การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สารบัญ

หน้าที่

1. นิยามคำศัพท์ 4
2. วัตถุประสงค์และขอบเขต 7
3. ความรับผิดชอบของผู้ขอใช้บริการ 7
4. ข้อกำหนดทั่วไป 8
5. ระบบมาตรวัดไฟฟ้าและการขอใช้ไฟฟ้า 10
6. รูปแบบการเชื่อมต่อและระบบป้องกัน 10
7. การควบคุมคุณภาพไฟฟ้า 12
8. ระบบการแสดงผลและควบคุมระยะไกล 12
9. การปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า 12
10. ระบบการติดต่อสื่อสาร 13

ภาคผนวก 1 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ภาคผนวก 2 คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
ภาคผนวก 3 การตรวจสอบการติดตั้งระบบอัดประจุไฟฟ้า การตรวจวัดและการทดสอบความปลอดภัยระบบอัดประจุไฟฟ้า และการทดสอบสถานะการอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า
ภาคผนวก 4 เอกสารการยื่นขอใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
ภาคผนวก 5 รูปแบบการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
ภาคผนวก 6 ข้อกำหนดการควบคุมแรงดันกระเพื่อมเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม
ภาคผนวก 7 ข้อกำหนดการควบคุมฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้า
สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563

ด้วยพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 มาตรา 81 กำหนดให้ผู้รับใบอนุญาตที่มีระบบโครงข่ายพลังงานต้องยินยอมให้ผู้รับใบอนุญาตหรือผู้ประกอบกิจการพลังงานรายอื่นใช้หรือเชื่อมต่อระบบโครงข่ายพลังงานของตน ตามข้อกำหนดที่ผู้รับใบอนุญาตที่มีระบบโครงข่ายพลังงานประกาศกำหนด เพื่อให้เป็นไปตามบทบัญญัติของกฎหมายดังกล่าว อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 วรรค 2 แห่งพระราชบัญญัติการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2503 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จึงออกระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563 โดยให้มีผลบังคับใช้ระเบียบนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

1. นิยามคำศัพท์

“ระบบโครงข่ายไฟฟ้า”	หมายความว่า	ระบบส่งไฟฟ้าหรือระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้า”	หมายความว่า	หน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละเขต
“PEA Electric Vehicle Charging Station Management System, PEA EVMS”	หมายความว่า	ระบบควบคุมและบริหารจัดการระบบอัดประจุไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ผู้ใช้ไฟฟ้า”	หมายความว่า	ผู้ที่ทำสัญญาซื้อไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ผู้ขอใช้บริการ”	หมายความว่า	ผู้ใช้ไฟฟ้าที่เป็นผู้ประกอบกิจการที่ขออนุญาตเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ผู้เชื่อมต่อ”	หมายความว่า	ผู้ขอใช้บริการที่ได้รับอนุญาตจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้เชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ผู้ประกอบกิจการ”	หมายความว่า	ผู้ประกอบการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550
“เหตุผิดปกติ”	หมายความว่า	เหตุการณ์ใดๆ ที่เกิดขึ้นและมีผลกระทบต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าหรือการปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า ทั้งในกรณีที่มีไฟฟ้าดับและไม่มีไฟฟ้าดับ
“จุดต่อร่วม”	หมายความว่า	ตำแหน่งในระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่อยู่ใกล้กับผู้เชื่อมต่อที่สุด ซึ่งผู้เชื่อมต่อหรือผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นอาจต่อร่วมได้
“จุดเชื่อมต่อ”	หมายความว่า	จุดที่อุปกรณ์ของผู้เชื่อมต่อ เชื่อมต่อเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
“ระบบควบคุมระยะไกล (Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA)”	หมายความว่า	ระบบการควบคุมเฝ้ามองระยะไกลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและหรือ การชี้บอกสถานะของอุปกรณ์ที่อยู่ห่างไกลออกไป
“สถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า” หรือ “สถานีอัดประจุไฟฟ้า”	หมายความว่า	สถานที่ซึ่งให้บริการอัดประจุไฟฟ้าแก่ยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์และมีรายได้จากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

“ยานยนต์ไฟฟ้า” หรือ “Electric Vehicle (EV)”	หมายความว่า	ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรือระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ ชนิดอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ (Rechargeable energy storage system: RESS) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้งานบนถนนสาธารณะเป็นหลัก
“การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1”	หมายความว่า	การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าใดๆ และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A
“การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2”	หมายความว่า	การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (In-cable control and protection device: IC-CPD) และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 32 A
“การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3”	หมายความว่า	การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสสลับที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ
“การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4”	หมายความว่า	การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ
“เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (Charger)”	หมายความว่า	บริภัณฑ์สำหรับใช้บรรจุพลังงานไฟฟ้าลงไปในแบตเตอรี่หรือระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ ชนิดอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ของยานยนต์ไฟฟ้า เฉพาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หรือ 4 เท่านั้น
“บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle supply equipment : EVSE)”	หมายความว่า	บริภัณฑ์หรือการรวมกันของบริภัณฑ์ที่มีการจัดเตรียมเพื่อจุดประสงค์ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งทางไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไปยังยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อจุดประสงค์สำหรับการอัดประจุไฟฟ้า
“หัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า”	หมายความว่า	จุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าไปยังยานยนต์ไฟฟ้า
“ระบบมาตรวัดไฟฟ้า”	หมายความว่า	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคติดตั้งเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้า
“ระบบมาตรวัดไฟฟ้า EV (EV Meter)”	หมายความว่า	ระบบมาตรวัดไฟฟ้า สำหรับโหลดยานยนต์ไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
“โหลดยานยนต์ไฟฟ้า (EV Load)”	หมายความว่า	โหลดเฉพาะการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
“โหลดที่ไม่ใช่โหลดยานยนต์ไฟฟ้า (Non-EV Load)”	หมายความว่า	โหลดที่ไม่ใช่การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

“เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device : RCD)”	หมายความว่า	อุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับเหตุการณ์ไฟฟ้ารั่ว และทำการตัดไฟเพื่อรักษาชีวิตบุคคลที่ถูกไฟฟ้าดูด รวมทั้งป้องกันทรัพย์สินเสียหายเนื่องจากไฟไหม้ที่เกิดจากไฟฟ้ารั่วในปริมาณมาก
“Charge Point Operator (CPO)”	หมายความว่า	ผู้ให้บริการระบบควบคุมและบริหารจัดการระบบอัดประจุไฟฟ้า
“ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Systems : ESS)”	หมายความว่า	ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ติดตั้งร่วมกับระบบอัดประจุไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์และขอบเขต

2.1 วัตถุประสงค์

ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563 เป็นการกำหนดหลักเกณฑ์ขั้นต่ำด้านเทคนิค การออกแบบ รายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้า และมาตรฐานการติดตั้ง สำหรับผู้ขอใช้บริการที่ต้องการจะเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จะต้องปฏิบัติตาม โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1.1 เพื่อให้มีวิธีการที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อระหว่างผู้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า โดยกำหนดพื้นฐานในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าไว้เพื่อเป็นหลักปฏิบัติโดยเท่าเทียมกัน

2.1.2 เพื่อให้มีการกำหนดระเบียบพื้นฐานอย่างชัดเจน ครอบคลุมด้านเทคนิคขั้นต่ำในการออกแบบสำหรับผู้ขอใช้บริการ รวมทั้งรายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งที่จุดเชื่อมต่อ

2.1.3 เพื่อให้การเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีประสิทธิภาพและความปลอดภัย

2.1.4 เพื่อควบคุมคุณภาพไฟฟ้าในการจ่ายไฟสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ภายหลังมีผู้เชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าแล้ว

2.2 ขอบเขต

ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563 ฉบับนี้ ใช้กับผู้ขอใช้บริการที่เป็นผู้ประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น

3. ความรับผิดชอบของผู้ขอใช้บริการ

ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบไฟฟ้า ให้มีรายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้า ตามรูปแบบการเชื่อมต่อในระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563 ฉบับนี้เป็นอย่างน้อย

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้มีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้า โดยพิจารณาทั้งด้านความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ของระบบโครงข่ายไฟฟ้า และผลประโยชน์ต่อส่วนรวมเป็นหลัก ซึ่งผู้ขอใช้บริการจะต้องยอมรับปฏิบัติตาม และจะนำไปเป็นเหตุอ้างเพื่อเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ ต่อการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมิได้

อนึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์ที่จะแก้ไข เปลี่ยนแปลง หรือกำหนดเงื่อนไขรายละเอียดอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยและความมั่นคงของระบบไฟฟ้า และผู้ขอใช้บริการจะต้องยอมรับและปฏิบัติตาม

4. ข้อกำหนดทั่วไป

4.1 ขนาดพิกัดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ผู้ขอใช้บริการขอเชื่อมต่อ

4.1.1 ระบบจำหน่าย 380/220 โวลต์

(1) ผู้ขอใช้บริการที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสามารถเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าแบบเฟสเดียวได้ หากมีขนาดพิกัดเครื่องอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งรวมกันไม่เกิน 8 กิโลวัตต์ และในกรณีมีขนาดพิกัดเครื่องอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งรวมเกินกว่า 8 กิโลวัตต์ ให้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าแบบสามเฟส

(2) ขนาดพิกัดติดตั้งรวมของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้บริการทุกราย ที่เชื่อมต่อภายใต้หม้อแปลงจำหน่ายลูกเดียวกัน จะต้องไม่เกินขีดจำกัดร้อยละ 30 ของพิกัดหม้อแปลงจำหน่าย และเมื่อรวมกับโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่แล้ว จะต้องไม่เกินขีดจำกัดร้อยละ 80 ของพิกัดหม้อแปลงจำหน่าย

(3) กรณีผู้ขอใช้บริการต้องการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเกินกว่าปริมาณตามข้อ 4.1.1 (2) ผู้ขอใช้บริการจะต้องขอเชื่อมต่อในระดับแรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์ หรือ 33 กิโลโวลต์ขึ้นไป

4.1.2 ระบบจำหน่าย 22 กิโลโวลต์ หรือ 33 กิโลโวลต์

(1) ผู้ขอใช้บริการสามารถติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมกัน ในระบบจำหน่าย 22 กิโลโวลต์ และ 33 กิโลโวลต์ ได้ไม่เกิน 3 เมกะวัตต์/วงจร และไม่เกิน 4 เมกะวัตต์/วงจร ตามลำดับ

(2) ขนาดพิกัดรวมของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบจำหน่าย 22 กิโลโวลต์ และ 33 กิโลโวลต์ ภายใต้หม้อแปลงกำลังลูกเดียวกัน จะต้องไม่เกินขีดจำกัดร้อยละ 30 ของพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังและเมื่อรวมกับโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่แล้ว จะต้องไม่เกินขีดจำกัดร้อยละ 75 ของพิกัดหม้อแปลงกำลัง

4.1.3 ระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์

ผู้ขอใช้บริการสามารถติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมในระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์ ได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของขนาดพิกัดสายส่งไฟฟ้า และเมื่อรวมกับโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่แล้ว จะต้องไม่เกินขีดจำกัดร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4.2 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะพิจารณาผลกระทบทางเทคนิคของการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าด้านต่างๆ เบื้องต้นก่อนที่ผู้ขอใช้บริการจะได้รับอนุญาตให้เชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ดังนี้

4.2.1 พิจารณาขนาดพิกัดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 4.1

4.2.2 **การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า** การเชื่อมต่อของสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะต้องไม่ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบโครงข่ายไฟฟ้าเกินพิกัดกระแสต่อเนื่องของอุปกรณ์ในระบบโครงข่ายไฟฟ้า

4.2.3 **การวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้า** การเชื่อมต่อของสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะต้องไม่ทำให้แรงดันไฟฟ้าในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอยู่นอกเกณฑ์มาตรฐานแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

หมายเหตุ : การเปรียบเทียบขนาดพิกัดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า และสายส่งไฟฟ้า ให้เปรียบเทียบหน่วย กิโลวัตต์หรือเมกะวัตต์ โดยแต่ละอุปกรณ์กำหนดค่า Power Factor (pf.) สำหรับการแปลงหน่วย ดังนี้ (1) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า ค่า pf. = 1.0 (2) หม้อแปลงไฟฟ้า ค่า pf. = 0.9 (3) สายส่งไฟฟ้า ค่า pf. = 0.9

4.3 ผู้ขอใช้บริการรายใดที่ไม่ผ่านหลักเกณฑ์การพิจารณาทางเทคนิคเบื้องต้นตามข้อ 4.2 หากผู้ขอใช้บริการยังมีความประสงค์ที่จะเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าอยู่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการศึกษาเพื่อแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งทางด้านการควบคุมกำลังไฟฟ้า การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า ถ้าหากมีความจำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบโครงข่ายไฟฟ้าหรือปรับปรุงอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อรองรับการควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้ขอใช้บริการจะต้องปฏิบัติตามระเบียบ คำสั่ง หลักเกณฑ์ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์การพิจารณาอนุญาตให้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าเป็นรายๆ ไป

ทั้งนี้ การพิจารณาการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงแผนงานหรือโครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วย

4.4 ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบควบคุมกำลังไฟฟ้า (Active power control) เพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละหัวจ่าย ให้สามารถปรับลดกำลังไฟฟ้าในปริมาณที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

4.5 ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนจากเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4.6 กรณีที่มีการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอื่นๆ ร่วมด้วย ผู้ขอใช้บริการจะต้องปฏิบัติตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าฉบับล่าสุด

4.7 ผู้ขอใช้บริการจะต้องแยกวงจรโหลดเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EV Load) ออกจากวงจรโหลดที่ไม่ใช่โหลดยานยนต์ไฟฟ้า (Non-EV Load) เพื่อให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถติดตั้ง EV Meter สำหรับซื้อขายพลังงานไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กับผู้ขอใช้บริการตามอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ ทั้งนี้หากตรวจพบการใช้ไฟฟ้าผิดประเภท ขอสงวนสิทธิ์คิดค่าไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด ต่อไป

4.8 การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบอัดประจุไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รายละเอียดตามภาคผนวก 1 หากไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดดังกล่าว ให้ใช้ข้อกำหนดอื่นๆ ตามที่คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานกำหนด

4.9 คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามรายละเอียดในภาคผนวก 2 หรืออยู่ในรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนอุปกรณ์กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4.10 การตรวจสอบการติดตั้งระบบอัดประจุไฟฟ้า การตรวจวัดและการทดสอบความปลอดภัยของระบบอัดประจุไฟฟ้า และการทดสอบสถานะการอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่รถยนต์ไฟฟ้า ให้ดำเนินการตามรายละเอียดในภาคผนวก 3

4.11 การเพิ่มขนาดพิกัดเครื่องอัดประจุไฟฟ้าหรือขยายระบบไฟฟ้าของผู้เชื่อมต่อ จากส่วนที่ได้รับอนุญาตให้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก่อน โดยส่งรายละเอียดแผนการเพิ่มขนาดพิกัดเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หรือขยายระบบไฟฟ้าของผู้เชื่อมต่อให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพิจารณาก่อนจะเริ่มดำเนินการ

5. ระบบมาตรวัดไฟฟ้า และการขอใช้ไฟฟ้า

5.1 ระบบมาตรวัดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าให้เป็นไปตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับมิเตอร์ที่มีผลบังคับใช้ในขณะนั้น

5.2 การขอใช้ไฟฟ้า ให้เป็นไปตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยการใช้ไฟฟ้าและบริการที่มีผลบังคับใช้ในขณะนั้น

5.3 เอกสารการยื่นขอใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า ให้เป็นไปตามภาคผนวก 4

6. รูปแบบการเชื่อมต่อและระบบป้องกัน

การเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าของผู้ขอใช้บริการเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้า ผู้ขอใช้บริการจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด โดยมีรูปแบบการเชื่อมต่อตามภาคผนวก 5

6.1 อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อจะต้องมีมาตรฐานตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

6.2 หม้อแปลงไฟฟ้าของผู้ขอใช้บริการจะต้องมีการเชื่อมต่อขดลวด (Winding Connection) สอดคล้องกับปริมาณการรับไฟ ตามภาคผนวก 5 หากไม่เป็นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก่อน

6.3 ผู้ขอใช้บริการจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าของตนเอง ตามระเบียบนี้ หรือติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติมอื่นๆ ตามความเหมาะสม ทั้งนี้การติดตั้งรีเลย์ระบบป้องกันจะต้องทำงานสอดคล้องกับระบบป้องกันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หลังจากเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าแล้ว หากมีความเสียหายเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความบกพร่องทางด้านอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าหรือสาเหตุอื่นๆ ที่ผู้เชื่อมต่อต้องรับผิดชอบ ผู้เชื่อมต่อจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายดังกล่าวทั้งหมด

6.4 ในกรณีที่ไม่มีรูปแบบการเชื่อมต่อและอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสมสำหรับผู้ขอใช้บริการรายใด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์การพิจารณารูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมเป็นรายๆ ไป

6.5 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อและอุปกรณ์ป้องกันตามความเหมาะสม เพื่อความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ของระบบโครงข่ายไฟฟ้า และผลประโยชน์ต่อส่วนรวมเป็นหลัก

7. การควบคุมคุณภาพไฟฟ้า

7.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า

มาตรฐานระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แสดงดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ตารางมาตรฐานระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ระดับแรงดันไฟฟ้า	ภาวะปกติ		ภาวะฉุกเฉิน	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
115 กิโลโวลต์	120.7	109.2	126.5	103.5
33 กิโลโวลต์	34.7	31.3	36.3	29.7
22 กิโลโวลต์	23.1	20.9	24.2	19.8
380 โวลต์	418	342	418	342
220 โวลต์	240	200	240	200

ทั้งนี้ หากแรงดันไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อไม่สอดคล้องกับมาตรฐานระดับแรงดันไฟฟ้า ผู้เชื่อมต่อจะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าให้ปลดการเชื่อมต่อออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยอัตโนมัติในทันที

7.2 การควบคุมความถี่ไฟฟ้า

มาตรฐานความถี่ใช้งานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีเกณฑ์อยู่ระหว่าง 50±0.5 รอบต่อวินาที ในกรณีเกิดเหตุผิดปกติ ซึ่งทำให้ความถี่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด ผู้เชื่อมต่อจะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าให้ปลดการเชื่อมต่อออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยอัตโนมัติในทันที

7.3 การควบคุมแรงดันกระเพื่อม

ผู้เชื่อมต่อจะต้องออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้า โดยไม่ทำให้เกิดแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) ณ จุดต่อร่วม เกินขีดจำกัด ตามข้อกำหนดเกณฑ์แรงดันกระเพื่อมเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 2.

ตารางที่ 2. ขีดจำกัดสำหรับค่าความรุนแรงของไฟกระพริบระยะสั้น (Pst) และค่าความรุนแรงของไฟกระพริบระยะยาว (Plt) เมื่อรวมแหล่งกำเนิดแรงดันกระเพื่อมทั้งหมดที่มีผลต่อระบบไฟฟ้า ณ จุดต่อเชื่อมใดๆ

ระดับแรงดันไฟฟ้า ณ จุดต่อรวม	ค่าความรุนแรงของไฟกระพริบระยะสั้น (Pst)	ค่าความรุนแรงของไฟกระพริบระยะยาว (Plt)
115 กิโลโวลต์ หรือน้อยกว่า	1.0	0.8
มากกว่า 115 กิโลโวลต์	0.8	0.6

ทั้งนี้ รายละเอียดขั้นตอนการตรวจวัดและการประเมินให้เป็นไปตามข้อกำหนดเกณฑ์แรงดันกระเพื่อมเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรมตามภาคผนวก 6

7.4 การควบคุมฮาร์มอนิก

ผู้เชื่อมต่อจะต้องออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้า โดยไม่ให้รูปคลื่นแรงดันและกระแสไฟฟ้า ณ จุดต่อร่วม ผิดเพี้ยนเกินขีดจำกัดในตารางที่ 3. และตารางที่ 4.

ตารางที่ 3. ขีดจำกัดกระแสฮาร์มอนิกส์สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆ ณ จุดต่อร่วม

ระดับแรงดันไฟฟ้า ณ จุดต่อร่วม	อันดับฮาร์มอนิกส์และขีดจำกัดกระแสไฟฟ้า (A rms)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
400 โวลต์	48	34	22	56	11	40	9	8	7	19	6	16	5	5	5	6	4	6
11, 12 กิโลโวลต์	13	8	6	10	4	8	3	3	3	7	2	6	2	2	2	2	1	1
22,24,33 กิโลโวลต์	11	7	5	9	4	6	3	2	2	6	2	5	2	1	1	2	1	1
69 กิโลโวลต์	8.8	5.9	4.3	7.3	3.3	4.9	2.3	1.6	1.6	4.9	1.6	4.3	1.6	1	1	1.6	1	1
115 กิโลโวลต์ และมากกว่า	5	4	3	4	2	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ 4. ขีดจำกัดแรงดันฮาร์มอนิกส์สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆ ณ จุดต่อร่วม

ระดับแรงดันไฟฟ้า ณ จุดต่อร่วม	ค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกส์รวม (%)	ค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกส์แต่ละอันดับ (%)	
		อันดับคี่	อันดับคู่
400 โวลต์	5	4	2
11, 12, 22 และ 24 กิโลโวลต์	4	3	1.75
33 กิโลโวลต์	2	2	1
69 กิโลโวลต์	2.45	1.63	0.82
115 กิโลโวลต์ และมากกว่า	1.5	1	0.5

ทั้งนี้ รายละเอียดขั้นตอนการตรวจวัดและการประเมินให้เป็นไปตามข้อกำหนดเกณฑ์ฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม ตามภาคผนวก 7

7.5 การติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะประเมินคุณภาพไฟฟ้าด้วยการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรม จากการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าก่อนการอนุญาตให้ผู้ขอใช้บริการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า หากพบว่า ณ ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อของผู้ขอใช้บริการ คุณภาพไฟฟ้าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์ให้ผู้ขอใช้บริการติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่มีผลบังคับใช้ในขณะนั้น

ทั้งนี้หากพบว่าหลังการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าของผู้ขอเชื่อมต่อส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้าในระบบโครงข่ายไฟฟ้า ผู้เชื่อมต่อต้องออกแบบระบบจัดการคุณภาพไฟฟ้า เช่น ติดตั้งระบบ ESS เป็นต้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้า ณ ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อ และเสนอให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการติดตั้งระบบดังกล่าว

8. ระบบการแสดงผลและการควบคุมระยะไกล

8.1 ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้าให้สามารถควบคุมระยะไกลในรูปแบบเวลาจริง (Real Time) โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถสั่งปลดเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ผ่านระบบบริหารจัดการของ Charge Point Operator (CPO) ได้โดยอัตโนมัติ

8.2 ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้าให้สามารถควบคุมระยะไกลในรูปแบบเวลาจริง (Real Time) โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถสั่งปรับลดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ผ่านระบบบริหารจัดการของ Charge Point Operator (CPO) ได้โดยอัตโนมัติ

8.3 ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบการวัดพลังงานไฟฟ้า ระบบแสดงข้อมูลขณะการวัดและระบบสื่อสารระยะไกล โดยส่งข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละเครื่องและข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารวมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า มายังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในรูปแบบเวลาจริง (Real Time) ได้

8.4 รูปแบบโปรโตคอลในการสื่อสารตามข้อ 8.1 ถึงข้อ 8.3 ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 63110 หรือตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

9. การปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า

9.1 การทดสอบการเชื่อมต่อหรือปลดการเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า กรณีก่อนการเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้า ให้ดำเนินการตามภาคผนวก 3

9.2 การขอเชื่อมต่อหรือปลดการเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า กรณีหลังการเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้า ให้ผู้เชื่อมต่อแจ้งข้อมูลให้กับศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในแต่ละการไฟฟ้าเขตทราบ ยกเว้นกรณีฉุกเฉิน ผู้เชื่อมต่อสามารถปลดการเชื่อมต่อได้ทันที

9.3 กรณีในระบบโครงข่ายไฟฟ้ามีกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เพียงกับความต้องการใช้ไฟฟ้า หรือกรณีเกิดเหตุผิดปกติในระบบโครงข่ายไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีสิทธิ์ปรับลดกำลังไฟฟ้าหรือปลดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นการชั่วคราว เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ทั้งนี้ ระยะเวลาในการดำเนินการจะพิจารณาตามความเหมาะสมของสภาพการจ่ายไฟขณะนั้นๆ

9.4 กรณีการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีแผนงานในการดำเนินการปลดการเชื่อมต่อหรือปรับลดกำลังไฟฟ้าของผู้เชื่อมต่อ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะแจ้งแผนดังกล่าวให้ผู้เชื่อมต่อทราบล่วงหน้า

9.5 กรณีการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแจ้งให้ผู้เชื่อมต่อปลดการเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้าแล้ว หากผู้เชื่อมต่อไม่ดำเนินการและเป็นเหตุให้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าสูญเสียความมั่นคง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขอสงวนสิทธิ์เข้าดำเนินการตัดการเชื่อมต่อต่อไป

10. ระบบการติดต่อสื่อสาร

ผู้ขอใช้บริการจะต้องติดตั้งช่องทางการสื่อสารสำหรับการประสานงานในการสั่งการโดยตรงหรือผ่าน Charge Point Operator (CPO) กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อย่างน้อย 1 ช่องทาง ตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

ประกาศ ณ วันที่ 12 มีนาคม 2564

(นายสมพงษ์ ปรีเปรม)
ผู้ว่าการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภาคผนวก 1

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบประจุยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1. ขอบเขตและจุดประสงค์

1.1 แบบมาตรฐานฉบับนี้ใช้สำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน อาคารลักษณะคล้ายกัน และสถานีอัดประจุไฟฟ้า

1.2 ไม่ครอบคลุมการอัดประจุไฟฟ้าแบบจ่ายพลังงานย้อนกลับจากยานยนต์ไฟฟ้า

1.3 ครอบคลุมเฉพาะการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2, 3 และ 4 เท่านั้น

1.4 ครอบคลุมวงจรการจ่ายไฟสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าแบบไร้สาย

1.5 หากไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ให้ใช้ข้อกำหนดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ฉบับล่าสุด)

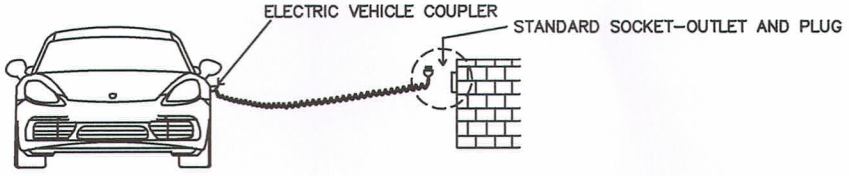
2. นิยามคำศัพท์

2.1 ยานยนต์ไฟฟ้า (ELECTRIC VEHICLE : EV) หมายถึง ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรือระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ ชนิดอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ (RECHARGEABLE ENERGY STORAGE SYSTEM : RESS) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้งานบนถนนสาธารณะเป็นหลัก

หมายเหตุ นับรวมประเภท PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE (PHEV) ด้วย

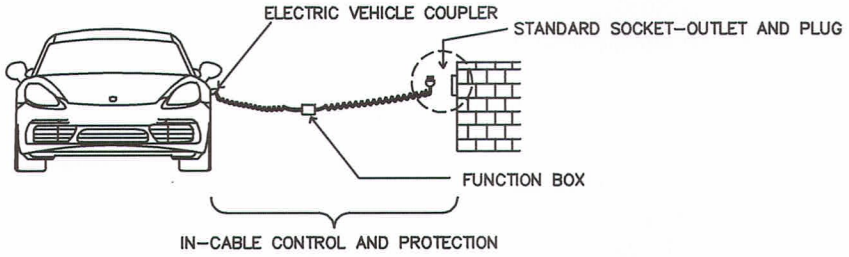
2.2 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 (MODE 1 CHARGING) หมายถึง การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าใดๆ และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A

หมายเหตุ ห้ามใช้การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 ตาม มอก. 61851 เล่ม 1-2560



รูปที่ 1 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 (MODE 1 CHARGING)

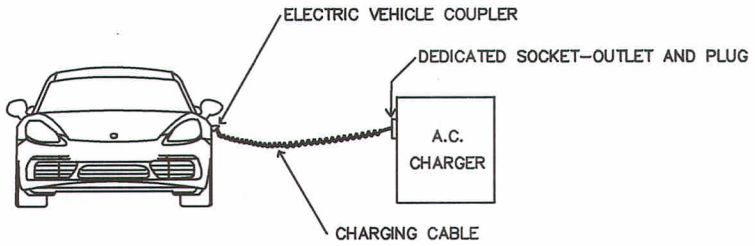
2.3 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 (MODE 2 CHARGING) หมายถึง การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (IN-CABLE CONTROL AND PROTECTION DEVICE : IC-CPD) และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 32 A



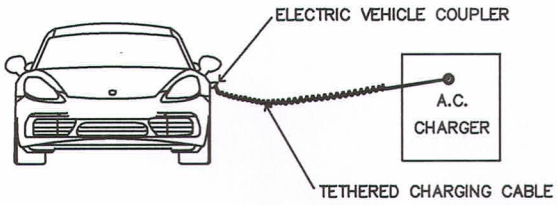
รูปที่ 2 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 (MODE 2 CHARGING)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2-015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ ..-..
ผู้สำรวจ ..-..	๒๒ มี.ค. ๒๕๖๓	เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ย. 62
วิศวกร	ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	แก้แบบวันที่ ..-..
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น ..-..
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน ..-..
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม ..-..	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4-015/62003
		แผ่นที่ 1 ของจำนวน 13 แผ่น

2.4 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 (MODE 3 CHARGING) หมายถึง การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสสลับที่ใช้จ่ายพลังงานให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ

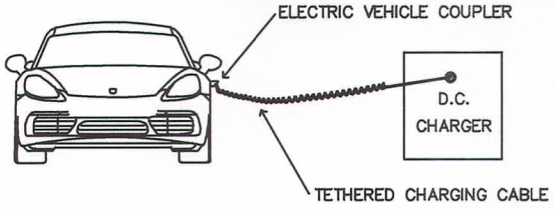


รูปที่ 3 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 (MODE 3 CHARGING) กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีเต้ารับ



รูปที่ 4 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 (MODE 3 CHARGING) กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีสาย

2.5 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4 (MODE 4 CHARGING) หมายถึง การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ใช้จ่ายพลังงานให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ



รูปที่ 5 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4 (MODE 4 CHARGING)

2.6 บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (ELECTRIC VEHICLE SUPPLY EQUIPMENT : EVSE) หมายถึง บริภัณฑ์ หรือการรวมกันของบริภัณฑ์ ที่มีการจัดเตรียมเพื่อจุดประสงค์ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งทางไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไปยังยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อจุดประสงค์สำหรับการอัดประจุไฟฟ้า

2.7 อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (IN–CABLE CONTROL AND PROTECTION DEVICE : IC–CPD) หมายถึง สายไฟฟ้า เต้าเสียบ อุปกรณ์เชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงกล่องควบคุม สำหรับการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 ที่มีฟังก์ชันการควบคุมและฟังก์ชันด้านความปลอดภัย

2.8 กล่องควบคุม (FUNCTION BOX หรือ IN-CABLE CONTROL BOX : ICCB) หมายถึง อุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันการควบคุมและ/หรือฟังก์ชันด้านความปลอดภัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (IC-CPD)

2.9 เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) หมายถึง บริภัณฑ์สำหรับใช้บรรจุพลังงานไฟฟ้าลงไปในแบตเตอรี่ หรือระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ ชนิดอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ของยานยนต์ไฟฟ้า เฉพาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หรือ 4 เท่านั้น

2.10 เต้ารับ (SOCKET-OUTLET) หมายถึง อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งพร้อมกับสายไฟที่มีการติดตั้งอยู่กับที่ เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อกับเต้าเสียบ

2.11 เต้าเสียบ (PLUG) หมายถึง อุปกรณ์ที่ติดอยู่กับสายไฟที่ถูกต่อไปยังยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อกับเต้ารับ

2.12 อุปกรณ์เชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้า (ELECTRIC VEHICLE COUPLER) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อสายไฟฟ้าไปยังยานยนต์ไฟฟ้า เพื่ออัดประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ โดยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เต้าเสียบยานยนต์ไฟฟ้า (ELECTRIC VEHICLE CONNECTOR) และเต้ารับยานยนต์ไฟฟ้า (ELECTRIC VEHICLE INLET)

2.13 หัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า หมายถึง จุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าไปยังยานยนต์ไฟฟ้า

2.14 RESIDUAL DIRECT CURRENT DETECTING DEVICE : RDC-DD หมายถึง เครื่องตัดไฟรั่วที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดไฟรั่วชนิดกระแสตรง

2.15 สถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า หมายถึง สถานประกอบกิจการพลังงานที่ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับประชาชนทั่วไปในเชิงพาณิชย์

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2-015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์ ผู้สำรวจ – วิศวกร ศรุต หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ (แทน) ๒๒ มิ.ค. ๒๕๖๒ ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	ถูกแทนโดยแบบ – เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ค. 62 แก้แบบวันที่ – มิติเป็น – มาตราส่วน –
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4-015/62003 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 13 แผ่น

3. ข้อกำหนดทั่วไป

3.1 วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) จะต้องมีระบบป้องกันอันตรายต่อบุคคลดังต่อไปนี้ทุกข้อ

ก) สายดิน (ดูข้อกำหนดข้อ 4.) และ

ข) เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ต้องเป็น TYPE B พิกัด $I\Delta n \leqslant 30$ mA ชนิดตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้น รวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และมีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

หมายเหตุ 1. สามารถใช้ RCD TYPE A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟหากมีกระแสลัดวงจรลงดินแบบกระแสตรง (D.C. FAULT CURRENT) เกิน 6 mA (RDC-DD) แทน RCD TYPE B ได้

2. ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วสามารถติดตั้งได้ที่แผงวงจร ตำแหน่งก่อนเข้าบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) หรือภายในบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้กรณีการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 แนะนำให้ติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่บริเวณแผงวงจร หรือก่อนเข้าเต้ารับ หากไม่มั่นใจว่า IC-CPD มีเครื่องตัดไฟรั่วที่เหมาะสมแล้วหรือไม่

3. RCD TYPE B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD TYPE อื่นๆ อยู่ที่เมนของวงจรนั้นๆ

ข้อยกเว้น สามารถละเว้นการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ได้ ในกรณีที่บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า (ELECTRICAL SEPARATION) เช่น การใช้หม้อแปลงแยกวงจร หรือหม้อแปลงแยกขดลวด (ISOLATING TRANSFORMER)

3.2 วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ต้องแยกต่างหากจากการจ่ายไฟให้กับโหลดอื่นๆ

3.3 วงจรย่อยแต่ละวงจรสามารถจ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ได้ 1 ชุดเท่านั้น

3.4 สายไฟฟ้าของวงจรย่อยที่จ่ายให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ต้องมีขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสด้านไฟเข้า (INPUT) ของบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) และไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

3.5 กำหนดให้ใช้ค่า DEMAND FACTOR เท่ากับ 1 สำหรับโหลดบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ในการคำนวณหาขนาดสายป้อนและสายเมน ยกเว้นมีระบบควบคุม DEMAND แต่ทั้งนี้วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ต้องมี DEMAND FACTOR เท่ากับ 1

3.6 บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) แต่ละชุดต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสด้านไฟเข้า (INPUT) ของบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) และหากเป็นการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีพิกัดกระแสไม่เกินขนาดพิกัดกระแสของเต้ารับ

3.7 ตำแหน่งติดตั้งเต้ารับ (SOCKET-OUTLET) การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 หรือโหมด 3 (กรณีมีเต้ารับ) แนะนำให้อยู่สูงจากพื้นผิวการจอดของยานยนต์ (PARKING SURFACE) ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร แต่ไม่เกิน 1.20 เมตร

3.8 การเดินสายไฟฟ้าวงจรย่อยของบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร กำหนดให้ใช้วิธีร้อยท่อฝังดิน หรือร้อยท่อเกาะผนังเท่านั้น

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2-015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์	ผู้ว่าการ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ -
ผู้สำรวจ -		เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ค. 62
วิศวกร	ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	แก้แบบวันที่ -
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น -
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน -
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม -	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4-015/62003
		แผ่นที่ 4 ของจำนวน 13 แผ่น

3.9 การใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับคำนวณพิกัดกระแส

3.9.1 กรณีเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ตารางที่ 5–8 ทุกกรณี รวมทั้งรางเดินสาย (WIREWAY)

3.9.2 กรณีเดินสายเกาะผนัง ให้คำนวณพิกัดกระแสโดยใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามตารางที่ 1

จำนวนวงจร	2	3	4	5	6	7	8	9–20
ตัวคูณปรับค่า	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70

ตารางที่ 1 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส กรณีเดินสายเกาะผนัง

3.10 ในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมถึง ควรมีมาตรการหรือระบบป้องกันน้ำท่วม

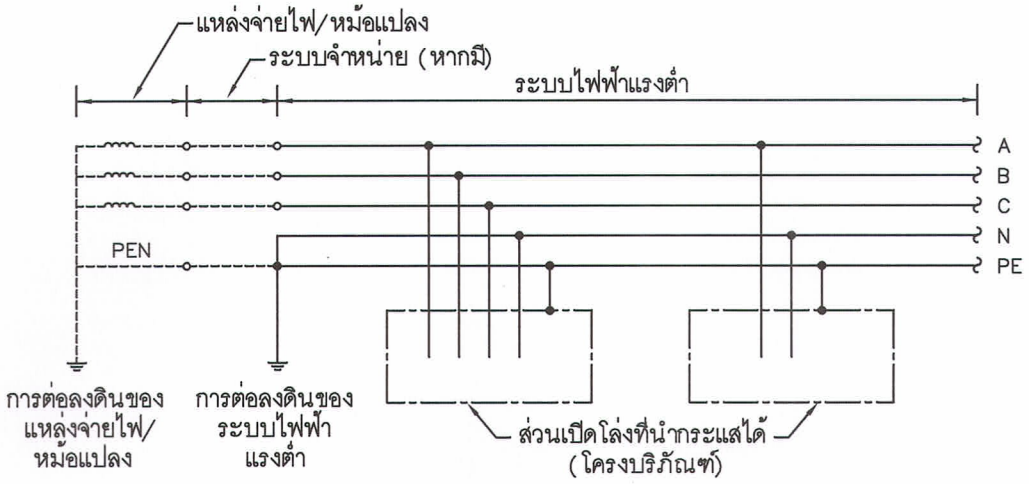
3.11 เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ต้องมีปุ่มทดสอบการทำงาน (TEST BUTTON) และกำหนดให้มีระยะเวลาการตรวจสอบการทำงานของเครื่องตัดไฟรั่วทุกระยะ 6 เดือน

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2–015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์ ผู้สำรวจ – วิศวกร ณัฐดนัย หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ (แทน) ๒๒ มิ.ย. ๒๕๖๒ ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	ถูกแทนโดยแบบ – เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ค. 62 แก้แบบวันที่ – มิติเป็น – มาตราส่วน –
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4–015/62003 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 13 แผ่น

4. ข้อกำหนดการต่อลงดิน

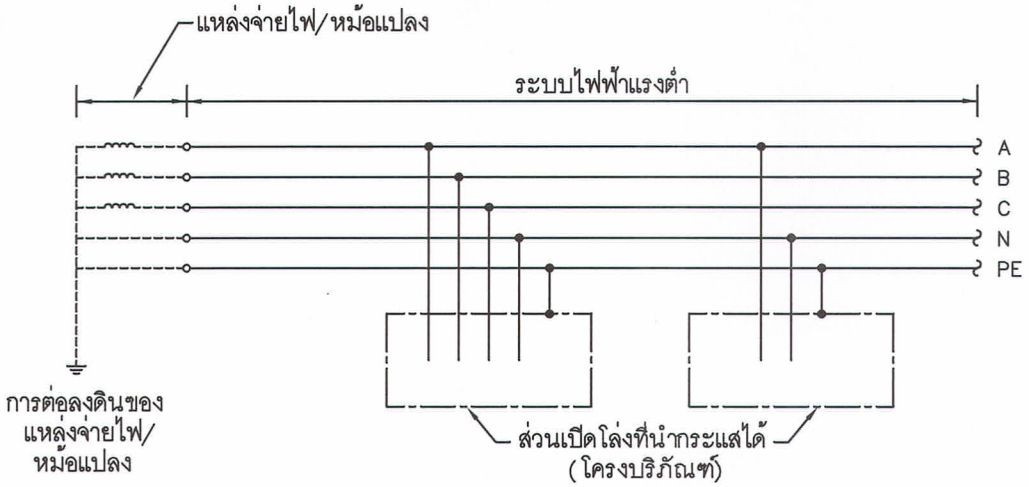
4.1 ระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำ (LOW VOLTAGE EARTHING SYSTEM)

4.1.1 ระบบ TN–C–S คือ สายดินและสายนิวทรัลเป็นสายเส้นเดียวกันช่วงหนึ่งของวงจร เมื่อสายดินและสายนิวทรัลมีการต่อประสาน (BONDING) ที่บริภัณฑ์ประธาน สายดินจะแยกต่างหากจากสายนิวทรัล



รูปที่ 6 ระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบ TN–C–S

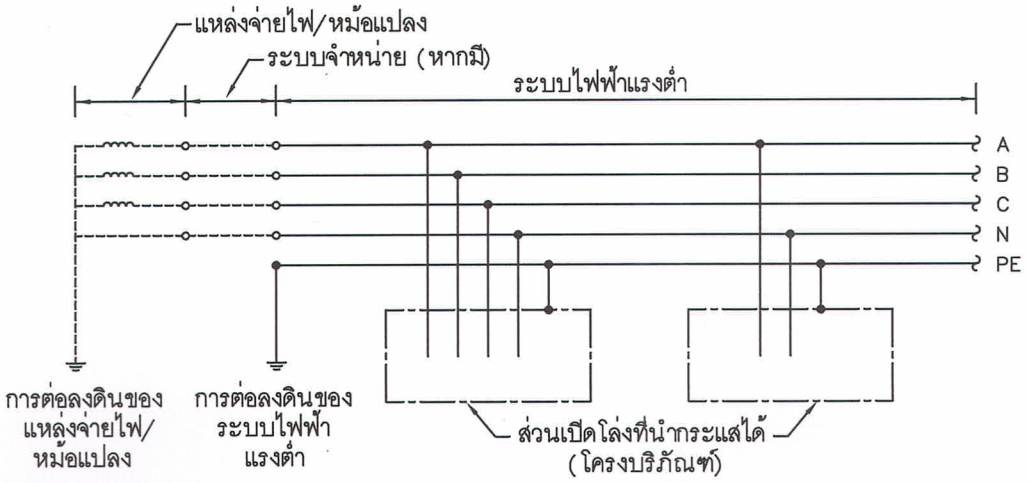
4.1.2 ระบบ TN–S คือ สายดินแยกต่างหากจากสายนิวทรัล และไม่มีการต่อประสาน (BONDING) สายดินเข้ากับสายนิวทรัล โดยสายดินมีการต่อลงดินร่วมกับนิวทรัลที่หม้อแปลงเท่านั้น ระบบนี้มีเฉพาะผู้ใช้ไฟที่รับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมีหม้อแปลงเป็นของตนเองเท่านั้น



รูปที่ 7 ระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบ TN–S

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2–015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์	ผู้ว่าการ..... (แทน) ๒๒ มิ.ย. ๒๕๖๓	ถูกแทนโดยแบบ – เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ย. 62
ผู้สำรวจ – วิศวกร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	แก้แบบวันที่ – มิติเป็น – มาตราส่วน –
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4–015/62003 แผ่นที่ 6 ของจำนวน 13 แผ่น

4.1.3 ระบบ TT คือ สายดินของระบบไฟฟ้าต่อลงดินแยกอิสระจากการต่อลงดินของนิวทรัลที่แหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 8 ระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบ TT

4.2 กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถเลือกระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำที่จ่ายไฟฟ้าให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ได้ ดังนี้

4.2.1 ระบบ TN–C–S โดยต้องมีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

ก. ค่าความต้านทานการต่อลงดินมีค่าไม่เกินค่าตามตารางที่ 2

ขนาดมิเตอร์ (A)	ความต้านทานการต่อลงดิน (โอห์ม)
15(45), 5(45)	2.5
30(100), 5(100)	1.25
มากกว่า 100 A	ไม่แนะนำให้ใช้วิธีนี้

ตารางที่ 2 ค่าความต้านทานการต่อลงดิน สำหรับระบบ TN–C–S

ข. ติดตั้งอุปกรณ์ปลดวงจรการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้น รวมถึงนิวทรัล และสายดินออกพร้อมกันภายในเวลา 5 วินาที ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าสัมผัส (TOUCH VOLTAGE) ที่โครงบริภัณฑ์เทียบกับดินเกิน 70 V

ค. ติดตั้งระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน (UNDER AND OVER VOLTAGE PROTECTION SYSTEM) สำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) หรือมีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกินติดตั้งมาพร้อมกับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า

4.2.2 ระบบ TT สามารถเลือกปฏิบัติได้ ดังนี้

1) กรณีระบบ TT ที่รับไฟฟ้าจากระบบ TN–C–S

ติดตั้งได้ทั้งกรณีติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยหากติดตั้งภายในอาคารให้มีการประเมินก่อนว่าไม่มีความเสี่ยงที่บุคคลจะสัมผัสกับโครงบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นที่ถูกต่อลงดินด้วยระบบการต่อลงดินเดิมที่เป็น TN–C–S กับโครงบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) หรือโครงยานยนต์ไฟฟ้า (EV) โดยพร้อมกันหรือมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร ทั้งนี้สามารถใช้มาตรการในการห่อหุ้มหรือกั้นได้ และให้มีระยะห่างระหว่างหลักดินของระบบต่อลงดินนี้กับระบบการต่อลงดินอื่นไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร พร้อมติดตั้งป้ายแสดงข้อความเตือนอักษรสีดำพื้นหลังสีเหลือง บริเวณบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า ตามรูปที่ 9

บริภัณฑ์การอัดประจุไฟฟ้านี้
ใช้ระบบสายดินแบบ TT
ห้ามต่อสายดินนี้กับระบบสายดินเดิมแบบ TN–C–S

รูปที่ 9 ป้ายเตือนกรณีบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) กรณีระบบ TT ที่รับไฟจากระบบ TN–C–S

และต้องมีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

ก. ค่าความต้านทานการต่อลงดินมีค่าไม่เกินค่าตามตารางที่ 2

ข. ติดตั้งอุปกรณ์ปลดวงจรการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัล และสายดินออกพร้อมกันภายในเวลา 5 วินาที ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าสัมผัส (TOUCH VOLTAGE) ที่โครงบริภัณฑ์เทียบกับดินเกิน 70 V

ค. ติดตั้งระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน (UNDER AND OVER VOLTAGE PROTECTION SYSTEM) สำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) หรือมีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกินติดตั้งมาพร้อมกับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า

2) กรณีระบบ TT ทั้งระบบ

ติดตั้งได้ทั้งกรณีติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยต้องมีเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) สำหรับทุกวงจรไฟฟ้าที่จ่ายไฟ หรือทุกเครื่องใช้ไฟฟ้า ไม่ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะเกี่ยวข้องกับการอัดประจุไฟฟ้าหรือไม่ก็ตาม และต้องติดตั้งระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน (UNDER AND OVER VOLTAGE PROTECTION SYSTEM) สำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) เพิ่มเติม ยกเว้นบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้ามีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกินอยู่แล้ว

4.3 กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และเปลี่ยนเป็นระบบไฟฟ้าแรงต่ำผ่านหม้อแปลงของผู้ใช้ไฟ สามารถเลือกระบบสายดินของระบบไฟฟ้าแรงต่ำได้ ดังนี้

4.3.1 ระบบ TN–S ทั้งระบบ

4.3.2 ระบบ TT ทั้งระบบ โดยต้องมีเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) สำหรับทุกวงจรไฟฟ้าที่จ่ายไฟหรือทุกเครื่องใช้ไฟฟ้า ไม่ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะเกี่ยวข้องกับการอัดประจุไฟฟ้าหรือไม่ก็ตาม

4.3.3 ระบบ TN–C–S ทั้งระบบ โดยต้องมีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1) มีการจัดโหลดไฟฟ้า 3 เฟส ให้สมดุลอย่างเพียงพอ โดยให้มีโหลดต่างกันระหว่างเฟสได้ไม่เกิน 20 A และค่าความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม โดยให้มีการตรวจสอบการใช้โหลดทุก 6 เดือน

2) ติดตั้งอุปกรณ์ปลดวงจรการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้น รวมถึงนิวทรัล และสายดินออกพร้อมกันภายในเวลา 5 วินาที ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าสัมผัส (TOUCH VOLTAGE) ที่โครงบริภัณฑ์เทียบกับดินเกิน 70 V

3) มีมาตรการป้องกันไม่ให้สายนิวทรัลจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังบริภัณฑ์ประธานชำรุดหรือเสียหาย โดยติดตั้งสายไฟฟ้าในรางเคเบิล บัสเวย์ (หรือบัสดัก) หรือช่องเดินสายเท่านั้น

4.3.4 ระบบ TT เฉพาะวงจรจ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ซึ่งรับไฟฟ้าจากระบบ TN–C–S

1) หากติดตั้งภายในอาคารให้มีการประเมินก่อนว่าไม่มีความเสี่ยงที่บุคคลจะสัมผัสกับโครงบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นที่ถูกต่อลงดินด้วยระบบการต่อลงดินเดิมที่เป็น TN–C–S กับโครงบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) หรือโครงยานยนต์ไฟฟ้า (EV) โดยพร้อมกัน หรือมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร ทั้งนี้สามารถใช้มาตรการในการห่อหุ้มหรือกั้นได้ และให้มีระยะห่างระหว่างหลักดินของระบบต่อลงดินนี้กับระบบการต่อลงดินอื่นไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร พร้อมติดตั้งป้ายแสดงข้อความเตือนอักษรสีดำพื้นหลังสีเหลือง บริเวณบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า ตามรูปที่ 9

2) มีมาตรการป้องกันไม่ให้สายนิวทรัลจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังบริภัณฑ์ประธานชำรุดหรือเสียหาย โดยติดตั้งสายไฟฟ้าในรางเคเบิล บัสเวย์ (หรือบัสดัก) หรือช่องเดินสายเท่านั้น

4.4 ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรย่อย ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

ขนาดสายเฟส (ตร.มม.)	ขนาดสายดินต่ำสุด (ตร.มม.)
ไม่เกิน 10	เท่ากับขนาดสายเฟส
16 – 35	16
เกิน 35	เท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดสายเฟส

ตารางที่ 3 ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรย่อย

5. ข้อกำหนดการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2

5.1 เต้ารับ (SOCKET–OUTLET) ต้องเป็นชนิดมีขั้วสายดิน และมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 16 A

5.2 เต้ารับ (SOCKET–OUTLET) ต้องมีรูปร่างและลักษณะตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

ก) เต้ารับ 1 เฟส 230 V พิกัดกระแส 16 A ตาม มอก.166 ชนิด 2P + ⏚

ข) เต้ารับ 1 เฟส 230 V พิกัดกระแส 32 A ตาม มอก.1234 หรือ IEC 60309–2 ชนิด 2P + ⏚

ค) เต้ารับ 3 เฟส 400 V พิกัดกระแส 16 A ตาม มอก.1234 หรือ IEC 60309–2 ชนิด 3P + N + ⏚

ง) เต้ารับ 3 เฟส 400 V พิกัดกระแส 32 A ตาม มอก.1234 หรือ IEC 60309–2 ชนิด 3P + N + ⏚

5.3 เต้าเสียบ (PLUG) ต้องเป็นชนิดมีขั้วสายดิน และต้องมีรูปร่างและลักษณะที่สามารถต่อเข้ากับเต้ารับ (SOCKET–OUTLET) ตามข้อ 5.2 ได้อย่างเหมาะสม

5.4 ไม่อนุญาตให้ใช้เต้ารับชนิดหิ้วยกได้ (PORTABLE SOCKET–OUTLET) ในการจ่ายไฟให้บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE)

5.5 บริเวณเต้ารับ (SOCKET–OUTLET) จะต้องมีป้ายแสดงข้อความเตือนตัวอักษรสีดำพื้นหลังสีเหลือง ตามรูปที่ 10 โดยค่ากระแสและกำลังไฟฟ้าที่แสดงให้เป็นไปตามตารางที่ 4

จุดเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้า
Electric Vehicle
Connecting Point
..... A, ... kW (MAX.)

รูปที่ 10 ป้ายแสดงข้อความเตือนสำหรับเต้ารับโหมด 2

พิกัดกระแสเต้ารับ	ข้อความแสดง
1 เฟส 16 A	16 A, 3.7 kW (MAX.)
1 เฟส 32 A	32 A, 7.4 kW (MAX.)
3 เฟส 16 A	16 A, 11.0 kW (MAX.)
3 เฟส 32 A	32 A, 22.0 kW (MAX.)

ตารางที่ 4 พิกัดกระแสเต้ารับและข้อความแสดงสำหรับเต้ารับโหมด 2

6. ข้อกำหนดการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และโหมด 4

6.1 ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) แยกสำหรับแต่ละเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) หรือหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า

6.2 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) มีหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้ามากกว่า 1 หัวจ่าย เครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ภายในเครื่องอัดประจุไฟฟ้าลักษณะ BUILT-IN ขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า โดยมีจำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่วเท่ากับจำนวนหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า เพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแยกสำหรับแต่ละหัวจ่าย และต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ตำแหน่งวงจรย่อยด้วย

6.3 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) มีพิกัดกระแสต่อเฟสด้านไฟเข้า (INPUT) มากกว่า 60 A จะต้องติดตั้งสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินที่ตำแหน่งด้านหน้า (SOURCE SIDE) ของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ภายในระยะ 15 เมตร และสามารถมองเห็นสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้ได้จากตำแหน่งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า สวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้จะต้องเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และต้องสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวก

ข้อยกเว้น หากเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินที่สามารถตัดกระแสสายเส้นไฟทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลแล้ว ไม่ต้องติดตั้งสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้อีก

6.4 สำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) ที่ต้องการการระบายอากาศ ต้องจัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม และตัวเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องติดป้ายเตือน คำว่า "ต้องการการระบายอากาศ" หรือ "VENTILATION REQUIRED" ไว้ด้วย

6.5 ความยาวสายขาออกของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) ไม่ควรยาวเกิน 7.50 เมตร

6.6 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) ติดตั้งภายนอกอาคาร แนะนำให้มีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

6.7 สำหรับอาคารชุด อาคารสำนักงาน อาคารลักษณะที่คล้ายกัน และสถานีอัดประจุไฟฟ้า ต้องมีป้ายแสดงข้อความเตือนติดไว้ที่ตัวเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) ตามรูปที่ 11 ยกเว้นกรณีบ้านอยู่อาศัย ไม่ต้องมีป้ายเตือน

รูปที่ 11 ป้ายแสดงข้อความเตือนที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้า

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2-015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์	ผู้ว่าการ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ -
ผู้สำรวจ -		เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ค. 62
วิศวกร	ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	แก้แบบวันที่ -
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น -
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน -
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม -	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4-015/62003
		แผ่นที่ 11 ของจำนวน 13 แผ่น

7. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน สถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) และสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (CNG)

7.1 กำหนดให้ใช้การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หรือโหมด 4 ในการให้บริการ โดยการอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) เป็นแบบมีสายยึดติดเครื่อง (TETHERED CHARGING CABLE) เท่านั้น

7.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) เช่น กล่องต่อสาย แผงสวิตช์ ช่องเดินสาย เป็นต้น หากจำเป็นต้องมีการติดตั้งหรือเดินผ่านภายในบริเวณอันตรายของสถานีบริการ รวมถึงบริเวณอันตรายที่อยู่นอกเขตสถานีบริการ ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดในกฎหมายของกรมธุรกิจพลังงาน

7.3 ต้องจัดเตรียมสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน (EMERGENCY CONTROL SWITCH) สำหรับปลดวงจรเมนที่จ่ายไฟให้กับตู้จ่ายวัตถุอันตรายและจ่ายไฟให้เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) ขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของเมนสวิตช์แรงต่ำ โดยระยะห่างในแนวระดับจากตู้จ่ายวัตถุอันตราย ได้แก่ ตู้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ตู้จ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ตู้จ่ายก๊าซธรรมชาติ (CNG) ไม่น้อยกว่า 6 เมตร แต่ไม่เกิน 30 เมตร สวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้จะต้องเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และต้องสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวก โดยการติดตั้งเป็นไปตามข้อ 7.2

7.4 เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) รวมถึงสายยึดติดเครื่อง (TETHERED CHARGING CABLE) และหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้าในขณะทำการอัดประจุไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ภายในเขตสถานีบริการ ต้องมีระยะห่างจากบริเวณอันตรายตามที่กฎหมายของกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

7.5 ในกรณีที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (CHARGER) รวมถึงสายยึดติดเครื่อง (TETHERED CHARGING CABLE) และหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้าในขณะทำการอัดประจุไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) อยู่นอกเขตสถานีบริการแต่อยู่ในบริเวณอันตราย ให้นำข้อกำหนดว่าด้วยระยะห่างของบริเวณอันตราย ตามที่กฎหมายของกรมธุรกิจพลังงานมาบังคับใช้โดยอนุโลม

8. ข้อกำหนดการอัดประจุไฟฟ้าตามสถานที่ใช้งาน

8.1 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 : ไม่อนุญาตให้ใช้งาน

8.2 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 : สำหรับบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ หรือสถานที่อื่นที่ไม่ใช่สถานีอัดประจุไฟฟ้า

8.3 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 : ใช้งานได้ทุกสถานที่

8.4 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4 : สำหรับอาคารชุด อาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ สถานีอัดประจุไฟฟ้า

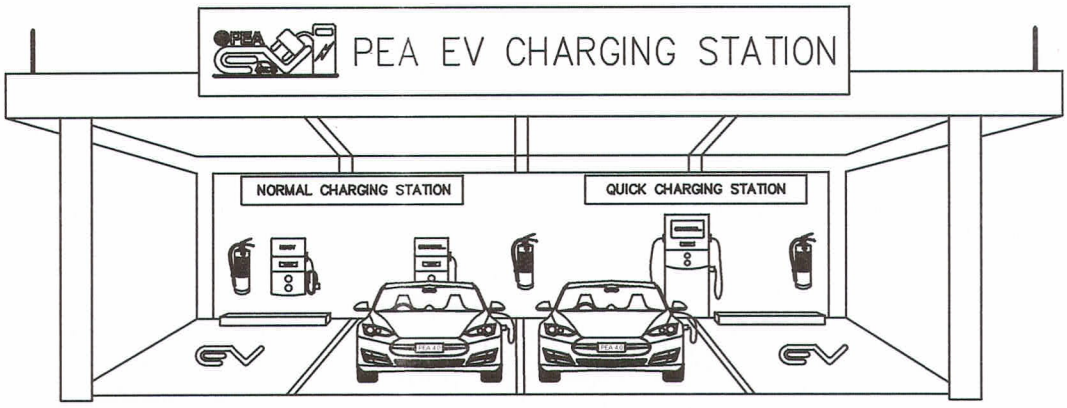
8.5 การติดตั้งมิเตอร์เป็นไปตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับมิเตอร์ (ฉบับล่าสุด)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA2-015/60011
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวิลวงศ์ ผู้สำรวจ – วิศวกร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ (แทน) ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า ระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	ถูกแทนโดยแบบ – เขียนเสร็จวันที่ 13 มิ.ค. 62 แก้แบบวันที่ – มิติเป็น – มาตราส่วน –
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	GENERAL REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM	แบบเลขที่ SA4-015/62003 แผ่นที่ 12 ของจำนวน 13 แผ่น

9. มาตรฐานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามข้อกำหนด

รายการ	มาตรฐานอ้างอิง
EV CONDUCTIVE CHARGING SYSTEM	อนุกรม มอก. 61851 หรือ IEC 61851
EV WIRELESS POWER TRANSFER	อนุกรม IEC 61980
IC–CPD	มอก. 2911 หรือ IEC 62752
RCD TYPE A	มอก. 909, มอก. 2425 หรือ IEC 60947–2 ANNEX B
RCD TYPE B และ TYPE F	มอก. 2955 หรือ IEC 62423
RDC–DD	IEC 62955
ISOLATING TRANSFORMER	IEC 61558–2–4
SOCKET–OUTLET	มอก. 166, มอก. 1234 หรือ IEC 60309–2
PLUG, SOCKET–OUTLET, VEHICLE CONNECTOR AND VEHICLE INLET	อนุกรม มอก. 2749 หรือ IEC 62196
EMERGENCY CONTROL SWITCH	UL98 หรือ IEC 60947–3

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 0903



ข้อกำหนดทั่วไป

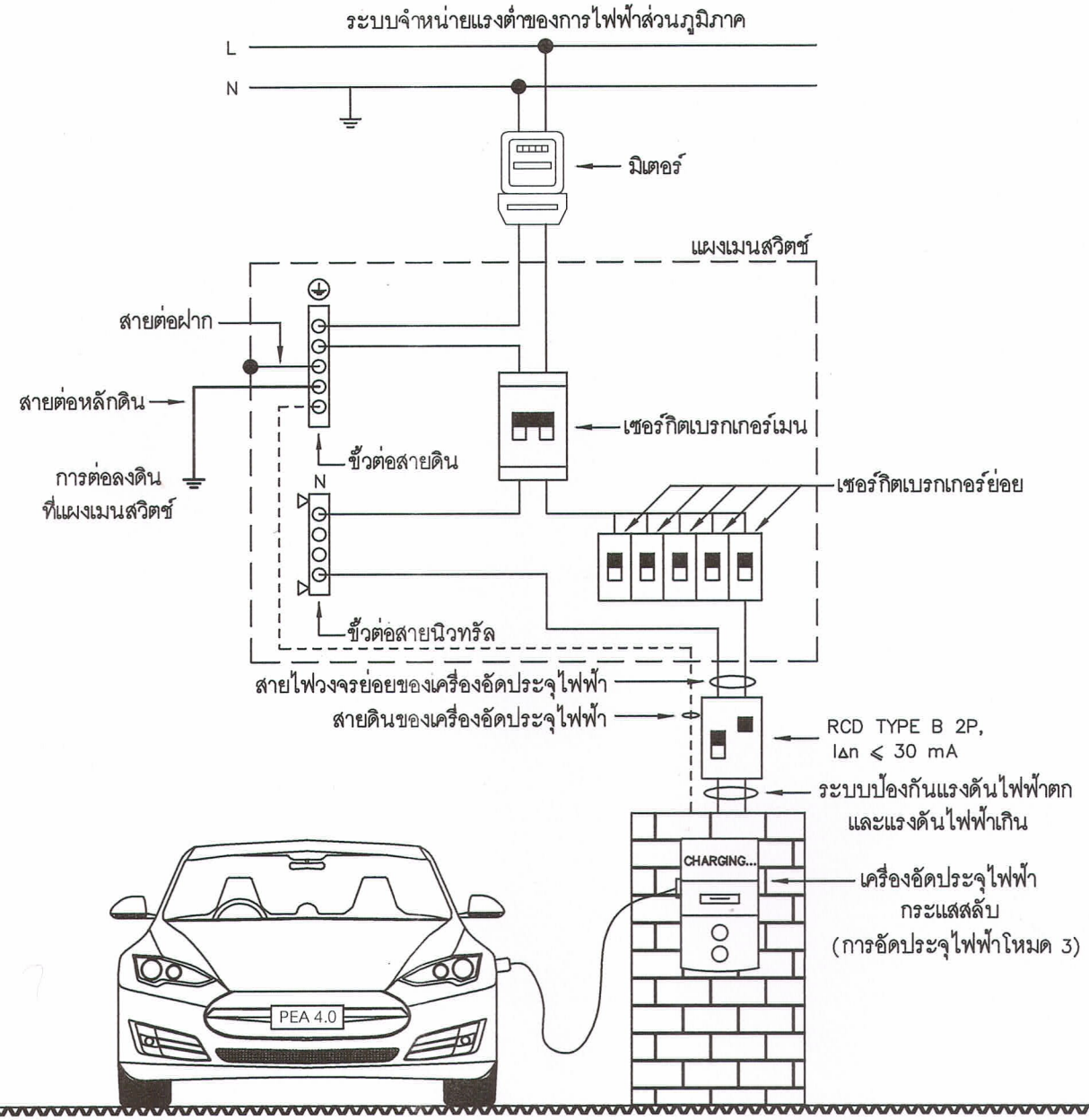
1. กำหนดให้ใช้การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หรือโหมด 4 ในการให้บริการเท่านั้น
2. ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่ว แยกสำหรับแต่ละเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หรือหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า
3. สำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ต้องการการระบายอากาศ ต้องจัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม และตัวเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องติดป้ายเตือน คำว่า "ต้องการการระบายอากาศ" หรือ "VENTILATION REQUIRED" ไว้ด้วย
4. ความยาวสายขาออกของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าไม่ควรเกิน 7.50 เมตร
5. ต้องมีป้ายแสดงข้อความเตือนติดไว้ที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้า ตามรูป

6. กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งภายนอกอาคาร แนะนำให้มีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า
7. ภายในสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า แนะนำให้มีการป้องกันและระงับอัคคีภัย โดยการติดตั้งถังดับเพลิงตามความเหมาะสม
8. ภายในสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า แนะนำให้มีการป้องกันความเสียหายของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจากการชนของยานยนต์
9. การติดตั้งมิเตอร์ให้เป็นไปตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับมิเตอร์ (ฉบับล่าสุด)
10. สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีน้ำมัน สถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) และสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (CNG) ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มเติมที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และข้อกำหนดว่าด้วยระยะห่างจากบริเวณอันตราย ตามที่กฎหมายของกรมธุรกิจพลังงานกำหนด
11. ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ให้ดูแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถาวรวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –		เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	12 มิ.ย. 2563	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4-015/63002 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	0 9 0 3

1. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
   กรณีระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TN-C-S ทั้งระบบ

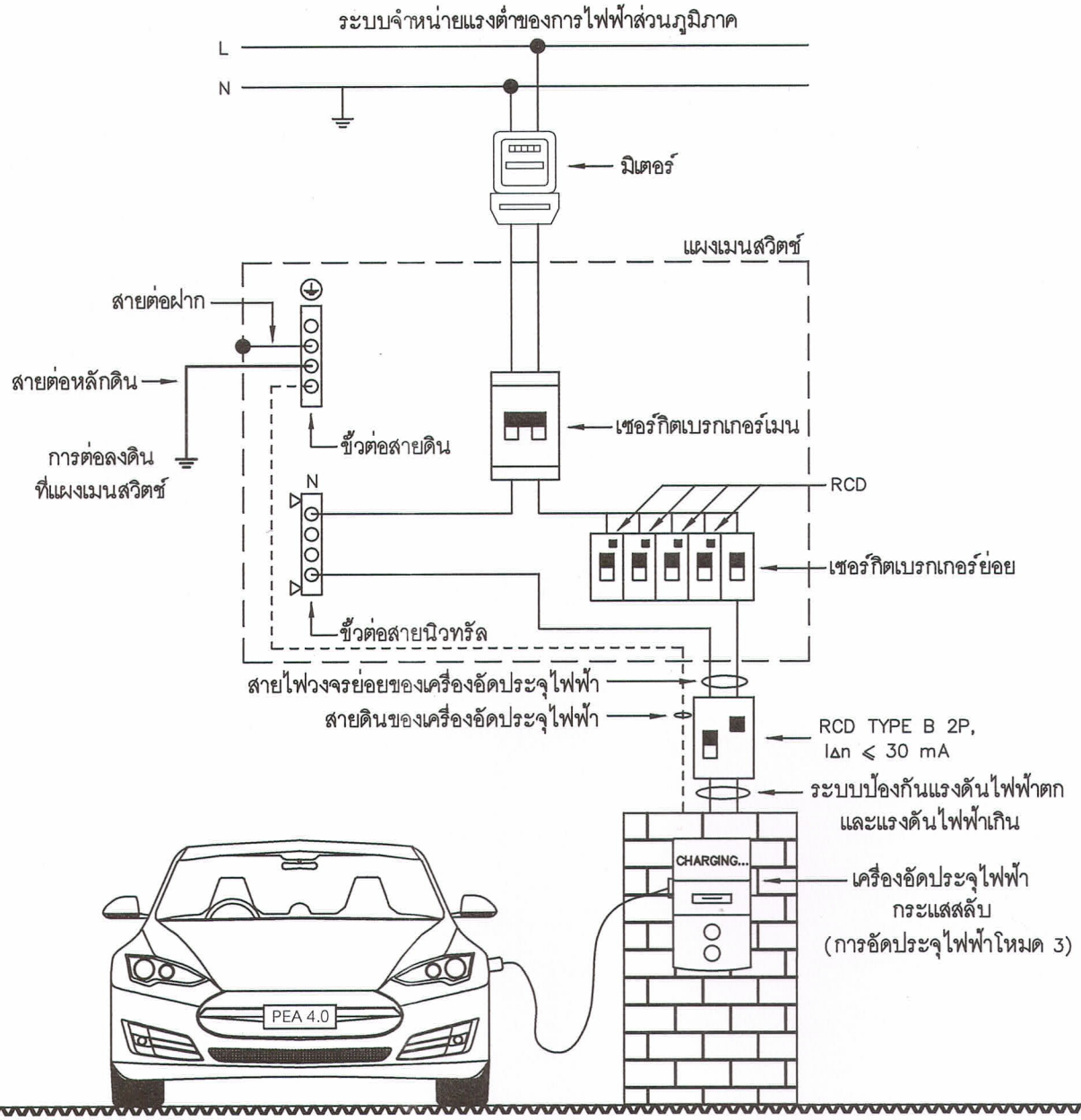


หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว, สวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน และ ระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –		เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	12 มิ.ย. 2563	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4-015/63002 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 0 9 0 3

2. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรณีระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TT ทั้งระบบ

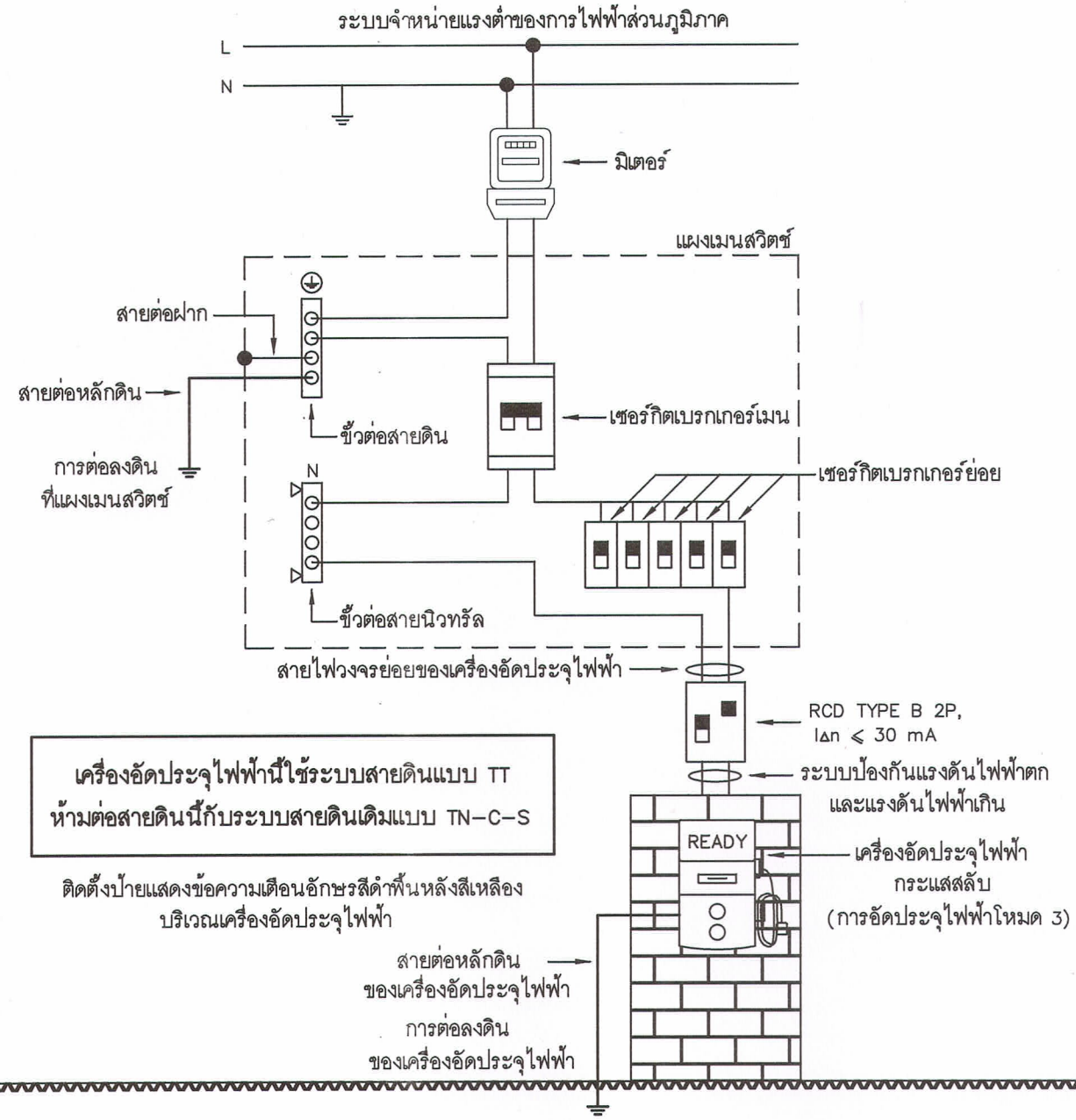


หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว, สวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –		เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก	12 มี.ค. 2563	มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4-015/63002
		แผ่นที่ 3 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 0 9 0 3

3. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กรณีระบบไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TT
รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่ต่อลงดินแบบ TN–C–S



เครื่องอัดประจุไฟฟ้านี้ใช้ระบบสายดินแบบ TT
ห้ามต่อสายดินนี้กับระบบสายดินเดิมแบบ TN–C–S

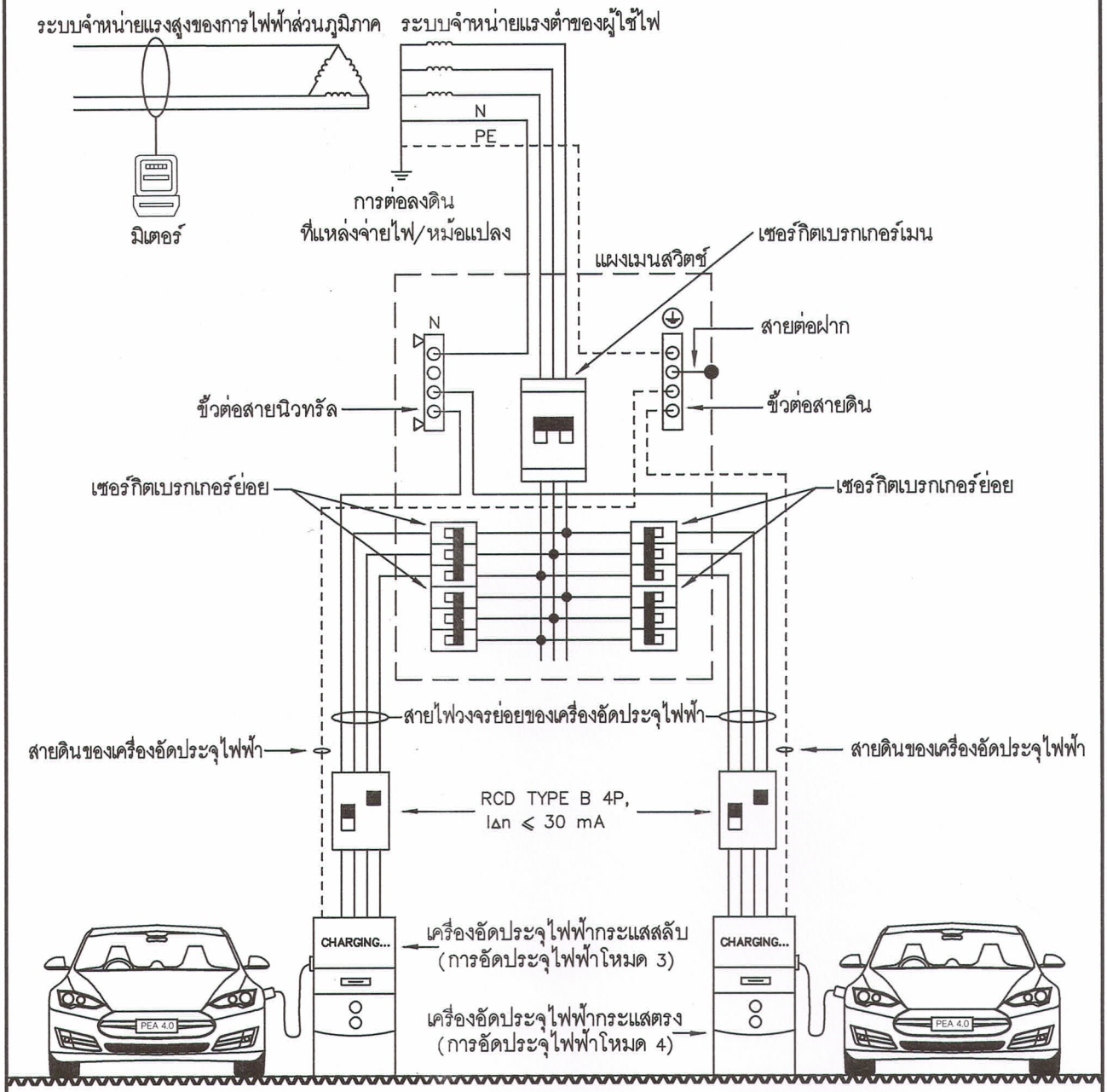
ติดตั้งป้ายแสดงข้อความเตือนอักษรสีดำพื้นหลังสีเหลือง
บริเวณเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว, สวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4–015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –		เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	12 มี.ค. 2563	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4–015/63002
		แผ่นที่ 4 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	0 9 0 3

4. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กรณีระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TN–S ทั้งระบบ

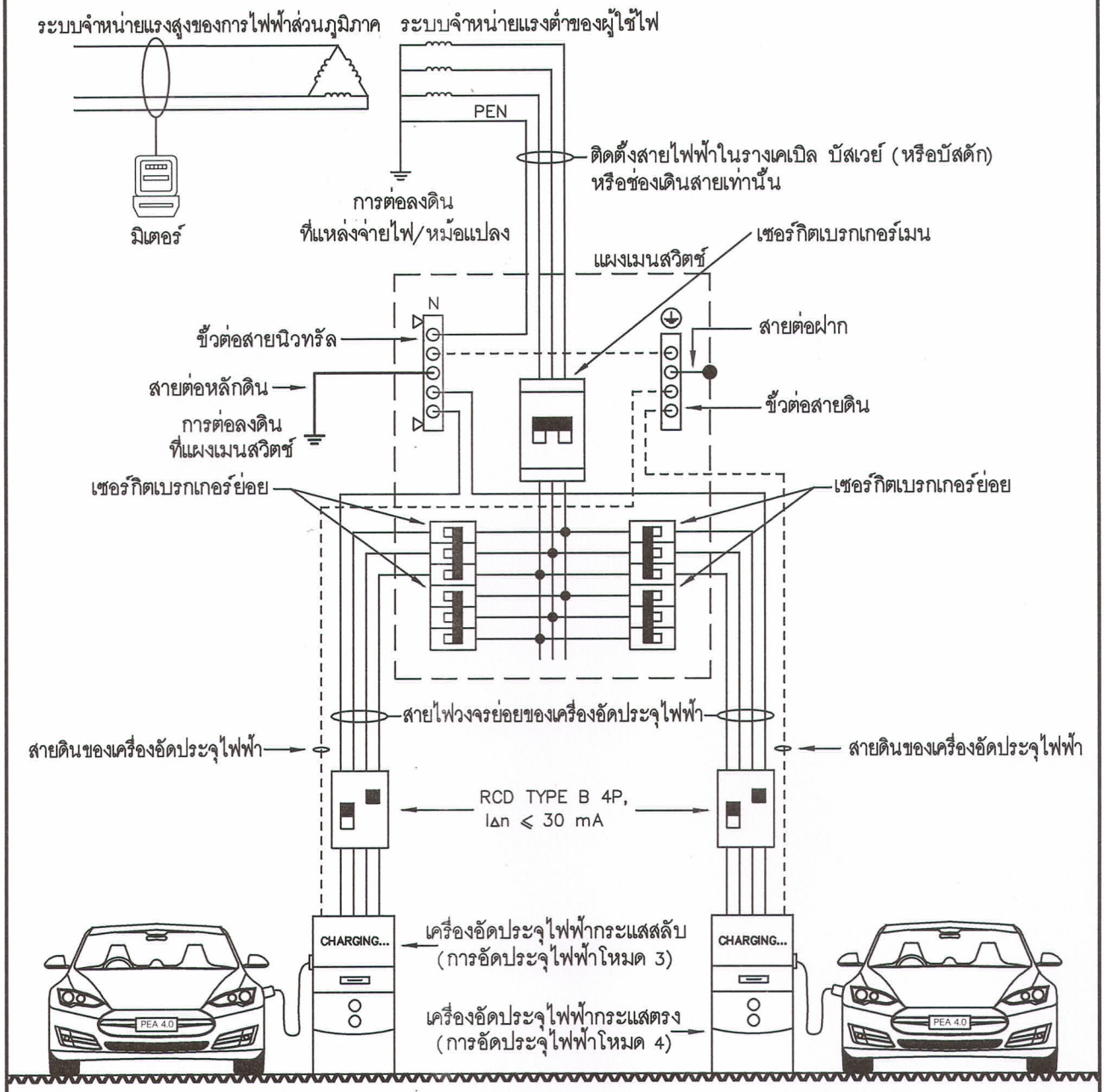


หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว และสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4–015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –	17 มี.ค. 2563	เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4–015/63002
		แผ่นที่ 5 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	0 9 0 3

5. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กรณีระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TN–C–S ทั้งระบบ

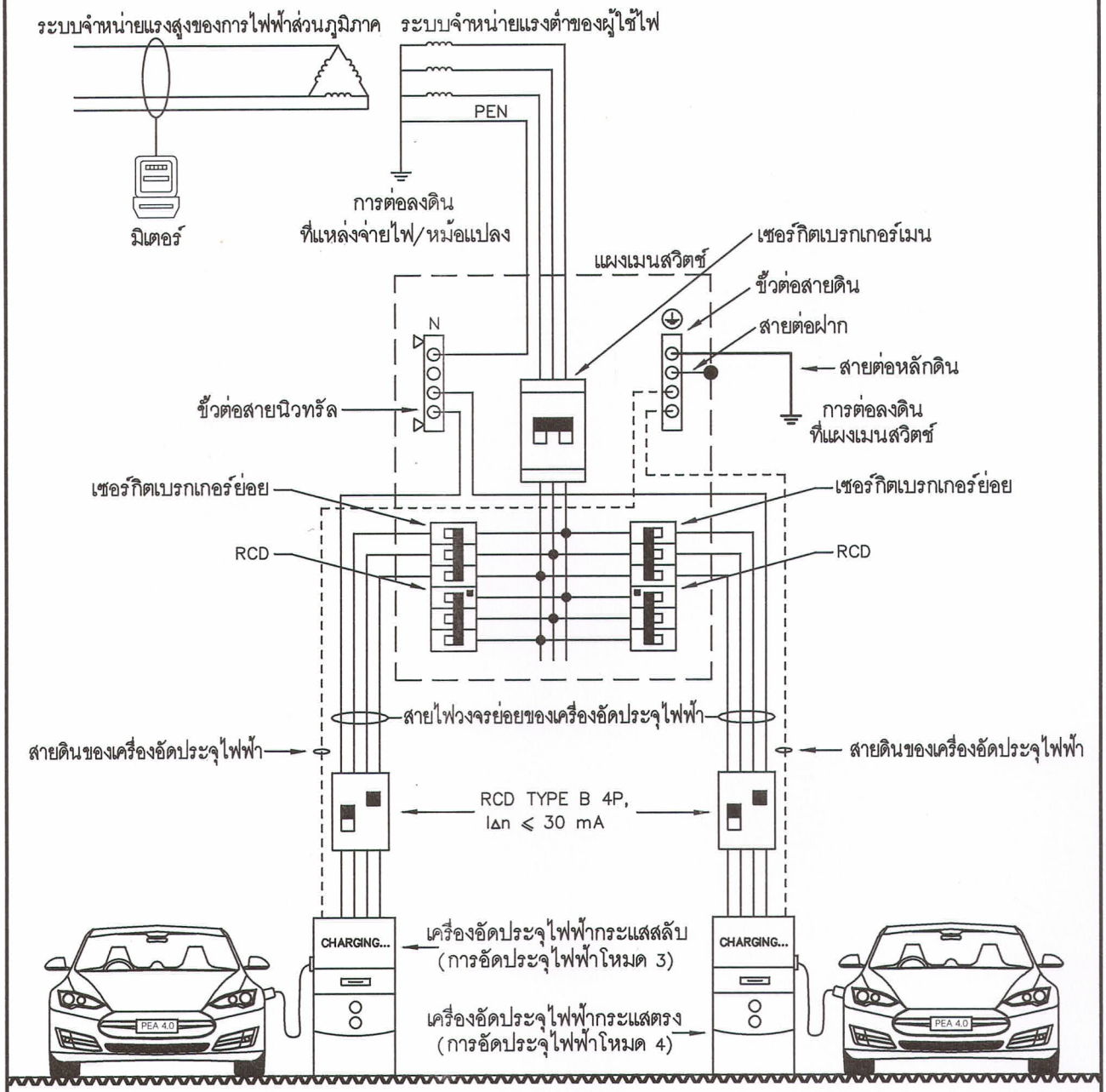


หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว และสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน
ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4–015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –	12 มี.ค. 2563	เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก	สำหรับสถานประกอบการ	มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4–015/63002
		แผ่นที่ 6 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	0 9 0 3

6. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรณีระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TT ทั้งระบบ

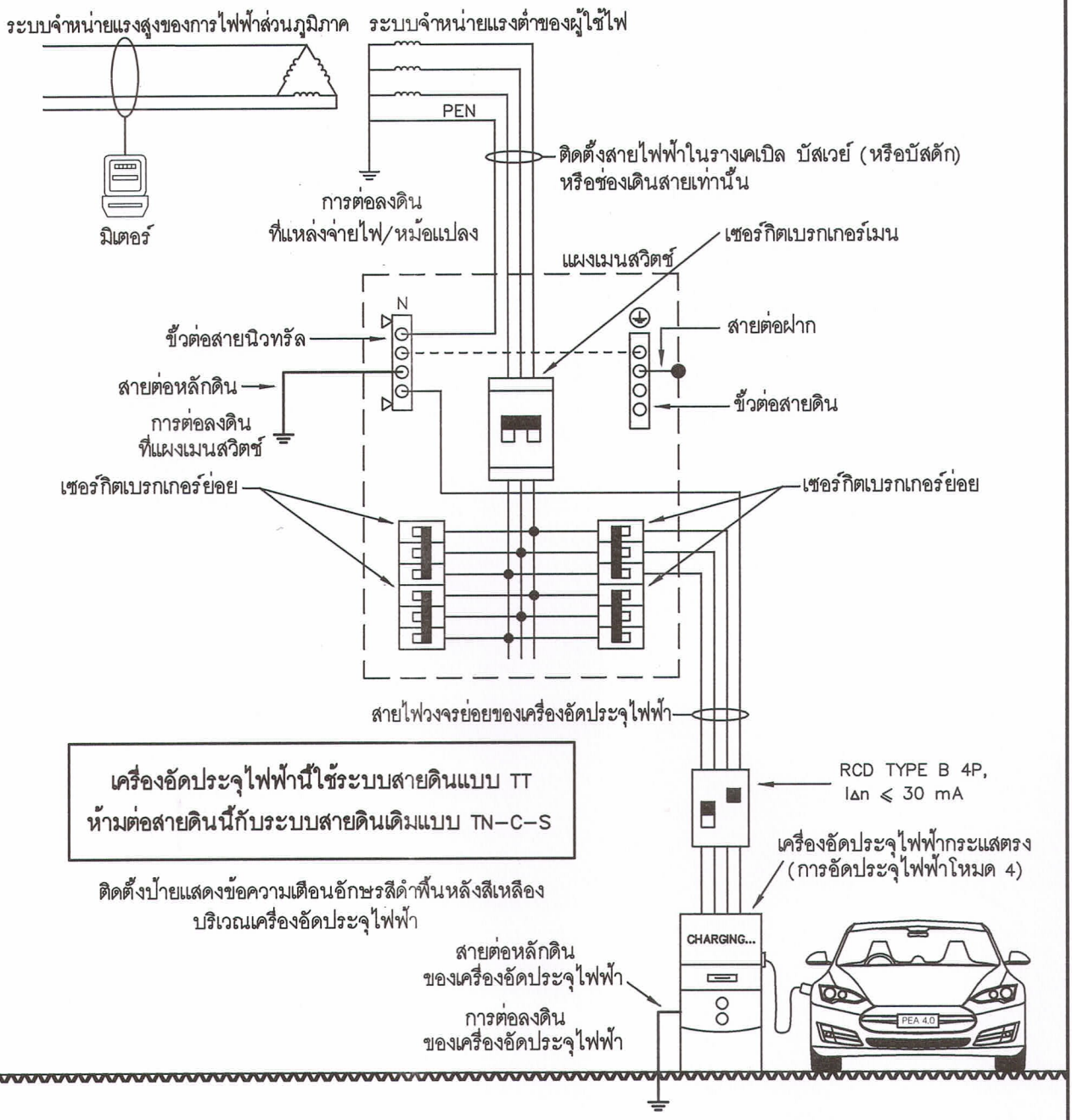


หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว และสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้สำรวจ –	12 มี.ค. 2563	เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63
วิศวกร	การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	แก้แบบวันที่ –
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4-015/63002 แผ่นที่ 7 ของจำนวน 8 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 0 9 0 3

7. ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟที่รับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กรณีระบบไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อลงดินแบบ TT
รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่ต่อลงดินแบบ TN–C–S



หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการต่อลงดิน, การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว และสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน
ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4–015/62003 (การประกอบเลขที่ 9807)

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ – ถูกแทนโดยแบบ –
ผู้เขียน ณัฐดนัย คงถวิลวงศ์ ผู้สำรวจ – วิศวกร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ (แทน) 17 มี.ค. 2563 การติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับสถานประกอบการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 ก.พ. 63 แก้แบบวันที่ – มิติเป็น – มาตราส่วน –
รองผู้ว่าการวิศวกรรม –	ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR EV CHARGING STATION	แบบเลขที่ SA4–015/63002 แผ่นที่ 8 ของจำนวน 8 แผ่น

ภาคผนวก 2

คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

(1) คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า แบ่งออกเป็นเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1. คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ

ที่	รายการ	มาตรฐานหรือข้อกำหนด
1.	มาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้า (EV Conductive Charging System)	Mode 3 เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 61851 ที่เกี่ยวข้อง หรือ IEC 61851 ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
2.	Plug และ Socket	IEC 62196-1 และ IEC 62196-2
3.	Rated Input Voltage	220/380 V
4.	Rated Output Voltage	220/380 V
5.	Rated Frequency	50 Hz
6.	Rated Output Current	ตามแต่ละผลิตภัณฑ์
7.	Ingress protection Rating (IP)	Indoor ไม่น้อยกว่า IP41 Outdoor ไม่น้อยกว่า IP55

ตารางที่ 2. คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง

ที่	รายการ	มาตรฐานหรือข้อกำหนด
1.	มาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้า (EV Conductive Charging System)	Mode 4 เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 61851 ที่เกี่ยวข้อง หรือ IEC 61851 ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
2.	Plug และ Socket	IEC 62196-1 และ IEC 62196-2
3.	Rated Input Voltage	220/380 V
4.	Rated Output Voltage	ตามแต่ละผลิตภัณฑ์
5.	Rated Input Frequency	50 Hz
6.	Rated Output Current	ตามแต่ละผลิตภัณฑ์
7.	Ingress protection Rating (IP)	Indoor ไม่น้อยกว่า IP41 Outdoor ไม่น้อยกว่า IP55

(2) คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบไร้สาย (EV Wireless Power Transfer) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 61980 ที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐาน IEC ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก 3

การตรวจสอบการติดตั้งระบบอัดประจุไฟฟ้า การตรวจวัดและการทดสอบความปลอดภัย ระบบอัดประจุไฟฟ้า และการทดสอบสถานะการอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า

สถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นพื้นที่ที่บุคคลทั่วไปที่มียานยนต์ไฟฟ้าสามารถเข้าถึงได้ง่าย ความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่ผู้ให้บริการต้องคำนึงถึง เพื่อป้องกันความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนั้นระบบอัดประจุไฟฟ้าจึงควรได้รับการตรวจสอบและทดสอบความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ โดยการตรวจสอบและทดสอบความปลอดภัยก่อนการเปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไป การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและผู้ขอใช้บริการจะต้องร่วมกันดำเนินการดังนี้

ข้อ 1. การตรวจสอบการติดตั้งทางไฟฟ้าของระบบอัดประจุไฟฟ้า

หลังจากผู้ขอใช้บริการผ่านการพิจารณาทางเทคนิคจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และผู้ขอใช้บริการดำเนินการติดตั้งระบบอัดประจุไฟฟ้าเรียบร้อยร้อยแล้ว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะดำเนินการเข้าตรวจสอบการติดตั้งระบบอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามภาคผนวก 1 หากการติดตั้งทางไฟฟ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าวผู้ขอใช้บริการจะต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย ก่อนดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ข้อ 2. การตรวจวัดและทดสอบความปลอดภัยของระบบอัดประจุไฟฟ้า

การตรวจวัดและทดสอบความปลอดภัยของระบบอัดประจุไฟฟ้า หลังจากผ่านการตรวจสอบการติดตั้งทางไฟฟ้าแล้ว จะต้องดำเนินการตรวจวัดและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60364-6 (Measuring procedure for testing electric charging stations) โดยมีเงื่อนไขในการดำเนินการดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดและทดสอบต้องเป็นไปข้อกำหนดตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

2.2 การทดสอบจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ ก่อนการเปิดให้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.3 หากมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงระบบอัดประจุไฟฟ้า ผู้ขอใช้บริการจะต้องทำการตรวจวัดและทดสอบระบบอัดประจุไฟฟ้าอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยและจัดส่งรายงานผลการตรวจวัดและทดสอบให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทราบ

2.4 หากระบบอัดประจุไฟฟ้าเกิดการบกพร่องที่ตัวเครื่องหรืออะไหล่ หลังได้รับการแก้ไข จะต้องทำการตรวจวัดและทดสอบระบบอัดประจุไฟฟ้าอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยและจัดส่งรายงานผลการตรวจวัดและทดสอบให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทราบ

2.5 การทดสอบต้องประกอบด้วย การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) และการทดสอบด้วยเครื่องมือ (Measuring and testing)

2.6 การตรวจวัดและทดสอบความปลอดภัยของระบบอัดประจุไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60364-6 ประกอบด้วยหัวข้อการทดสอบดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบการเชื่อมโยงของสายไฟในระบบไฟฟ้า การเดินสายการเข้าสายต้องได้คุณภาพ มีความแข็งแรง โดยวัดเป็นค่าความต้านทาน ค่าที่ได้ต้องมีค่าต่ำ (Continuity of the conductors low-resistance measurement)

(2) ทดสอบค่าความต้านทานฉนวนทางไฟฟ้า ทดสอบความปลอดภัยของฉนวน โดยวัดเป็นค่าความต้านทานโดยค่าต้องสูง (Insulation resistance)

(3) ทดสอบค่าความต้านทานหลักดินที่ใช้ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ป้องกันไฟรั่ว โดยวัดเป็นค่าความต้านทาน โดยค่าที่ได้ต้องมีค่าต่ำ (Earth resistance)

(4) ทดสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว โดยทดสอบค่ากระแสไฟฟ้ารั่วที่ระดับต่างๆ และเวลาที่ใช้ในการปลดวงจร โดยเวลาที่ใช้ในการปลดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วต้องเป็นไปตามมาตรฐาน (Testing of RCDs)

(5) ทดสอบความต้านทานของระบบไฟฟ้าขณะที่มีไฟฟ้าในระบบ เป็นการทดสอบโดยวัดเป็นค่าความต้านทานที่เรียกว่า Loop impedance และ Line impedance ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยค่า Loop impedance และ Line impedance ค่าที่ได้ต้องต่ำ ส่วนค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรค่าที่ได้ต้องสูงกว่าค่าของอุปกรณ์ปลดวงจรหรือเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ใช้ (Fault loop impedance (loop resistance), internal system resistance))

(6) ทดสอบลำดับเฟสทางไฟฟ้า โดยการเรียงลำดับเฟสต้องถูกต้อง (Phase sequence)

ทั้งนี้ การตรวจวัดและทดสอบความปลอดภัยของระบบอัดประจุไฟฟ้าดังกล่าว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเป็นผู้ดำเนินการ หรือผู้ขอใช้บริการสามารถให้หน่วยงาน/บุคคลภายนอก ดำเนินการตรวจวัดและทดสอบโดยหน่วยงาน/บุคคลภายนอกจะต้องได้รับการยอมรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอาจดำเนินการกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อขึ้นทะเบียนรายชื่อ หน่วยงาน/บุคคลภายนอก ที่ผ่านการฝึกอบรมมีความรู้เป็นอย่างดีสามารถดำเนินการตรวจวัดและทดสอบระบบอัดประจุไฟฟ้าดังกล่าวได้

ข้อ 3. การทดสอบสถานะการอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า

การทดสอบสถานะการประจุไฟฟ้าเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851 ที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นการทดสอบสถานะ ก่อนเสียบสายชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งยังทดสอบกรณีเกิดการบกพร่องขึ้นขณะชาร์จ ซึ่งระบบชาร์จจะต้องหยุดทำงานทันที ป้องกันความเสียหายอื่นๆ ตามมา โดยผู้ขอใช้บริการจะต้องจัดเตรียมหน่วยงาน/บุคคล อุปกรณ์ที่จะดำเนินการทดสอบ โดยหน่วยงาน/บุคคลที่ทำการทดสอบจะต้องผ่านการอบรมมีความรู้เป็นอย่างดี และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อ 4. การทดสอบการปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า

การทดสอบการปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า หลังจากเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว จะดำเนินการทดสอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการประสานงานระหว่างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้เชื่อมต่อและ Charge Point Operator (CPO) หากเกิดเหตุฉุกเฉินในระบบโครงข่ายไฟฟ้าหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต้องการปรับลดกำลังไฟฟ้าของระบบอัดประจุไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 <u>ทดสอบการปลดการเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้า ออกจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า</u> โดยผู้เชื่อมต่อหรือ CPO ประสานงานกับศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในแต่ละการไฟฟ้าเขต เพื่อแจ้งเวลาที่ต้องการปลดการเชื่อมต่อ จากนั้นผู้เชื่อมต่อหรือ CPO ดำเนินการปลดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ณ ตำแหน่งเซอร์กิตเบรคเกอร์เชื่อมต่อของระบบอัดประจุไฟฟ้า

4.2 <u>ทดสอบเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้า</u> โดยผู้เชื่อมต่อหรือ CPO ประสานงานกับศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในแต่ละการไฟฟ้าเขต เพื่อแจ้งเวลาที่ต้องการเชื่อมต่อ จากนั้นผู้เชื่อมต่อหรือ CPO ดำเนินการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ณ ตำแหน่งเซอร์กิตเบรกเกอร์เชื่อมต่อของระบบอัดประจุไฟฟ้า

4.3 <u>การทดสอบการปรับลดกำลังไฟฟ้าของระบบอัดประจุไฟฟ้า</u> โดยศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในแต่ละการไฟฟ้าเขต ประสานงานกับผู้เชื่อมต่อหรือ CPO เพื่อแจ้งให้ปรับลดกำลังไฟฟ้าระบบอัดประจุไฟฟ้าในปริมาณและระยะเวลาที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถสั่งปรับลดกำลังไฟฟ้าในปริมาณและระยะเวลาที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด ผ่านระบบ PEA EVMS ไปยังระบบบริหารจัดการของ CPO โดยอัตโนมัติ

ทั้งนี้ ผู้เชื่อมต่อจะต้องดำเนินการทดสอบตามข้อ 1 ถึงข้อ 4 ให้แล้วเสร็จ ก่อนที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะอนุญาตการรับไฟในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ภาคผนวก 4

เอกสารการยื่นขอใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
200 ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
คำร้องขอใช้ไฟฟ้า

เลขที่คำร้อง ..... หน้า 1/4
กฟฟ. .....
เจ้าหน้าที่ผู้รับคำร้อง .....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1.ชื่อผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า.....ประเภทบัตร.....
เลขที่.....หมายเลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร.....สาขา.....หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า.....
ที่อยู่รหัสบ้าน.....เลขที่.....หมู่บ้าน/อาคาร.....ห้อง.....ชั้น.....
หมู่ที่.....ตรอก.....ซอย.....ถนน.....
แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-mail.....

2.สถานที่ขอใช้บริการ [ ] เอกชน [ ] ราชการ [ ] รัฐวิสาหกิจ [ ] อื่นๆ(ระบุ).....
ชื่อสถานที่ใช้ไฟฟ้า.....
.....
ที่อยู่ รหัสบ้าน.-.....เลขที่.-.....หมู่บ้าน/อาคาร.-.....ห้อง.-.....ชั้น.-.....
หมู่ที่..-.....ตรอก.-.....ซอย..-.....ถนน..-.....
แขวง/ตำบล.-.....เขต/อำเภอ.-.....จังหวัด..-.....รหัสไปรษณีย์..-.....
โทรศัพท์.-.....โทรสาร.-.....E-mail..-.....
ประเภทกิจการ.....
.....

3.สถานที่ติดต่อ/ที่อยู่ในการจัดส่งเอกสาร
[ ] 3.1 ตามข้อ 1. [ ] 3.2 ตามข้อ 2. [ ] 3.3 อื่นๆ
ติดต่อ.....
ที่อยู่ รหัสบ้าน.....เลขที่.....หมู่บ้าน/อาคาร.....ห้อง.....ชั้น.....
หมู่ที่.....ตรอก.....ซอย.....ถนน.....
แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-mail.....

4.มีความประสงค์ ดังนี้

[ ] ขอติดตั้งมิเตอร์ใหม่ [ ] ขอติดตั้งไฟฟ้าชั่วคราว [ ] ขอใช้ไฟฟ้าสาธารณะ
[ ] ขอตัดฝากมิเตอร์โดยไม่ใช้ไฟฟ้า [ ] ขอตัดฝากมิเตอร์ใช้เพื่อแสงสว่างไม่ลด CT [ ] ขอตัดฝากมิเตอร์ใช้เพื่อแสงสว่างลด CT
[ ] ขอต่อกลับการใช้ไฟฟ้า [ ] ขอยกเลิกการใช้ไฟฟ้า [ ] ขอย้ายจุดติดตั้งมิเตอร์/อุปกรณ์ประกอบ
[ ] ขอเพิ่มขนาดมิเตอร์/อุปกรณ์ประกอบ [ ] ขอลดขนาดมิเตอร์/อุปกรณ์ประกอบ [ ] ขอเปลี่ยนมิเตอร์กรณีชำรุด
[ ] ขอเปลี่ยนประเภทมิเตอร์ [ ] ขอเปลี่ยนประเภทการใช้ไฟฟ้า [ ] ขอแก้ไขข้อมูลประวัติ
[ ] ขอหยุดซ่อมแซมเครื่องจักรประจำปี [ ] โอนเปลี่ยนชื่อกรณีเปลี่ยนเจ้าของ [ ] ขอใช้ไฟฟ้าตู้โทรศัพท์ต่อตรง
[ ] ขอใช้ไฟฟ้าชั่วคราวแบบเหมาจ่าย [ ] ค่าจัดการพลังงาน [ ] อื่นๆระบุ.....

รายละเอียดเพิ่มเติม.....
.....

5.ประเภทการใช้ไฟฟ้า

[ ] บ้านที่อยู่อาศัย [ ] กิจการขนาดเล็ก [ ] กิจการขนาดกลาง [ ] กิจการขนาดใหญ่
[ ] กิจการเฉพาะอย่าง [ ] ราชการ/องค์กรไม่แสวงหากำไร [ ] สูบน้ำเพื่อการเกษตร [ ] ไฟฟ้าชั่วคราว
[ ] กิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า [ ] อื่นๆระบุ.....

BP NO : CON NO : ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้าลงนาม

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
200 ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
คำร้องขอใช้ไฟฟ้า

เลขที่คำร้อง .....
กฟฟ. .....
เจ้าหน้าที่ผู้รับคำร้อง .....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

6.อุปกรณ์ที่ติดตั้ง
(1) หม้อแปลงขนาด.....เควีเอ. จำนวน.....เครื่อง
(2) เครื่องปรับอากาศ.....ตัน/บีทียู.....เครื่อง
(3) ดวงโคม.....ดวง (4) เต้าเสียบ..... ..ชุด (5) พัดลม.....เครื่อง
(6) อื่นๆ ระบุ.....

7.กำหนดการใช้ไฟฟ้า วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

8.ผู้ขอใช้ไฟฟ้ามีความประสงค์ที่จะชำระเงินค่าไฟฟ้าประจำเดือนด้วย [ ] เงินสด [ ] หักจากบัญชีเงินฝากธนาคาร
ทั้งนี้ กฟภ. สามารถเรียกเก็บเงินค่ากระแสไฟฟ้าดังกล่าวได้จาก.....
ที่อยู่ รหัสบ้าน.....เลขที่.....หมู่บ้าน/อาคาร.....ห้อง.....ชั้น.....
หมู่ที่.....ตรอก.....ซอย.....ถนน.....
แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-mail.....

หมายเหตุ: สัญญาซื้อขายไฟฟ้าจะมีผลผูกพันและบังคับใช้เมื่อผู้ขอใช้ไฟฟ้าได้ดำเนินการตามระเบียบ หลักเกณฑ์ และชำระค่าธรรมเนียมและค่าบริการต่าง ๆ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคถูกต้องครบถ้วนแล้ว

<u>แผนที่สังเขปแสดงที่ตั้งสถานที่ใช้ไฟฟ้า</u>

BP NO : CON NO : ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้าลงนาม

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
200 ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
คำร้องขอใช้ไฟฟ้า

เลขที่คำร้อง ..... หน้า 3/4
กฟฟ. .....
เจ้าหน้าที่ผู้รับคำร้อง .....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อตกลงการใช้ไฟฟ้า:-

1.ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า จะรับผิดชอบและสอดส่องดูแลมิเตอร์และอุปกรณ์ประกอบ ทั้งกรณีติดตั้งในที่สาธารณะหรือในความครอบครองของผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้ามิให้ชำรุดเสียหาย กับทั้งจะไม่ยินยอมให้ผู้อื่นต่อพ่วงไฟฟ้าไปใช้สถานที่อื่น นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในคำร้องขอใช้ไฟฟ้า

2.ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ต้องชำระค่าไฟฟ้าประจำเดือนตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีกำหนดเวลาให้ชำระเงินไม่น้อยกว่า 10 (สิบ) วัน นับแต่วันที่ได้รับใบแจ้งค่าไฟฟ้า

3.ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ต้องวางหลักประกันการใช้ไฟฟ้าตามจำนวนที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และเมื่อเลิกใช้ไฟฟ้าโดยไม่มีหนี้ค้างชำระ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะคืนหลักประกันภายในไม่เกิน 20 (ยี่สิบ) วันทำการ นับแต่วันที่ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ร้องขอคืน

4.หากมีหลักฐานเชื่อได้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าละเมิดการใช้ไฟฟ้า หรือมีเจตนากระทำ หรือใช้ให้กระทำการละเมิดการใช้ไฟฟ้า โดยทำลายหรือดัดแปลงแก้ไขมิเตอร์และหรืออุปกรณ์ประกอบใดๆ ตลอดจนเครื่องหมายหรือตราต่างๆ ทำให้มิเตอร์อ่านค่าคลาดเคลื่อน หรือเป็นผลให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ต้องสูญเสียประโยชน์อันพึงได้ หรือกระทำอื่นใดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือทำนองเดียวกัน หรือต่อไฟตรง โดยไม่ผ่านมิเตอร์ ผู้ใช้ไฟฟ้ายินยอมชำระค่าเสียหายตามประกาศ เรื่องการเรียกเก็บเงินในกรณีละเมิดการใช้ไฟฟ้า ลงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2539 (เอกสารแนบ)

5.ในกรณีมิเตอร์แสดงค่าคลาดเคลื่อน ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ต้องยินยอมชำระค่าไฟฟ้าประจำเดือนไปก่อน ตามค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของ 3 เดือนหลังสุดที่ถือว่าปกติติดต่อกัน หรือค่าไฟฟ้าที่คำนวณบนพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า โดยอาศัยหลักฐานข้อมูล ซึ่งตรวจสอบได้ในช่วงเวลานั้น หากภายหลังผลการตรวจสอบมิเตอร์มีผลแตกต่างจากที่เรียกเก็บไปแล้ว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเรียกเก็บเพิ่มหรือจ่ายคืนแล้วแต่กรณี

6.ในกรณีที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเห็นเป็นการจำเป็นหรือสมควรจะหยุดหรือลดการส่งพลังงานไฟฟ้า เพื่อปฏิบัติงานตามแผนเป็นการชั่วคราว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะแจ้งวันเวลาดับไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ทราบทางสื่อมวลชน หรือเครื่องขยายเสียง หรือปิดประกาศให้ทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 3 (สาม) วันทำการก่อนการดับไฟ หรือเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพให้บริการที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประกาศใช้ในขณะนั้น เว้นแต่ในกรณีฉุกเฉิน

7.ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า จะปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ คำสั่ง หลักเกณฑ์ วิธีปฏิบัติ และประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าทุกประการและที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือตราขึ้นใหม่ และให้แสดง ณ ที่ทำการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

8.หากผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงการใช้ไฟฟ้าข้อหนึ่งข้อใดข้างต้น ผู้ใช้ไฟฟ้ายินยอมให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคงดจ่ายไฟฟ้าได้ โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่ต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ในการงดจ่ายไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะแจ้งให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 3 (สาม) วัน

(ลงชื่อ).....

ตำแหน่ง.....(ผู้ใช้ไฟฟ้า/ลูกค้า/ผู้รับมอบอำนาจลงนาม)

BP NO : CON NO :

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
200 ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
คำร้องขอใช้ไฟฟ้า

เลขที่คำร้อง .....
กฟฟ. .....
เจ้าหน้าที่ผู้รับคำร้อง .....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สำหรับเจ้าหน้าที่

1. วันนัดสำรวจวันที่.....เวลา.....น.
ให้.....
ดำเนินการสำรวจแล้วรายงานให้ทราบ

(ลงชื่อ).....
(.....)
ตำแหน่ง.....

2. รายงานและความเห็นของผู้ตรวจสอบ
2.1 สายเมนแรงต่ำ ขนาด.....ตร.มม. จำนวน.....เฟส.....สาย
2.2 จ่ายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าย่อย.....ฟีดเดอร์แรงสูง.....ปีจัดซื้อ(ตาม มป.5) [ ] [ ]
ฟีดเดอร์แรงต่ำ [ ] เฟสแรงต่ำ [ ] ชนิดของหม้อแปลง.....หม้อแปลงหมายเลขPEA [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
หม้อแปลง: ขนาด.....เควีเอ.....เฟส.....สาย ระบบ.....เควี
โวลท์แอมป์ แรงสูง.....โวลท์แอมป์ แรงต่ำ.....
2.3 การเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตรวจสอบตามแบบฟอร์มการตรวจให้คำแนะนำก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า)
[ ] เรียบร้อยถูกต้องตามมาตรฐาน
[ ] ไม่เรียบร้อย ควรแก้ไขเนื่องจาก.....
[ ] นัดตรวจสอบใหม่วันที่.....
2.4 ผลการแก้ไข [ ]เรียบร้อย [ ]แก้ไขเพิ่มเติม(ระบุ).....
2.5 ความเห็นของผู้ตรวจสอบ ประเภทกิจการ.....
ติดตั้งมิเตอร์ขนาด.....แอมป์ [ ] เฟส [ ] [ ] [ ] โวลท์ [ ] สายคิดค่าไฟฟ้าประเภท.....แรงดัน .....โวลท์
ติดตั้งซีทีขนาด.....วีทีขนาด.....เควาร์ขนาด.....
หมายเลขPEA.มิเตอร์ก่อนหน้า(สายการจดหน่วยเดียวกัน).....
หมายเลขPEA.มิเตอร์ถัดไป(สายการจดหน่วยเดียวกัน).....
สายการจดหน่วย.....หมายเลขPEA.มิเตอร์.....

(ลงชื่อ).....
(.....)
...../...../..... ผู้ตรวจสอบ

3. การชำระเงิน
( ) ชำระเงินประกันการใช้ไฟฟ้าและค่าธรรมเนียมต่างๆ แล้ว
( ) ยังไม่ได้ชำระเงิน สาเหตุ(ระบุ).....

4. การติดตั้งมิเตอร์

เรียน ผจก.....

เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(ลงชื่อ).....
(.....)
ตำแหน่ง.....

อนุมัติ

(ลงชื่อ).....
(.....)
ตำแหน่ง.....

BP NO : CON NO :

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

แบบฟอร์มการขอใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า (เพิ่มเติม)

ชื่อผู้ขอใช้ไฟฟ้า.....

ชื่อผู้ติดต่อ.....

ที่อยู่ .....

Email.....เบอร์โทร .....

1. สถานีอัดประจุไฟฟ้าอยู่ในพื้นที่

[ ] สถานีบริการเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ [ ] สถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยเฉพาะ [ ] ห้างสรรพสินค้า

[ ] โรงแรม [ ] ร้านอาหาร [ ] ร้านค้า/ร้านสะดวกซื้อ [ ] ธุรกิจให้เช่าที่จอดรถ

[ ] หมู่บ้านจัดสรร [ ] อาคารชุด [ ] ถนนสาธารณะ [ ] อื่นๆ.....

2. พิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (lat, long) .....

3. รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

ยี่ห้อ	รุ่น	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	จำนวน (เครื่อง)

ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้ารวมของเครื่องอัดประจุภายในสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....kW .....kVA

4. รายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่ใช้งานในสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ที่	ชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	จำนวน (เครื่อง)

ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ภายในสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....kW

หมายเหตุ : อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานีอัดประจุไฟฟ้า เช่น โคมไฟส่องสว่าง หน้าจอมอนิเตอร์ อุปกรณ์สื่อสาร เป็นต้น

5. ลักษณะการจัดเก็บรายได้จากผู้รับบริการ

[ ] จำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วยไฟฟ้า (บาท/หน่วยไฟฟ้า) [ ] จำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นรายครั้ง (บาท/ครั้ง)

[ ] ค่าบริการที่จอดขณะให้บริการอัดประจุ (บาท/หน่วยเวลา) [ ] อื่นๆ.....

6. ชื่อผู้ให้บริการระบบควบคุมและบริหารจัดการสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Point Operator: CPO)

.....

ชื่อผู้ติดต่อ .....

ที่อยู่ .....

Email.....เบอร์โทร .....

7. หลักฐานประกอบการขอใช้ไฟฟ้า

- ☐ สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน
- ☐ หนังสือมอบอำนาจ (กรณีมอบอำนาจ)
- ☐ สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้มีอำนาจกระทำการแทนหรือของผู้รับมอบอำนาจ (กรณีมอบอำนาจ)
- ☐ สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนจากกระทรวงพาณิชย์ ไม่เกิน 6 เดือน
- ☐ เอกสารแสดงกรรมสิทธิ์ในสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- ☐ แผนผังสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Layout of EV Charging Station)
- ☐ แผนผังระบบไฟฟ้า (Single Line Diagram) แสดงการจัดวางและเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมดโดยละเอียด และมีวิศวกรไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพจากสภาวิศวกรลงนามรับรอง
- ☐ ตารางโหลด (Load Schedule) และรายการคำนวณทางไฟฟ้า ที่มีวิศวกรไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพจากสภาวิศวกรลงนามรับรอง
- ☐ แบบแสดงการติดตั้งฐานรากและนั่งร้านหม้อแปลง และมีวิศวกรโยธาลงนามรับรอง
- ☐ ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์อื่นๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ป้องกัน เซอร์กิตเบรกเกอร์ เครื่องตัดไฟรั่ว เป็นต้น
- ☐ สำเนาใบประจำตัวผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรที่เกี่ยวข้อง
- ☐ ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) ของระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า
- ☐ ใบอนุญาตขอประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าหรือใบจดแจ้งสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- ☐ ข้อมูลทางเทคนิคของระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Energy Storage System) (ถ้ามี)
- ☐ ผลทดสอบ (Test Report) เครื่องอัดประจุไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 61851 ที่เกี่ยวข้อง หรือ IEC 61851 ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารการขึ้นทะเบียนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
- ☐ อื่นๆ.....

หมายเหตุ : ให้ผู้ประกอบการบันทึกเอกสารข้างต้นในรูปแบบไฟ PDF File ลงใน CD-ROM หรือ Flash Drive จำนวน 1 ชุด เพื่อประกอบการยื่นขอใช้ไฟฟ้า

ลงชื่อ..... ผู้ขอใช้ไฟฟ้า/ผู้รับมอบอำนาจลงนาม

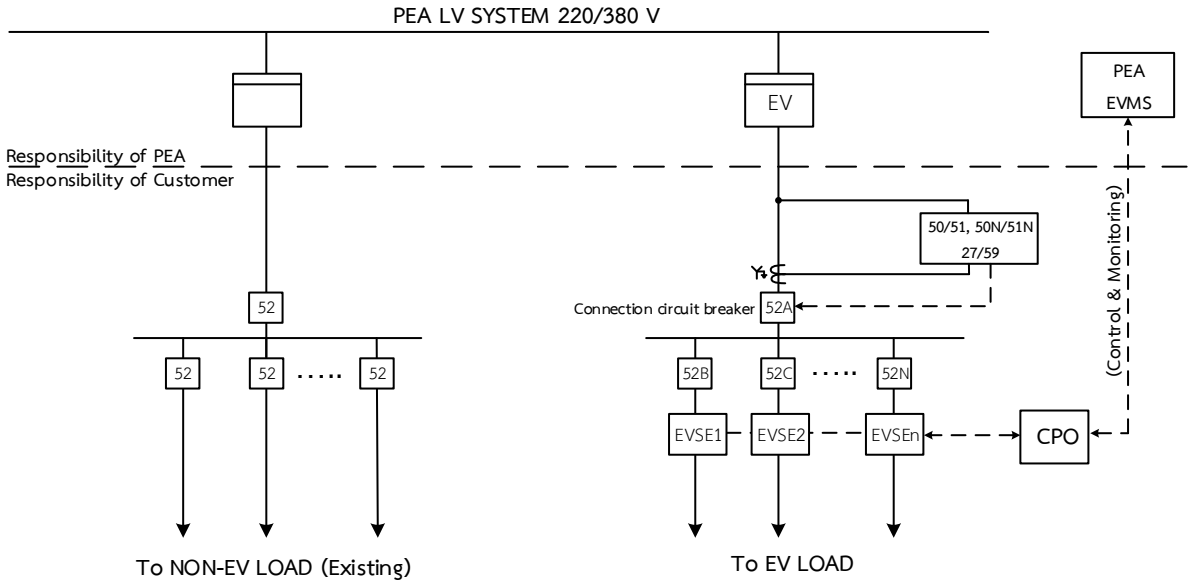
(.....)

วันที่.....

ภาคผนวก 5
รูปแบบการเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

สัญลักษณ์	รายละเอียดอุปกรณ์
	มิเตอร์ซื้อขายไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอื่นๆ (Revenue Meter)
	มิเตอร์ซื้อขายไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า (EV Meter)
	เครื่องป้องกันกระแสเกิน
	Load Break Switch
	เซอร์กิตเบรคเกอร์
	บริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Supply Equipment)
	Drop Fuse หรือ Power Fuse
	ล่อฟ้า (Surge Aerator)
81	ฟังก์ชั่นการป้องกันความถี่ต่ำ/ความถี่สูง
27/59	ฟังก์ชั่นการป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก/แรงดันไฟฟ้าเกิน
50/51	ฟังก์ชั่นการป้องกันกระแสเกินด้านเฟส
50N/51N	ฟังก์ชั่นการป้องกันกระแสเกินด้านกราวด์
CPO	Charging Point Operator

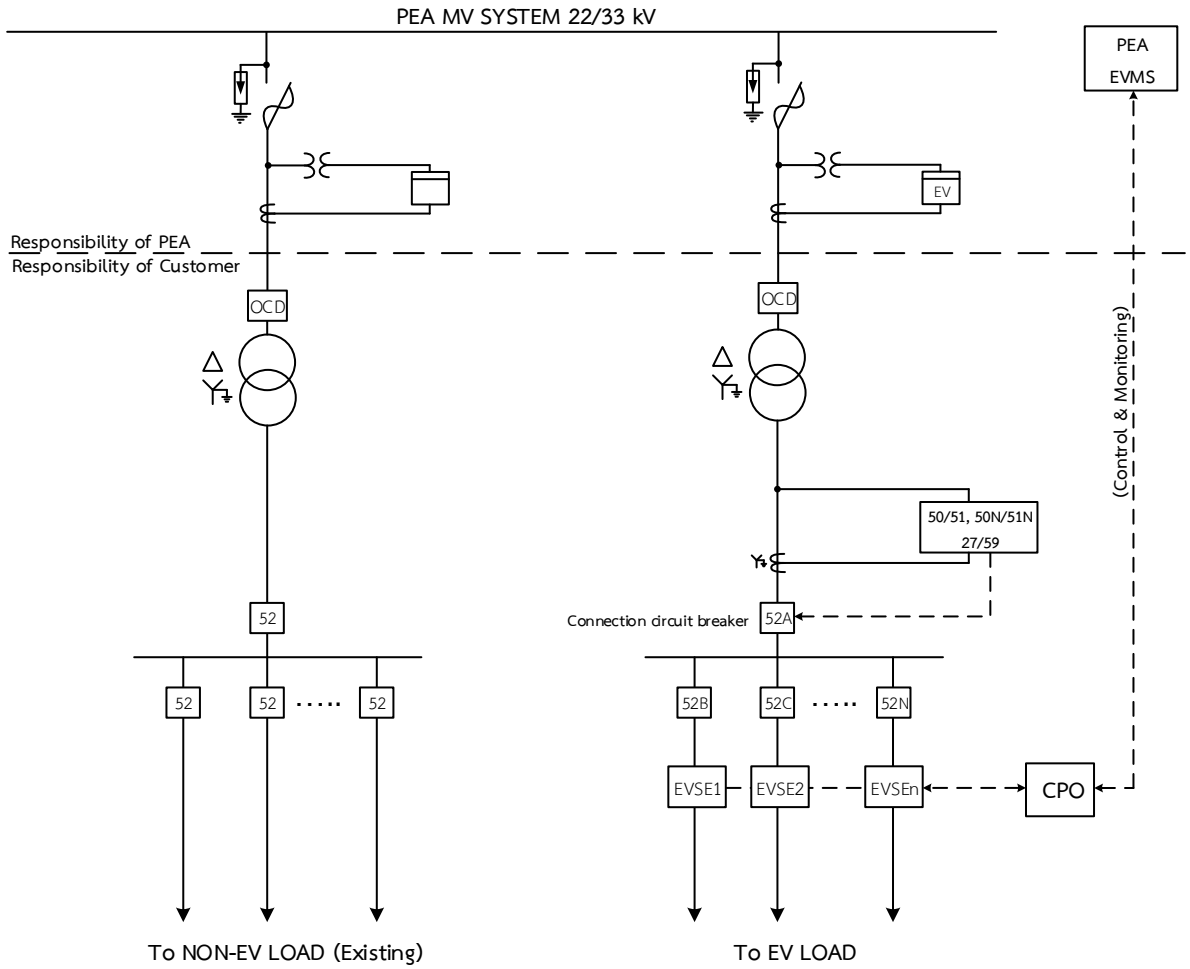
รูปแบบที่ 1. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบจำหน่าย 220 หรือ 380 โวลต์



หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

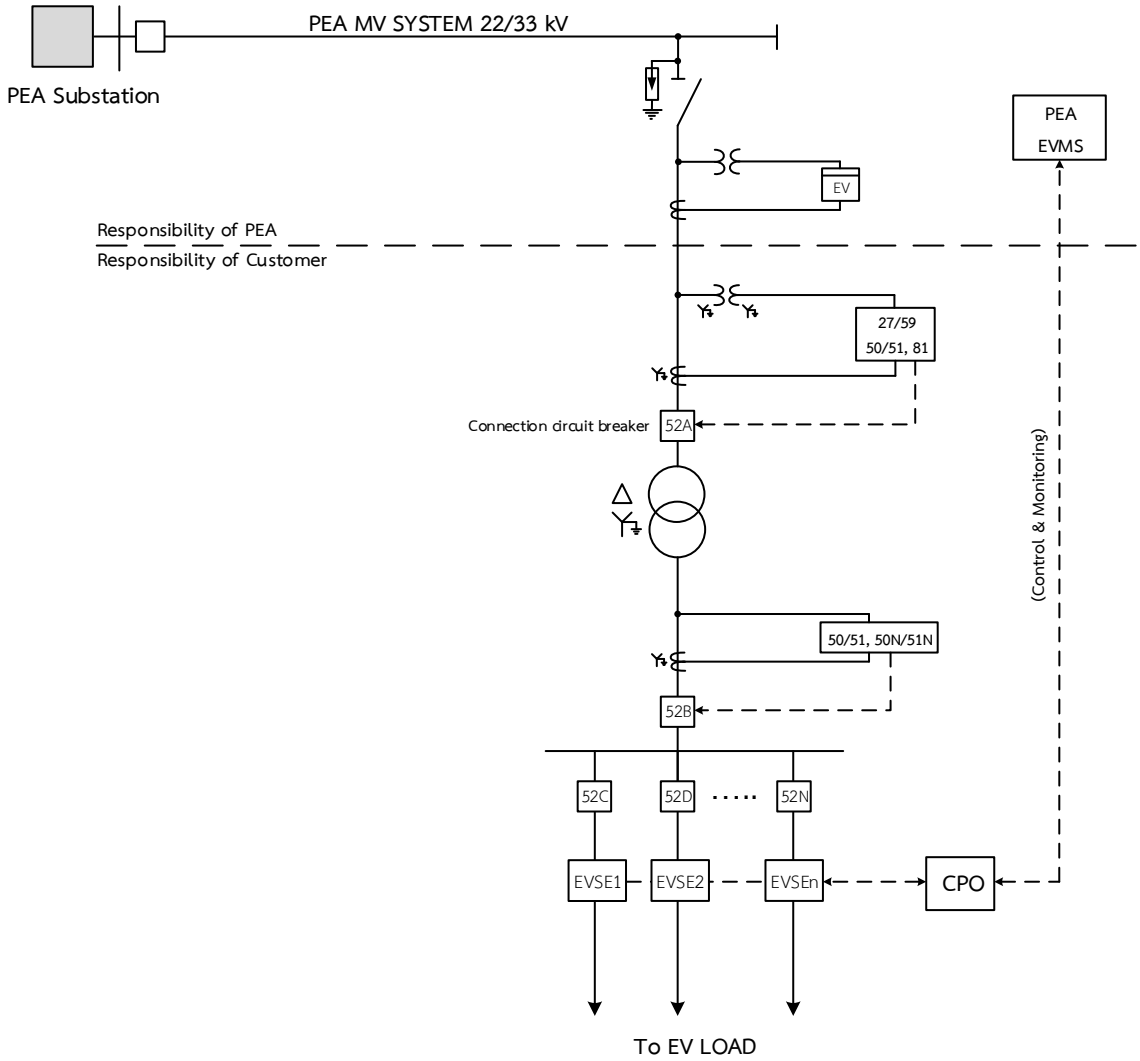
รูปแบบที่ 2. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบจำหน่าย 22 หรือ 33 กิโลโวลต์



หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

รูปแบบที่ 3. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบจำหน่าย 22 หรือ 33 กิโลโวลต์ กรณีวงจรเฉพาะ



หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

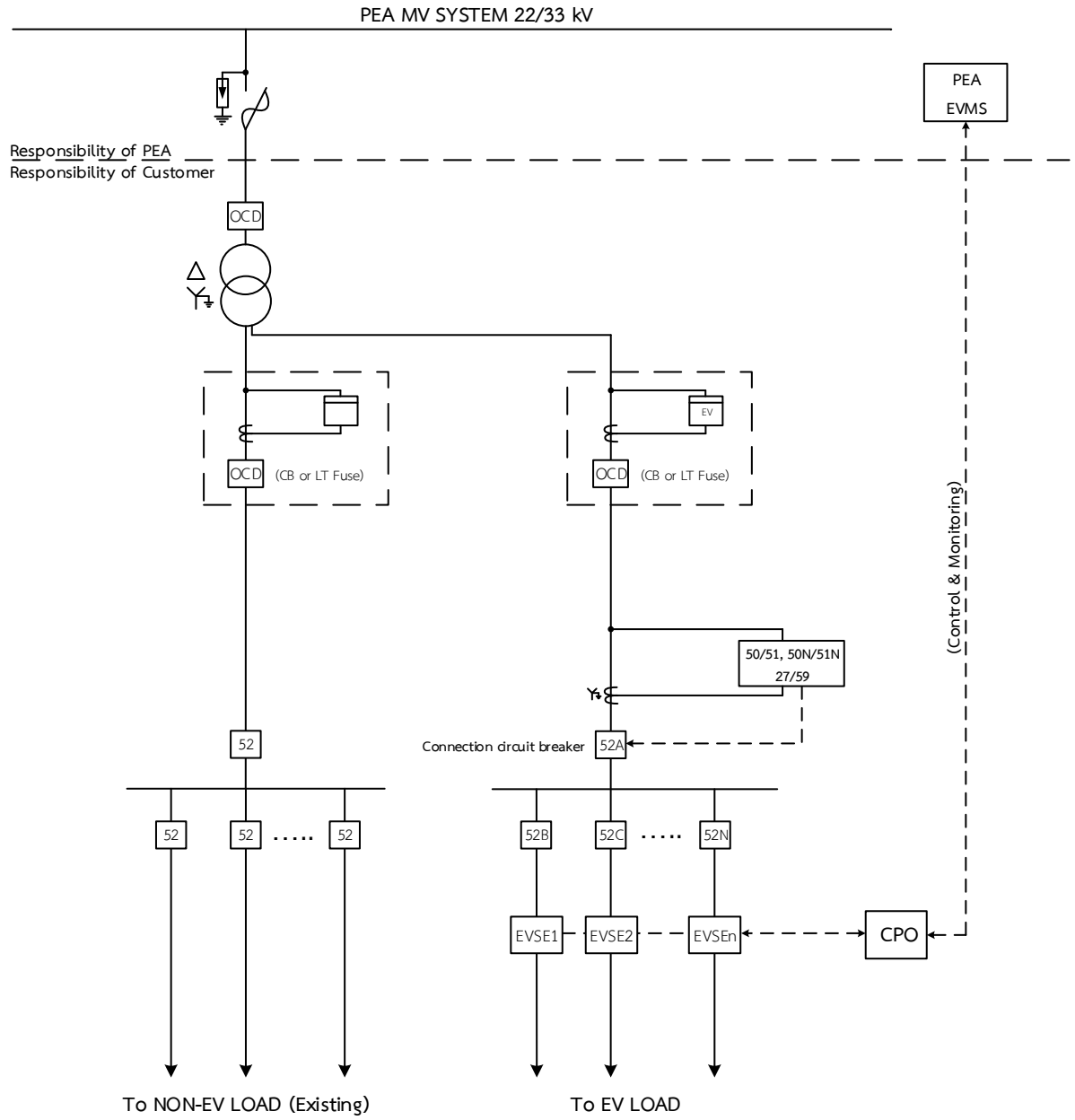
2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

รูปแบบที่ 4. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่ง 69 หรือ 115 กิโลโวลต์

1. รูปแบบสถานีไฟฟ้าและระบบป้องกันในระดับแรงดัน 69/115 กิโลโวลต์ ให้เป็นไปตามคู่มือการขอใช้ไฟเฉพาะรายระบบ 115 กิโลโวลต์
2. ระบบป้องกันในระดับแรงดัน 220/380 โวลต์ และระดับแรงดัน 22/33 กิโลโวลต์ ให้พิจารณาตามรูปแบบการเชื่อมต่อ รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

รูปแบบที่ 5. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับหม้อแปลงเฉพาะรายขนาดไม่เกิน 250 เควีเอ ร่วมกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

5.1 กรณีผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายเดิมและผู้ขอใช้ไฟฟ้าประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดียวกัน

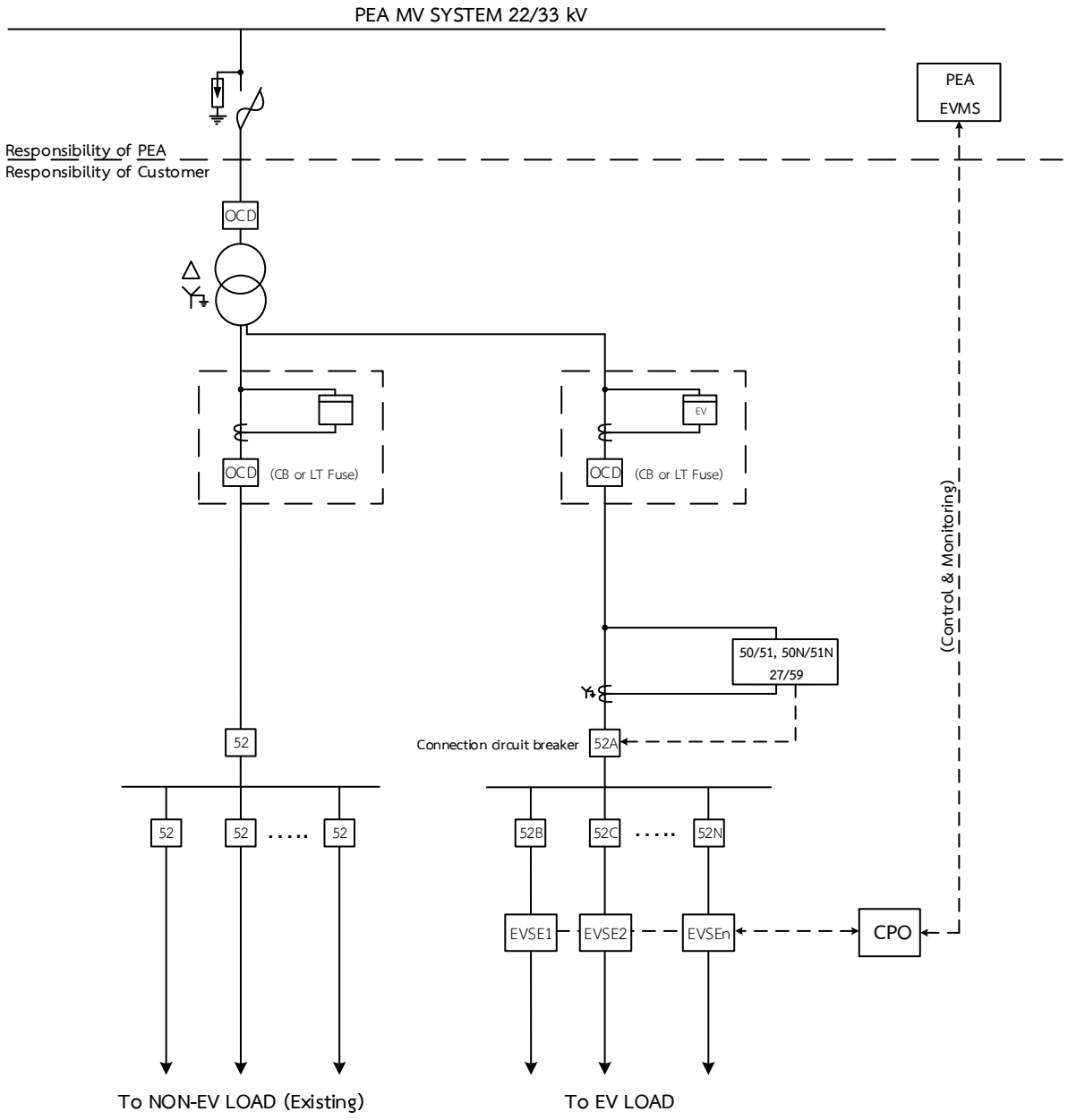


หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

รูปแบบที่ 5. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับหม้อแปลงเฉพาะรายขนาดไม่เกิน 250 เควีเอ ร่วมกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

5.2 กรณีผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายเดิมและผู้ขอใช้ไฟฟ้าประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าคนละราย

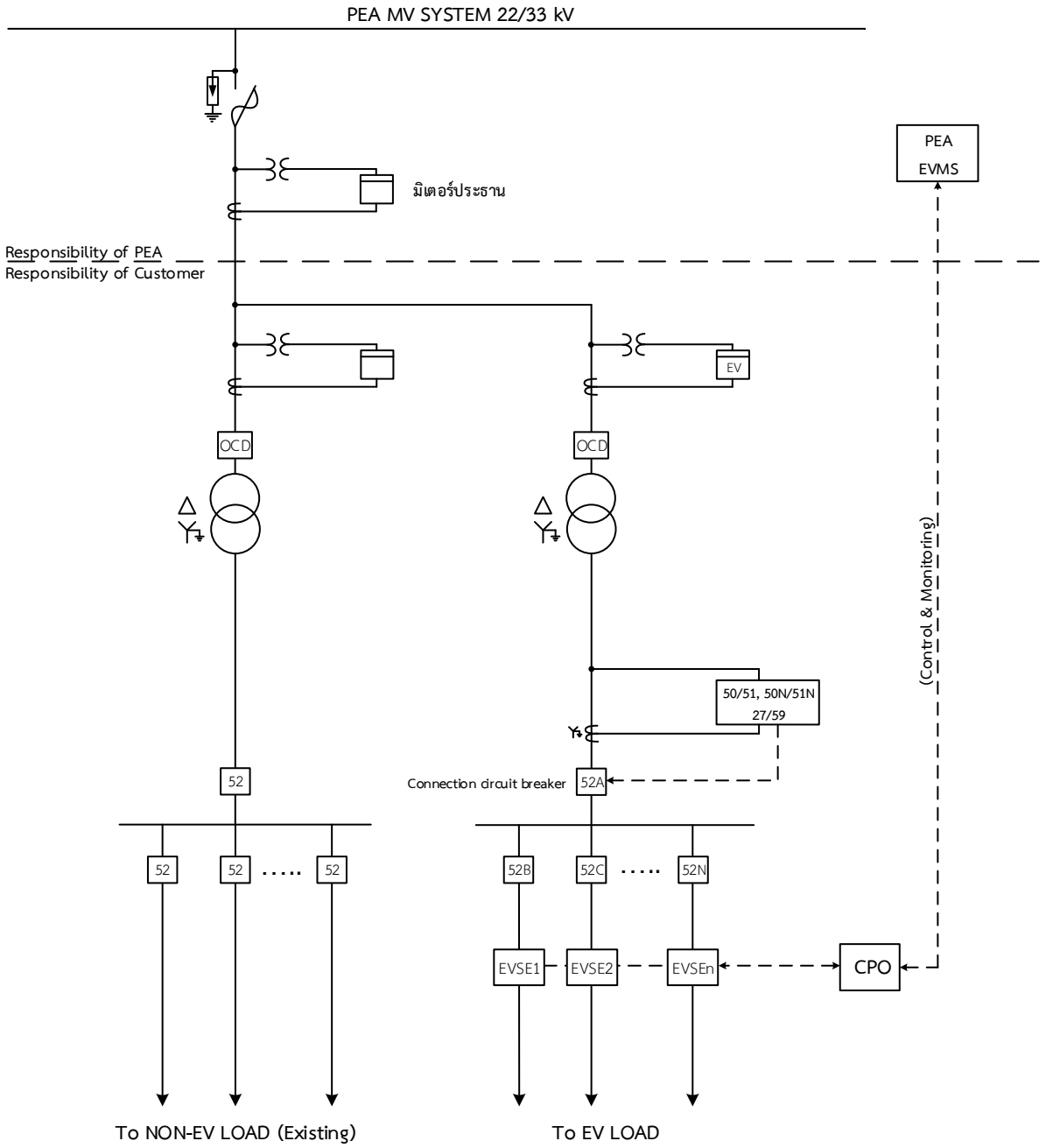


หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

รูปแบบที่ 6. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบจำหน่ายแรงสูงร่วม

6.1 กรณีมิเตอร์ประธานและมิเตอร์แยกเป็นมิเตอร์ประกอบซีที วีที แรงสูง

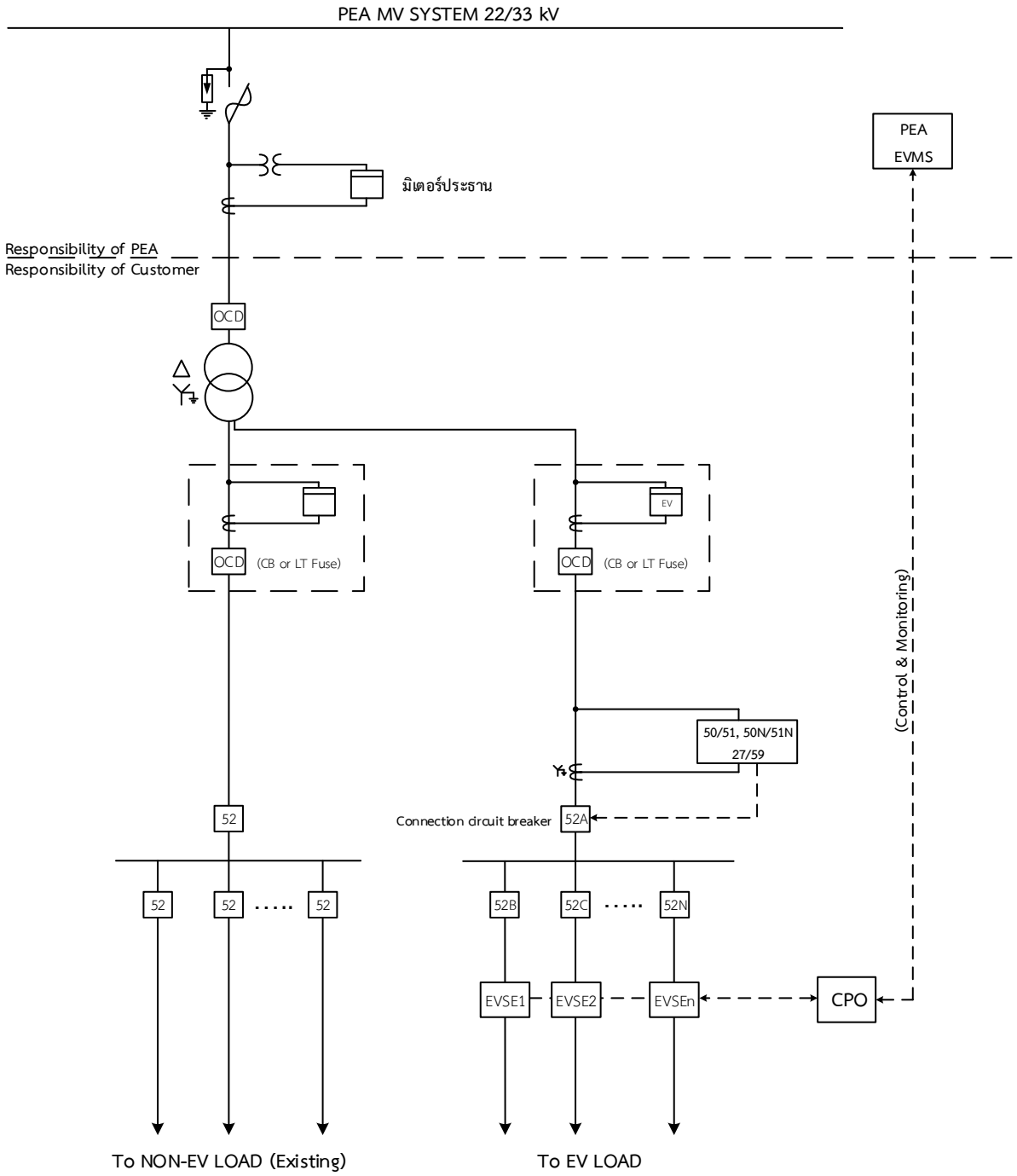


หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชช์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

รูปแบบที่ 6. การเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าเข้ากับระบบจำหน่ายแรงสูงร่วม

6.2 กรณีมิเตอร์ประธานเป็นมิเตอร์ประกอบซีที วีที แรงสูง และมิเตอร์แยกเป็นมิเตอร์ประกอบซีที แรงต่ำ



หมายเหตุ 1. การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน, ตัดไฟรั่ว (RCD), ระบบต่อลงดิน, สวิชต์ควบคุมฉุกเฉิน และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามภาคผนวก 1

2. ฟังก์ชัน 50/51 และ 50N/51N อาจหมายถึงฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกินด้านเฟสและด้านกราวด์ ที่ติดตั้งมาภายใน (Built in) เซอร์กิตเบรคเกอร์ด้วยเช่นกัน

PRC - PQG - 02 / 1998

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์แรงดันกระเพื่อม เกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

● การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ● การไฟฟ้านครหลวง ● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สารบัญ

หน้า

1. ขอบเขต 1

2. วัตถุประสงค์ 1

3. มาตรฐานอ้างอิง 1

4. นิยาม 2

5. ขีดจำกัดแรงดันกระเพื่อม 4

6. ข้อกำหนดในการรวมระดับแรงดันกระเพื่อมที่เกิดมาจากหลายๆแหล่งกำเนิด 6

7. การบังคับใช้ 12

ภาคผนวก ข้อแนะนำในการวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงดันกระเพื่อม 14

เอกสารอ้างอิง

1. ขอบเขต

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีขอบเขตดังนี้

1.1 เพื่อเป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับขีดจำกัดและวิธีการตรวจสอบแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม

1.2 เพื่อกำหนดมาตรการให้ผู้ใช้ไฟฟ้าแก้ไขและปรับปรุงวงจรที่ทำให้เกิดแรงดันกระเพื่อมที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

1.3 ข้อกำหนดนี้จะให้แนวทางเกี่ยวกับขีดจำกัดแรงดันกระเพื่อมที่ยอมรับได้ที่จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling) ซึ่งเกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งในระบบแรงสูงและแรงต่ำ

1.4 ข้อกำหนดนี้ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีพิกัดโหลดมากกว่า 3.5 kVA และก่อให้เกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงขณะใช้งานตั้งแต่ 1 ครั้งต่อวัน ถึง 1,800 ครั้งต่อนาที อุปกรณ์ดังกล่าวตัวอย่างเช่น มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ , มอเตอร์ปั๊มต่างๆ , เครื่องเชื่อมโลหะ , เตาหลอมโลหะ , ลิฟต์ , เครื่องปรับอากาศ , มอเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดขีดจำกัดแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) มิให้เกิดการรบกวนในระบบไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าร่วมกัน

3. มาตรฐานอ้างอิง

- A.S 2279.4-1991 Australian Standard
- Engineering Recommendation P.28 , 1989
  "Planning Limits for Voltage Fluctuations Caused by Industrial , Commercial and Domestic Equipment in The United Kingdom"

4. นิยาม

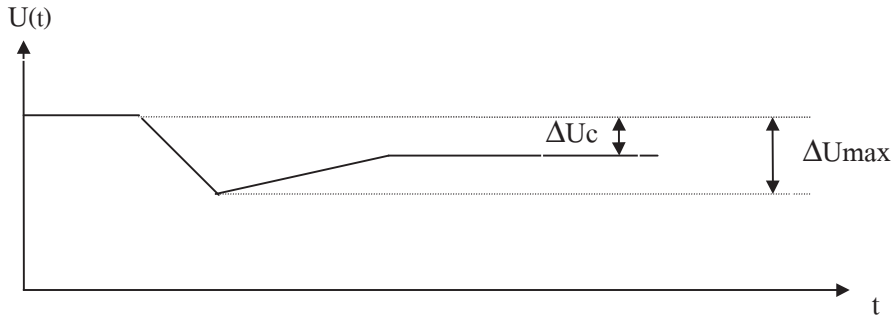
4.1 แรงดันเปลี่ยนแปลง (Voltage Change) - การเปลี่ยนแปลงของค่า RMS (หรือค่า Peak) ของแรงดันระหว่างค่าระดับแรงดัน 2 ระดับใกล้กัน ซึ่งแต่ละระดับมีค่าคงที่ในระยะเวลาที่แน่นอนแต่ไม่กำหนดช่วงระยะเวลา

4.2 แรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) - ชุดของแรงดันเปลี่ยนแปลง (Voltage Change) หรือการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของค่าแรงดัน RMS

4.3 แรงดันตกชั่วขณะ (Voltage Sag or Voltage Dip) - แรงดันลดลงตั้งแต่ร้อยละ 10 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ครึ่งไซเกิลจนถึงไม่กี่วินาที โดยเกิดเนื่องจากการเดินเครื่องของมอเตอร์หรือโหลดขนาดใหญ่ หรือเกิดความผิดพร่อง (Fault) ในระบบไฟฟ้า

4.4 แรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด (Maximum Voltage Change , ΔU_{max}) - ความแตกต่างระหว่างค่า RMS สูงสุดและต่ำสุดของลักษณะแรงดันเปลี่ยนแปลง U(t) (พิจารณารูปที่ 4-1)

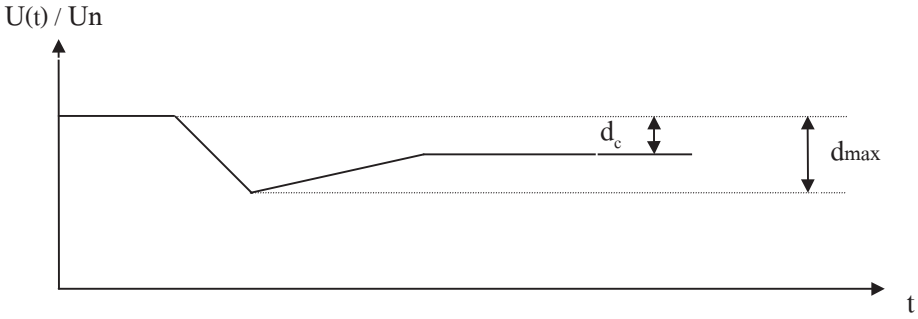
4.5 แรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่ (Steady-State Voltage Change , ΔU_c) - ความแตกต่างระหว่างแรงดันภาวะคงที่ 2 ค่าที่อยู่ใกล้กัน แบ่งแยกโดยแรงดันเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 1 ชุด (พิจารณารูปที่ 4-1)



รูปที่ 4-1 แสดงแรงดันเปลี่ยนแปลงแบบต่างๆ

4.6 แรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์สูงสุด (Maximum Relative Voltage Change , d_{max}) - อัตราส่วนระหว่างแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด ΔU_{max} กับแรงดัน Nominal ของระบบ , Un (พิจารณารูปที่ 4-2)

4.7 แรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่สัมพัทธ์ (Relative Steady-State Voltage Change , d_c) - อัตราส่วนระหว่างแรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่ ΔU_c กับแรงดัน Nominal ของระบบ , Un (พิจารณารูปที่ 4-2)



รูปที่ 4-2 แสดงแรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์แบบต่างๆ

4.8 ไฟกะพริบ (Flicker) - ความรู้สึกในการมองที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการกระตุ้นจากระดับของแสงสว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามเวลา โดยเกิดจากการป้อนแรงดันกระเพื่อมให้กับหลอด Coiled-Coil Filament 230 V / 60 W

4.9 เครื่องวัดไฟกะพริบ (Flickermeter) - เครื่องมือที่ออกแบบสำหรับใช้วัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟกะพริบ (โดยปกติใช้วัดค่า Pst และ Plt)

4.10 ดรรชนีไฟกะพริบระยะสั้น (Short-Term Severity Values , Pst) - ค่าที่ใช้ประเมินความรุนแรงของไฟกะพริบในช่วงเวลาสั้นๆ(10 นาที)

4.11 ดรรชนีไฟกะพริบระยะยาว (Long-Term Severity Values , Plt) - ค่าที่ใช้ประเมินความรุนแรงของไฟกะพริบในระยะยาว (2-3 ชั่วโมง) โดยหาได้จากค่า Pst ตามสูตร

$$\sqrt[3]{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{j=n}(Pst_j)^3}$$

n = จำนวนของค่า Pst ในช่วงระยะเวลาที่หาค่า Plt

ช่วงระยะเวลาที่แนะนำ คือ 2 ชั่วโมง ดังนั้น n = 12

4.12 จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling ,PCC) - ตำแหน่งในระบบของการไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่สุด ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นอาจต่อร่วมได้

4.13 เครื่องมือที่เคลื่อนย้ายได้ (Portable Tool) - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถยกหรือจับถือได้ในช่วงเวลาการทำงานปกติ และใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น (2-3 นาที)

4.14 อุปกรณ์สามเฟสสมดุล (Balanced Three-Phase Equipment) - อุปกรณ์ที่มีพิกัดกระแสในสายเส้นไฟ (Line) ของแต่ละเฟสต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

5. ขีดจำกัดแรงดันกระเพื่อม

ในการประเมินแรงดันกระเพื่อม แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ตามขนาดของโหลดในส่วนที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

โหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อม คิดเป็น เควีเอ. น้อยกว่า 0.002 เท่าของพิกัดเควีเอ. ลัดวงจรที่จุดต่อร่วม จะยินยอมให้ต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้าได้เลย โดยไม่ต้องผ่านการตรวจสอบค่าแรงดันกระเพื่อม

ขั้นตอนที่ 2

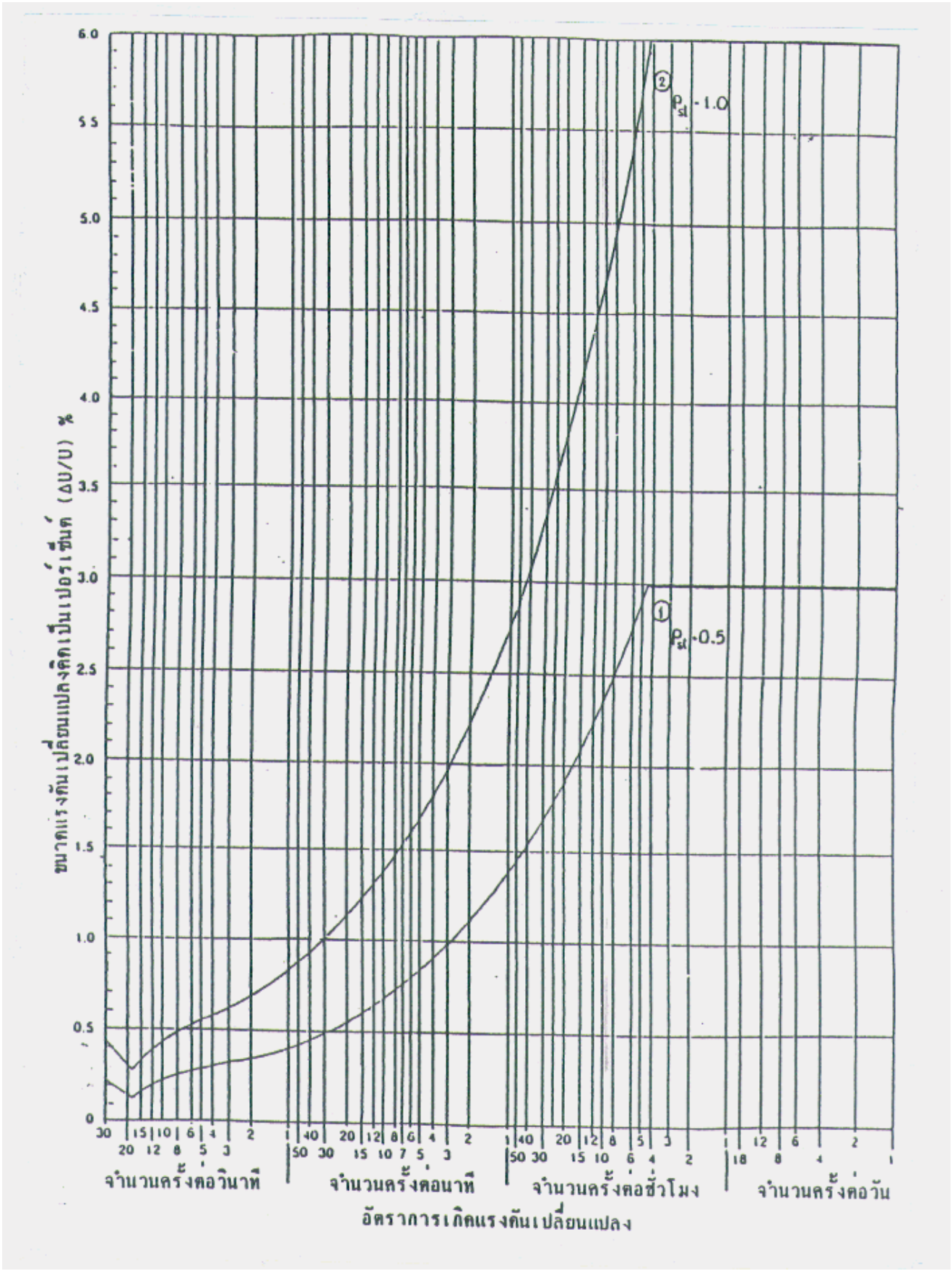
ถ้าโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อม คิดเป็นเควีเอ. อยู่ระหว่าง 0.002-0.03 เท่าของพิกัด เควีเอ. ลัดวงจรที่จุดต่อร่วม จะยินยอมให้ต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้าได้โดยมีข้อจำกัดดังนี้

- ขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง (Magnitude and Rate of Occurrence of Voltage Change) ของอุปกรณ์แต่ละตัว (Individual Load) จะต้องไม่เกินเส้นกราฟขีดจำกัดหมายเลข 1 ในรูปที่ 5-1
- สำหรับอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน ที่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะสั้น (Short-Term Severity Values, Pst) ของอุปกรณ์จะต้องไม่เกิน 0.5

ขั้นตอนที่ 3

ถ้าโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในส่วนที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อมมีค่าเกินขีดจำกัดในขั้นตอนที่ 2 จะต้องมาดำเนินการตรวจสอบในขั้นตอนที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ตรวจสอบระบบเดิม (Background) ว่ามีขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด หรือถ้าขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิม เป็นแบบไม่แน่นอนก็ให้ใช้วิธีตรวจวัดค่า Pst
- นำผลการตรวจสอบขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง หรือผลการตรวจวัดค่า Pst ในระบบเดิมมารวมกับขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงหรือค่า Pst ของอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบผลลัพธ์ที่ได้ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ในการรวมระดับแรงดันกระเพื่อมที่เกิดมาจากหลาย ๆ แหล่งกำเนิดตามข้อ 6



รูปที่ 5-1 รูปกราฟขีดจำกัดขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง

6. ข้อกำหนดในการรวมระดับแรงดันกระเพื่อมที่เกิดมาจากหลาย ๆ แหล่งกำเนิด

การรวมระดับแรงดันกระเพื่อมที่เกิดจากหลายแหล่ง สามารถนำเอาวิธีการทางสถิติ มาใช้ในการคำนวณหาค่าระดับแรงดันกระเพื่อมได้ดังนี้

6.1 กรณีที่สามารถรู้ขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน

1) ถ้าขนาดของแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิม และของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบ มีขนาดเท่ากัน แต่เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน หรือมีวงจรอินเตอร์ล็อค ป้องกันมิให้เกิดขึ้นพร้อมกัน ค่าอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงรวม จะเท่ากับผลรวมของอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิมและของอุปกรณ์ตัวใหม่
2) ถ้าแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิม และของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบเกิดขึ้นพร้อมกัน ขนาดของแรงดันเปลี่ยนแปลงรวมจะเท่ากับผลรวมของขนาดแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิมและของอุปกรณ์ตัวใหม่
3) ถ้าขนาดของแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิม หรืออุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบอันใดอันหนึ่ง มีขนาดน้อยมากให้ตัดทิ้งได้ไม่ต้องนำมาคิด

ขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง ที่หามาได้ใหม่ตามที่กล่าวมาแล้วทั้ง 3 ข้อ เมื่อนำมาพิจารณากับรูปกราฟ จะต้องไม่เกินเส้นกราฟขีดจำกัดหมายเลข 2 ในรูปที่ 5-1 จึงจะยอมให้ต่ออุปกรณ์ตัวใหม่เข้าระบบของการไฟฟ้าได้

4) ถ้าขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงของระบบเดิม และอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบ ไม่สามารถรวมกันได้ตามหลักเกณฑ์ในทั้ง 3 ข้อดังกล่าวแล้ว ให้ใช้วิธีการประเมินดังนี้

ขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงหลายค่า ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวหรือหลายแหล่งกำเนิด สามารถประยุกต์ใช้ได้กับกราฟในรูปที่ 5-1 ได้ โดยค่า $\sqrt[m]{R_1^{\,m} + R_2^{\,m} + \ldots + R_N^{\,m}}$ ต้องมีค่าน้อยกว่า 1 จึงจะยอมให้อุปกรณ์ตัวใหม่ต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้าได้

เมื่อ Ri คือ อัตราส่วนของขนาดแรงดันเปลี่ยนแปลงแต่ละค่าที่เกิดจากแหล่งกำเนิด i ต่อขนาดของค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด ตามเส้นกราฟหมายเลข 2 ในรูปที่ 5-1 ที่อัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงเดียวกัน และใช้ค่า m เท่ากับ 2

6.2 กรณีที่ไม่สามารถรู้ค่าขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน

1) ตรวจวัดค่าแรงดันกระเพื่อมของระบบเดิม และของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบ โดยใช้ Flickermeter ตรวจวัดค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะสั้น (Short-Term Severity Values, Pst)

2) นำค่า Pst มารวมกันตามสูตรดังนี้ โดยค่า Pst ที่คำนวณได้จะต้องมีค่าไม่เกินในตารางที่ 6-1

$$Pst_t = \sqrt[m]{\left(Pst_1\right)^m + \left(Pst_2\right)^m + ... + \left(Pst_3\right)^m}$$

ค่าของ m ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งกำเนิดแรงดันกระเพื่อม โดยมีข้อแนะนำดังนี้

m = 4 ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเตาหลอม (Arc Furnace) ที่มีการทำงานในช่วงการหลอมละลายไม่พร้อมกัน

m = 3 ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อมเกือบทุกประเภท โดยคาดว่าโอกาสที่จะทำงานพร้อมกันมีน้อย หากไม่แน่ใจว่าโอกาสที่จะทำงานพร้อมกันมีมากน้อยเพียงใด ก็ให้ใช้ค่านี้ได้

m = 2 ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีโอกาสจะเกิดการทำงานพร้อมกันบ่อยครั้ง

m = 1 ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการทำงานพร้อมกัน

3) นำค่า Pst ที่ได้มาคำนวณหาค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะยาว (Long-Term Severity Values , Plt) ตามสูตรดังนี้

$$Plt = \sqrt[3]{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{j=n}\left(Pst_j\right)^3}$$

เมื่อ n คือจำนวนค่า Pst ในช่วงเวลาที่ตรวจวัด ซึ่งช่วงเวลาที่ใช้ ปกติประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น ค่า n จึงเท่ากับ 12 ค่า Plt ที่คำนวณได้ จะต้องไม่เกินค่าในตารางที่ 6-1

ถ้าผลการตรวจเช็คหรือตรวจวัดเกินข้อกำหนดในขั้นที่ 3 จะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อมิให้ค่าแรงดันกระเพื่อมเกินข้อกำหนดดังกล่าวแล้ว โดยอาจจะใช้วิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1) ปรับปรุงระบบไฟฟ้า โดยอาจจะก่อสร้างวงจรเฉพาะ

2) ปรับปรุงวิธีการเดินเครื่องจักร โดยไม่ให้เดินเครื่องจักรหลาย ๆ เครื่องพร้อมกัน หรืออาจจะใช้วิธีการควบคุมการเปลี่ยนแปลงของแรงดันให้เป็นแบบลาดเอียง (Ramp Change)

3) ปรับปรุงคุณลักษณะของโหลด

4) ติดตั้งอุปกรณ์จำกัดแรงดันกระเพื่อม

5) จำกัดเวลาเดินเครื่องจักรบางประเภท

6) ปรับปรุงเพื่อเพิ่ม Fault Level ของระบบ

<u>หมายเหตุ</u> ทั้งนี้ข้อกำหนดดังกล่าวแล้วทั้งหมด มิได้รับประกันว่าจะไม่เกิดผลกระทบกับผู้ใช้ไฟข้างเคียงหาก เป็นแต่เพียงมาตรการเพื่อควบคุมมิให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงเท่านั้น ดังนั้นหลังจากการติดตั้งใช้งานจริงแล้ว หากพบว่ายังมีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟข้างเคียงอยู่อีก ก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับกันได้

ตารางที่ 6-1

ขีดจำกัดสำหรับ

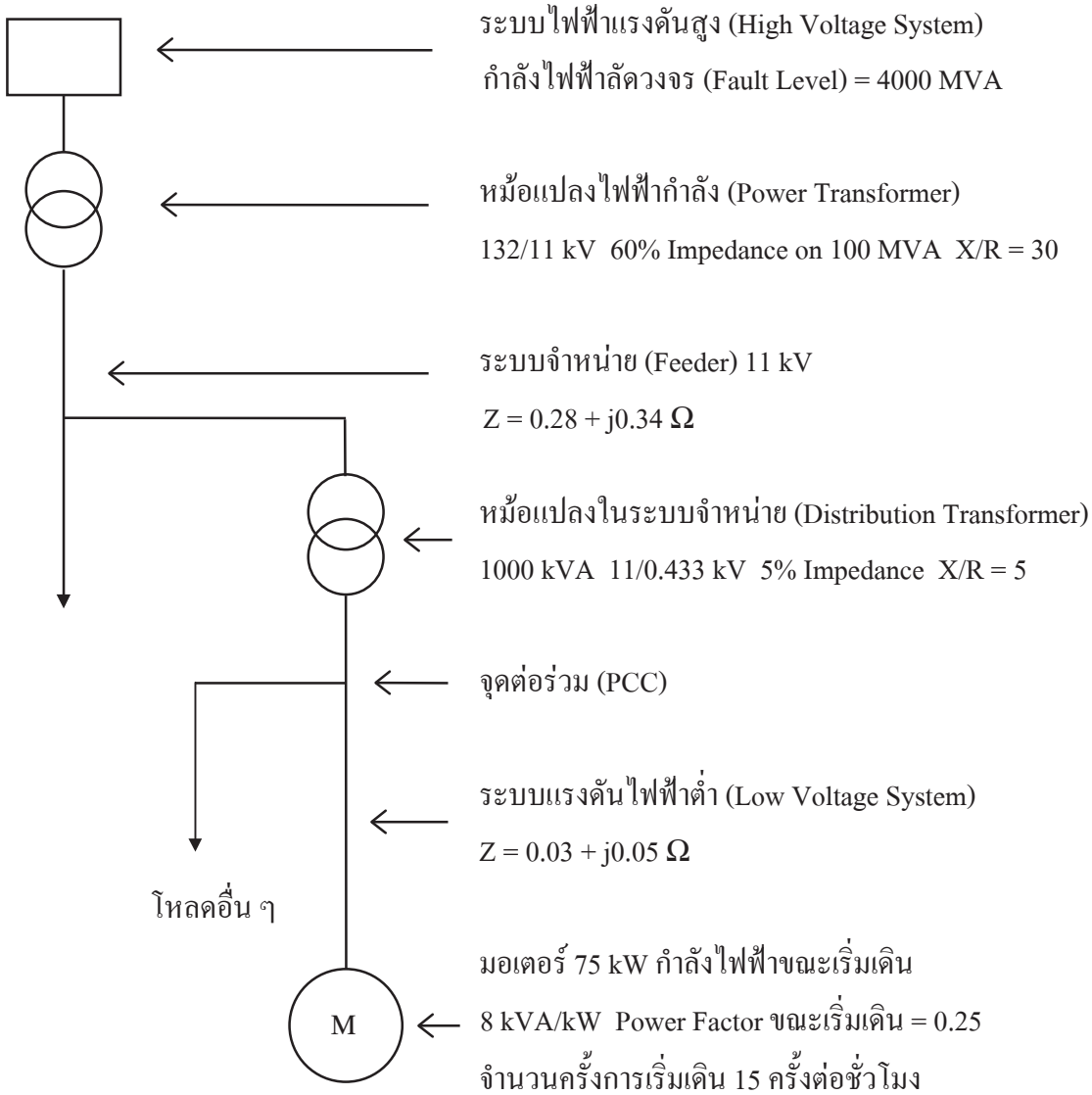
ค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะสั้น (Pst) และค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะยาว (Plt)

เมื่อรวมแหล่งกำเนิดแรงดันกระเพื่อมทั้งหมดที่มีผลต่อระบบไฟฟ้า ณ จุดใดๆ

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม	Pst	Plt
115 kV หรือต่ำกว่า	1.0	0.8
มากกว่า 115 kV	0.8	0.6

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดค่าตัวแปรและลักษณะของวงจรดังรูปที่ 6-1



รูปที่ 6-1 แสดงแผนผังวงจร

ขั้นตอนที่ 1 การหาค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจร ณ จุดต่อร่วม ที่ค่า Base 100 MVA

1) ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบไฟฟ้าแรงดันสูง

$$Z_{pu} = \frac{Z_{S/C}}{Z_B} = \frac{\left(kV_{S/C}\right)^2}{MVA_{S/C}} \times \frac{MVA_B}{\left(kV_B\right)^2}$$

$$Z_{pu} = j\frac{MVA_B}{MVA_{S/C}} = j\frac{100}{4000} = j0.025 \quad \text{pu}$$

2) ค่าอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง

$$\frac{60}{100} \times \frac{1 + j30}{\sqrt{1 + 30^2}} = 0.020 + j0.600 \quad \text{pu}$$

3) ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบจำหน่าย 11 kV

$$\frac{100}{11^2}\left(0.28 + j0.34\right) = 0.231 + j0.281 \quad \text{pu}$$

4) ค่าอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงในระบบจำหน่าย

$$\frac{5}{100} \times \frac{100}{0.1} \times \frac{1 + j5}{\sqrt{1 + 5^2}} = 0.981 + j4.903 \quad \text{pu}$$

5) ค่าอิมพีแดนซ์รวม ณ จุดต่อร่วม

0.000 + j0.025

0.020 + j0.600

0.231 + j0.281

<u>0.981 + j4.903</u>

<u>1.232 + j5.809</u>

$$Z_1 = 1.232 + j5.809 \quad \text{pu}$$

$$\left|Z_1\right| = 5.938 \quad \text{pu}$$

6) กำลังไฟฟ้าลัดวงจร ณ จุดต่อร่วม

จากสมการในขั้นตอนที่ 1

$$\left|Z_{pu}\right| = \frac{MVA_B}{MVA_{S/C}}$$

$$MVA_{S/C} = \frac{MVA_B}{Z_{pu}} = \frac{100}{5.938} = 16.8 \quad MVA$$

กำลังไฟฟ้าลัดวงจร = 16.8 MVA

ขั้นตอนที่ 2 การหาค่าอัตราส่วนกำลังไฟฟ้า ขณะเริ่มเดินมอเตอร์ต่อกำลังไฟฟ้าลัดวงจร ณ จุดต่อร่วม

$$\text{อัตราส่วน} = \frac{8kVA/kW \times 75kW}{16.8\,MVA \times 1000}$$

$$= 0.0357$$

อัตราส่วนนี้มีค่าเกิน 0.03 ดังนั้นการต่อมอเตอร์เข้าในระบบจะต้องผ่านการประเมินในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การหาค่าแรงดันเปลี่ยนแปลง ขณะเริ่มเดินมอเตอร์ ณ จุดต่อร่วม

1) ค่าอิมพีแดนซ์ขณะเริ่มเดินมอเตอร์

$$\frac{100\,MVA \times 1000}{8kVA/kW \times 75kW}(0.25 + j0.9682) = 41.667 + j161.367 \quad \text{pu}$$

2) ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบแรงต่ำ

$$\frac{100}{0.433^2}(0.03 + j0.05) = 16.001 + j26.668 \quad \text{pu}$$

3) ค่าอิมพีแดนซ์รวมทางด้านโหลดของจุดต่อร่วม

$$41.667 + j161.367$$

$$\underline{16.001 + j26.668}$$

$$\underline{57.668 + j188.035}$$

$$Z_2 = 57.668 + j188.035 \quad \text{pu}$$

$$|Z_2| = 196.679 \quad \text{pu}$$

$$Z_1 + Z_2 = 58.900 + j193.844 \quad \text{pu}$$

$$|Z_1 + Z_2| = 202.595 \quad \text{pu}$$

4) ค่าแรงดันขณะเริ่มเดินมอเตอร์ ณ จุดต่อร่วม

$$= \left|\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}\right| \times 100\%$$

$$= \frac{196.679}{202.595} \times 100\%$$

$$= 97.08\%$$

5) ดังนั้นค่าแรงดันเปลี่ยนแปลง ณ จุดต่อร่วม

$$= 100\% - 97.08\%$$

$$= 2.92\%$$

การพิจารณา

- **กรณีที่ 1** ระบบเดิมไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อม จากกราฟในรูปที่ 5-1 หมายเลข 2 ค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ยอมรับได้ที่อัตราการเกิด 15 ครั้งต่อชั่วโมงเท่ากับร้อยละ 4.2 ดังนั้นจึงยินยอมให้ต่อมอเตอร์ชุดนี้เข้าระบบของการไฟฟ้าได้
- **กรณีที่ 2** หากระบบเดิมมีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อมอยู่แล้ว โดยมีค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุดร้อยละ 2 และมีอัตราการเกิด 12 ครั้งต่อชั่วโมง

  จากกราฟรูปที่ 5-1 หมายเลข 2 ค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ยอมรับได้ที่อัตราการเกิด 15 ครั้งและ 12 ครั้งต่อชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 4.2 และร้อยละ 4.5 ตามลำดับ

  อัตราส่วนของขนาดแรงดันเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง ต่อขนาดของค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด ตามเส้นกราฟหมายเลข 2 ในรูปที่ 5-1 ที่อัตราการเกิด 15 ครั้งและ 12 ครั้งต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ (2.92 / 4.2) = 0.69 และ (2 / 4.5) = 0.44 ตามลำดับ

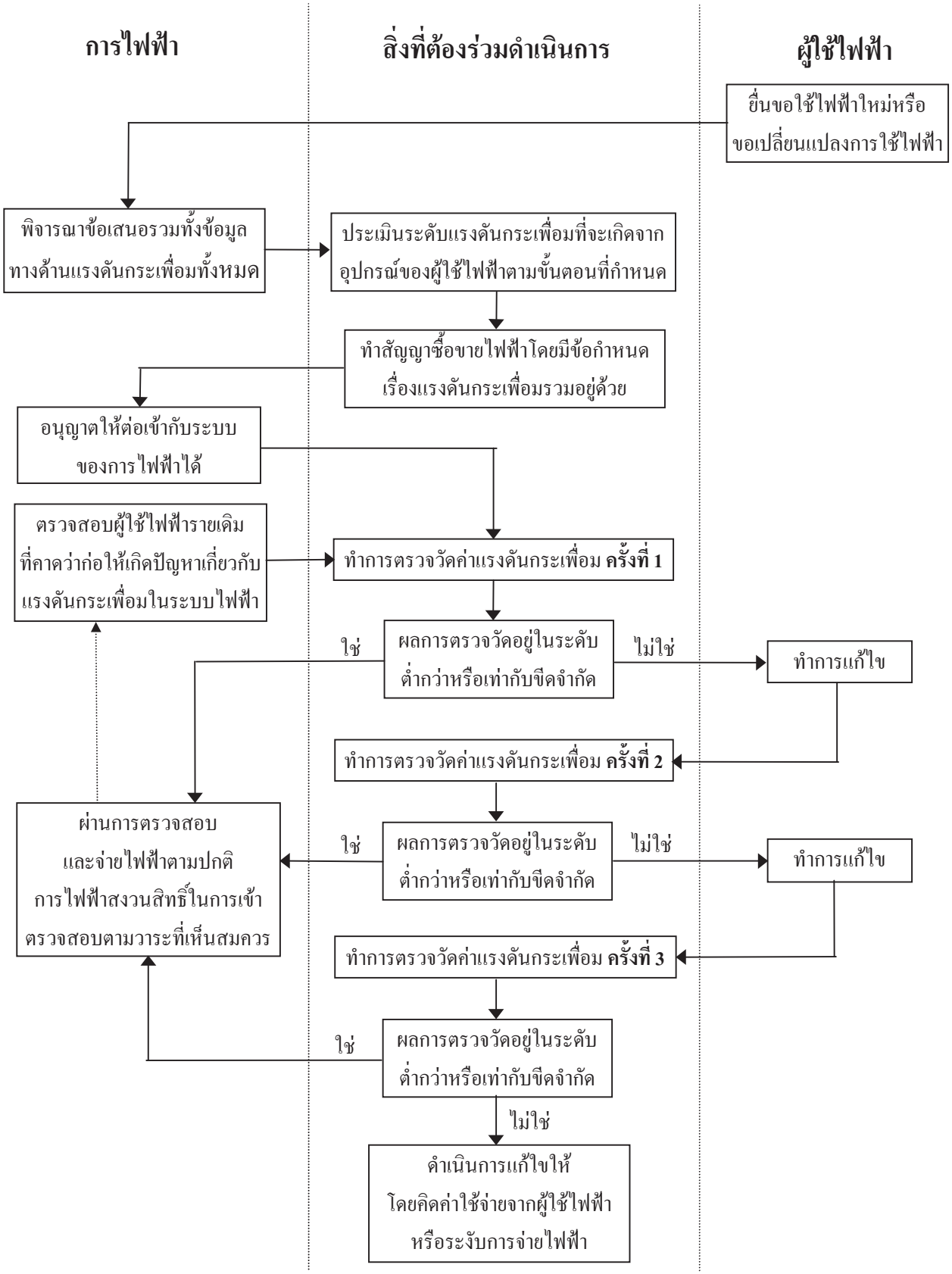
  จากข้อกำหนดค่า $\sqrt[m]{R_1^{\,m} + R_2^{\,m} + \ldots + R_N^{\,m}}$ ต้องมีค่าน้อยกว่า 1 (โดยที่ m = 2)

  ดังนั้น $\sqrt{R_1^{\,2} + R_2^{\,2} + \ldots + R_N^{\,2}} = \sqrt{0.69^2 + 0.44^2}$

  $= 0.81$

  จากผลการตรวจสอบดังกล่าวจึงสามารถยินยอมให้ต่อมอเตอร์ชุดนี้เข้าระบบของการไฟฟ้าได้

7. การบังคับใช้



รูปที่ 7-1 Flow Chart แสดงวิธีการบังคับใช้

7.1 ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่

ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่ต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์และการคำนวณให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ โดยแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าแล้ว จะไม่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อมเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น การไฟฟ้าฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการไม่จ่ายไฟฟ้า หากการต่อใช้ไฟฟ้าดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่น

7.2 ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้า

ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 7.1 โดยจะต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์และการคำนวณทั้งโหลดเดิมและโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ

7.3 ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

ถ้าทางการไฟฟ้าฯ ตรวจสอบแล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมนั้น ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อมเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข การไฟฟ้าฯ จะเข้าไปทำการปรับปรุงแก้ไขโดยคิดค่าใช้จ่ายจากผู้ใช้ไฟฟ้า หรืองดการจ่ายไฟฟ้า

ภาคผนวก

ข้อแนะนำในการวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงดันกระเพื่อม

ผ.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงดันกระเพื่อม

- Flickermeter ตามมาตรฐาน IEC 868
- Disturbance Recorder

ผ.2 วิธีการวัด

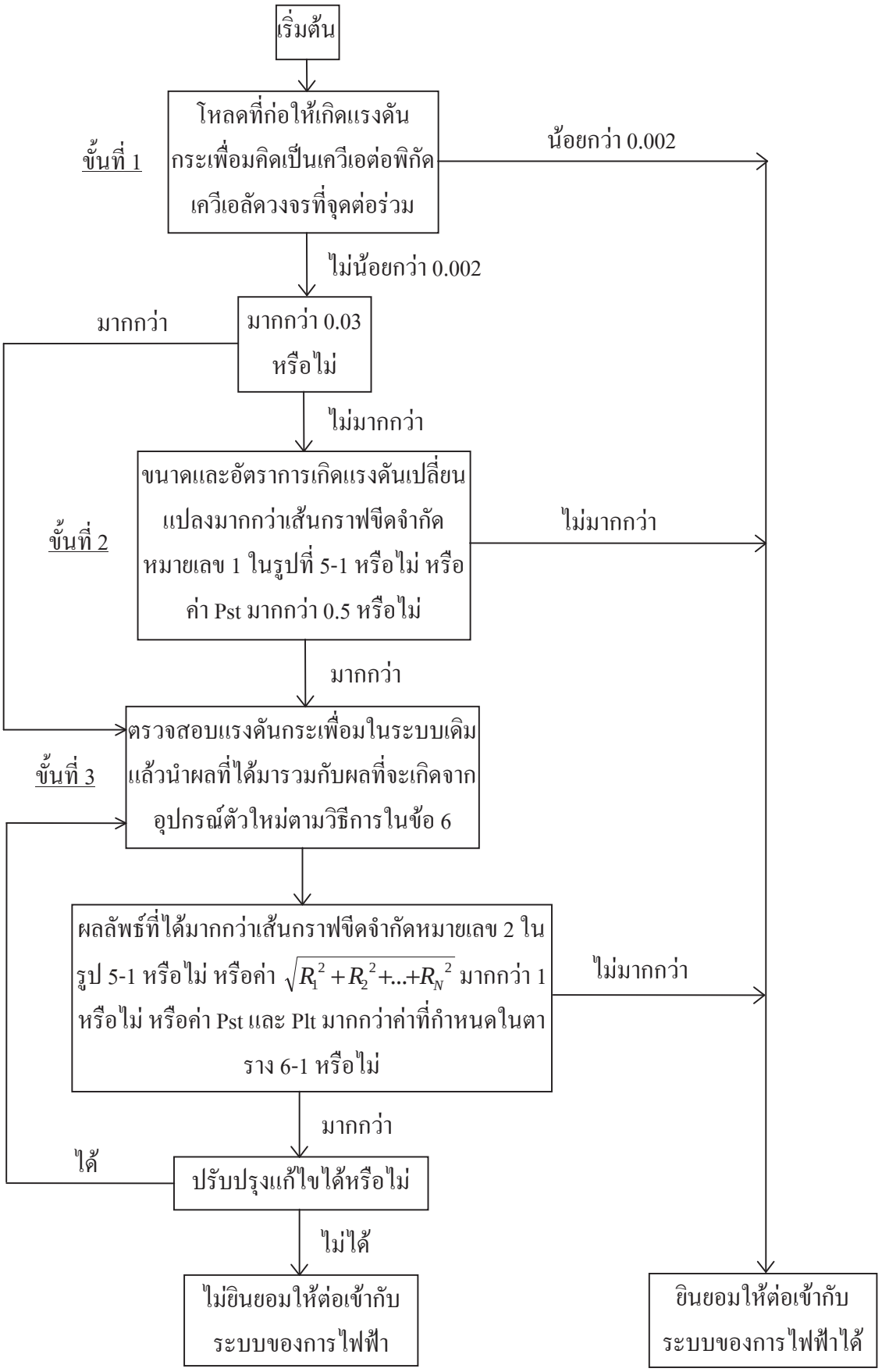
- วัดโดยตรงใช้ Flickermeter ไปตรวจวัดค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะสั้น (Pst) และค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะยาว (Plt) ที่จุด PCC (Point of Common Coupling)
- วัดทางอ้อม Disturbance Recorder ไปตรวจวัดค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงที่จุด PCC แล้วนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับรูปกราฟขีดจำกัดขนาดและอัตราการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง

ผ.3 ข้อกำหนดในการวัด

- อุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งเพิ่มของผู้ใช้ไฟเดิม หรืออุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งของผู้ใช้ไฟรายใหม่ ถ้าผลการพิจารณาในเบื้องต้นก่อนการติดตั้งใช้งานปรากฏว่าเกินข้อจำกัด (Limit) ในขั้นตอนที่ 2 (Stage 2) แต่ยอมรับได้ในชั้นตอนที่ 3 (Stage 3) ควรจะต้องไปตรวจวัดหลังการติดตั้งใช้งานไปแล้ว 3 ถึง 6 เดือน
- การวัดจะไม่รวมเหตุการณ์ผิดปกติ เช่น กรณีเกิดฟอลต์ในระบบสายส่งหรือสายจำหน่าย หรือระบบการผลิตขัดข้อง
- ระยะเวลาในการวัดต้องนานพอจนครบวงรอบ หรือคาบเวลาการเดินเครื่องจักร ปกติ 1 วัน หรือ 1 อาทิตย์ในกรณีที่เป็นโหลดเตาหลอมไฟฟ้า
- ต้องวัดให้ครบทุกเฟส เพื่อจะได้ทราบว่าเฟสไหนมีความรุนแรงต่างกันอย่างไร
- การวัดในระบบแรงดันสูงผ่านอุปกรณ์แปลงแรงดันให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของเฟสที่จะวัดว่าสอดคล้องกับเฟสเทียบกับจุดนิวตรอลในระบบแรงดันต่ำหรือไม่ เพราะผลกระทบที่แท้จริงจะเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทแสงสว่าง ซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างสายเฟสกับสายนิวตรอล ดังนั้นในการวัดให้วัดแรงดันระหว่างเฟสกับนิวตรอล

ผ.4 แผนผังลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบ

ขั้นตอนการตรวจสอบเบื้องต้นจนกระทั่งการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจวัดแสดงเป็นแผนผังลำดับขั้นตอนการตรวจสอบ (Flow Diagram) ได้ดังรูปที่ ผ-1



รูปที่ ผ-1 แผนผังลำดับขั้นตอนการตรวจสอบโหลดที่ก่อให้เกิดแรงดันกระเพื่อม

เอกสารอ้างอิง

1. A.S 2279.4-1991 Australian Standard

2. Engineering Recommendation P.28 , 1989 “ Planning Limits for Voltage Fluctuations caused by Industrial , Commercial and Domestic Equipment in The United Kingdom”

PRC - PQG - 01 / 1998

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์มอนิก
เกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

● การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ● การไฟฟ้านครหลวง ● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สารบัญ

หน้า

1. ขอบเขต 1

2. วัตถุประสงค์ 1

3. มาตรฐานอ้างอิง 1

4. นิยาม 2

5. ขีดจำกัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก 3

6. วิธีการประเมิน 4

7. การบังคับใช้ 6

ภาคผนวก ข้อแนะนำในการวัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก 8

เอกสารอ้างอิง

1. ขอบเขต

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีขอบเขตดังนี้

1.1 เพื่อเป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับขีดจำกัดและวิธีการตรวจสอบฮาร์มอนิก (Harmonics) สำหรับลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม

1.2 เพื่อกำหนดมาตรการให้ผู้ใช้ไฟฟ้าแก้ไขและปรับปรุงวงจรที่ทำให้เกิดฮาร์มอนิกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

1.3 ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับระบบไฟฟ้า ทั้งอุปกรณ์ชนิดเฟสเดียวและสามเฟส

2. วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดขีดจำกัดที่ยอมรับได้ของระดับความเพี้ยนของแรงดันที่เกิดจากฮาร์มอนิก (Harmonic Voltage Distortion) และระดับความเพี้ยนของกระแสที่เกิดจากฮาร์มอนิก (Harmonic Current Distortion) ของอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

3. มาตรฐานอ้างอิง

- Engineering Recommendation G.5/3

  September 1976 The Electricity Council Chief Engineer' Conference

  "Limits for Harmonics in The United Kingdom Electricity Supply System"

- The State Energy Commission of Western Australia (SECWA)

  Part 2 : Technical Requirement

- IEC 1000 Electromagnetic Compatibility (EMC)

  Part 4 : Testing and Measurement Techniques

  Section 7 : General Guide for Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation for Power Supply Systems and Equipment Connected thereto

4. นิยาม

4.1 ฮาร์มอนิก (Harmonic) - ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์(Sine Wave) ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล(Fundamental Frequency) ตัวอย่างเช่น ส่วนประกอบที่มีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่หลักมูลจะเรียกว่า ฮาร์มอนิกที่ 2 (Second Harmonic)

4.2 ความเพี้ยนฮาร์มอนิก (Harmonic Distortion) - การเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นทางไฟฟ้า (Power Waveform)ไปจากรูปสัญญาณคลื่นไซน์(Sine Wave) โดยเกิดจากการรวมกันของค่าความถี่หลักมูล (Fundamental) และฮาร์มอนิกอื่นๆเข้าด้วยกัน

4.3 ส่วนประกอบฮาร์มอนิก (Harmonic Component) - ส่วนประกอบของอันดับฮาร์มอนิก ที่มากกว่าหนึ่งของปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งแสดงในรูปของอันดับ (Order) และค่า RMS ของอันดับนั้น

4.4 ปริมาณรวมฮาร์มอนิก (Harmonic Content) - ปริมาณที่ได้จากการหักค่า DC และส่วนประกอบความถี่หลักมูลจากปริมาณเป็นคาบที่ไม่อยู่ในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave)

4.5 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกเฉพาะ (Individual Harmonic Distortion ,IHD) หรือ **อัตราส่วนฮาร์มอนิก** (Harmonic Ratio) - อัตราส่วนระหว่างค่า RMS ของส่วนประกอบฮาร์มอนิก (Harmonic Component) ต่อค่า RMS ของส่วนประกอบความถี่หลักมูล (Fundamental Component) เทียบเป็นร้อยละ

4.6 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Distortion ,THD) - คืออัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกกำลังสอง (Root-Sum-Square) ของค่า RMS ของส่วนประกอบฮาร์มอนิก (Harmonic Component) กับค่า RMS ของส่วนประกอบความถี่หลักมูล (Fundamental Component) เทียบเป็นร้อยละ ดังแสดงในสมการ (1) และ (2)

$$\text{THD (Voltage)} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + ...}}{V_1} \qquad (1)$$

$$\text{THD (Current)} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + ...}}{I_1} \qquad (2)$$

4.7 แรงดันตกชั่วขณะ (Voltage Sag or Voltage Dip) - แรงดันลดลงตั้งแต่ร้อยละ 10 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ครึ่งไซเกิลจนถึงไม่กี่วินาที โดยเกิดเนื่องจากการเดินเครื่องของมอเตอร์หรือโหลดขนาดใหญ่ หรือเกิดความผิดพร่อง (Fault) ในระบบไฟฟ้า

4.8 จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling , PCC) - ตำแหน่งในระบบของการไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่สุด ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นอาจต่อร่วมได้

4.9 เครื่องมือที่เคลื่อนย้ายได้ (Portable Tool) - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถยกหรือจับถือได้ในช่วงเวลาการทำงานปกติ และใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น (2-3 นาที)

4.10 อุปกรณ์สามเฟสสมดุล (Balanced Three-Phase Equipment) - อุปกรณ์ที่มีพิกัดกระแสในสายเส้นไฟ (Line) ของแต่ละเฟสต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

5. ขีดจำกัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก

ตารางที่ 5-1

ขีดจำกัดกระแสฮาร์มอนิกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆที่จุดต่อร่วม *

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม (kV)	อันดับฮาร์มอนิกและขีดจำกัดของกระแส (A rms)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0.400	48	34	22	56	11	40	9	8	7	19	6	16	5	5	5	6	4	6
11 and 12	13	8	6	10	4	8	3	3	3	7	2	6	2	2	2	2	1	1
22 , 24 and 33	11	7	5	9	4	6	3	2	2	6	2	5	2	1	1	2	1	1
69	8.8	5.9	4.3	7.3	3.3	4.9	2.3	1.6	1.6	4.9	1.6	4.3	1.6	1	1	1.6	1	1
115 and above	5	4	3	4	2	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1

* : ยอมให้นำค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 10 หรือ 0.5 A (ค่าที่มากกว่าค่าใดค่าหนึ่ง) มาใช้กับขีดจำกัดของกระแสแต่ละอันดับได้ไม่เกิน 2 อันดับ

ตารางที่ 5-2

ขีดจำกัดความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆที่จุดต่อร่วม

(รวมทั้งระดับความเพี้ยนที่มีอยู่เดิม)

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม (kV)	ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดัน (%)	ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันแต่ละอันดับ (%)	
		อันดับคี่	อันดับคู่
0.400	5	4	2
11 , 12 , 22 and 24	4	3	1.75
33	3	2	1
69	2.45	1.63	0.82
115 and above	1.5	1	0.5

6. วิธีการประเมิน

ขีดจำกัดความเพี้ยนของแรงดันที่เกิดจากฮาร์มอนิก แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.1 ขั้นตอนที่ 1

6.1.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟส

อุปกรณ์ประเภท Convertor หรือ A.C Regulator ไม่เกิน 1 ตัวที่จะนำเข้าระบบแรงดัน 0.400 , 11 , 12 kV หากมีขนาดไม่เกินตารางที่ 6-1 สามารถนำเข้าระบบได้โดยไม่ต้องพิจารณาในส่วนฮาร์มอนิก แต่ถ้ามีอุปกรณ์หลายตัวให้พิจารณาใน ขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ 6-1

ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ประเภท Convertor และ A.C Regulator แต่ละตัว

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม (kV)	Convertors ชนิด 3 เฟส			A.C. Regulator ชนิด 3 เฟส	
	3-Pulse (kVA)	6-Pulse (kVA)	12-Pulse (kVA)	6-Thyristor (kVA)	3-Thyristor / 3-Diode (kVA)
0.400	8	12	-	14	10
11 และ 12	85	130	250	150	100

6.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้า 1 เฟส

6.1.2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีค่าตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2 สามารถติดตั้งเข้าระบบได้

6.1.2.2 อุปกรณ์ประเภท Convertor หรือ A.C. Regulator ที่ตามทฤษฎีแล้วไม่สร้างกระแสฮาร์มอนิกอันดับคู่ (Even Harmonic Current) สามารถนำเข้าระบบได้โดยอุปกรณ์ต้องมีขนาดตามที่กำหนดคือไม่เกิน 5 kVA ที่ระดับแรงดัน 230 V และไม่เกิน 7.5 kVA ที่ระดับแรงดัน 415 V อุปกรณ์ประเภท Convertor หรือ A.C. Regulator ที่สร้างกระแสฮาร์มอนิกทั้งอันดับคู่และอันดับคี่จะไม่อนุญาตให้นำเข้าระบบ และหากมีการติดตั้งอุปกรณ์ประเภท Convertor หรือ A.C.Regulator สำหรับ Single-Phase อยู่แล้วแต่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น อนุญาตให้ทำได้หากมีการติดตั้งที่เฟสอื่น ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดการสมดุลของอุปกรณ์ประเภท Non-Linear Load แต่หากต้องการติดตั้งอุปกรณ์มากกว่าหนึ่งตัวต่อเฟสให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 2

6.2 <u>ขั้นตอนที่ 2</u>

6.2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟส

อุปกรณ์ที่มีขนาด (Size) เกินขอบเขตจำกัดในขั้นตอนที่ 1 สามารถนำเข้าระบบได้ก็ต่อเมื่อ

(ก) ระบบของผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างกระแสฮาร์มอนิก (Harmonic Current) ที่จุด PCC. เกินค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-1

(ข) ค่าแรงดันฮาร์มอนิกที่จุด PCC. ก่อนที่จะต่อเชื่อมโหลดใหม่จะต้องมีค่าไม่เกิน 75% ของค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-2

(ค) ค่า Shot-Circuit Level ต้องมีค่าไม่ต่ำมาก

เพื่อความสะดวกในการพิจารณา ตารางที่ ผ-1 และ ผ-2 ในภาคผนวกได้แสดงขนาดของอุปกรณ์ประเภท Convertor และ A.C. Regulator ที่มีค่ากระแสฮาร์มอนิกไม่เกินค่าตามรางที่ 5-1

6.2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้า 1 เฟส

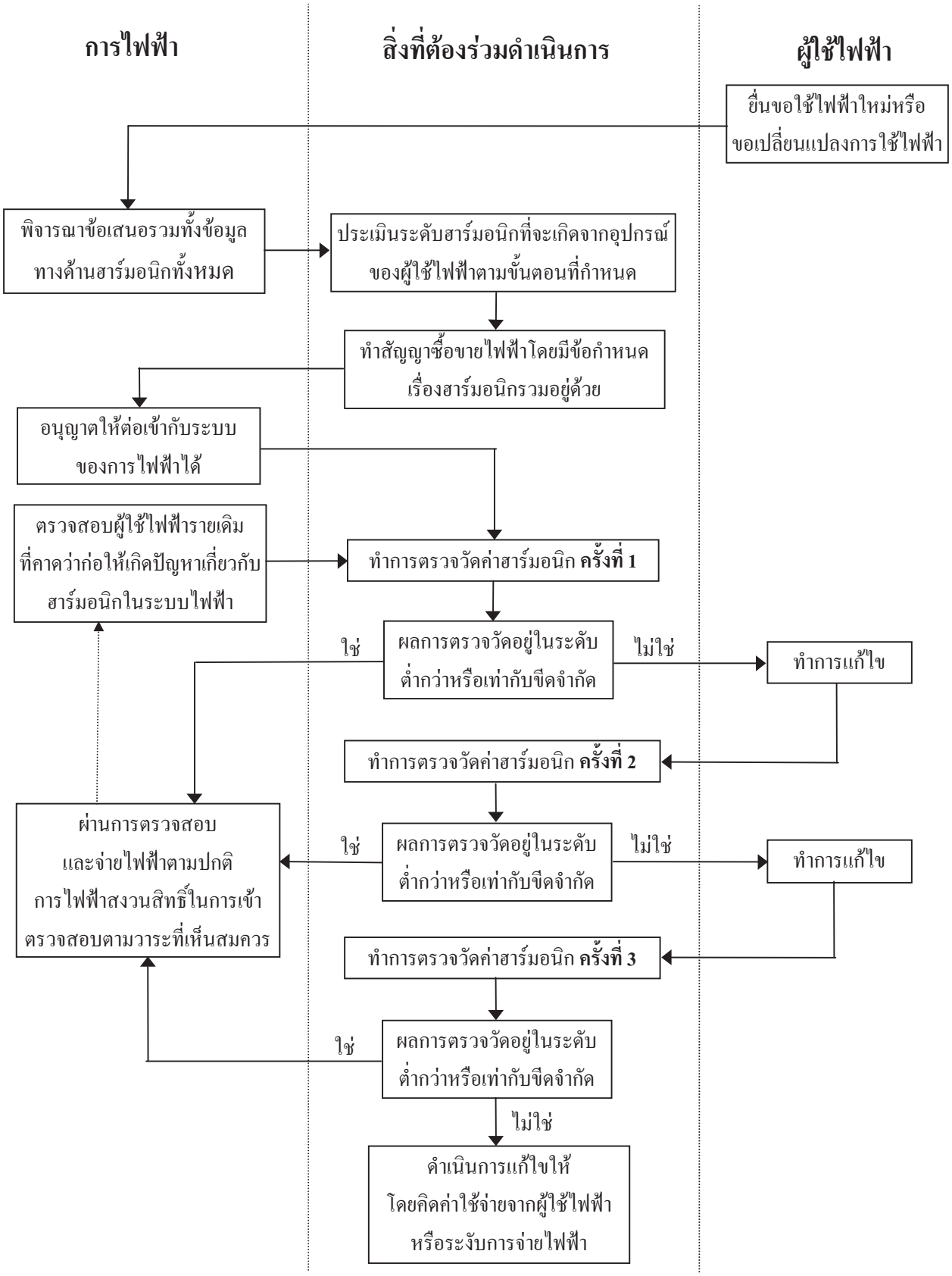
อุปกรณ์ที่เกินขีดจำกัดในขั้นตอนที่ 1 ไม่อนุญาตให้ต่อเข้ากับระบบ

การติดตั้งอุปกรณ์ 1 เฟสจะต้องสอดคล้องกับขีดจำกัดแรงดันไม่สมดุลตาม Engineering Recommendation P.16 จึงจะสามารถนำเข้าระบบได้

6.3 <u>ขั้นตอนที่ 3</u>

อุปกรณ์ประเภท Non-Linear ที่ไม่ผ่านการพิจารณาตาม ขั้นตอนที่ 2 หรือที่จุด PCC.ของระบบมีค่าแรงดันฮาร์มอนิก (Harmonic Voltage) เกิน 75% ของค่าในตารางที่ 5-2 ให้พิจารณาค่าฮาร์มอนิกที่สามารถยอมรับอุปกรณ์เหล่านั้นเข้าระบบได้ตาม ภาคผนวก ผ.3.6

7. การบังคับใช้



รูปที่ 7-1 Flow Chart แสดงวิธีการบังคับใช้

7.1 ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่

ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่ต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์และการคำนวณให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ โดยแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าแล้ว จะไม่ก่อให้เกิดฮาร์มอนิกเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น การไฟฟ้าฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการไม่จ่ายไฟฟ้า หากการต่อใช้ไฟฟ้าดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่น

7.2 ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้า

ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 7.1 โดยจะต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์และการคำนวณทั้งโหลดเดิมและโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ

7.3 ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

ถ้าทางการไฟฟ้าฯ ตรวจสอบแล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมนั้น ก่อให้เกิดฮาร์มอนิกเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข การไฟฟ้าฯ จะเข้าไปทำการปรับปรุงแก้ไขโดยคิดค่าใช้จ่ายจากผู้ใช้ไฟฟ้าหรืองดการจ่ายไฟฟ้า

ภาคผนวก

ข้อแนะนำในการวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก

ผ.1 ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ Convertor - พิจารณาตามขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ ผ-1 และ ผ-2 เป็นแนวทางในการพิจารณาขนาดของอุปกรณ์ที่อนุญาตให้ติดตั้งเข้ากับระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตกำหนดในขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ ผ-1

ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ Convertor แต่ละตัว

พิจารณาตามขีดจำกัดของกระแสฮาร์มอนิก ขั้นตอนที่ 2

ระดับแรงดันที่จุดต่อร่วม (kV)	การทำงานของ Convertor	ขนาดอุปกรณ์ (kVA) แบ่งตามจำนวนพัลซ์ของอุปกรณ์ 3 เฟส		
		3 พัลซ์	6 พัลซ์	12 พัลซ์
0.400	ไม่มีการควบคุม	-	150	300
	กึ่งควบคุม	-	65*	-
	ควบคุม	-	100	150
11 , 12 , 22 และ 24	ไม่มีการควบคุม	400	1000	3000
	กึ่งควบคุม	-	500*	-
	ควบคุม	-	800	1500
33	ไม่มีการควบคุม	1200	3000	7600
	กึ่งควบคุม	-	1200*	-
	ควบคุม	-	2400	3800
115	ไม่มีการควบคุม	1800	5200	15000
	กึ่งควบคุม	-	2200*	-
	ควบคุม	-	4700	7500

* หมายเหตุ

1. การติดตั้งอุปกรณ์ Convertor จำนวนมาก

ขนาดโดยรวมของอุปกรณ์Convertor อาจมีค่าสูงกว่าตาราง ผ-1 หากมีการใช้งาน หรือการควบคุมที่ต่างกัน พิจารณาตามหัวข้อ ผ.2.1 “Coincidence Factor” และตารางที่ ผ-3

2. อุปกรณ์ Convertor ชนิด 3 พัลซ์

จะไม่ยอมรับการติดตั้งอุปกรณ์ Convertor ชนิดนี้ที่ระดับแรงดัน 400 V เพราะจะเกิดกระแสตรง (Direct Current) ในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ

* หมายเหตุ (ต่อ)

3. อุปกรณ์ Convertor ที่มีการทำงานแบบกึ่งควบคุม

จากตาราง ผ-1 ขนาดของอุปกรณ์ Convertor แบบ 6 พัลซ์ ที่มีการทำงานแบบกึ่งควบคุมจะเป็น Convertor แบบ Three-Thyristor / Three-Diode Half Controlled Bridges

4. อุปกรณ์ Convertor ที่มีการทำงานแบบไม่มีการควบคุม Firing Angle

ขนาดของ Convertor ที่มีการทำงานแบบไม่มีการควบคุม Firing Angle ในตาราง ผ-1 เป็นขนาดที่คำนึงถึงผลสืบเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงที่จะช่วยลดกระแสฮาร์มอนิกให้ต่ำลงกว่าค่าที่ควรจะเป็นจากการคำนวณทางทฤษฎี

5. ความแม่นยำในการควบคุม

ขนาดของอุปกรณ์ดังกล่าว ถือว่าการทำงานของอุปกรณ์ต้องมีความแม่นยำในการควบคุมการทำงาน เช่น Firing Pulse จะต้องสอดคล้องกันทั้ง 3 เฟส

ตารางที่ ผ-2

ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ A.C. Regulator แต่ละตัว

พิจารณาตามขอบเขตของกระแสฮาร์มอนิก ขั้นตอนที่ 2

ระดับแรงดันที่จุดต่อร่วม (kV)	3 เฟส		1 เฟส
	* 6 Thyristor Type (kVA)	3 Diode/ 3 Thyristor Type (kVA)	* 2 Thyristor Full Wave Type (kVA)
0.400	100	85	25 (240 V) 45 (415 V)
11 และ 12	900	600	-

* หมายเหตุ อุปกรณ์กลุ่มนี้อาจรวมถึงอุปกรณ์ไตรแอก (Triac) แบบ 3 เฟส หรือ 1 เฟส โดยไตรแอกจะมีโครงสร้างเป็น Two Thyristors แบบ Common Gate

ผ.2 วิธีการพิจารณาเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ที่สร้างฮาร์มอนิกมากกว่า 1 ตัว

โดยสถิติเกี่ยวกับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) หลายตัวที่แหล่งจ่ายพลังงานเดียวกัน ได้ทำการตรวจสอบเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้จริงกับค่าที่คำนวณ พบว่าสามารถใช้ค่าตัวประกอบการคูณจากตาราง ผ-3 เพื่อประมาณค่าฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว หลาย ๆ ตัวที่จุดต่อร่วมเดียวกันได้ แต่หากพบว่ามีอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งสร้างฮาร์มอนิกมากกว่าร้อยละ 60 ของค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด ควรจะใช้ค่าที่เกิดขึ้นจริง สำหรับตัวประกอบการคูณ (Coincidence Factor) การพิจารณาจะเป็นไปตามที่แสดงไว้ในตาราง ผ-3

ตารางที่ ผ-3

ค่าตัวประกอบการคูณสำหรับใช้หาผลรวมของกระแสฮาร์มอนิก *

กลุ่มที่	ชนิดและรูปแบบการใช้งานConvertor	ตัวประกอบการคูณ
1	Convertor ชนิดทำงานแบบไม่มีการควบคุม (มีค่าสูงเพราะโอกาสที่จะเกิดฮาร์มอนิกสูงสุดมีมาก)	0.9
2	Convertor ชนิดทำงานโดยวิธีควบคุม Firing Angle ซึ่งมีการใช้งานเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน และทำให้เกิดค่ากระแสฮาร์มอนิกสูงหลายครั้งในแต่ละวัน (มีโอกาสพอสมควรในการเกิดฮาร์มอนิกสูงสุด จากอุปกรณ์หลาย ๆ ตัว)	0.75
3	Convertor ชนิดทำงานโดยวิธีควบคุม Firing Angle มีการใช้เป็นอิสระใช้งานเป็นพัก ๆ ตลอดวัน หรือเพียงสร้างกระแสฮาร์มอนิกในช่วงเวลาเริ่มเดินเครื่อง (มีค่าที่ต่ำ เหมาะสำหรับใช้พิจารณาค่ากระแสฮาร์มอนิกสูงสุด ที่เป็นช่วงเวลาอื่น ๆ)	0.6 เมื่อมีการใช้งาน Convertor ไม่เกิน 3 ตัว 0.5 เมื่อมีการใช้งาน Convertor ตั้งแต่ 4 ตัวขึ้นไป

* <u>หมายเหตุ</u> ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ ผ.2 คือค่าตัวคูณดังกล่าวจะใช้ก็ต่อเมื่อไม่มี Convertor ตัวใดสร้างกระแสฮาร์มอนิกเกินร้อยละ 60 ของค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด แต่หากพบว่า Convertor ตัวใดตัวหนึ่งสร้างกระแสฮาร์มอนิกเกินร้อยละ 60 จะใช้ตัวคูณเท่ากับ 1 ตัวคูณในตาราง ผ-3 สามารถใช้สำหรับพิจารณาผลรวมของกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้งานอุปกรณ์จำนวนมาก ๆ ได้ โดยใช้ประกอบการพิจารณากับค่าในตารางที่ 5-1 หรือตาราง ผ-1 และ ผ-2

ผ.3 <u>การปฏิบัติตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 2 และ 3</u>

ผ.3.1 <u>วิธีการวัด</u>

จำเป็นต้องมีการตรวจวัดฮาร์มอนิกก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือลูกค้าเดิมที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ซึ่งควรจะตรวจวัดขณะที่เกิดความเพี้ยนฮาร์มอนิกสูงสุด ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานต่ำสุดจากระบบไฟฟ้าโดยไม่มีการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ไม่ใช่ของระบบ โดยแบ่งขั้นตอนการตรวจวัดดังนี้

การตรวจวัดตามขั้นตอนที่ 2

(1) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ ตรวจวัดความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน เพื่อดูว่าค่าความเพี้ยนของแรงดันที่จุดต่อร่วมไม่เกินร้อยละ 75 ของค่าในตารางที่ 5-2 และพิจารณาผู้ใช้ไฟฟ้าตามขั้นตอนที่ 2

(2) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ตรวจวัดค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันเหมือนในข้อ (1) และตรวจวัดค่ากระแสฮาร์มอนิก เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าอุปกรณ์ใหม่ ตามขั้นตอนที่ 2 (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.5)

การตรวจวัดตามขั้นตอนที่ 3

(3) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ ตรวจวัดความเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกที่จุดต่อร่วม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าความเพี้ยนของแรงดันที่จะยอมรับได้สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นตัวใหม่ และอาจตรวจวัดค่ากระแสฮาร์มอนิก เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆของค่ากระแสแต่ละเฟสในแต่ละวัน ของ Feeder ที่มีการขอใช้ไฟฟ้า (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.6.1)

(4) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ตรวจวัดค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันและกระแสของ Feeder ผู้ใช้ไฟฟ้ารายดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับประมาณค่าอุปกรณ์ที่จะติดตั้งเพิ่ม (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.6.2)

ผ.3.2 ข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตามขั้นตอนที่ 2 และ 3

การขอใช้ไฟฟ้า ผู้ขอจะต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน และอุปกรณ์ที่มีการใช้งานในโรงงานซึ่งข้อมูลบางอย่างอาจขอได้จากผู้ผลิตอุปกรณ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่

(1) ประเภทและขนาดของโรงงานที่ต้องการใช้ไฟฟ้า

(2) ขนาดและจุดต่อร่วมของคาปาซิเตอร์ที่ใช้ปรับปรุง Power Factor และอุปกรณ์กรองฮาร์มอนิก

(3) จำนวนพัลซ์ของ Convertor , ชนิดของ A.C Regulator และรายละเอียดอื่นๆเกี่ยวกับอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการต่อหม้อแปลง ซึ่งอาจทำให้เกิด Phase Displacement ระหว่างอุปกรณ์ Convertor แต่ละตัว

(4) ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยจะแสดงค่าสูงสุดแบบ R.M.S ของแต่ละอันดับฮาร์มอนิกที่เวลาใด ๆ และจะวัดค่ากระแสฮาร์มอนิกขณะที่มีค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันสูงสุด ซึ่งจะเป็นขณะที่มีโหลดเต็มพิกัดของโรงงาน

(5) ชนิดและช่วงเวลาทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงาน โดยเฉพาะช่วงเวลาที่เกิดกระแสฮาร์มอนิกสูงสุด

(6) ข้อมูลขณะเกิดกระแสฮาร์มอนิกสูงผิดปกติ (พิจารณาตามหัวข้อที่ 9 ของ Engineering Recommendation G.5/3 เรื่อง “Short Duration Harmonic”)

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

ใช้ข้อมูลเช่นเดียวกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ตั้งแต่ (1)-(6) และ

(7) ความสัมพันธ์ของ Phase Displacement ของฮาร์มอนิกที่เกิดจากอุปกรณ์ใหม่และอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ หากไม่สามารถหาข้อมูลนี้ได้ ให้พิจารณาตามหัวข้อ ผ.2 ของภาคผนวก ตามตาราง ผ-3 หรือพิจารณาค่ากระแสฮาร์มอนิกสูงสุด ที่เกิดจากผู้ใช้ไฟ หลังจากการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว โดยจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-1 ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดจริง

ผ.3.3 ข้อมูลสำหรับผู้ขอใช้ไฟฟ้า

(1) ระดับของการลัดวงจรของระบบที่จุดต่อร่วม

(2) รายละเอียดของค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันที่จุดต่อร่วมที่มีอยู่แล้ว

(3) หากพิจารณาตามขั้นตอนที่ 3 ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่จะต้องการข้อมูลของค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ยอมให้เกิดขึ้นที่จุดต่อร่วม ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมจะต้องการข้อมูลค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ยอมให้เกิดขึ้นที่จุดต่อร่วม ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่

ผ.3.4 ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบ (System Impedance)

ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบจ่ายไฟฟ้า เมื่อมองจากจุดต่อร่วม (PCC) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของกระแสที่กำลังใช้งาน ค่าความต้านทาน ค่าอินดัคแตนซ์ (Inductance) และค่าคาปาซิแตนซ์ (Capacitance) ของระบบและของโหลดที่ต่ออยู่กับระบบ เมื่อพิจารณาถึงผลของกระแสฮาร์มอนิกที่ผลิตโดยผู้ใช้ไฟฟ้า พบว่าเป็นไปได้ยากที่จะมีข้อมูลอย่างเพียงพอเกี่ยวกับระบบและคุณสมบัติของโหลดเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับฮาร์มอนิกได้อย่างถูกต้องและชัดเจน จุดประสงค์ของเอกสารเพื่อแนะนำใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีไม่เพียงพอ โดยจะสมมุติว่าค่าอิมพีแดนซ์ของระบบเป็นอินดัคทีฟ (Inductive) และแปรผันกับความถี่ และไม่มีผลของรีโซแนนซ์ (Resonance)

ที่ระดับแรงดัน 115 kV ควรจะมีข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อใช้ในการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะฮาร์มอนิกอันดับที่สูงขึ้น และอันดับที่เป็น 3 เท่า (Triplen) ควรจะสนใจเป็นพิเศษ ในกรณีที่กล่าวแล้ว การต่อขดลวดของหม้อแปลงจะเป็นสาเหตุหลักและต้องถูกแทนในการคำนวณอย่างระมัดระวัง

ผ.3.5 การประเมินกระแสฮาร์มอนิกสำหรับขั้นตอนที่ 2

กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมต้องการที่จะติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) เพิ่มภายในขั้นตอนที่ 2 การพิจารณาถึงการประยุกต์ใช้มีความจำเป็นที่จะต้องทำร่วมกับผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อหาค่ากระแสฮาร์มอนิก ซึ่งเกิดจากโหลดตัวใหม่ โดยต้องไม่มีการรวมของค่าที่มีอยู่เดิม

กับค่าของกระแสฮาร์มอนิกใหม่ ซึ่งเกินจากค่าที่อนุญาตในตารางที่ 5-1 จากนั้นก็เป็นไปได้ที่ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าหรือผู้ขายอุปกรณ์จะไปประมาณคุณสมบัติเกี่ยวกับฮาร์มอนิกของอุปกรณ์ให้ได้ตามที่กำหนด

การประมาณค่าถูกทำขึ้นโดยใช้ผลที่ได้จากการวัดยังสถานที่จริงดังที่วางไว้ในส่วนที่ ผ.3.1(2) และอธิบายในส่วน ผ.4 :

สำหรับแต่ละฮาร์มอนิก กำหนดให้

Im = ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ได้จากการวัด (หัวข้อ (2) ของส่วน ผ.3.1)

Ip = ค่ารวมของกระแสฮาร์มอนิกที่อนุญาตตามตารางที่ 5-1

Ia = ค่าของกระแสฮาร์มอนิกจากโหลดที่ต่อใหม่ ซึ่งยอมรับได้ภายใต้ขั้นตอนที่ 2

k1 = ตัวคูณจากตาราง ผ-3 โดยพิจารณาทั้งผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมและโหลดที่ต่อใหม่ ดังนี้

$$Ia = \frac{Ip}{k1} - \mathrm{Im}$$

จากนั้นก็สามารถแนะนำต่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่า ถ้าการทำงานร่วมกันของโหลดเดิมกับโหลดที่ต่อเข้าไปใหม่จะเป็นที่ยอมรับ เมื่อโหลดที่ติดตั้งทั้งหมดไม่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกเกินจาก Ip (จากตารางที่ 5-1) ซึ่งได้ประมาณว่า Ia อาจถูกผลิตโดยโหลดที่ต่อเข้ามาใหม่ การวัดควรจะถูกทำในระหว่างการทดสอบนำอุปกรณ์เข้าใช้งาน เพื่อมั่นใจว่าค่าของ Ip ไม่เกินจากที่กำหนด

ในการใช้วิธีการที่กล่าวมาแล้ว คำนวณค่าของ Ia ไม่ให้เกินจากที่กำหนด จะต้องใช้ตัวประกอบการคูณ k1 (Coincidence Factor) ดังนั้นเป็นไปได้ว่าบางครั้งค่าของ Ip จะเกินจากที่กำหนด (ดู Section 10.2 ของ Engineering Recommendation G.5/3 เรื่อง “Automatic Mains Harmonic Analyzer”) เมื่อทำการวัดเพื่อหาค่าจริงของกระแสที่ถูกผลิตขึ้น ก็ควรตระหนักถึงเรื่องนี้ไว้ด้วย ซึ่งก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการหาวิธีการวัดแบบใหม่

ผ.3.6 <u>การประมาณค่าแรงดันและกระแสฮาร์มอนิกสำหรับขั้นตอนที่ 3</u>

จะมีปัญหา 2 แบบเกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 3 ดังที่แสดงไว้ในส่วนที่ ผ.3.1(3) และ (4) ที่กล่าวถึงการต่อเข้าระบบของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือการพิจารณาถึงการติดตั้งอุปกรณ์ประเภทไม่เป็นเชิงเส้นเพิ่มสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ความจริงการพิจารณาการเพิ่มโหลดภายใต้ขั้นตอนที่ 3 นี้บอกเป็นนัยว่ากระแสฮาร์มอนิกที่คาดว่าจะถูกผลิตออกมาจะมีค่ามากกว่าค่าที่แนะนำไว้ตามตารางที่ 5-1 หรือค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน (Voltage Distortion) ที่จุดต่อร่วม (PCC) เกินร้อยละ 75 ของค่าในตารางที่ 5-2 การประเมินผลกระทบจากโหลดที่เพิ่มเข้ามาในระบบนั้น ควรทำโดยใช้ข้อมูลที่ดีที่สุดเท่าที่หาได้ และวิเคราะห์โดยพิจารณาคุณลักษณะที่แท้จริงของระบบ เช่น ค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) และความถี่ อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ยากที่จะมีข้อมูลอย่างเพียงพอให้คำนวณได้อย่างจริงจัง และวิธีการประมาณต่อไปนี้ เป็นเสมือนข้อแนะนำ (Guide) สำหรับแต่ละฮาร์มอนิกให้

kV = แรงดันของระบบที่จุดต่อร่วม (PCC) หน่วย kV (เฟสต่อเฟส)

n = อันดับของฮาร์มอนิก

Vp = ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันที่ยอมรับได้ ตามตารางที่ 5-2

Vm = ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันที่วัดได้ ตามส่วนที่ ผ.3.1(3), ผ.3.1(4) และ ผ.4

Va = ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันซึ่งควรจะเป็น ที่ยอมภายใต้ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากโหลดที่ต่อเข้าไปใหม่

k2 = ตัวประกอบการคูณจากตาราง ผ-3 โดยพิจารณาทั้งโหลดใหม่ และโหลดที่มีอยู่แล้วที่จุดต่อร่วม PCC

F = ระดับของการลัดวงจรของระบบที่จุดต่อ (System Short-Circuit Level) หน่วย MVA , ดูส่วน ผ.3.3(1)

ดังนั้น $$Va = \frac{Vp}{k2} - Vm \qquad \%$$

ผ.3.6.1 <u>ผู้ขอใช้ไฟฟ้าใหม่</u>

เริ่มแรกในกรณีของการเชื่อมต่อผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 ต้องประมาณค่าของกระแสฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้ก่อน

ในกรณีที่ต้องเปลี่ยนค่าของ Va ไปเป็นกระแสฮาร์มอนิกให้ Ia = ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ควรจะเป็นที่ยอมรับได้ถ้าถูกสร้างขึ้นโดยโหลดที่ต่อใหม่

ดังนั้น $$Ia = \frac{Va \times 10 \times F}{\sqrt{3} \times kV \times n} \qquad \text{A rms}$$

จากนั้นก็สามารถแนะนำกับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่าโหลดที่จะต่อใหม่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งทำให้กระแสฮาร์มอนิกที่สร้างขึ้นไม่เกินค่าของ Ia ที่คำนวณได้ และจะทำการวัดหลังจาก ต่อโหลดเข้าใช้งาน เพื่อแสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวไม่เกินจากที่กำหนด

ผ.3.6.2 <u>ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิม</u>

ในรายการที่ 2 นี้ การต่อโหลดประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) เพิ่มเข้าไปโดยผู้ใช้ไฟฟ้าเดิม จำเป็นที่จะต้องประมาณค่ากระแสฮาร์มอนิกที่สามารถยอมรับโดยพิจารณาทั้งโหลดที่มีอยู่เดิมและโหลดใหม่รวมกัน เริ่มแรกให้กำหนดตามส่วนที่ ผ.3.6 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน (Va) ซึ่งสามารถยอมรับได้ ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากโหลดที่ต่อเข้าไปใหม่โดยผู้ใช้ไฟฟ้า สำหรับการคำนวณในส่วนนี้ ตัวประกอบการคูณที่จะได้จากตารางที่ ผ-3 จะต้องสัมพันธ์กับความแตกต่างในการติดตั้งอุปกรณ์ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายที่พิจารณาและผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นรอบจุดต่อร่วม (PCC) นั้นคือ k2 ของส่วน ผ.3.6

สำหรับแต่ละฮาร์มอนิกกำหนดให้

Ic = กระแสฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้จากการรวมกันของโหลดเดิมกับโหลดใหม่

Im = ค่าที่วัดได้ของกระแสฮาร์มอนิกที่มีอยู่เดิมที่จุด PCC (ดูข้อ (2) ของหัวข้อ ผ.3.1)

Ia = ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 จากโหลดที่ต่อใหม่

k1 = ตัวประกอบการคูณร่วมระหว่างโหลดเดิมของผู้ใช้ไฟฟ้ากับโหลดที่ต่อใหม่

ดังนั้น $Ia = \frac{Va \times 10 \times F}{\sqrt{3} \times kV \times n}$ A rms

ซึ่ง Va ได้ถูกกำหนดนิยามไว้แล้วในข้อที่ ผ.3.6 และ

$Ic = k1(\mathrm{Im} + Ia)$ A rms

จากนั้นก็สามารถบอกกับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่าการต่อโหลดเข้าใช้งานร่วมกันระหว่างโหลดเดิมกับโหลดใหม่จะเป็นที่ยอมรับได้ เมื่อไม่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกเกินจากค่าของ Ic แล้ว ยังรวมถึงค่ากระแสฮาร์มอนิก Ia ที่มีผลต่อโหลดใหม่ ข้อตกลงนี้จะเป็นการจำกัดค่ากระแสฮาร์มอนิกรวมที่ถูกผลิตออกมาจากโหลดที่ติดตั้งอยู่ทั้งหมดให้เป็นค่า Ic และการวัดควรจะถูกทำหลังจากต่อโหลดเข้าใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่ามีค่าไม่เกินจากที่กำหนด

ในทำนองเดียวกันการวัดค่าของ Ia และ Ip (ดูย่อหน้าสุดท้ายของส่วน ผ.3.5) ก็มีโอกาสเป็นไปได้ที่ว่าบ้างครั้งจะมีค่าสูงกว่าค่าของ Ic ที่ได้จากการคำนวณ

ผ.4 <u>หลักการของการวัด</u> (Measurement Procedure)

โดยทั่วไปการวัดค่ากระแสฮาร์มอนิกและค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน เพื่อประเมินตามขีดจำกัดของข้อกำหนดนี้ จะต้องวัดค่าที่มีอยู่เดิมหรือบริเวณที่จะติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องจะต้องคำนึงถึง เครื่องวัด วิธีการวัด และจุดตรวจวัด ให้สอดคล้องกับชนิดของฮาร์มอนิกที่จะทำการวัด สิ่งที่ควรจะต้องให้ความสำคัญ มีดังต่อไปนี้

จุดตรวจวัด

จุดที่จะทำการวัดโดยทั่วไปแล้วจะดำเนินการที่จุดต่อร่วม (PCC) ซึ่งเป็นจุดที่ใช้ประเมินผู้ใช้ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามอาจมีความจำเป็นที่จะต้องวัดที่จุดอื่นๆเพิ่มเติม เช่น จุดที่ต่อกับอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้นโดยตรง เพื่อหาคุณลักษณะของฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น สำหรับนำมาประกอบในการพิจารณาประเมินผู้ใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ในกรณีที่จุดต่อร่วมเป็นระบบแรงดันต่ำสามารถที่จะต่อวัดแรงดันได้โดยตรง สำหรับระดับแรงดันที่สูงขึ้นจุดต่อเครื่องวัดจะเป็นด้านแรงต่ำของหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer : VT) ส่วนจุดวัดกระแสจะต้องต่อผ่านหม้อแปลงกระแส (Current Transformer : CT) ดังนั้นคุณสมบัติของทั้งหม้อแปลงแรงดันและหม้อแปลงกระแสจะต้องตอบสนองความถี่ได้ถูกต้องในช่วงกว้าง

ช่วงเวลาของการวัด	ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการวัดขึ้นกับคุณลักษณะของฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น เช่น ถ้าฮาร์มอนิกมีลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ (Steady State) เวลาที่ใช้วัดเพียง 24 ชั่งโมงก็อาจจะเพียงพอ จุดสำคัญคือช่วงเวลาทำการวัดต้องครบช่วงเวลาการทำงานของอุปกรณ์หรือการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายนั้นๆ **โดยทั่วไปแล้วช่วงเวลาสำหรับการวัดอย่างต่ำ 7 วัน**
เวลาของการวัด [1]	10 วินาที ต่อการวัดฮาร์มอนิก 1 ครั้ง
การทำการวัดซ้ำ [1]	ทำการวัดซ้ำทุก ๆ 15 นาที หรือครบช่วงเวลาทำงาน
ฮาร์มอนิกที่จะวัด	ทำการวัดตั้งแต่อันดับที่ 2 ถึงอันดับที่ 19 ของทั้งกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกตามที่ระบุในตารางขีดจำกัด นอกจากนี้ให้ดูหมายเหตุข้อ 4

<u>หมายเหตุ</u>

1) ค่านี้ระบุไว้ใน Engineering Recommendation G.5/3 อย่างไรก็ตามในการกำหนดค่าต่างๆและวิธีการวัดที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ตามข้อแนะนำการวัดฮาร์มอนิกใน IEC 1000-4-7
2) ในกรณีผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิด และระดับความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันที่มีอยู่เดิม รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับระบบใหม่ จะเป็นประโยชน์สำหรับการกำหนดช่วงเวลาของการวัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น
3) ผลของความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน และสภาวะรีโซแนนซ์ ส่วนใหญ่จะแสดงให้เห็นในช่วง Light Load
4) การบันทึกค่าแรงดันและกระแสฮาร์มอนิก อาจเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลมีเพียงพอที่แสดงให้เห็นว่าฮาร์มอนิกไหนมีความสำคัญ การสุ่มวัดค่าอาจช่วยในการเลือกฮาร์มอนิกที่จะทำการบันทึก
5) ไม่ควรใช้ Capacitive Voltage Transformer (CVT) ในการตรวจวัดค่าฮาร์มอนิก เพราะว่าจะให้ผลที่อันดับสูงๆผิดเพี้ยนไปเนื่องจากการตอบสนองที่ความถี่สูงๆของ CVT ไม่ดีเพียงพอ
6) สำหรับในกรณีที่มีการต่อคาปาซิเตอร์ทั้งจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหา Power Factor หรือระบบกรองฮาร์มอนิก (Harmonic Filter) อยู่ใกล้กับจุดตรวจวัด จะต้องทำการวัดหลายๆกรณีเพื่อให้สะท้อนและครอบคลุมถึงผลการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ทุกๆกรณีต่อระดับฮาร์มอนิกที่จุดต่อร่วม

เอกสารอ้างอิง

1. Engineering Recommendation G.5/3 September 1976 The Electricity Council Chief Engineer Conference “Limits for Harmonics in The United Kingdom Electricity Supply System”

2. The State Energy Comission of Western Australia (SECWA)

Part 2 : Technical Requirement

3. IEC 1000 : Electromagnetic Compatibility (EMC)

Part 4 : Testing and Measurement Techniques

Section 7 : General Guide on Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation for Power Supply Systems and Equipment Connected thereto