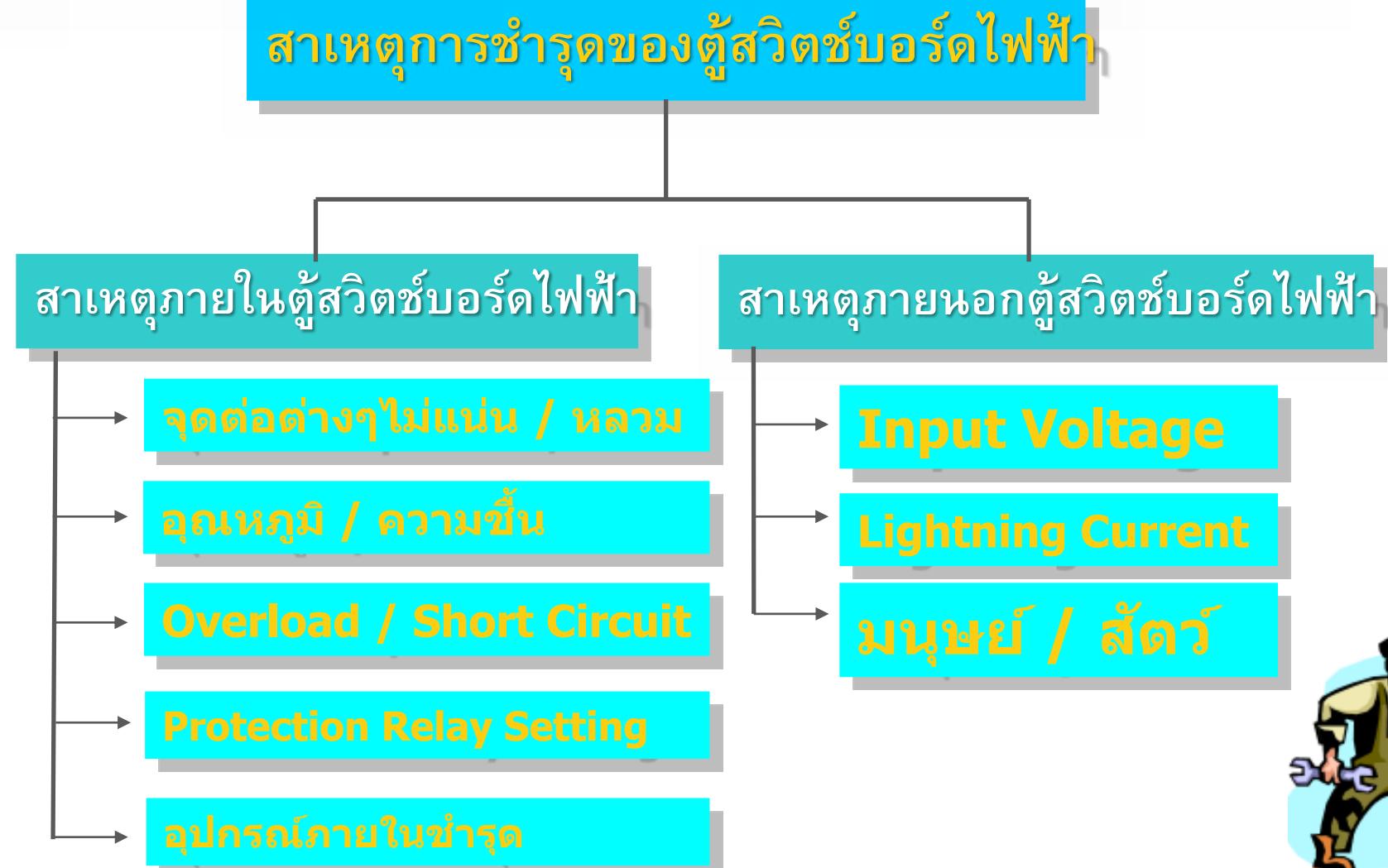
ทำไม ต้องบำรุงรักษา ?





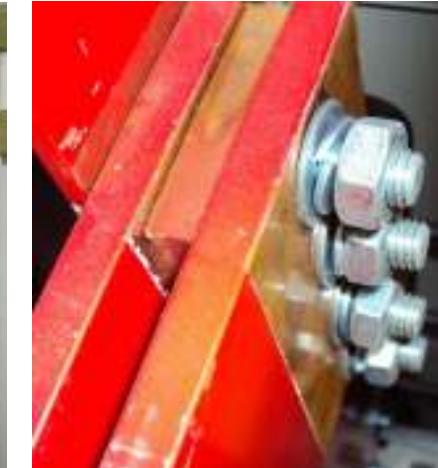
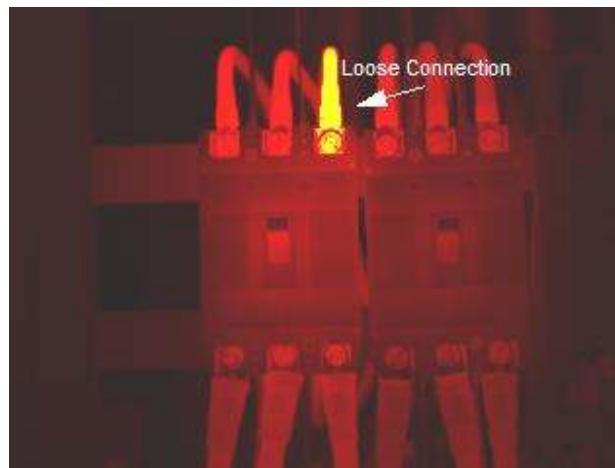
Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen

สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่อ



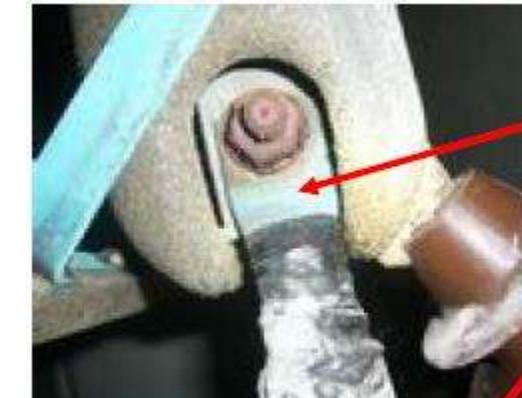
สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : จุดต่อหลวม ไม่แน่น



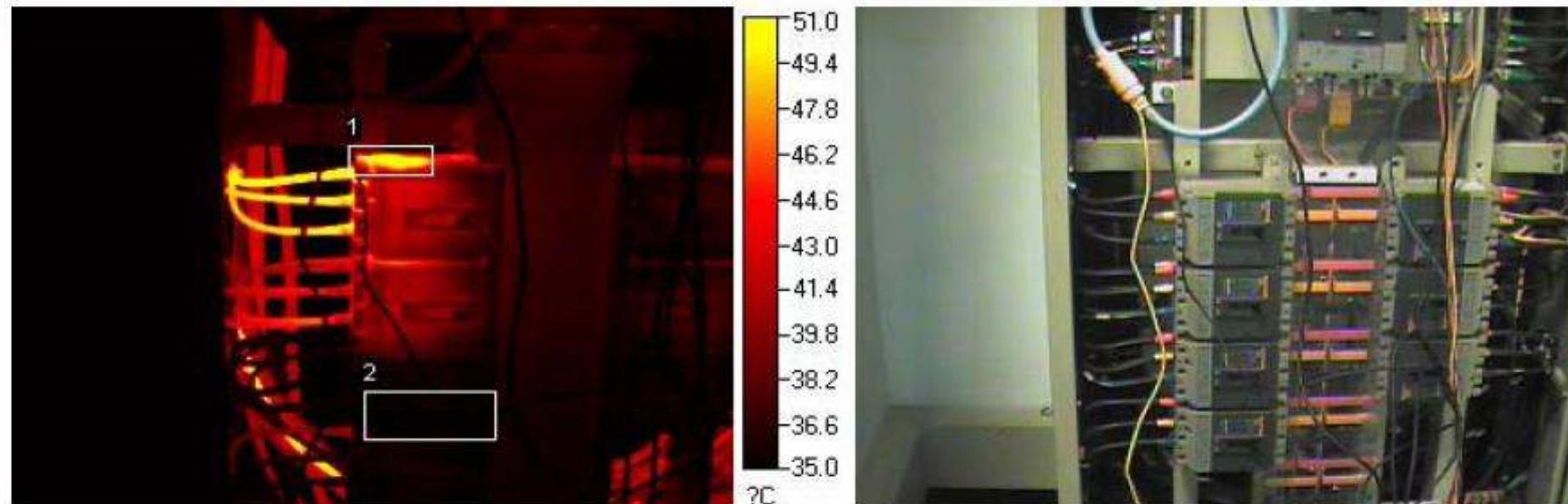
สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : อุณหภูมิ / ความชื้น



สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : อุณหภูมิ / ความร้อน



	Rect 1	Rect 2
Emissivity	1.00	1.00
Avg Temp ?C	43.9	35.2
Min Temp ?C	34.5	34.3
Max Temp ?C	55.0	36.9
Delta Ref. ?C		

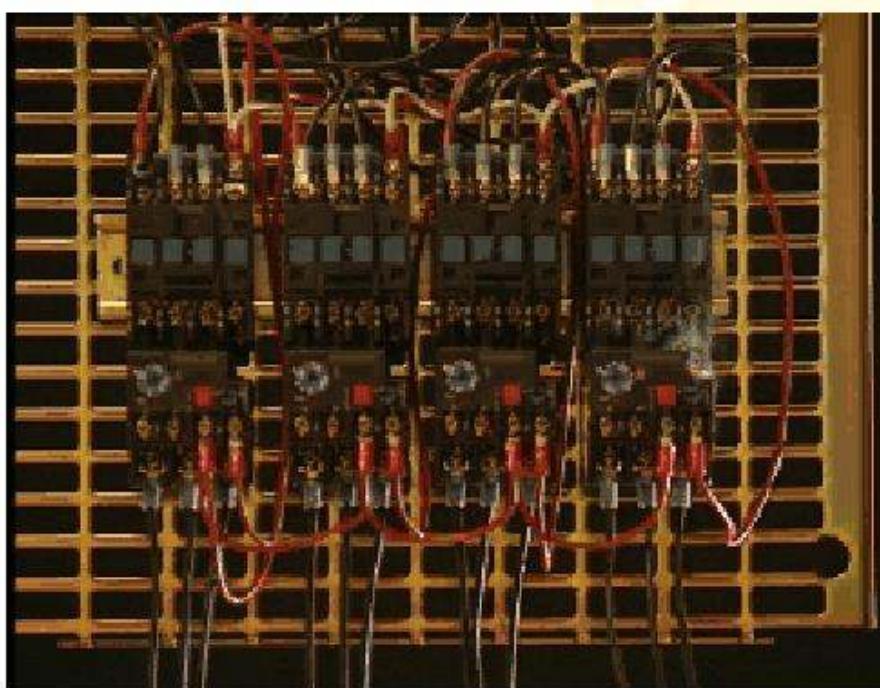
Filename: TH780046.SIT

Problem : Circuit Breaker มีอุณหภูมิสูงเกินกว่าปกติเนื่องจากว่าเกิด
 I1 = 95.8 A
 I2 = 76.4.8 A
 I3 = 79.3 A
 แต่ขนาดของ Breaker จะรับกระแสไฟฟ้าได้เพียง 80 A
 NS 100N TM 80D

วิธีแก้ไข : เปลี่ยนใช้ Breaker เป็นขนาด TM 100D

สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่อ

สาเหตุภายในตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า : การเกิด Overload



Overload



Short Circuit

สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่อ

สาเหตุ ภายใน ตู้สวิตซ์บอร์ดไฟฟ้า : การเกิด Short Circuit



สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : อุปกรณ์ภายในชำรุด



สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายนอกตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : Voltage Surge

อุปกรณ์ป้องกัน Surge ในอาคาร มีไว้เพื่อลดหรือขจัดกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่ ตามมาตรฐาน IEC



Lightning Current Arrester

- Discharge กระแสฟ้าผ่าบางส่วนที่มีขนาดพลังงานมากโดยที่ตัวมันเองไม่ได้รับความเสียหาย

Surge Arrester

- จำกัดแรงดันไฟฟ้าเกินเพื่อไม่ให้เกินค่าที่ทำความเสียหายกับอุปกรณ์ในอาคาร

สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุ ภายนอก ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : มนุษย์



สาเหตุการชำรุดของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

สาเหตุภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า : สัตว์



Main LV Switchboard : Thammarat Promphenrangsi, Kasem Nincharoen



➤ Preventive Maintenance for Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies



การดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่อ

การเตรียมการบำรุงรักษา ?

ต้องกำหนดป้ายเดือนต่าง ๆ บ่งชี้ให้ชัดเจน เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษา



การดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

การเตรียมการบำรุงรักษา ?

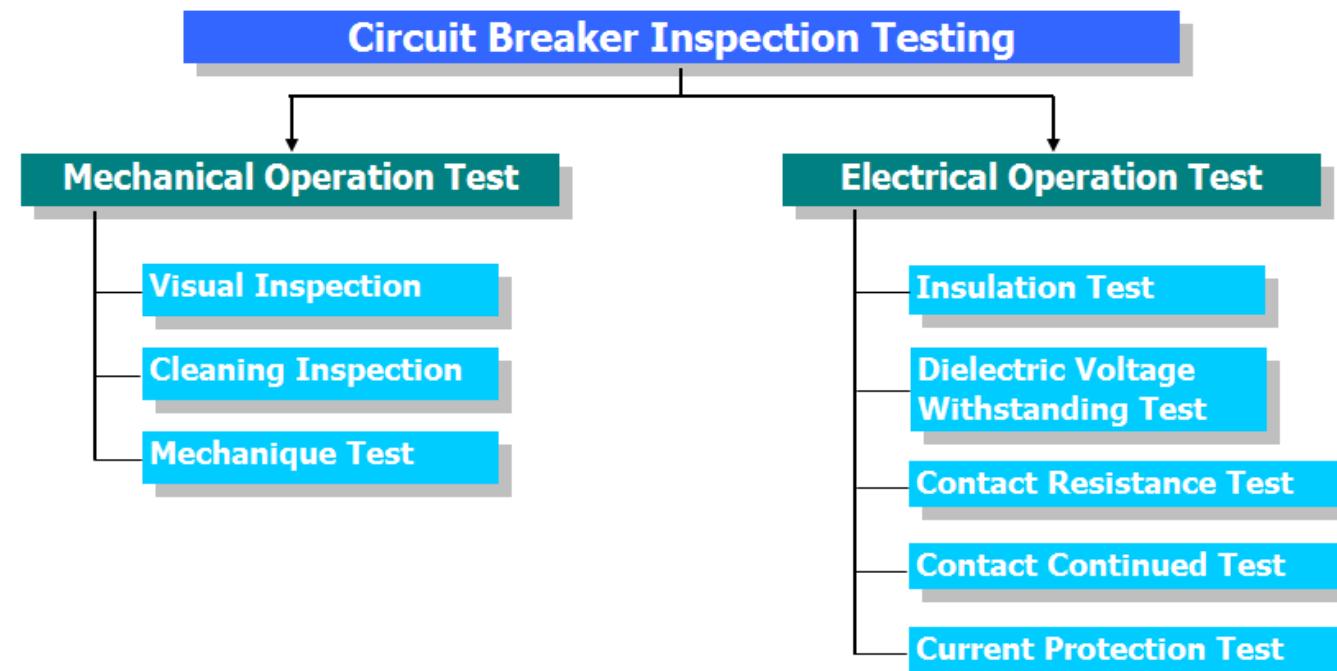


การดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่อ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

Function Checking / Circuit Breaker

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์และลดปัญหาการขัดข้องในระบบไฟฟ้า ซึ่งการทดสอบ Circuit Breaker ภายหลังการติดตั้ง ล้วนแล้วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า



การดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

Mechanical Operation Test

Visual Inspection



Cleaning Inspection



Mechanique Test



การดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

Electrical Operation Test

Insulation Test

Dielectric Voltage Withstanding Test

Contact Resistance Test

Contact Continued Test

Current Protection Test

ไฟทดสอบ (D)

500

1,000

2,500

2,500

Simulation Testing (Auto Mode)



Overload protection

Selective short-circuit protection

Instantaneous short-circuit protection

Earth fault protection

Item	Description	Current (Amp)	Time of tripping (Sec.)	Result	
1	Long Time Trip Pickup	5333	16.097	<input checked="" type="checkbox"/> Pass	<input type="checkbox"/> Notpass
2	Short Time Trip Pickup	7000	5.77	<input checked="" type="checkbox"/> Pass	<input type="checkbox"/> Notpass
3	Instantaneous Trip Pickup	10000	0.037	<input checked="" type="checkbox"/> Pass	<input type="checkbox"/> Notpass
4	Ground Fault Trip Pickup	1000	0.135	<input checked="" type="checkbox"/> Pass	<input type="checkbox"/> Notpass

สรุปการดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Based Maintenance)

มีการติดตามผลการตรวจสอบเพื่อทำให้ทราบสภาพการทำงานของสวิตช์บอร์ด (Condition monitoring) และทำให้เห็นแนวโน้มของปัญหา ก่อนที่จะเริ่มเกิดขึ้นจริง (Idea time to failure) เพื่อให้มีเวลาแก้ไขก่อนที่จะลุกลามไปจนเป็นความเสียหายรุนแรง



สรุปการดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา (Maintenance Benefit)

ลดขอบเขตของงานซ่อมบำรุงรักษาเท่าที่จำเป็น Over Maintenance ช่วยลด Outage Duration และสนับสนุน Work Optimization

รู้จุดขัดข้องที่เริ่มเกิดขึ้นภายในตู้สวิตช์บอร์ด

ลดเวลาการหยุดทำงานของตู้สวิตช์บอร์ด

ยืดอายุการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้สวิตช์บอร์ด



รายการเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

- Insulation Resistance Tester
- AC. Dielectric Test Set
- Portable Test Kit
- Digital Low Resistance Tester
- Relay Test Set
- Power Quality Recorder
- Infrared Thermal Image
- Primary Current Injection
- Three Phase Power Supply
- Torque Range



Questions & Answers

End

ເອົ້າເພື່ອຂ້ອມູນລ

Khun Siwanatthakul Chaiyason

คุณ เตชชาติ บูรณะอัศวกุล
บริษัท อชาพิ จำกัด (มหาชน)

ABB

SIEMENS



Indeed
Academy
Indeed Intelligence

END