การเปลี่ยนแปลงมาตรฐานจาก IEC 60439 เป็น IEC 61439

From IEC 60439 to IEC 61439 Standard What Changes

กันต์ระพี มีแสง และ ตฤณ แสงสุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: sivanas_8@hotmail.com, fengtss@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญระหว่างมาตรฐาน IEC 60439-1 (ฉบับเก่า) กับ IEC 61439-1 (ฉบับใหม่) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้สำหรับตู้สวิตซ์เกียร์และตู้ควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำ (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies) หรือเรียกว่า “ตู้ไฟฟ้า” โดยใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อหาใน IEC 61439-1 เทียบกับ IEC 60439-1 เพื่อนำเสนอเนื้อหาข้อกำหนด และการตรวจสอบการออกแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงใหม่ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงมาตรฐาน เนื่องจากชุดมาตรฐาน IEC 60439 จะสิ้นสุด และยกเลิกการใช้ในปี 2557 แล้วเปลี่ยนมาใช้เพียงชุดมาตรฐาน IEC 61439 ในปี 2558 ดังนั้นเพื่อให้ผู้ผลิตตู้ต้นแบบ หรือผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าภายในประเทศได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เพิ่มเติมของ IEC 61439-1 และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าของตนซึ่งเคยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60439 ที่เกี่ยวข้อง หรือยังไม่เคยผ่านการรับรองมาตรฐาน เพื่อขอรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 61439 และสำหรับผู้ใช้หรือผู้สนใจได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะส่งผลดีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้า ทั้งในเรื่องของความปลอดภัยและอายุการใช้งานที่มากขึ้น ส่งเสริมให้มีการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการรับรองจากมาตรฐาน IEC 61439 ที่มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินต่อไป

คำสำคัญ:

ตู้ไฟฟ้า มาตรฐานตู้ไฟฟ้า มาตรฐาน IEC 61439 มาตรฐาน IEC 61439-1

Abstract

This paper proposes a significant change of the international standard for Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, also called “ASSEMBLY” from IEC 60439-1 to IEC 61439-1

by performing a comparative analysis of the differences of content in IEC 61439-1 standard and IEC 60439-1 standard. It presents content of regulation and changing of verify design, including purpose of change. IEC 60439 and IEC 61439 standard series are common standard that have been applied for ASSEMBLY but IEC 60439 standard series will abolish at the end of 2014, only IEC 61439 standard series will apply in the beginning of 2015 on ward. Therefore. it allows original manufacturers and ASSEMBLY manufacturer to recognize the change in the standards and also guides them to apply the standards in manufacturing processes. The change of standards results in a positive effect as users and interested parties have confidence in utilizing the products in terms of product safety as well as enhance lifetime performance of the products.

Keywords:

assembly, assembly standards, IEC 61439, IEC 61439-1

1. บทนำ

มาตรฐาน IEC 60439 และ IEC 61439 ใช้สำหรับตู้ไฟฟ้าแรงดันต่ำที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่เกิน 1000 โวลต์ สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ (a.c.) ระบบไฟฟ้า 3 เฟส หรือ 1 เฟส ที่มีความถี่ไม่เกิน 1000 เฮิรตซ์ หรือมีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1500 โวลต์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง (d.c.) ที่มีวัตถุประสงค์สำหรับใช้งานเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้า การจ่ายไฟฟ้า การแปลงผันพลังงานไฟฟ้า การควบคุมบริภัณฑ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ตู้สวิตซ์ควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ออกแบบสำหรับการใช้งานในภาวะพิเศษ เช่น ในเรือ ในรถที่วิ่งบนราง (ใช้เครื่องยนต์หรือไฟฟ้าในการขับเคลื่อน) สำหรับเครื่องมือกล เครื่องยก และสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย (ผู้ใช้ไม่มีทักษะ) โดยมีเงื่อนไขว่าต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ [1, 2] ที่เกี่ยวข้องตามตารางที่ 1 ตัวอย่างเช่น ตู้แผงสวิตซ์ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board; MDB) ตู้แผงสวิตซ์ควบคุมไฟฟ้ารองหรือตู้แผงสวิตซ์ควบคุมไฟฟ้าย่อย (Distribution Board; DB หรือ Sub Distribution Board; SDB) ตู้แผงสวิตซ์ควบคุมโหลด (Panel Board; PB หรือ Load Center; LC) เป็นต้น แสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ตู้ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน [3, 4, 5]

โดยตู้ไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งในทุกสถานที่ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ สถานที่กำลังก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรมและอื่นๆ ที่มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (ตู้ไฟฟ้าจะแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 2 ประเภท แสดงดังภาพที่ 2) ดังนั้นเรื่องความปลอดภัยขณะที่ตู้ไฟฟ้าปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งสำคัญ รวมถึงวัสดุที่ใช้ในการผลิตตู้ไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงคงทนต่อความผิดพร่องใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายต่างๆ ได้

ดังนั้นการออกแบบ การผลิตและการเลือกใช้อุปกรณ์ของตู้ไฟฟ้าควรได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2 ตัวอย่างตู้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคารและภายนอกอาคาร [4, 6]

ปัจจุบันมีการปรับใช้ชุดมาตรฐานสากลสำหรับตู้ไฟฟ้าแรงดันต่ำ IEC 61439 แทน และยกเลิกชุดมาตรฐานเก่า IEC 60439 ในสิ้นปี 2557 โดยมีโครงสร้างมาตรฐานดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการชุดมาตรฐาน IEC 61439 แทนที่ IEC 60439 [7]

มาตรฐาน	หัวข้อ
IEC 61439-1 แทน IEC 60439-1	กฎเกณฑ์ทั่วไป (General rules) ตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบและตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบเพียงบางส่วน (Type-tested and partially type-tested assemblies; TTA and PTTA)
IEC 61439-2 แทนและแยกย่อยจาก IEC 60439-1	ตู้สวิตช์ควบคุมไฟฟ้ากำลัง (Power switchgear and control gear assemblies; PSC-ASSEMBLIES)
IEC 61439-3 แทน IEC 60439-3	ตู้แผงสวิตช์ควบคุมไฟฟ้ารองหรือตู้ DB ที่ปฏิบัติงานโดยบุคคลทั่วไป (Distribution boards intended to be operated by ordinary persons; DBO) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับตู้สวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ใช้ติดตั้งในสถานที่ใช้งานโดยบุคคลไม่มีทักษะ “ตู้แผงสวิตช์ควบคุมไฟฟ้ารองหรือตู้ DB” (Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use; Distribution boards)
IEC 61439-4 แทน IEC 60439-4	ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับตู้ไฟฟ้าที่ใช้งานในสถานที่ก่อสร้าง (Particular requirements for assemblies for construction sites; ACS)
IEC 61439-5 แทน IEC 60439-5	ตู้ไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้ากำลังในโครงข่ายสาธารณะ (Assemblies for power distribution in public networks) ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกในสถานที่สาธารณะ – ตู้กระจ่ายสายไฟฟ้า(CDCs) สำหรับการจ่ายไฟฟ้ากำลังในโครงข่าย (Particular requirements for assemblies intended to be installed outdoors in public places - Cable distribution cabinets (CDCs) for power distribution in networks)
IEC 61439-6 แทน IEC 60439-2	ระบบการเดินแท่งตัวนำไฟฟ้า (บัสเวย์) (Busbar trunking systems; busways)
IEC 61439-0 เพิ่มเติม	คำแนะนำถึงข้อกำหนด (Guidance to specifying)
IECTS 61439-7 เพิ่มเติม	ตู้ไฟฟ้าสำหรับการใช้งานเฉพาะเช่น อู่เรือ สถานที่พักชั่วคราวหรือสถานที่ตั้งแคมป์ แผงค้าในตลาด สถานีชาร์จยานพาหนะไฟฟ้า (Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicles charging stations)

จากข้อกำหนดการออกแบบและการตรวจสอบการออกแบบของตู้ไฟฟ้าเพื่อใช้ยืนยันการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439-1 เปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEC 60439-1 พบว่าโครงสร้างเนื้อหาของตัวมาตรฐานมีการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งมีการแบ่งแยกหัวข้อต่างๆ ที่ชี้ชัดมากขึ้น เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และในหัวข้อที่ 8 (ข้อกำหนดการทดสอบ; Test specifications) ประกอบด้วยการทดสอบเฉพาะแบบ (Type tests) และการทดสอบประจำ (Routine tests) ของมาตรฐาน IEC 60439-1 ถูกยกเลิก และแทนด้วยหัวข้อที่ 10 การตรวจสอบการออกแบบ (Design verification) และหัวข้อที่ 11 การตรวจสอบประจำ (Routine verification) ในมาตรฐาน IEC 61439-1

ตารางที่ 2 โครงสร้างเนื้อหามาตรฐานฉบับเก่าและใหม่ [1, 2]

เนื้อหาของ IEC 60439-1	**เนื้อหาของ** IEC 61439-1
1. ทั่วไป (General)	1. ขอบข่าย (Scope)
	2. กฎเกณฑ์ที่อ้างอิง (Normative references)
2. บทนิยาม (Definitions)	3. คำจำกัดความและบทนิยาม (Terms and definitions)
	4. สัญลักษณ์และคำย่อ (Symbols and abbreviations)
3. การจำแนกประเภทของตู้ไฟฟ้า (Classification of ASSEMBLIES)	อยู่หัวข้อย่อย 5.5
4. คุณลักษณะทางไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้า (Electrical characteristics of ASSEMBLIES)	5. คุณลักษณะทางไฟฟ้า (Interface characteristics)
5. ข้อมูลที่ให้เกี่ยวกับตู้ไฟฟ้า (Information to be given regarding the ASSEMBLY)	6. ข้อมูล (Information)
6. สภาวะการใช้งาน (Service conditions)	7. สภาวะการใช้งาน (Service conditions)
7. การออกแบบและการสร้าง (Design and construction)	8. ข้อกำหนดการสร้าง (Construction requirements)
	9. ข้อกำหนดประสิทธิภาพการทำงาน (Performance requirement)
8. ข้อกำหนดการทดสอบ (Test specifications)การทดสอบเฉพาะแบบ (Type tests)และการทดสอบประจำ(Routine tests)	10. การตรวจสอบการออกแบบ (Design verification)
	11. การตรวจสอบประจำ (Routine verification)

2. วัตถุประสงค์ของ IEC 61439

สำหรับวัตถุประสงค์ของการประกาศใช้มาตรฐาน IEC 61439 แสดงดังต่อไปนี้ [2]

1) เพื่อยกเลิกและแทนที่มาตรฐาน IEC 60439 ที่เกี่ยวข้องในชุดมาตรฐานดังตารางที่ 1 และถือเป็นการแก้ไขทางเทคนิคที่สำคัญ

2) ให้มาตรฐาน IEC 61439-1 ชี้บอกกฎเกณฑ์ทั่วไปเพื่อเป็นมาตรฐานในการออกแบบและ

ตรวจสอบการออกแบบ ซึ่งจะถูกอ้างอิงถึงโดยส่วนที่เกี่ยวข้องของชุดมาตรฐาน IEC 61439

3) เปลี่ยนมาตรฐาน IEC 60439-1 เป็น IEC 61439-2 (สำหรับตู้แผงสวิตซ์ควบคุมไฟฟ้าหลัก; MDB)

4) ยกเลิกวิธีการทดสอบเฉพาะแบบที่เลือกปฏิบัติระหว่างตู้ไฟฟ้าแบบที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (TTA) และตู้ไฟฟ้าแบบที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบเพียงบางส่วน (PTTA)

5) เพิ่มทางเลือกของวิธีการตรวจสอบการออกแบบ 3 วิธี ที่แตกต่างกันแต่ให้มีผลเทียบเท่ากัน โดยใช้วิธีการทดสอบ วิธีการเปรียบเทียบรายละเอียดการออกแบบขององค์ประกอบต่างๆ ซึ่งอ้างอิงจากตู้ไฟฟ้าที่ได้ผ่านการทดสอบแล้ว และวิธีการประเมินให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์การออกแบบหรือการคำนวณ

6) ชี้แจงรายละเอียดข้อกำหนดที่เกี่ยวกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันรวมเป็นวงจรภายในตู้ไฟฟ้าซึ่งเพิ่มในรายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ

7) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวประกอบไดเวอร์ซิตี้ที่กำหนด (Rated diversity factors; RDF) มากขึ้น ที่เป็นค่าเปอร์ยูนิต หรือค่าโหลดสมมติกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของตู้ไฟฟ้า ในขณะที่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปยังโหลดใช้นำไปคูณกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของวงจรภายในแต่ละหน่วยมีหน้าที่ของตู้ไฟฟ้า ก็จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าสมมติสำหรับใช้ในการจำลองโหลดเพื่อทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนประกอบที่ต่อรวมอยู่ในวงจร

8) ข้อกำหนดจากมาตรฐาน IEC 62208 สำหรับสิ่งปิดหุ้มหรือตู้ไฟฟ้าว่างเปล่า ได้นำมารวมเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน IEC 61439-1

9) ให้โครงสร้างมาตรฐานส่วนย่อยที่เป็นมาตรฐานเฉพาะ (ส่วนที่ 2 ถึง 7 ดูตารางที่ 1) ในชุดมาตรฐาน IEC 61439 สอดคล้องกับส่วนที่ 1 หรือ IEC 61439-1 “กฎเกณฑ์ทั่วไป”

3. การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของ IEC 61439-1

1) มาตรฐาน IEC 61439-1 ยกเลิกคำจำกัดความและบทนิยามของตู้ไฟฟ้าแบบที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (Type-tested assemblies; TTA) และตู้ไฟฟ้าแบบที่ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบเพียงบางส่วน (partially type-tested assemblies; PTTA) ที่ซึ่งทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนมากในการเลือกใช้ตู้ไฟฟ้าถึงความแตกต่างระหว่าง 2 แบบนี้ แล้วให้คำจำกัดความและบทนิยามใหม่คือ ระบบตู้ไฟฟ้า (ASSEMBLY system)

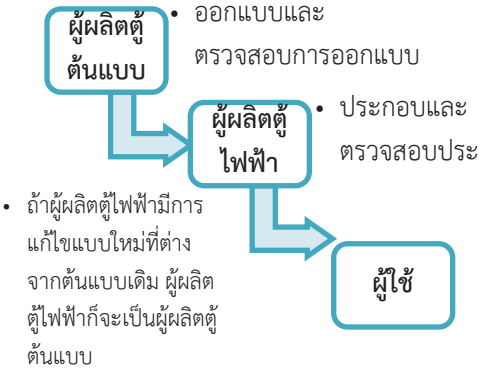
2) ยกเลิกวิธีการตรวจสอบตู้ไฟฟ้าโดยการทดสอบเฉพาะแบบ (Type tests) ที่เลือกปฏิบัติระหว่างตู้ไฟฟ้าแบบ TTA และตู้ไฟฟ้าแบบ PTTA ซึ่งมี 7 การทดสอบเฉพาะแบบ แทนด้วยการตรวจสอบการออกแบบตู้ไฟฟ้า (design verification) ซึ่งมี 12 การตรวจสอบ (รวม 21 เรื่องที่ต้องยืนยันให้เป็นไปตาม IEC 61439-1) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 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. ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (Clearances and creepage distances)	5. ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (Clearances and creepage distances)
6. การปฏิบัติงานทางกล (Mechanical operation)	6. การปฏิบัติงานทางกล (Mechanical operation)
7. ระดับชั้นการป้องกัน	7. ระดับชั้นการป้องกันของสิ่ง
(Degree of protection)	ปิดหุ้ม (Degree of protection of enclosures)
ส่วนที่เพิ่มและชี้ชัด	8. ความคงทนของวัสดุ**และชิ้นส่วนประกอบ** (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)

3) มีการให้คำจำกัดความเกี่ยวกับผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าใหม่และชี้ชัดหน้าที่ จากฉบับเก่าใช้คำว่า “ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้า (ASSEMBLY manufacturer)” ซึ่งแยกออกเป็นผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบ (original manufacturer) และผู้ผลิตตู้ไฟฟ้า (ASSEMBLY manufacturer) โดยจะมีหน้าที่แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างหน้าที่ของผู้ผลิต

4) มีการให้สัญลักษณ์และคำย่อของค่าคุณลักษณะทางไฟฟ้าใหม่ ซึ่งมาตรฐานฉบับเก่าไม่มี โดยผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบจะต้องปรับใช้ในการระบุค่าคุณลักษณะทางไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439-1 ดังต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated voltage, Un) เพิ่มสัญลักษณ์ Un

- กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของตู้ไฟฟ้า (Rated current of the ASSEMBLY; InA) เพิ่มคำและสัญลักษณ์ InA

- กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของวงจรไฟฟ้า (Rated current of a circuit, Inc) แก้ไขสัญลักษณ์ใหม่เป็น Inc จากฉบับเก่า In

- ตัวประกอบไดเวอร์ซิตีที่กำหนด (Rated diversity factor; RDF) เพิ่มคำย่อ RDF

- ความถี่ที่กำหนด (Rated frequency; fn) เพิ่มสัญลักษณ์ fn ใหม่ จากฉบับเก่าไม่มี

5) มีการให้ 3 วิธีการตรวจสอบที่ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบสามารถเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมได้ซึ่งมีผลเทียบเท่ากัน (มาตรฐานฉบับเก่าจะมีเพียงการทดสอบเฉพาะแบบ) คือ

- การตรวจสอบโดยวิธีการเปรียบเทียบกับการออกแบบอ้างอิงซึ่งเคยผ่านการทดสอบแล้ว หรือ

- การตรวจสอบโดยวิธีการประเมิน เช่น การยืนยันการออกแบบตู้ไฟฟ้าด้วยวิธีการคำนวณและกฎเกณฑ์การออกแบบ หรือ

- การตรวจสอบโดยวิธีการทดสอบ

แต่จะไม่สามารถใช้ 3 วิธีการตรวจสอบนี้ได้กับทุกเรื่องที่ตรวจสอบดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งจากการเพิ่มวิธีการตรวจสอบนี้ ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบสามารถเลือกวิธีการการตรวจสอบที่เหมาะสม ในกรณีที่มีการแก้ไขหรือเพิ่มจากตู้ไฟฟ้าต้นแบบเดิมโดยมีการจัดเตรียมหรือการจัดวางอุปกรณ์ที่อ้างอิงจากการออกแบบตู้ไฟฟ้าที่เคยผ่านการตรวจสอบตามชุดมาตรฐาน IEC 61439 ที่เกี่ยวข้องแล้ว ก็สามารถใช้วิธีการประเมินหรือวิธีการเปรียบเทียบตามข้อกำหนดของมาตรฐานในแต่ละหัวข้อการตรวจสอบที่ระบุว่าสามารถใช้วิธีการเหล่านี้ได้ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนดของวิธีการดังกล่าวก็จะต้องดำเนินการตรวจสอบโดยใช้วิธีการทดสอบต่อไป

ตารางที่ 4 รายการตรวจสอบการออกแบบ [2]

ข้อที่	คุณลักษณะที่จะตรวจสอบ	ตัวเลือกการตรวจสอบที่สามารถใช้ได้		
		การทดสอบ	การเปรียบเทียบกับการออกแบบอ้างอิง	การประเมิน
1	ความคงทนของวัสดุและชิ้นส่วน:			
1.1	ความทนต่อการกัดกร่อน	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
1.2	เสถียรภาพทางความร้อน	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
1.3	ความทนความร้อนผิดปกติและไฟเนื่องจากผลกระทบทางไฟฟ้าภายในตู้	ใช้	ไม่ใช้	ใช้
1.4	ความต้านทานต่อรังสีอัลตร้าไวโอเลต (UV)	ใช้	ไม่ใช้	ใช้
1.5	การยกย้าย/ขนย้าย	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
1.6	การกระแทกทางกล	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
1.7	เครื่องหมายสัญลักษณ์/ป้ายชื่อ	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
2	ระดับชั้นการป้องกันของสิ่งปิดหุ้ม	ใช้	ไม่ใช้	ใช้
3	ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
4	การป้องกันไฟฟ้าช็อตและความสมบูรณ์ของวงจรป้องกัน:			
4.1	ความต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้าแบบเปิดโล่งของตู้ไฟฟ้าและวงจรป้องกัน	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้
4.2	ความทนต่อการลัดวงจรของวงจรป้องกัน	ใช้	ใช้	ไม่ใช้
5	การรวมกันของอุปกรณ์สวิตช์และส่วนประกอบ	ไม่ใช้	ไม่ใช้	ใช้
6	วงจรไฟฟ้าภายในและการเชื่อมต่อ	ไม่ใช้	ไม่ใช้	ใช้
7	ขั้วต่อสำหรับตัวนำภายนอก	ไม่ใช้	ไม่ใช้	ใช้

8 8.1 8.2	คุณสมบัติไดอิเล็กทริก: แรงดันไฟฟ้าทนความถี่กำลังได้ แรงดันไฟฟ้าทนอิมพัลส์ได้	ใช้ ใช้	ไม่ใช้ ไม่ใช้	ไม่ใช้ ใช้
9	ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	ใช้	ใช้	ใช้
10	ความทนการลัดวงจร	ใช้	ใช้	ไม่ใช้
11	ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)	ใช้	ไม่ใช้	ใช้
12	การปฏิบัติงานทางกล	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้

6) เพิ่มการตรวจสอบใหม่ในเรื่องของความคงทนของวัสดุและชิ้นส่วนประกอบ (Strength of material and parts) ซึ่งมาตรฐานฉบับเก่าไม่มี จะต้องดำเนินการกับตู้ไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ จากตารางที่ 4 การตรวจสอบประกอบไปด้วยเรื่องที่ต้องตรวจสอบ 7 เรื่อง และสำหรับตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการรับรองจากชุดมาตรฐาน IEC 60439 ที่เกี่ยวข้องแล้วจะต้องตรวจสอบในเรื่องนี้เพิ่ม เพื่อขอรับรองมาตรฐานใหม่เป็น IEC 61439

7) การตรวจสอบคุณสมบัติไดอิเล็กทริก มี 2 วิธีการตรวจสอบที่เพิ่มใหม่ คือ

1. การทดสอบแรงดันไฟฟ้าทนความถี่กำลังได้ (มาตรฐานฉบับเก่าไม่มี) โดยจะต้องดำเนินการทดสอบกับวงจรหลัก (แท่งตัวนำหรือสายตัวนำหลักของตู้ไฟฟ้า) วงจรช่วยและวงจรควบคุมที่เชื่อมต่อกับวงจรหลัก (เช่น อุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ควบคุม) โดยจะป้อนค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามตารางที่ 5 และสำหรับวงจรช่วยหรือวงจรควบคุมไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรงที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับวงจรหลักของตู้ไฟฟ้าจะต้องอยู่ภายใต้ค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามตารางที่ 6

ตารางที่ 5 แรงดันไฟฟ้าทดสอบความทนความถี่กำลังได้สำหรับวงจรหลัก [2]

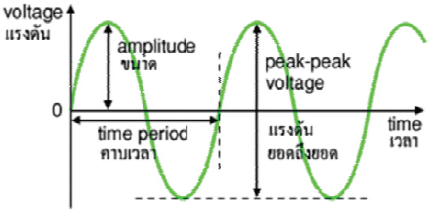
แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด Ui (เฟสถึงเฟสไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรง โวลต์(V))	แรงดันไฟฟ้าทดสอบไดอิเล็กทริกไฟฟ้ากระแสสลับ (a.c.r.m.s.) โวลต์(V)	แรงดันไฟฟ้าทดสอบไดอิเล็กทริกไฟฟ้ากระแสตรง (d.c.) โวลต์(V)
$U_i \leq 60$	1000	1415
$60 < U_i \leq 300$	1500	2120
$300 < U_i \leq 690$	1890	2670
$690 < U_i \leq 800$	2000	2630
$800 < U_i \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_i \leq 1500$ [1)]	-	3820

[1)] สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น

ตารางที่ 6 แรงดันไฟฟ้าทนความถี่กำลังได้สำหรับวงจรช่วยและวงจรควบคุม [2]

แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด U_i (เฟส ถึง เฟส) โวลต์(V)	**แรงดันไฟฟ้าทดสอบไดอิเล็กทริก ไฟฟ้ากระแสสลับ (a.c. r.m.s.) โวลต์(V)**
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	ดูตารางที่ 6

โดยสัญญาณแรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องมีรูปแบบคลื่นสัญญาณไซน์พื้นฐาน (ภาพที่ 4) และความถี่ระหว่าง 45 ถึง 65 เฮิรตซ์ (สำหรับประเทศไทย 50 เฮิรตซ์)



ภาพที่ 4 รูปแบบสัญญาณแรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณไซน์พื้นฐาน

ค่าความถี่ไฟฟ้ามีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่รับได้ ± 3% ที่ความถี่กำลัง ในขณะที่ป้อนแรงดันทดสอบช่วงแรกจะต้องไม่เกิน 50% ของค่าที่จะทดสอบสูงสุด แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปถึงค่าแรงดันทดสอบสูงสุด และคงค่าไว้ 5 วินาที ที่บริเวณ

ระหว่างทุกส่วนที่มีไฟฟ้า (ตัวนำไฟฟ้า) ของวงจรหลักที่เชื่อมต่อกัน (รวมทั้งวงจรควบคุมและวงจรช่วยที่ต่อกับวงจรหลัก) และส่วนที่นำไฟฟ้าได้เปิดโล่ง

ระหว่างแต่ละส่วนที่มีไฟฟ้าของวงจรหลักและส่วนที่มีไฟฟ้าอื่นๆ กับส่วนที่นำไฟฟ้าได้เปิดโล่งเชื่อมต่อกัน

ระหว่างแต่ละวงจรควบคุมและวงจรช่วยที่ไม่ได้เชื่อมต่อตามปกติไปยังวงจรหลักกับวงจรหลัก วงจรอื่นๆ และส่วนที่นำไฟฟ้าได้เปิดโล่งรวมถึงสิ่งปิดหุ้มตู้ไฟฟ้าที่ต่อลงดิน

ผลที่ต้องการ รีเลย์กระแสเกินจะต้องไม่ทำงานและจะไม่มีการปล่อยประจุทำลายในระหว่างการทดสอบ (ดังภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลของรีเลย์กระแสเกินทำงานและการเกิดประจุไฟฟ้าทำลาย

2. การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าทนอิมพัลส์ได้ เพิ่มวิธีการประเมินซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบสามารถเลือกปฏิบัติได้ นอกเหนือจากวิธีการทดสอบ โดยจะดำเนินการตรวจสอบประเมินระยะห่างในอากาศ โดยใช้วิธีการวัดระยะระหว่างตัวนำเฟสกับตัวนำกลาง หรือตัวนำป้องกัน และส่วนที่นำไฟฟ้าได้เปิดโล่ง (โครงสร้างตู้ แผ่นกั้นช่อง ผนังกั้น เป็นต้น) ซึ่งระยะห่างในอากาศต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 7 หรือประเมินจากข้อมูลของผู้ผลิตอุปกรณ์ว่าอุปกรณ์ที่รวมอยู่ทั้งหมดนั้นเหมาะสำหรับแรงดันไฟฟ้าทนอิมพัลส์ได้ที่กำหนด (U_{imp})

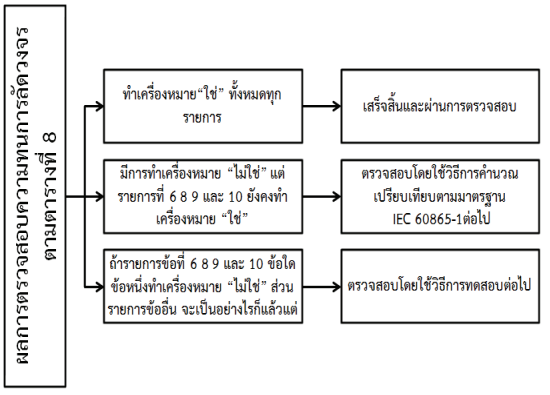
ตารางที่ 7 ระยะห่างในอากาศต่ำสุด [2]

แรงดันไฟฟ้าทนอิมพัลส์ได้ที่กำหนด U_{imp} kV	ระยะห่างในอากาศ มม.
≤ 2.5	1.5
4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

8) การตรวจสอบความทนการลัดวงจร เพิ่มวิธีการตรวจสอบโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบการออกแบบอ้างอิงตู้ไฟฟ้าต้นแบบที่ผ่านการทดสอบแล้วได้ (มาตรฐานฉบับเก่ามีเพียงวิธีการทดสอบ) โดยวิธีการเปรียบเทียบจะสามารถดำเนินการได้ 2 วิธีอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

1. การตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกับการออกแบบอ้างอิง โดยใช้รายการตรวจสอบตามตารางที่ 8 ผลที่ต้องการจะผ่านการตรวจสอบถ้าทุกรายการมีการทำเครื่องหมาย “ใช่” แต่ถ้า “ไม่ใช่” แล้วรายการข้อที่ 6, 8, 9 และ 10 ยังคงมีการทำเครื่องหมาย “ใช่” ทุกข้อก็จะสามารถตรวจสอบโดยใช้การเปรียบเทียบ

ด้วยวิธีการคำนวณตามมาตรฐาน IEC 60865-1 ได้ แต่ถ้ามีการทำเครื่องหมาย “ไม่ใช่” ข้อใดข้อหนึ่งก็จะใช้วิธีการทดสอบต่อไปแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ไดอะแกรมผลการตรวจสอบเปรียบเทียบโดยใช้รายการตรวจสอบตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 รายการตรวจสอบความทนการลัดวงจร [2]

รายการที่	ข้อกำหนดที่จะพิจารณา	ใช่	ไม่ใช่
1	พิกัดความทนต่อการลัดวงจรแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับการออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
2	ขนาดพื้นที่หน้าตัดของบัสบาร์และตัวเชื่อมต่อของแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับการออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
3	ระยะห่างระหว่างบัสบาร์และตัวเชื่อมต่อของแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับการออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
4	ฐานรองรับบัสบาร์ของแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบมีชนิดเดียวกัน รูปร่างเหมือนกัน วัสดุเหมือนกันและมีระยะห่างเดียวกันหรือน้อยกว่าตลอดความยาวของบัสบาร์ที่อ้างอิงการออกแบบใช่หรือไม่ และมีโครงสร้างที่ติดตั้งสำหรับสิ่งรองรับแท่งตัวนำด้วยการออกแบบและความแข็งแรงทางกลแบบเดียวกันใช่หรือไม่	☐	☐
5	วัสดุและคุณสมบัติวัสดุของตัวนำแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบ เหมือนกันกับการออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
6	อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบ เทียบเท่ากับตู้ที่มาจากการสร้างแบบเดียวกันและชุด[1] ข้อจำกัดคุณลักษณะที่เท่ากันหรือมากกว่า (I^2t, I_{pk}) บนพื้นฐานข้อมูลของผู้ผลิตอุปกรณ์และมีการจัดเรียงเหมือนกันกับการออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
7	ความยาวของตัวนำที่มีไฟฟ้าที่ไม่มีการป้องกันให้เป็นไปตามข้อ 8.6.4 ในมาตรฐาน IEC 61439-1ของแต่ละวงจรที่ไม่ป้องกันของตู้ไฟฟ้าที่จะเปรียบเทียบ น้อยกว่าหรือเท่ากับชุดออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
8	ถ้าหากตู้ไฟฟ้าที่เปรียบเทียบประกอบด้วยสิ่งปิดหุ้ม สิ่งปิดหุ้มนั้นได้ออกแบบอ้างอิงกับสิ่งปิดหุ้มที่ได้ผ่านการทดสอบแล้วใช่หรือไม่	☐	☐
9	สิ่งปิดหุ้มของตู้ไฟฟ้าที่จะเปรียบเทียบ มีการออกแบบเป็นแบบเดียวกันและอย่างน้อยที่สุดมีขนาดเหมือนกันกับชุดออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐
10	ตู้ปิดแต่ละวงจรของตู้ไฟฟ้าที่จะประเมินในการออกแบบทางกลเหมือนกันและอย่างน้อยมีขนาดเดียวกับชุดออกแบบอ้างอิงใช่หรือไม่	☐	☐

'ใช่' ทุกข้อกำหนดผ่านการตรวจสอบความทนการลัดวงจร'ไม่ใช่' ข้อกำหนดใดข้อกำหนดหนึ่ง จะดำเนินการการตรวจสอบโดยวิธีคำนวณหรือวิธีการทดสอบต่อไป

[1] อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรในการผลิตเดียวกันแต่ชุดที่แตกต่างกันอาจมีการพิจารณาเทียบเท่ากับที่ผู้ผลิตอุปกรณ์ระบุลักษณะการทำงานจะเหมือนกันหรือมากกว่าในทุกประการที่เกี่ยวข้องทั้งหมดกับชุดที่ใช้ตรวจสอบเช่น ความจุทำลายและข้อจำกัดคุณลักษณะ (I^2t,I_{pk}) และอื่นๆ

2. การตรวจสอบโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบจากการคำนวณค่าแรงความเค้นการลัดวงจรและทางความร้อนของโครงสร้างการจัดวางตัวนำไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้าที่พิจารณาจากการคำนวณตามมาตรฐาน IEC 60865-1 เทียบกับผลการคำนวณตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบแล้ว ซึ่งผลที่ต้องการสำหรับการเปรียบเทียบ

โดยใช้วิธีการคำนวณ จะถือว่าผ่านการตรวจสอบ ถ้าการคำนวณแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างการจัดวางตัวนำที่พิจารณา (NTS) มีแรงความเค้นการลัดวงจร และทางความร้อนเพียงพอ ไม่สูงเกินกว่าโครงสร้างที่เคยผ่านการทดสอบแล้ว (TS)

9) การตรวจสอบขีดจำกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นภายในตู้ไฟฟ้า มาตรฐานให้วิธีการตรวจสอบ 3 วิธีที่มีผลเทียบเท่ากัน (มาตรฐานฉบับเก่ามีเพียงวิธีการทดสอบ) โดยผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบสามารถใช้วิธีการประเมินหรือวิธีการเปรียบเทียบหรือวิธีการทดสอบอย่างใดอย่างหนึ่งที่เหมาสมได้ ดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบโดยวิธีการประเมินจากการคำนวณจะพิจารณาจากกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของอุปกรณ์ที่ต่อรวมอยู่ภายในวงจรหลักของตู้ไฟฟ้า (เช่น ตัวนำไฟฟ้า ตัวตัดวงจร และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ) รวมถึงค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดของวงจรโดยคำนวณหา

- ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของตัวนำที่มีไฟฟ้าทั้งวงจรหลักของหน่วยด้านเข้าและวงจรกระจายของหน่วยด้านออกที่อยู่ภายในตู้ไฟฟ้า

- ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์สวิตซ์ (ตัวตัดวงจร) อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งได้ข้อมูลจากผู้ผลิตอุปกรณ์

จากนั้นนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมมารวมกัน (แสดงตัวอย่างการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมดังภาพที่ 7 และตารางที่ 9) เพื่อนำไปพิจารณาค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้อาจจะได้มาจากผู้ผลิตสิ่งปิดหุ้มตู้ไฟฟ้า หรือได้จากการวัดประสิทธิผลกำลังไฟฟ้าสูญเสียของสิ่งปิดหุ้มตู้ไฟฟ้า หรือโดยวิธีการทดสอบจำลองค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยใช้วิธีของตัวต้านทานให้ความร้อนที่สร้างความร้อนเทียบเท่ากับความสามารถที่จะเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตั้งใจไว้ของสิ่งปิดหุ้มตู้ไฟฟ้า หรือใช้วิธีการคำนวณตามมาตรฐาน IEC 60890 วิธีการคำนวณที่กล่าวมานี้อาจจะทำได้ ถ้ามีข้อมูลเป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐาน IEC 61439-1

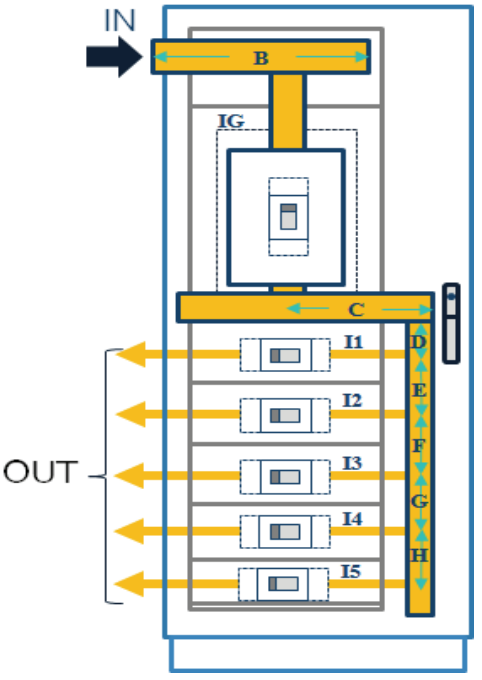
2. การตรวจสอบโดยวิธีการเปรียบเทียบ ถ้าตู้ไฟฟ้าที่พิจารณามีการอออกแบบอ้างอิงจากตู้ไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบมาแล้วก็จะสามารถดำเนินการตรวจสอบตามวิธีการนี้ได้ แต่ถ้ามีการจัดเตรียมหรือการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ของตู้ไฟฟ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดก็ใช้วิธีการทดสอบต่อไป

3. การตรวจสอบโดยวิธีการทดสอบมาตรฐานเพิ่มวิธีการทดสอบ 3 วิธี ซึ่งให้ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบพิจารณาเลือกวิธีการทดสอบที่เหมาะสมสำหรับตู้ไฟฟ้าวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

ก. การทดสอบครั้งเดียว

ข. การทดสอบแยกแต่ละหน่วยมีหน้าที่ (ตัวตัดวงจรหรือเซอร์กิตเบรคเกอร์) และตู้ไฟฟ้าสมบูรณ์ (รวมเป็น 2 ขั้นตอน)

ค. การทดสอบแยกส่วนโครงสร้างตู้ปิดที่ประกอบกันเป็นตู้ควบคุมไฟฟ้าแบบชุด โดยจะแยกทดสอบแต่ละหน่วยมีหน้าที่ ตัวนำหลัก ตัวนำกระจาย และตู้ไฟฟ้าสมบูรณ์ (รวมเป็น 4 ขั้นตอน)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบภาพร่างการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้าประกอบการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสีย [8]

ตารางที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียภายในตู้ไฟฟ้าจากภาพที่ 7 [8]

Circuit-breaker	I_{max} [A] 1)	I_{Load} [A] 2)	P_{max} [W] 3)	P_{Load} [W] 4)
IG	1600	1214	215	160.9
I1	160	50	51	7.47
I2	160	50	51	7.47
I3	160	50	51	7.47
I4	160	50	51	7.47
I5	160	50	51	7.47
กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของตัวตัดวงจร				198.3
Busbar	**Cross-section [mm.xmm.]**	**Length [mm.]**	I_{Load} [A] 2)	P_{Load} [W] 5)
B	3 x (60x10)	360	1214	21.2
C	3 x (60x10)	480	1214	28.2
D	(80x10)	100	1214	13.8
E	(80x10)	200	1164	25.5
F	(80x10)	200	150	เล็กน้อย 6)
G	(80x10)	200	100	เล็กน้อย 6)
H	(80x10)	200	50	เล็กน้อย 6)
กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของแท่งตัวนำ				89
กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวม				
แท่งตัวนำ	สายตัวนำ	อุปกรณ์	รวม	
89	0	198.3	287.3	

1) I_{max} คือค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์

2) I_{Load} คือค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานจริงหรือค่าสมมติขณะมีโหลดต่อเนื่องตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์หรือผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบระบุไว้

3) P_{max} คือค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียสูงสุดของอุปกรณ์

4) P_{Load} คือค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นขณะที่มีกระแสไฟฟ้า I_{Load} โดย $P_{Load} = P_{max}\left(\frac{I_{Load}}{I_{Max}}\right)^2$

5) ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นขณะที่ตัวนำมีกระแสไฟฟ้าที่ I_{Load} โดย $P_{Load} = P_{max}\left(\frac{I_{Load}}{I_{Max}}\right)^2$ x ความยาว x จำนวนเฟสที่มีไฟฟ้า

6) เนื่องจากมีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียเพียงเล็กน้อยจึงไม่นำมาคิด

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอความแตกต่างของมาตรฐาน IEC 61439-1 (ฉบับใหม่) เปรียบเทียบกับ IEC 60439-1 (ฉบับเก่า) ถึงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของมาตรฐาน ซึ่งผลจากการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดต่างๆ ในมาตรฐานและวัตถุประสงค์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามาตรฐาน IEC 61439-1 จะชี้ชัดกฎเกณฑ์ทั่วไปสำหรับ

การออกแบบและการตรวจสอบการออกแบบและใช้เป็นมาตรฐานหลักของชุดมาตรฐาน IEC 61439 มีรายละเอียดที่ครอบคลุมเนื้อหา เข้าใจง่ายมากขึ้น

ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบจะมีทางเลือกสำหรับวิธีการตรวจสอบในบางเรื่องที่จะใช้สำหรับตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439 ที่เกี่ยวข้อง ช่วยลดขั้นตอนที่ยุ่งยากในบางการตรวจสอบ

สำหรับตู้ไฟฟ้าซึ่งเคยผ่านการรับรองจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของ IEC 60439 แล้ว โดยการทดสอบเฉพาะแบบ ถ้าหากว่าผลการทดสอบที่เกี่ยวข้องเดิมยังคงเป็นไปตามข้อกำหนดในชุดมาตรฐาน IEC 61439 ก็ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบซ้ำในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการตรวจสอบเพิ่มเฉพาะเรื่องที่ยังไม่มีผลการตรวจสอบเพื่อยืนยันการออกแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดของชุดมาตรฐาน IEC 61439 ที่เกี่ยวข้อง

บทความนี้อาจช่วยให้แนวทางสำหรับผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบและผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าภายในประเทศได้พิจารณาถึงส่วนที่จะต้องดำเนินการเพิ่มเติมสำหรับการตรวจสอบที่จำเป็นและทางเลือกของวิธีการตรวจสอบที่เพิ่มใหม่ เพื่อให้ได้ผลการตรวจสอบมาประกอบการขอรับรองมาตรฐาน IEC 61439 ในกรณีที่ตู้ไฟฟ้าเคยผ่านการรับรองตามมาตรฐาน IEC 60439 ซึ่งมาตรฐานจะยกเลิก และสิ้นสุดในปีพุทธศักราช 2557 และจะต้องปรับให้เป็น IEC 61439 ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2558 เป็นต้นไป แต่ถ้าผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าต้นแบบและผู้ผลิตตู้ไฟฟ้ายังไม่ได้มีการรับรองมาตรฐานก็ขอส่งเสริมให้มีการขอรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 61439 ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มโอกาสทางการค้าระหว่างประเทศและใส่ใจถึงความปลอดภัยสูงสุดที่ผู้ใช้จะได้รับต่อไป

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของมาตรฐานฉบับใหม่นี้ ผู้ใช้จะได้รับผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน และอายุการใช้งานของตู้ไฟฟ้ายาวนานมากขึ้น เนื่องจากมาตรฐาน IEC 61439-1 ได้เพิ่มวิธีการตรวจสอบความคงทนของวัสดุสิ่งปิดหุ้ม ดังนั้นวัสดุที่ใช้เป็นสิ่งปิดหุ้มตู้ไฟฟ้าก็จะมีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ดีมากขึ้น และบทความนี้ก็ขอเป็นแนวทางสำหรับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ตู้ไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61439 ต่อไป

การศึกษาต่อไปสามารถศึกษาลงรายละเอียดในแต่ละการทดสอบ อาจจะเป็นการจำลองวิธีการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องเผยแพร่มากขึ้น กระตุ้นให้ผู้ผลิตตู้ไฟฟ้าและผู้ใช้ภายในประเทศเห็นความสำคัญของมาตรฐาน มีบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในด้านการทดสอบตู้ไฟฟ้า และจะได้มีห้องปฏิบัติการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบสมบูรณ์ภายในประเทศต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] International Electrotechnical Commission. 2004. Low-Voltage Switchgear and Controlgeer Assemblies Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies. IEC 60439-1

[2] _____. 2011. Low-voltage switchgear and controlgear assemblies Part 1: General rules. IEC 61439-1

[3] http://shopmyhouse.blogspot.com/ 2012/09/ blog-post_16.html

[4] http://ticcorp.net/?attachment_id=649

[5] http://www.seopacket.com/006205/

[6] http://www.torwitchukorn.com/product/634323/MDB%20Outdoor.html

[7] http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/mysearchajax?Openform&key=IEC%2061439&sorting=&start=1&onglet=1

[8] ABB Ltd. 2009. Guidelines to the construction of a low-voltage assembly complying with the Standards IEC 61439 Part 1 and Part 2. http://www.abb.ie/cawp/seitp202/9de67d8b4531f079c12577d600398821.aspx