EGAT for ALL

กฟผ. เป็นของทุกคน เพื่อทุกคน

EGAT

# มาตรฐานการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

## EV Charging Station Installation Standard

EV Charging Station Installation and Maintenance Business Department
Innovation Energy Solutions Business Management Division

5 November 2024

**ผู้บรรยาย : นายวีระวุฒิ คำสาสินธุ์ วศ.8 กธตบ-ธ. อธพ.**

## Contents

- มาตรฐานการติดตั้ง EV Charger (Standard for Installation EV Charger)
- EV Charging Modes
- อุปกรณ์ป้องกันกระแสรั่วไหล (RCD)
- การต่อลงดิน (Grounding System)
- มาตรฐานการติดตั้ง EV Charger สำหรับบ้านพักอาศัย
- มาตรฐานการติดตั้ง EV Charger สำหรับสถานีอัดประจุ

# Standard for EV Charging

MPESTD-001:2563

MPESTD-002:2563

กกพ. :2561

มธพ.701-2564

HOME USE

EV CHARGING STATION

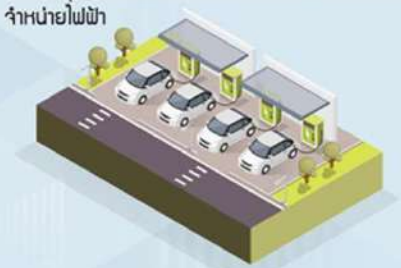
กกพ.:2561

กำหนดรูปแบบการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า ออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

## รูปแบบการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

รูปแบบของกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ

1. สถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ โครงข่ายไฟฟ้า (Grid Connected) โดยรูปแบบของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ถือเป็นการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า



2. สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ โครงข่ายไฟฟ้า (Grid Connected) ร่วมกับแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้านอกระบบโครงข่ายไฟฟ้า เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) โดยรูปแบบของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ถือเป็นการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าและจำหน่ายไฟฟ้า

3. สถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ โครงข่ายไฟฟ้า (Grid Connected) และมีระบบกักเก็บพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System) โดยรูปแบบของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ถือเป็นการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

4. สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ โครงข่ายไฟฟ้า (Grid Connected) ร่วมกับแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้านอกระบบโครงข่ายไฟฟ้า เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) และมีระบบกักเก็บพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System) โดยรูปแบบของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ถือเป็นการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าและจำหน่ายไฟฟ้า

กกพ. :2561

เนื่องจากการประกอบการกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานที่ต้องขอรับใบอนุญาตจากคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ตามมาตรา 47 แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 อย่างไรก็ตามสำนักงาน กกพ. ได้ประกาศเพิ่มเติมเป็นพระราชกฤษฎีกา กำหนดประเภท ขนาด กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้น ไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 สำหรับกิจการประเภทที่ไม่ต้องขอรับอนุญาตและเป็นกิจการที่ต้องแจ้งต่อสำนักงาน กกพ.

กกพ. :2561

## EV การจำหน่ายไฟฟ้าโดยการอัดประจุไฟฟ้าให้รถยนต์ และการขอรับใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง

### ใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

**เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าให้บุคคลอื่น**

- EV Charging Station <1,000 kVA* — จดแจ้งยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า
- EV Charging Station >1,000 kVA* — ขอรับใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า

**เพื่อใช้ไฟฟ้าภายในกิจการเองหรือส่วนบุคคล**

ไม่เข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงาน

**ใบอนุญาตก่อสร้าง ดัดแปลง หรือรื้อถอนอาคาร (อ.1)**

| กรณีเจ้าของอาคาร ไม่ใช่ ผู้ประกอบกิจการ EV | กรณีเจ้าของอาคาร เป็นผู้ประกอบกิจการ EV |
|---|---|
| (ให้เจ้าของอาคารยื่นขอต่อราชการส่วนท้องถิ่น) | (ให้เจ้าของอาคารยื่นขอต่อสำนักงาน กกพ.) |

ให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

### ขั้นตอนการจดแจ้งยกเว้น (กรณี < 1,000 kVA*)

1. ลงทะเบียน Online
2. ระบบส่ง Email แจ้ง User / Password
3. ผู้ประกอบการเข้าระบบกรอกข้อมูลแบบแจ้งและแนบเอกสารเพิ่มเติม
4. ผู้ประกอบการส่งเอกสารตัวจริงต่อสำนักงาน กกพ.
5. สำนักงานออกหนังสือรับจดแจ้งยกเว้น

***หมายเหตุ:** kVA หมายถึง ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือขนาดรวมของเครื่องประจุไฟฟ้า

### ข้อควรพิจารณาเบื้องต้นก่อนการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

01 เลือกพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้โดยไม่ขัดต่อกฎหมายหรือข้อบังคับใดๆ เช่น กฎกระทรวงบังคับใช้ผังเมืองรวมของแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

02 เลือกพื้นที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้บริเวณที่มีจุดเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า เนื่องจากการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าใกล้กับบริเวณจุดเชื่อมจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการเดินสายไฟและประหยัดเวลาในการติดตั้ง และควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในบริเวณที่เสี่ยงต่อน้ำท่วม หรือน้ำขัง

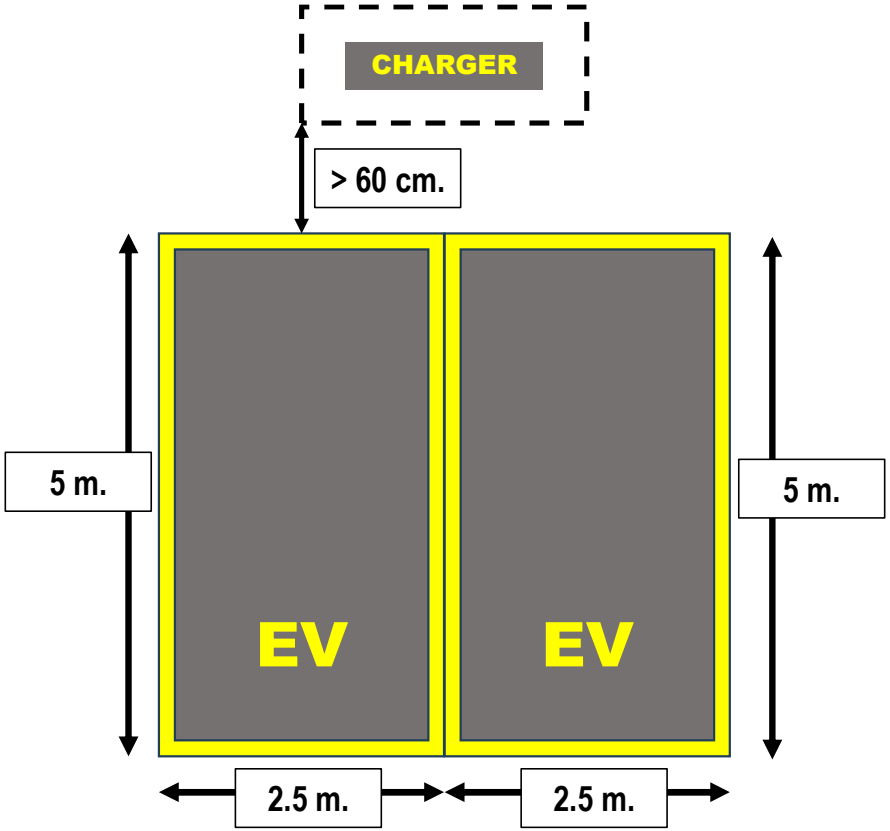
03 ติดต่อการไฟฟ้าในพื้นที่เพื่อพิจารณาด้านเทคนิคในการเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า

04 หากมีการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ควรติดต่อเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นเพื่อดำเนินการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร และดำเนินการก่อสร้างหรือดัดแปลง ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับล่าสุด

05 ก่อสร้างสถานีและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยในการก่อสร้าง และข้อกำหนดในการขออนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

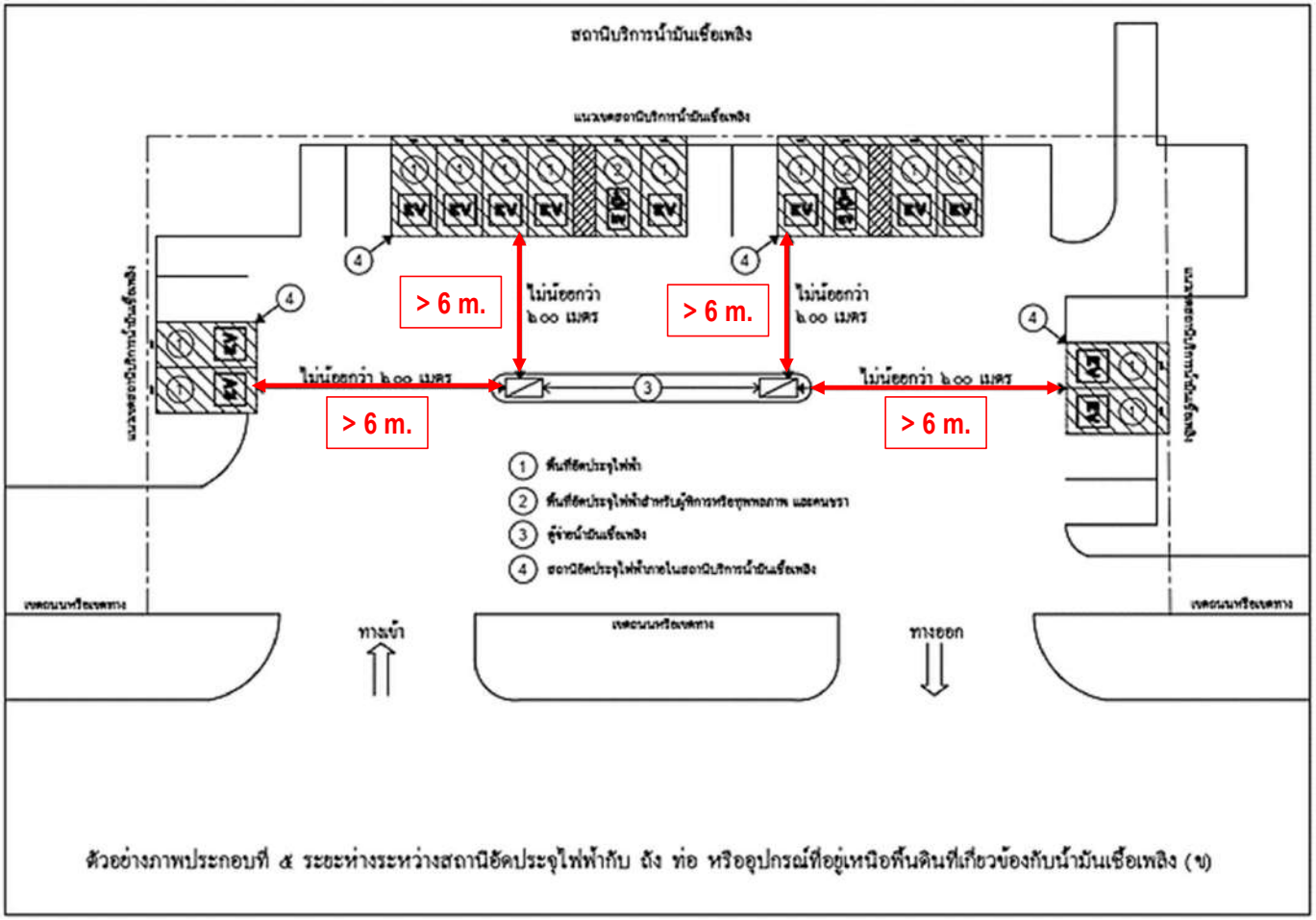
06 ดำเนินการขออนุญาตในการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า ตามที่สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานกำหนด

มธพ.701-2564
มาตรฐานความปลอดภัย สถานีอัดประจุไฟฟ้า
สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
ภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง




ความกว้าง ความยาว ของพื้นที่ช่องจอดสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

มธพ.701-2564
มาตรฐานความปลอดภัย สถานีอัดประจุไฟฟ้า
สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
ภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง




ตัวอย่างภาพประกอบที่ ๕ ระยะห่างระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับ ถัง ท่อ หรืออุปกรณ์ที่อยู่เหนือพื้นดินที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิง (ข)

# มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

MPESTD-001:2563

MPESTD-002:2563

วสท. 2564

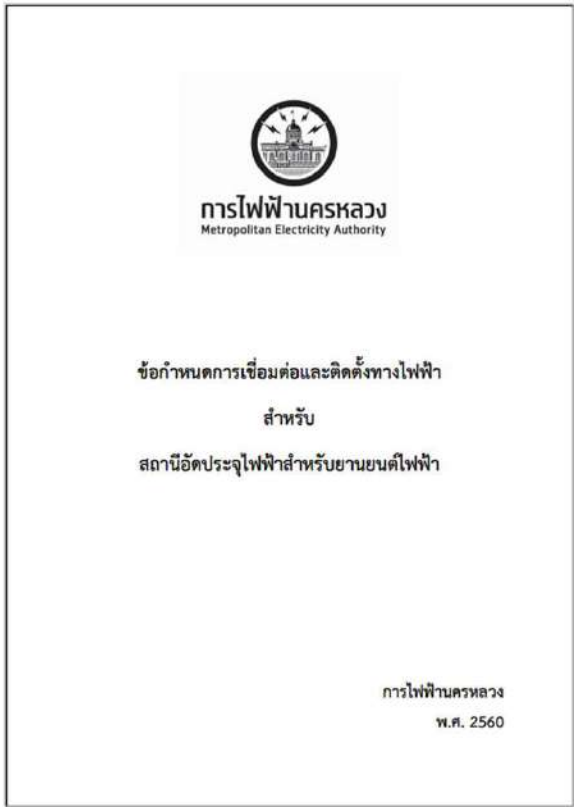
## คำนำ

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการอัดประจุไฟฟ้า สำหรับประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน และลักษณะที่คล้ายกัน ได้จัดทำขึ้นโดยคณะทำงานกำหนดมาตรฐานทางวิศวกรรมและความปลอดภัยในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ในสถานีอัดประจุไฟฟ้า และอาคารบ้านอยู่อาศัย อันประกอบด้วยผู้แทนจากการไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน มีจุดประสงค์เพื่อให้ใช้กำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับการออกแบบและติดตั้งบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้า ให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน และได้รับความสะดวกในการใช้งาน

สำหรับการติดตั้งที่นอกเหนือไปจากมาตรฐานฉบับนี้ ให้ยึดถือแนวทางตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (มาตรฐาน วสท.) หรือตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง หรือตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

## PEA Installation Standard for EV Charger

## MEA Installation Standard for EV Charger



การติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง
ทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

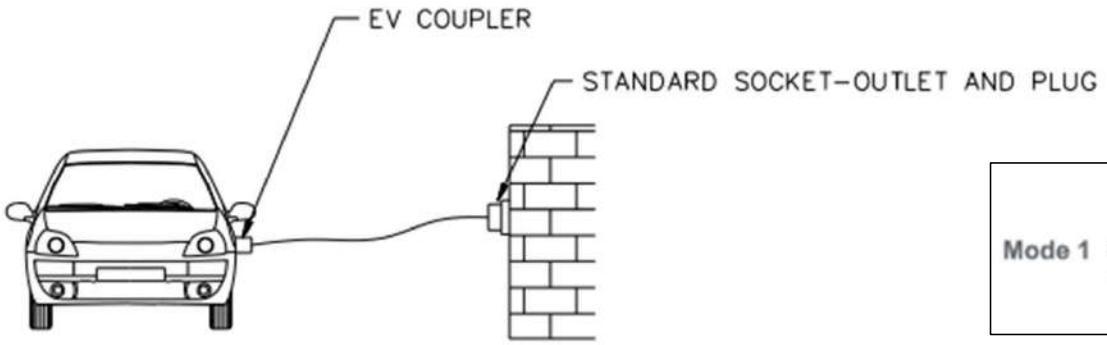
ความปลอดภัย (Safety)

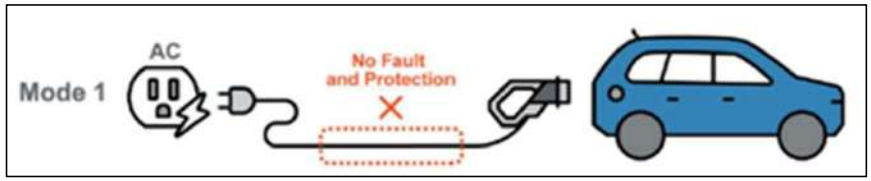
## MODE 1

การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 หมายถึง

การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าใด ๆ และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A

หมายเหตุ ห้ามใช้การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 ตาม มอก. 61851 เล่ม 1-2560

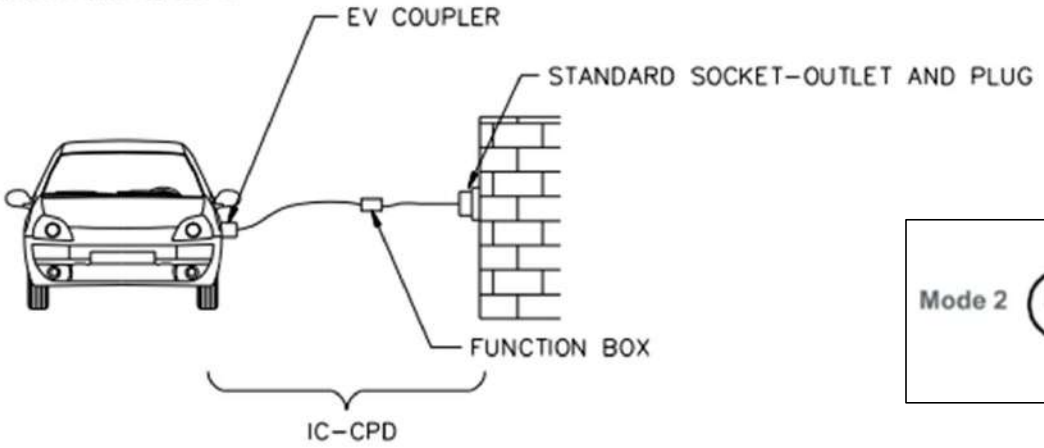


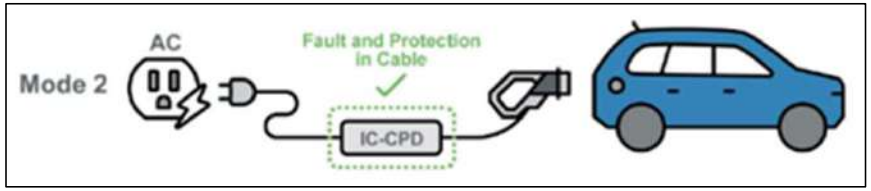




รูปที่ 1 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1

## MODE 2

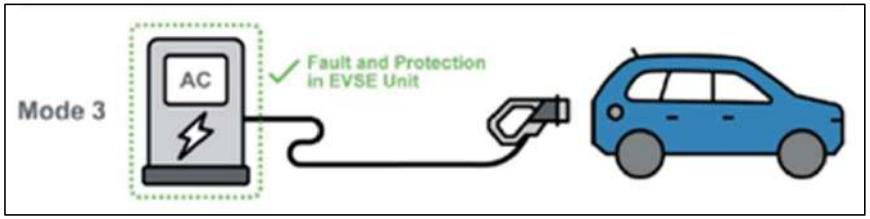
การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 หมายถึง
การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (In-cable control and protection device: IC-CPD) และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 32 A




รูปที่ 2 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2

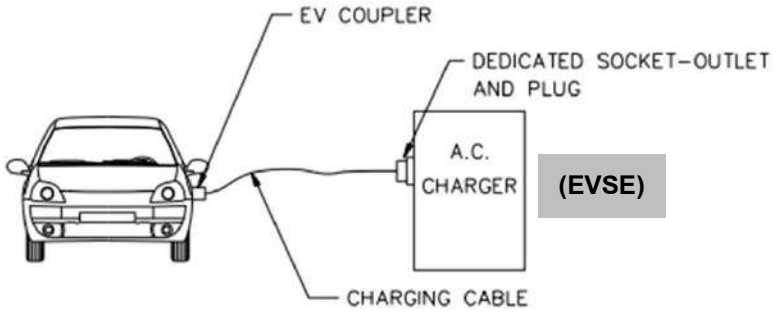
MODE 3



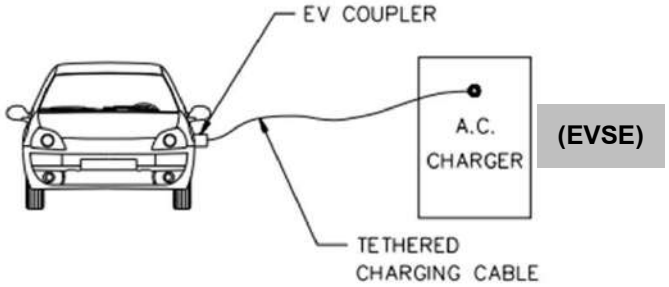

(EVSE)

(EVSE : Electric Vehicle Supply Equipment)

การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หมายถึง
การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสสลับที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ



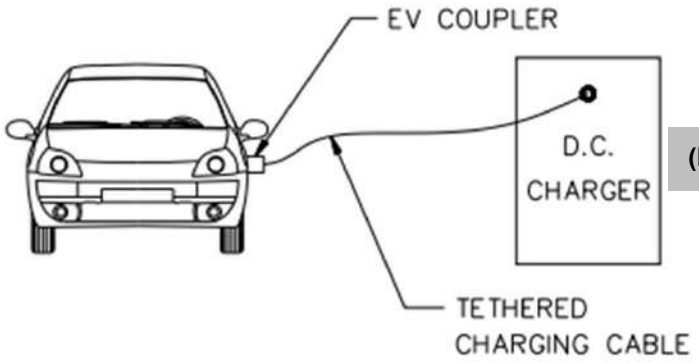

รูปที่ 3 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีเต้ารับ



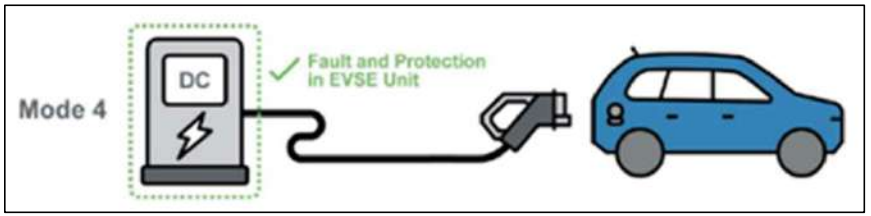

รูปที่ 4 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีสาย

## MODE 4

การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4 หมายถึง
การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ




**(EVSE)**




รูปที่ 5 การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4

(EVSE : Electric Vehicle Supply Equipment)

EGAT for ALL

## EV Charging Modes Conclusion

AC

X

DC

สถานีอัดประจุไฟฟ้า

บ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน และลักษณะที่คล้ายกัน

## ข้อกำหนดทั่วไป

### 3. ข้อกำหนดทั่วไป

3.1 วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE จะต้องมีระบบป้องกันอันตรายต่อบุคคลดังต่อไปนี้ทุกข้อ

ก) สายดิน (เป็นไปตามข้อ 4.) และ

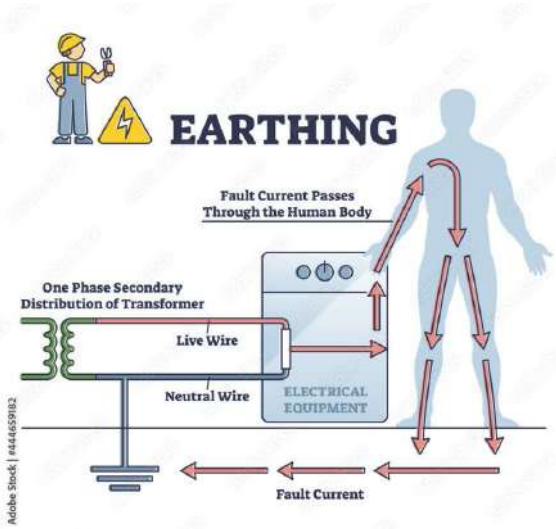
ข) เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ต้องเป็น type B พิกัด $I_{\Delta n} \leq 30$ mA ชนิดตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และมีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

<u>หมายเหตุ</u> 1. สามารถใช้ RCD type A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟหากมีกระแสลัดวงจรลงดินแบบกระแสตรง (d.c. fault current) เกิน 6 mA (RDC-DD) แทน RCD type B ได้

2. ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วสามารถติดตั้งได้ที่แผงวงจร ตำแหน่งก่อนเข้า EVSE หรือภายใน EVSE ได้

3. RCD type B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD type อื่นอยู่ที่เมนของวงจรนั้น ๆ

<u>ข้อยกเว้น</u> สามารถละเว้นการติดตั้ง RCD ได้ในกรณีที่ EVSE มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า (Electrical separation) เช่น ใช้หม้อแปลงแยกวงจรหรือหม้อแปลงแยกขดลวด (Isolating transformer)



## RCD คือ อะไร ?

เครื่องตัดไฟรั่ว RCD (Residual Current Device) คือ เครื่องตัดไฟฟ้าอัตโนมัติที่จะตัดกระแสไฟฟ้าภายในระยะเวลาที่กำหนด เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าและออก มีค่าไม่เท่ากัน นั่นคือมีกระแสไฟฟ้าบางส่วนที่รั่วหายไป เช่น รั่วไหลจากเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินหรือกระแสไฟฟ้ารั่วผ่านคนที่ไปสัมผัสอุปกรณ์ที่มีไฟรั่วอยู่ ขณะใช้งานปกติจะไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่ว ดังนั้น เครื่องตัดไฟรั่ว จะไม่ทำงาน ส่วนมากจะติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต ในบ้านพักอาศัย

เครื่องตัดไฟรั่ว (earth-leakage circuit breaker หรือ ELCB) ที่ปัจจุบันรู้จักกันในชื่อตามมาตรฐาน IEC ว่า RCD (residual current device) หรือ ที่มาตรฐาน มอก. ใช้คำว่า “เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ” นั้นล้วนหมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ที่นำมาใช้ป้องกันหรือลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด เหตุผลที่ทาง IEC ต้องเปลี่ยนมาใช้ คำว่า RCD นั้น เนื่องจาก ELCB ที่ใช้ในยุโรปแต่เดิมนั้น เป็นชนิดที่ทำงานด้วยแรงดัน (voltage-operated ELCB) โดย จะทำงานตัดวงจรเมื่อแรงดันสัมผัสของจุดที่ป้องกันนั้นสูงกว่า 50 โวลต์ ส่วน ELCB ชนิดที่ทำงานด้วยกระแส (current-operated ELCB) ที่เราคุ้นเคยและเป็นที่นิยมใช้กันนั้นเกิดขึ้นในระยะหลัง ดังนั้น เพื่อป้องกันการสับสน จึงได้ บัญญัติคำว่า RCD ขึ้นมาใหม่ ให้ใช้เฉพาะ ELCB ชนิดที่ทำงานด้วยกระแส เพียงอย่างเดียว สำหรับในประเทศอื่น ก็อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน

เครื่องตัดไฟรั่ว อาจมีชื่อเรียกอื่นๆ อีก เช่น เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (RCD, RCBO, RCCB) หรือเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน (ELCB, GFCI) ถูกนำไปใช้งานร่วมกับเซอร์กิต เบรกเกอร์ ประเภทอื่นๆ เช่น เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB หรือ เบรกเกอร์ MCCB

แต่ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายจะมี 3 ประเภทด้วยกันได้แก่ RCCB (Residual Current Circuit Breakers), RCBO (Residual Current Circuit Breakers with Overload protection) และ ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

## ข้อแตกต่างของเครื่องตัดไฟรั่วแต่ล่ะแบบ และมาตรฐานรองรับ

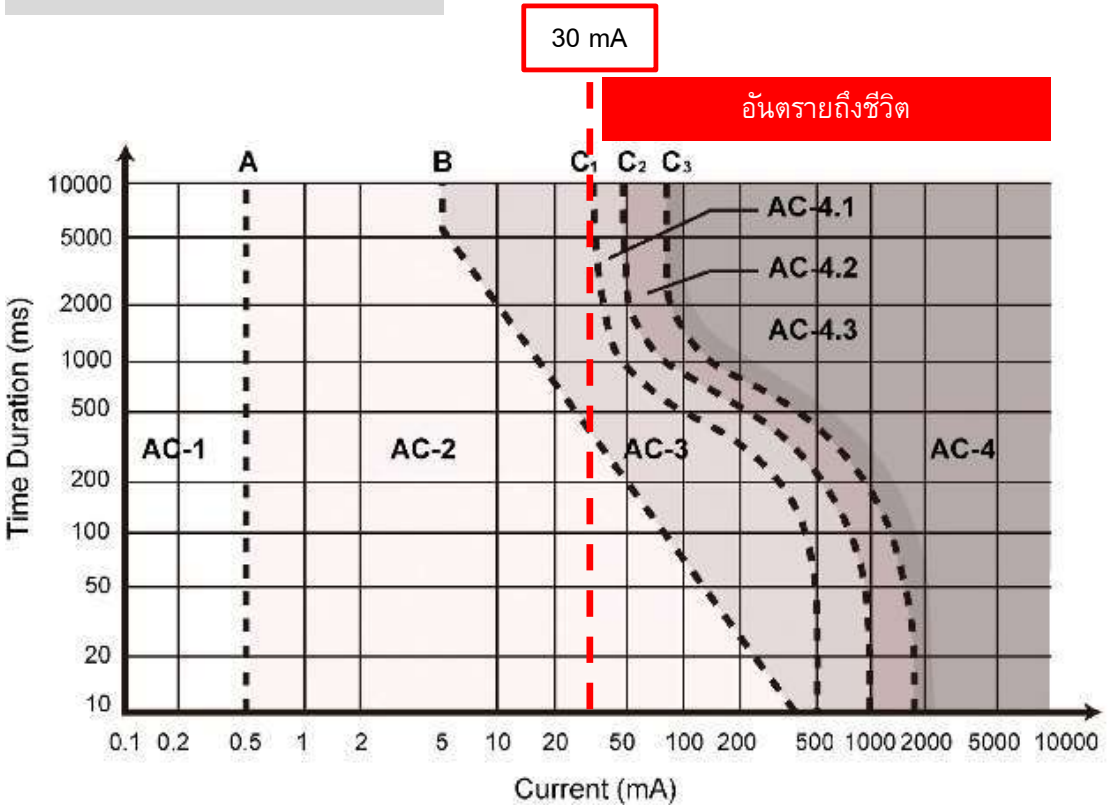
ตารางที่ ฒ.1.1 ตารางสรุปมาตรฐานอ้างอิงสำหรับ RCD รูปแบบต่าง ๆ

| RCD | IEC | มอก. |
|---|---|---|
| RCCB | IEC 61008-1 | มอก.2425 |
| | IEC 61008-2-1 | - |
| | IEC 61008-2-2 | - |
| RCBO | IEC 61009-1 | มอก.909 |
| | IEC 61009-2-1 | - |
| | IEC 61009-2-2 | - |
| RCCB, RCBO type F, B | IEC 62423 | มอก.2955 |
| CBR | IEC 60947-2 | - |
| SRCD, SRCBO | IEC 62640 | มอก.2908 |
| PRCD | IEC 61540 | มอก.2910 |
| SPE-PRCD | IEC 62335 | มอก.2909 |
| IC-CPD | IEC 62752 | มอก.2911 |
| MRCD | IEC 60947-2 | - |
| RCM | IEC 62020 | มอก.* |
| RDC-DD | IEC 62955 | มอก.* |

***หมายเหตุ:*** *1. RCCB, RCBO ที่เป็น type F, B นั้น เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62423*

*2. * หมายถึงอยู่ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการของ สมอ.*

## Why ? (IΔn) ≤ 30 mA




AC-1: Imperceptible
AC-2: Perceptible
AC-3: Reversible effects: muscular contraction
AC-4: Possibility of irreversible effects
AC-4-1: Up to 5% probability of ventricular fibrillation
AC-4-2: Up to 50% probability of ventricular fibrillation
AC-4-3: More than 50% probability of ventricular fibrillation

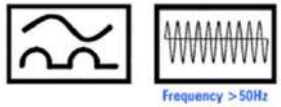
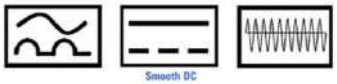
A: Threshold of perception of current
B: Threshold of muscular reactions
C1: Threshold of 0% probability of ventricular fibrillation
C2: Threshold of 5% probability of ventricular fibrillation
C3: Threshold of 50% probability of ventricular fibrillation

## Type of RCDs

โดยทั่วไปวิศวกรและช่างไฟฟ้า จะต้องเลือกใช้งานและติดตั้ง RCD ในแต่ละประเภท หรือแบบ (Type) ให้ถูกต้องและสอดคล้องกับรูปคลื่นกระแสของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละประเภทนั้นๆ โดยตัวอย่างการเลือกใช้ RCD ในแต่ละแบบจะมีทั้งหมด 5 แบบ (Type AC, A, F, B และ S)

| No. | Type | Symbol | Waveform | การใช้งาน (Application) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | AC | | กระแสไฟฟ้าสลับ AC ที่ไม่มีไฟฟ้ากระแสตรงปนอยู่ | ลักษณะของโหลดเป็นชนิด ตัวความต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ที่ไม่มีอุปกรณ์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ เช่น :<br>• เตาไฟฟ้าแบบใช้ลวดความร้อน<br>• เครื่องทำน้ำอุ่น/น้ำร้อนไฟฟ้า<br>• หลอดไฟแสงสว่าง แบบไส้ทังสเตน และ แบบฮาโลเจน |
| 2 | A<br>(Type A ใช้กับโหลด Type AC ได้) | | -กระแสไฟฟ้าสลับ (Type AC)<br>-pulsating dc.<br>-pulsating dc.ที่ขี่ซ้อนบน smooth dc.ที่ไม่เกิน 6 mA (pulsating dc เป็นกระแสไฟตรงที่เป็นระลอกคลื่นไม่เรียบ เช่น ที่ได้มาจากการแปลงไฟ AC เป็น DC แบบเฟสเดียว หรือ จาก switch-mode power supply) | ลักษณะของโหลดเป็นพวกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบเฟสเดียว เช่น<br>• อินเวอร์เตอร์แบบเฟสเดียว<br>• เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องซักผ้าที่ไม่ใช้การควบคุมด้วยความถี่ (frequency controlled) เช่น เป็น dc หรือ universal motor<br>• เครื่องหรี่ไฟ (dimmer) ระบบอิเล็กทรอนิกส์ในบ้านหรืออาคาร ระบบจ่ายไฟสาหรับ LED (drivers)<br>• เตาไฟฟ้าแบบเหนี่ยวน า (induction)<br>• ระบบชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า กรณีที่มีกระแสไฟรั่วเป็น DC ที่ไม่เกิน 6 mA (pulsating dc.) |

## Type of RCDs

| No. | Type | Symbol | Waveform | การใช้งาน (Application) |
|---|---|---|---|---|
| 3 | F<br>(Type F ใช้กับโหลด Type AC และType A ได้) |  | - เช่นเดียวกับ Type A<br>-pulsating dc.ที่ขี่ซ้อนบน smooth dc.ที่ไม่เกิน 10 mA<br>- รองรับไฟรั่วแบบผสมที่จ่ายไฟจาก L-N หรือ L-G<br>- mixed frequency คือ มีคลื่นความถี่สูงซ้อนอยู่กับ 50 Hz | เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้การควบคุมด้วยความถี่ (frequency controlled) เช่น<br>• บางรุ่นของ เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องอบผ้า ที่ใช้มอเตอร์แบบ synchronous motors<br>• บางรุ่นของเครื่องมือช่าง ที่เป็นบริภัณฑ์ประเภท 1<br>• บางรุ่นของเครื่องปรับอากาศ ที่ควบคุมด้วยการปรับความถี่ (variable frequency speed drives) |
| 4 | B<br>(Type B ใช้กับโหลด Type AC ,Type A และ Type F ได้) |  | - เช่นเดียวกับ Type F<br>- คลื่นซายน์ AC ความถี่สูงสุด 1,000 Hz<br>- รองรับไฟรั่ว AC ที่ขี่ซ้อนบน smooth dc ขนาดได้ถึง 0.4 เท่าของพิกัดไฟรั่ว (I$\Delta$n)<br>-pulsating dc.ที่ขี่ซ้อนบน smooth dc.ที่ไม่เกิน 10 mA หรือ 0.4 เท่าของพิกัดไฟรั่ว (I$\Delta$n) แล้วแต่ค่าไหนมากกว่า<br>- smooth dc ตัวอย่าง เช่น 3-Ø converter, EV & PV battery charger | บริภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์แบบ 1 หรือ 3 เฟส เช่น<br>• อินเวอร์เตอร์ส าหรับควบคุมความเร็ว<br>• UPS<br>• ระบบชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ที่มีกระแสไฟรั่วเป็น DC ที่เกินกว่า 6 mA (smooth dc.)<br>• ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV)<br>• ระบบคอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ากลัง (Power Electronic Converter Systems ; PECS) เช่น ลิฟต์, บันไดเลื่อน, เครื่องเชื่อม |

## Type of RCDs

| No. | Type | Symbol | Waveform | การใช้งาน (Application) |
|---|---|---|---|---|
| 5 | S | | -ชนิดที่มีการหน่วงเวลา เพื่อให้มี Selectivity กับ RCD ปลายทางโดยให้ RCD ปลายทาง ตัดก่อน | - มักใช้กับ RCD ต้นทางด้าน incoming ของการติดตั้ง<br>- ใช้ป้องกันระบบการติดตั้งไฟฟ้า ไม่ป้องกันไฟดูด<br>- Type S ใช้กับบ้านอยู่อาศัย I$\Delta$n ตั้งแต่ 100 mA ขึ้นไป<br>-กรณีอุตสาหกรรม (In>125A) ให้ดูใน IEC 60947-2 |



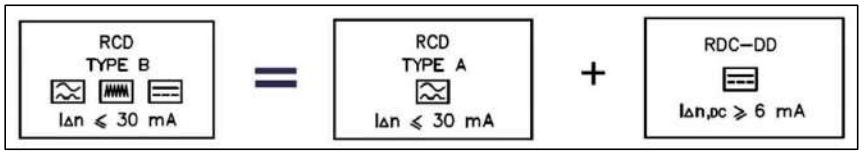
*****หมายเหตุ**

1. Type B สามารถอ่านและทำงานกับไฟรั่ว smooth dc. ได้สูงสุด 0.4 เท่าขนาดของพิกัดไฟรั่ว หรือ 10 mA (ค่าที่มากกว่า) ส่วน type A, F ก็ทำงานกับไฟรั่วบน smooth dc.ได้ แต่ต้องไม่เกิน 6 และ 10 mA ตามลำดับ ถ้า dc. มีค่าที่เกินกว่านี้จะทำให้อ่านไม่ได้
2. หลายประเทศในยุโรป บังคับให้ใช้ RCD ตั้งแต่ Type A ขึ้นไปเท่านั้น เช่น เบลเยี่ยม เดนมาร์ก ฟินแลนด์ นอร์เวย์ บางประเทศยอมให้ใช้ type AC ได้เฉพาะในบางกรณีเท่านั้น เช่น สวิสเซอร์แลนด์ เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์
3. RCD type F, B นั้น เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62423

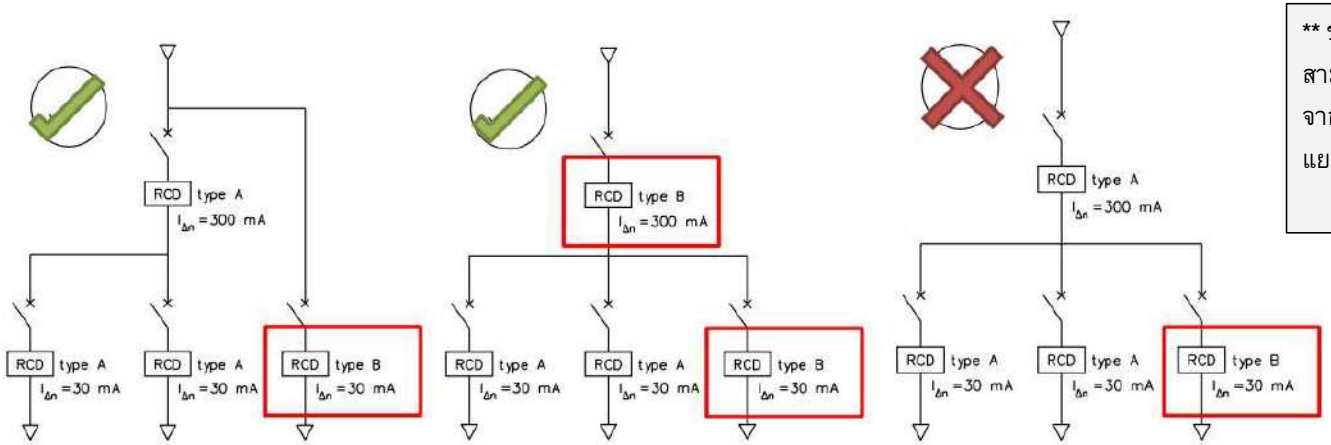
## การประสาน RCD Type B ในการใช้งานจริง

*** หมายเหตุ**

สามารถใช้ RCD type A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟหากมีกระแสลัดวงจรลงดินแบบกระแสตรง (d.c. fault current) เกิน 6 mA (RDC-DD) แทน RCD type B ได

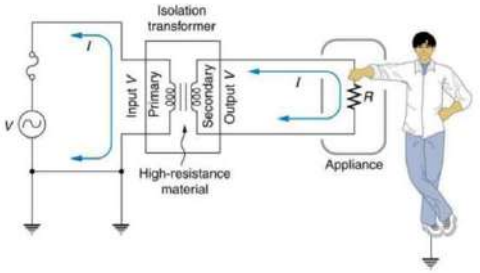



RDC-DD : Residual direct current detecting device




**** ข้อยกเว้น**

สามารถละเว้นการติดตั้ง RCD ได้ในกรณีที่ EVSE มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า (Electrical separation) เช่น ใช้หม้อแปลงแยกวงจรหรือหม้อแปลงแยกขดลวด (Isolating transformer)



## ข้อกำหนดทั่วไป

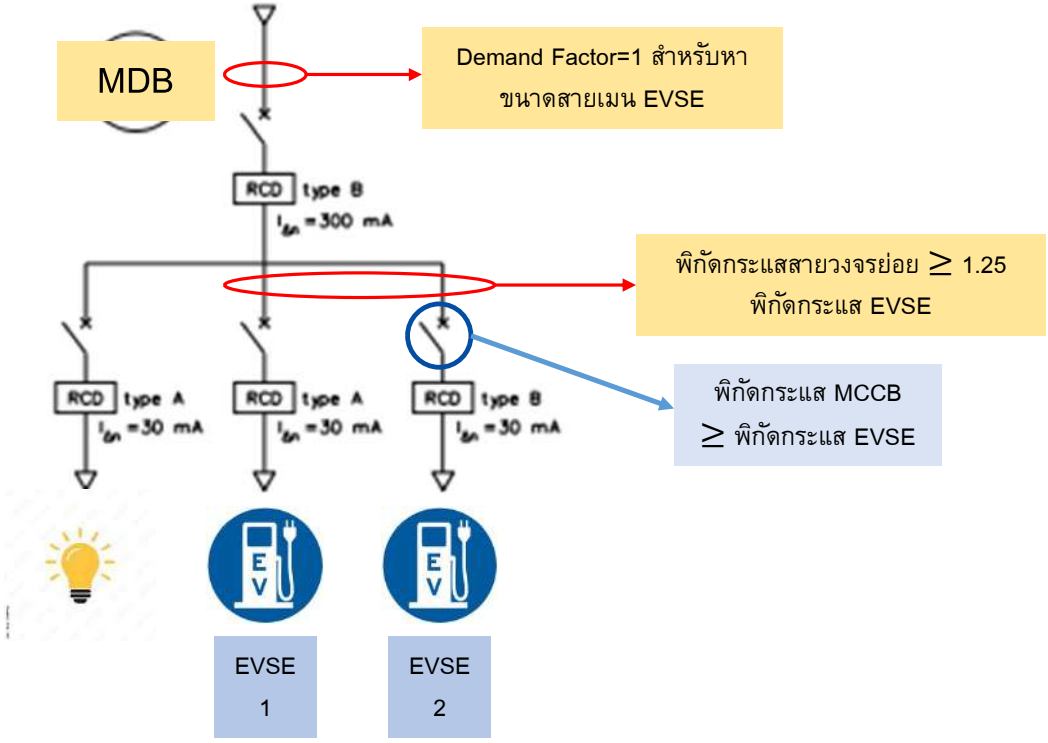
3.2 วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE ต้องแยกต่างหากจากการจ่ายไฟให้กับโหลดอื่น ๆ

3.3 วงจรย่อยแต่ละวงจรสามารถจ่ายไฟให้ EVSE ได้ 1 ชุดเท่านั้น

3.4 สายไฟฟ้าของวงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE ต้องมีขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสด้านไฟเข้า (Input) ของ EVSE และไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

3.5 กำหนดให้ใช้ค่า Demand factor เท่ากับ 1 สำหรับโหลด EVSE ในการคำนวณหาขนาดสายป้อนและสายเมน ยกเว้นมีระบบควบคุม Demand แต่ทั้งนี้วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE ต้องมี Demand Factor เท่ากับ 1

3.6 แต่ละ EVSE ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสด้านไฟเข้า (Input) ของ EVSE



## ข้อกำหนดทั่วไป

3.7 ตำแหน่งติดตั้งเต้ารับโหมด 3 (กรณีมีเต้ารับ) แนะนำให้อยู่สูงจากพื้นผิวการจอดของยานยนต์ (Parking surface) ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร แต่ไม่เกิน 1.2 เมตร

3.8 กรณีติดตั้ง EVSE ภายนอกอาคาร วิธีการเดินสายไฟฟ้าวงจรย่อยกำหนดให้ใช้วิธีร้อยท่อฝังดิน หรือ ร้อยท่อเกาะผนังเท่านั้น

3.9 การใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสส าหรับคำนวณพิกัดกระแส

3.9.1 กรณีเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ตารางที่ 5-8 ทุกกรณีรวมทั้งรางเดินสาย (Wireway)

3.9.2 กรณีเดินสายเกาะผนัง ให้คำนวณพิกัดกระแสโดยใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสกรณีเดินสายเกาะผนัง

| 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 |

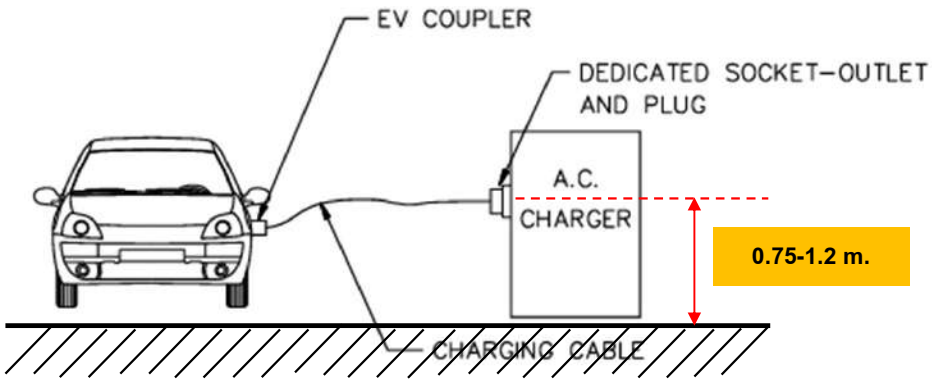
3.10 ในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน และในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมถึง ควรมีมาตรการหรือระบบป้องกันน้ำท่วม

3.6 เครื่องตัดไฟรั่ว ต้องมีปุ่มทดสอบการทำงาน (Test button) และกำหนดให้มีระยะเวลาการตรวจสอบการทำงานของเครื่องตัดไฟรั่วทุกระยะ 6 เดือน

## ข้อกำหนดทั่วไป

3.7 ตำแหน่งติดตั้งเต้ารับโหมด 3 (กรณีมีเต้ารับ) แนะนำให้อยู่สูงจากพื้นผิวการจอดของยานยนต์ (Parking surface) ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร แต่ไม่เกิน 1.2 เมตร

3.8 กรณีติดตั้ง EVSE ภายนอกอาคาร วิธีการเดินสายไฟฟ้าวงจรย่อยกำหนดให้ใช้วิธีร้อยท่อฝังดิน หรือ ร้อยท่อเกาะผนังเท่านั้น




การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีเต้ารับ

เดินสายไฟร้อยท่อเกาะผนัง หรือ ร้อยท่อฝังดินเท่านั้น

## ข้อกำหนดทั่วไป

3.9 การใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับคำนวณพิกัดกระแส

3.9.1 กรณีเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ตารางที่ 5-8 ทุกกรณีรวมทั้งรางเดินสาย (Wireway)

3.9.2 กรณีเดินสายเกาะผนัง ให้คำนวณพิกัดกระแสโดยใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสกรณีเดินสายเกาะผนัง

| 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 5-8**

**ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร**

| จำนวนกลุ่มวงจร | ตัวคูณปรับค่า |
|---|---|
| 2 | 0.80 |
| 3 | 0.70 |
| 4 | 0.65 |
| 5 | 0.60 |
| 6 | 0.57 |
| 7 | 0.54 |
| 8 | 0.52 |
| 9 | 0.50 |
| 10-12 | 0.45 |
| 13-16 | 0.41 |
| 17-20 | 0.38 |

***หมายเหตุ*** *1) ให้ใช้กับกลุ่มของเคเบิลที่มีรูปแบบการเดินสายแบบเดียวกัน*

*2) ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าเดียวกันสำหรับ*

- *กลุ่มเคเบิลแกนเดียวทั้ง 2, 3 และ 4 สาย*
- *กลุ่มเคเบิลหลายแกน (วงจร 1 เฟส 2 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร, วงจร 3 สายหรือ 4 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร)*

## ข้อกำหนดทั่วไป

3.9 การใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับคำนวณพิกัดกระแส

3.9.1 กรณีเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ตารางที่ 5-8 ทุกกรณีรวมทั้งรางเดินสาย (Wireway)

3.9.2 กรณีเดินสายเกาะผนัง ให้คำนวณพิกัดกระแสโดยใช้ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสกรณีเดินสายเกาะผนัง

| 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 5-21 (ต่อ)**

**ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน ($U_o$/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ**

| ลักษณะการติดตั้ง | กลุ่มที่ 3 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนตัวนำกระแส | 2 | ไม่เกิน 3 | | ไม่เกิน 3 | |
| ลักษณะสาย | แบน | กลม | | กลม | |
| ลักษณะตัวนำกระแส | หลายแกน | แกนเดียว | | หลายแกน | |
| ประเภทฉนวน | พีวีซี | พีวีซี | ครอสลิงก์พอลิ-เอทิลีน | พีวีซี | ครอสลิงก์พอลิ-เอทิลีน |
| อุณหภูมิตัวนำ | 70 °C | 70 °C | 90 °C | 70 °C | 90 °C |
| รูปแบบการติดตั้ง | | หรือ | | หรือ | |
| รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน | VAF, VAF-G | NYY, IEC 60502-1 | IEC 60502-1 | NYY, NYY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1 | IEC 60502-1 |
| ขนาดสาย (ตร.มม.) | ขนาดกระแส (แอมแปร์) | | | | |
| 95 | - | 227 | 297 | 194 | 253 |
| 120 | - | 264 | 345 | 225 | 293 |
| 150 | - | 304 | 397 | 260 | 338 |
| 185 | - | 348 | 455 | 297 | 386 |
| 240 | - | 411 | 537 | 351 | 455 |
| 300 | - | 474 | 620 | 404 | 524 |
| 400 | - | 552 | 722 | - | - |
| 500 | - | 629 | 823 | - | - |

***หมายเหตุ*** *(ตารางที่ 5-21)*

1) *อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43*
2) *ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47*
3) *ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48*

## ข้อกำหนดทั่วไป

3.10 ในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน และในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมถึง ควรมีมาตรการหรือระบบป้องกันน้ำท่วม

3.6 เครื่องตัดไฟรั่ว ต้องมีปุ่มทดสอบการทำงาน (Test button) และกำหนดให้มีระยะเวลาการตรวจสอบการทำงานของเครื่องตัดไฟรั่วทุกระยะ 6 เดือน

## การต่อลงดิน (Grounding System)

TT ,IT ,TN-S ,TN-C ,TN-C-S

มาตรฐาน IEC 60364-3 ได้แบ่งการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าด้วยตัวอักษร ดังนี้

อักษรตัวแรก หมายถึง รูปแบบการต่อลงดินของแหล่งจ่าย หรือ หม้อแปลงของการไฟฟ้า

“T” (Terra = ดิน) หมายถึง ต่อลงดินโดยตรง 1 จุดที่แหล่งจ่าย

“I” (Isolated) หมายถึง ต่อลงดินผ่านอิมพีแดนซ์

อักษรตัวที่สอง หมายถึง รูปแบบการต่อโครงอุปกรณ์ลงดินด้านผู้ใช้ไฟฟ้า

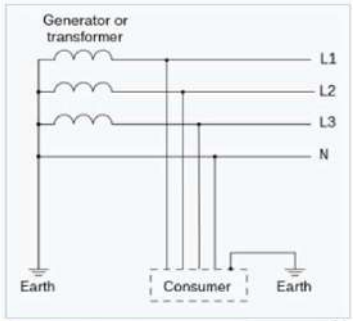
“T” หมายถึง ต่อโครงอุปกรณ์ลงดินโดยตรง

“N” หมายถึง ต่อฝากโครงอุปกรณ์ลงดินกับสายนิวทรัล

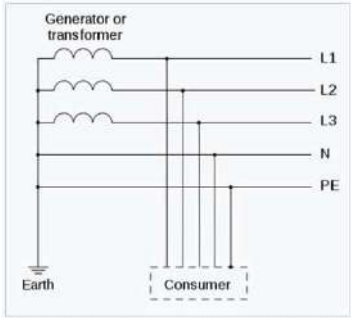
อักษรตัวถัดมา หมายถึง การเดินสายนิวทรัล (N) และสายดิน (PE)

“S” (Separate) หมายถึง N และ PE เดินแยกกัน

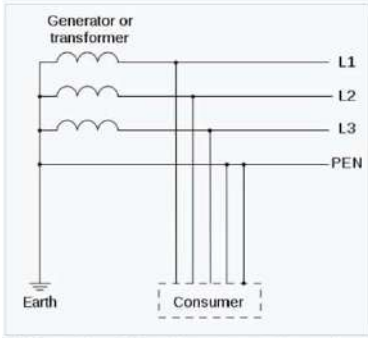
“C” (Combine) หมายถึง N และ PE รวมกัน (ตัวนำเดียวกัน: PEN)



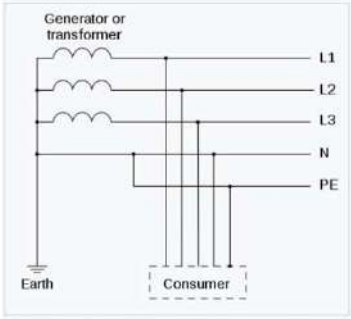

The **TT** (French: terre-terre) earthing system




**TN-S**: separate protective earth (PE) and neutral (N) conductors from transformer to consuming device, which are not connected together at any point after the building distribution point.

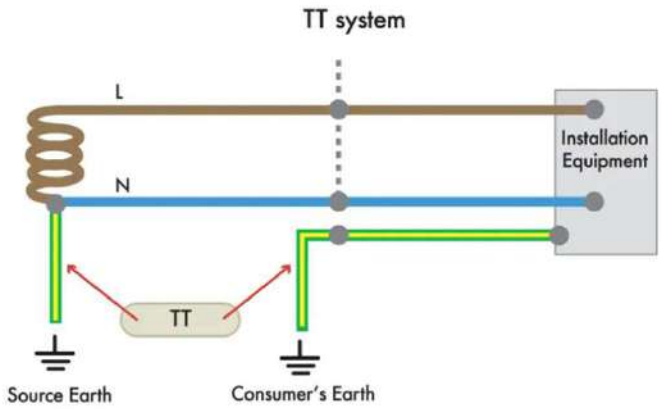


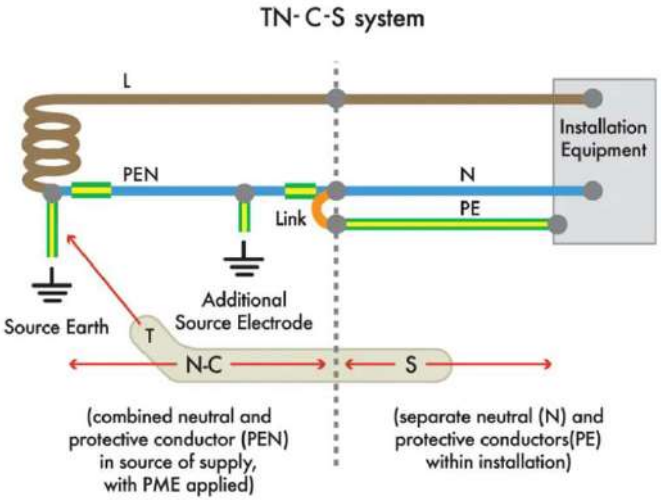

**TN-C**: combined PE and N conductor all the way from the transformer to the consuming device.

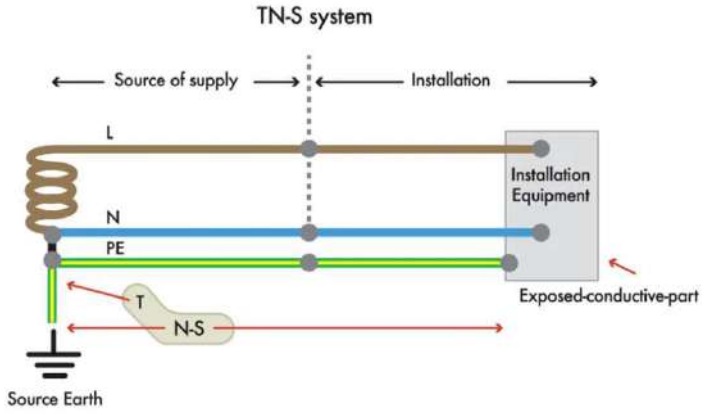



**TN-C-S**: combined PEN conductor from transformer to building distribution point, but separate PE and N conductors in fixed indoor wiring and flexible power cords.

## 4. การต่อลงดิน (Grounding System)



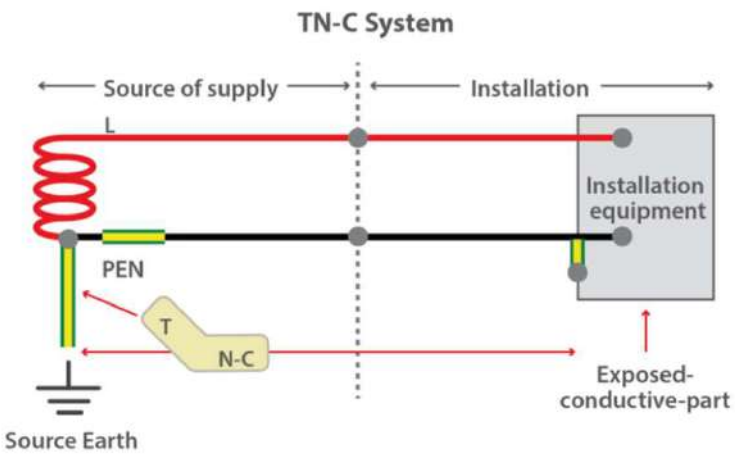



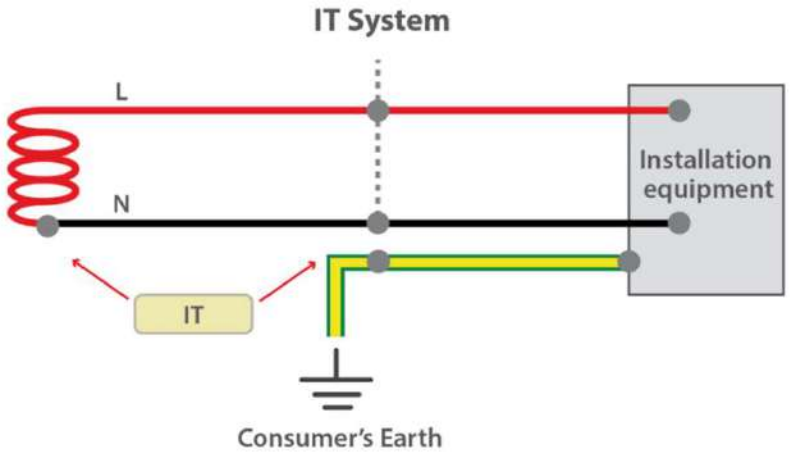




TN-C-S เป็นระบบที่ผสมระหว่าง TN-C และ TN-S เข้าด้วยกัน คือ ระหว่างหม้อแปลงถึงตู้ประธานหลัก สายนิวทรัล และสายดิน จะใช้สายตัวนำเส้นเดียวร่วมกัน

ตั้งแต่ตู้ประธานหลัก สายนิวทรัล และสายดิน จะแยกตัวนำกันตลอดทั้งระบบ แต่จะมีการต่อถึงกันที่ บัสบาร์ นิวทรัล (N) และ กราวด์ (G) ที่ตู้ประธานของระบบ (MDB)

## การต่อลงดิน (Grounding System)



การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า (LV Earthing Arrangement)

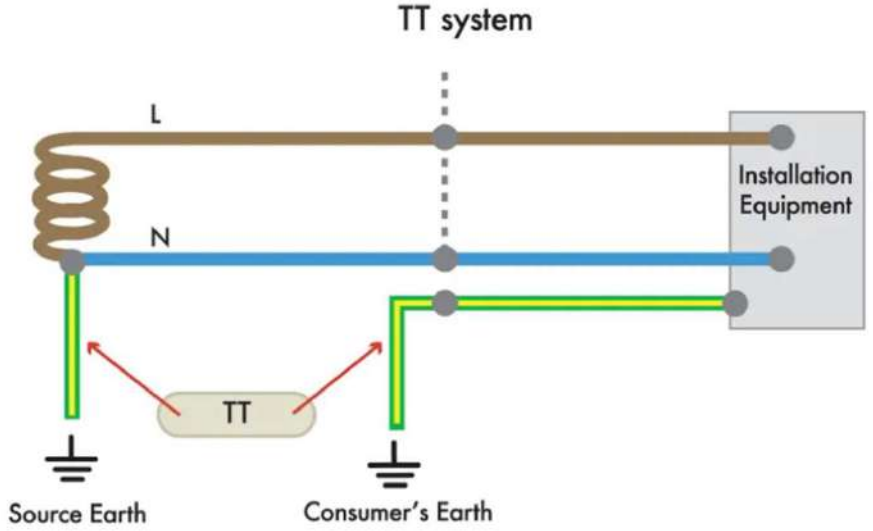
4.2 กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า สามารถเลือกรูปแบบการจัดวางระบบสายดินแรงต่ำของ EVSE ได้ ดังนี้

4.2.1 รูปแบบ TT สามารถเลือกปฏิบัติได้ดังนี้

1) กรณีทำรูปแบบ TT ที่รับไฟจากระบบสายดินแบบ TN-C-S ให้มีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร จากรูปแบบ TT เดิม พร้อมติดตั้งป้ายแสดงข้อความเตือนอักษรสีดำพื้นหลังสีเหลือง บริเวณ EVSE ตามรูป

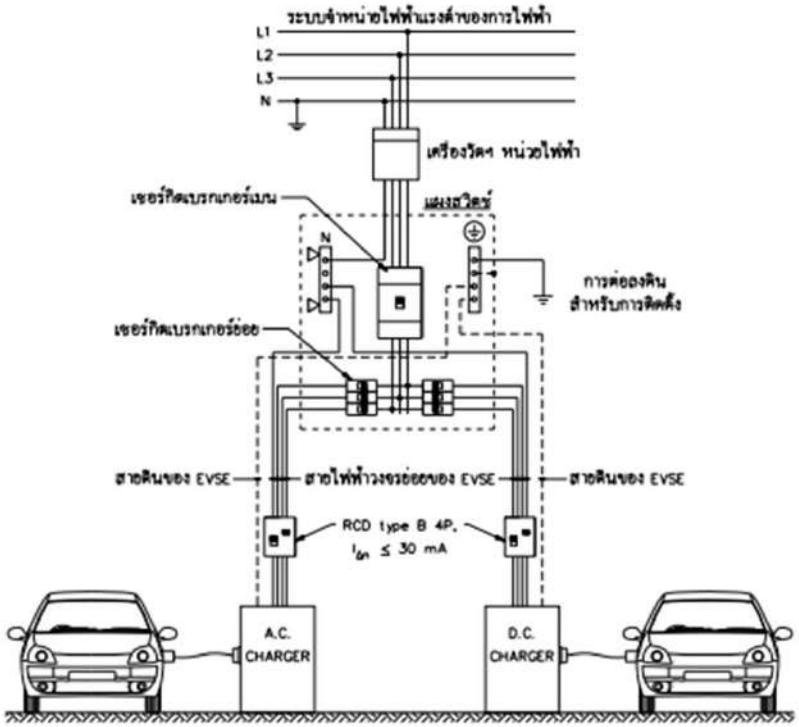
รูปที่ 9 ป้ายเตือนกรณี EVSE ใช้ระบบสายดินแบบ TT ที่รับไฟจากระบบสายดินแบบ TN-C-S

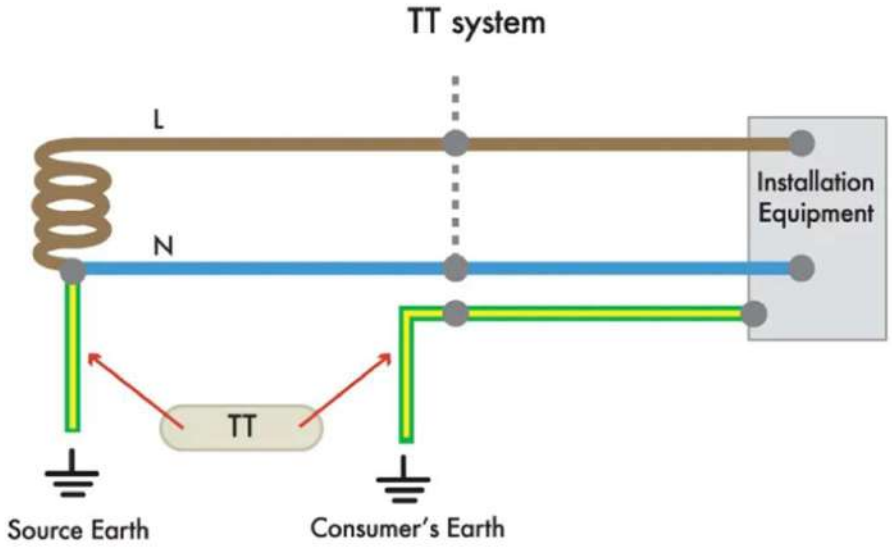
2) กรณีทำรูปแบบ TT ทั้งระบบต้องมีเครื่องตัดไฟรั่วสำหรับทุกวงจรไฟฟ้าที่จ่ายไฟหรือทุกเครื่องใช้ไฟฟ้า ไม่ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะเกี่ยวข้องกับการอัดประจุไฟฟ้าหรือไม่ก็ตาม



การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า (LV Earthing Arrangement)

ข.5 ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า
กรณีทำรูปแบบ TT ทั้งระบบ

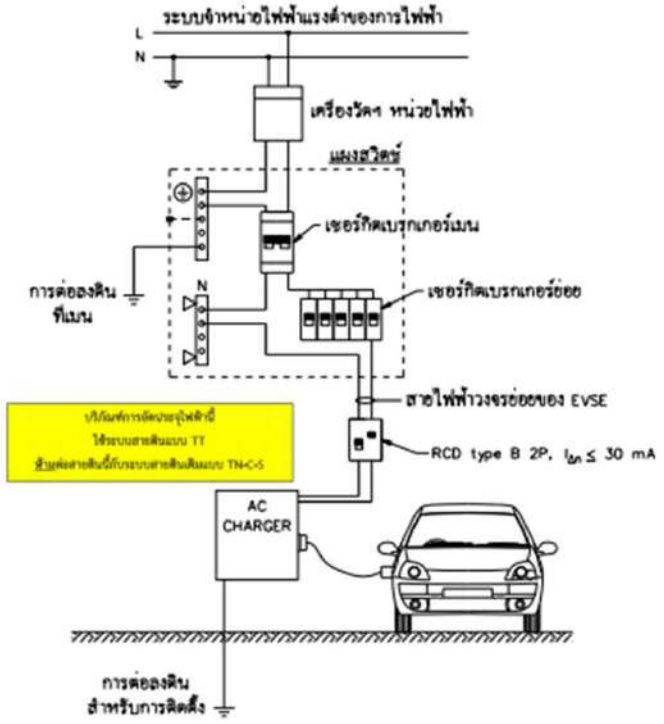


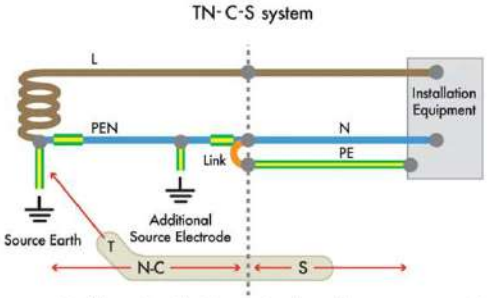



การต่อลงดิน (Grounding System)

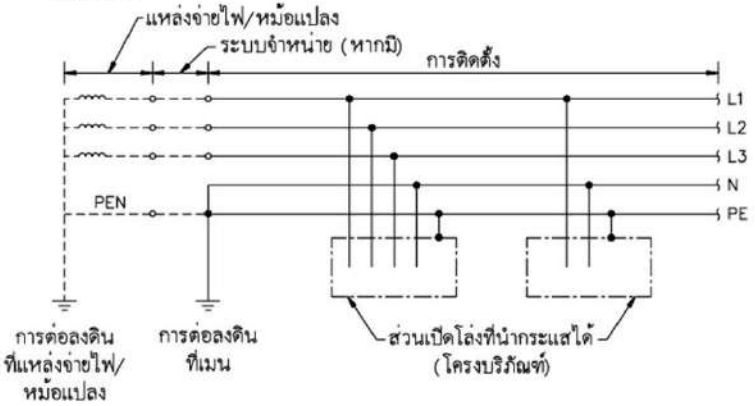
กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า (LV Earthing Arrangement)

ข.2 ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า กรณีทำรูปแบบ TT ที่รับไฟฟ้าจากระบบสายดินเดิมแบบ TN-C-S (สำหรับการอัตประจุไฟฟ้าโหมด 3)




4.1.3 รูปแบบ TN-C-S คือ ใช้สายนิวทรัลเป็นสายดินส่วนหนึ่งของวงจร และมีการเดินสายดินของบริภัณฑ์แยกต่างหากจากนิวทรัล ณ ตำแหน่งที่สายดินมีการต่อประสาน (Bonding) เข้ากับสายนิวทรัล




รูปที่ 8 การจัดวางระบบสายดินแรงต่ำแบบ TN-C-S

การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า (LV Earthing Arrangement)

4.2 กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า สามารถเลือกรูปแบบการจัดวางระบบสายดินแรงต่ำของ EVSE ได้ ดังนี้

4.2.2 รูปแบบ TN-C-S โดยต้องมีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้เพิ่มเติม

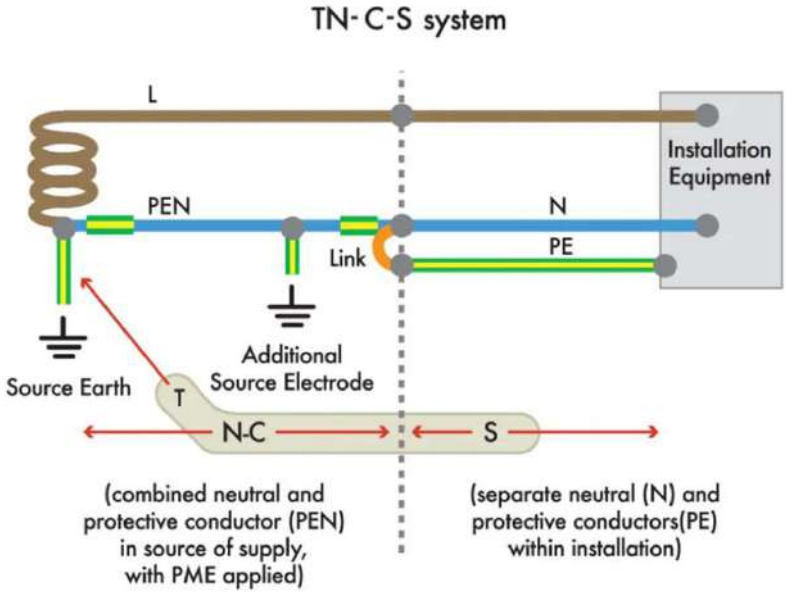
1) ค่าความต้านทานการต่อลงดินมีค่าไม่เกินค่าตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความต้านทานการต่อลงดินสำหรับการระบบสายดินแบบ TN-C-S

| ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A) | ความต้านทานการต่อลงดิน (Ω) |
|---|---|
| 15 (45) | 2.5 |
| 30 (100) | 1.25 |
| > 30 (100) | ไม่แนะนำให้ใช้วิธีนี้ |

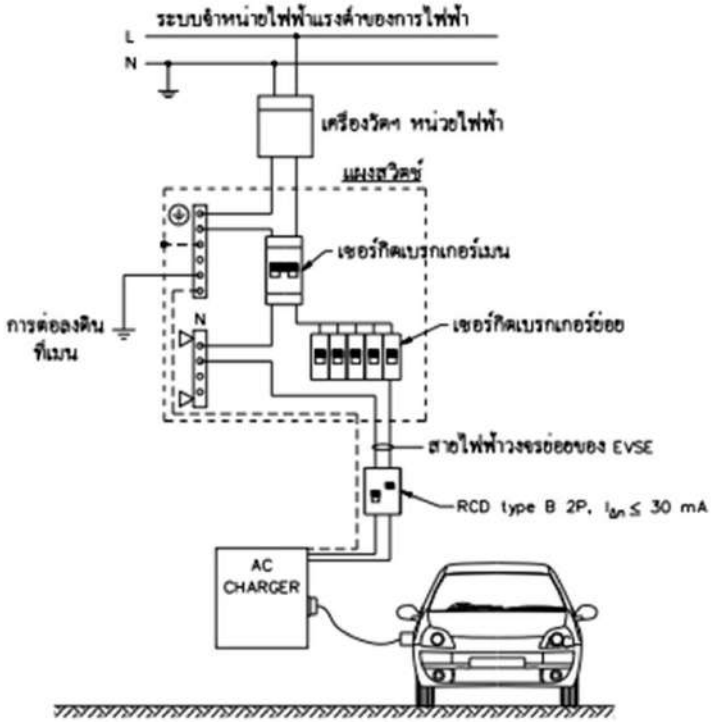
2) มีอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วลงดิน (RCD) ที่มีพิกัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัล และสายดินออกพร้อมกันภายในเวลา 5 วินาที ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าสัมผัส (Touch voltage) ที่โครงบริภัณฑ์เทียบกับดินเกิน 70 V

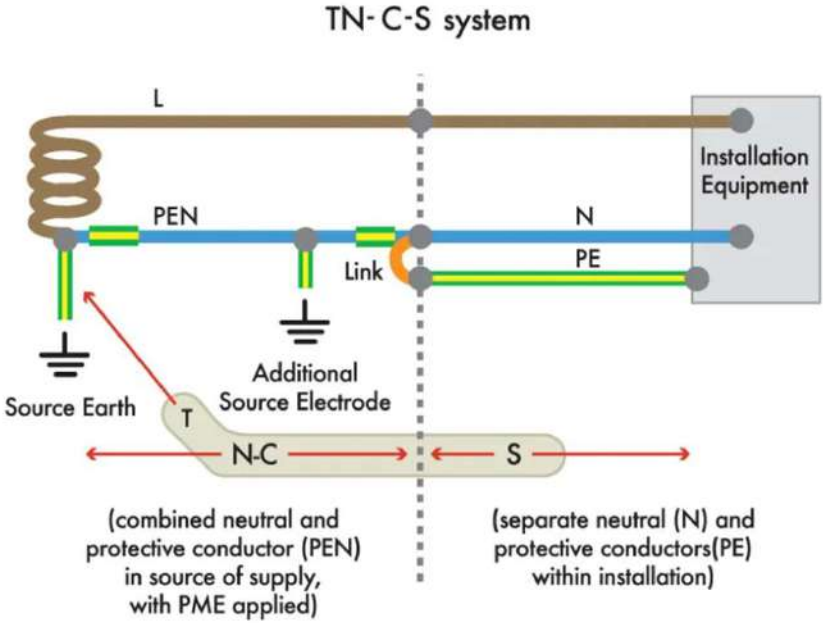
***หมายเหตุ : เฉพาะผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถใช้การติดตั้งระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน (Under and over voltage protection system) สำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้ EVSE หรือติดตั้งมาพร้อมกับ EVSE แทนการปฏิบัติตามมาตรการตามข้อย่อย 1) หรือ 2) ได้



การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า (LV Earthing Arrangement)

ข.4 ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้า
กรณีทำรูปแบบ TN-C-S ทั้งระบบ
(สำหรับการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3)



การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า (HV Connecting)

4.3 กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากจากการไฟฟ้า และเปลี่ยนเป็นระบบไฟฟ้าแรงต่ำผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าของตัวเอง สามารถเลือกรูปแบบการจัดวางระบบสายดินแรงต่ำได้ ดังนี้

4.3.1 รูปแบบ TN-S ทั้งระบบ

4.3.2 รูปแบบ TT ทั้งระบบ โดยต้องมีเครื่องตัดไฟรั่วสำหรับทุกวงจรไฟฟ้าที่จ่ายไฟหรือทุกเครื่องใช้ไฟฟ้า ไม่ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะเกี่ยวข้องกับการอัดประจุไฟฟ้าหรือไม่ก็ตาม

4.3.3 รูปแบบ TN-C-S ทั้งระบบ โดยต้องมีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้เพิ่มเติม

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

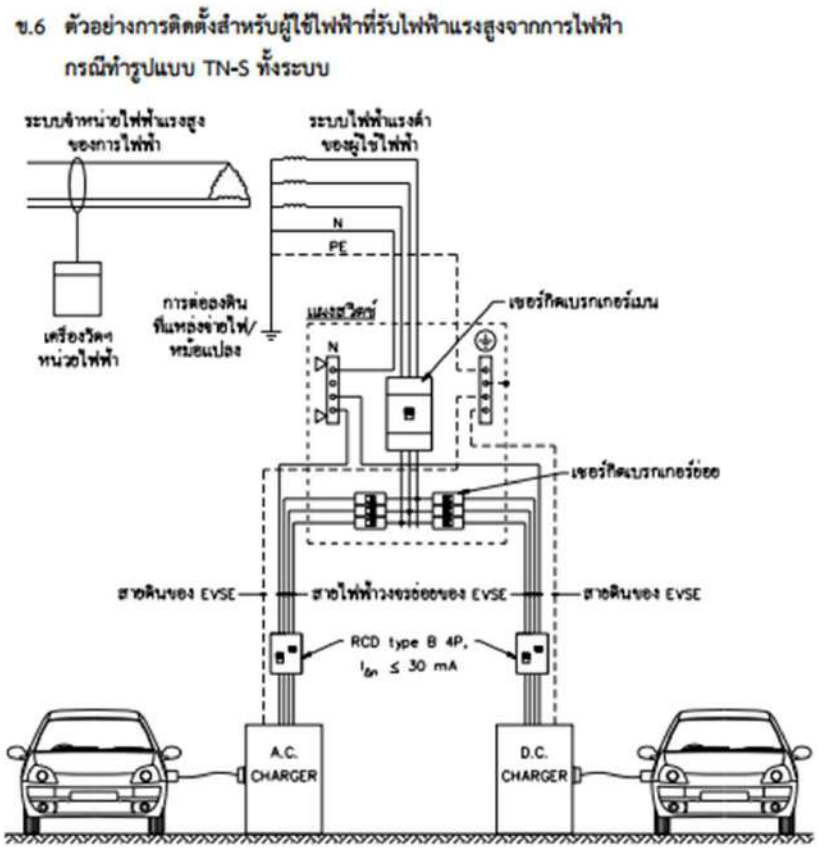
2) ปฏิบัติตามข้อ 4.2.2 ข้อย่อย 2)

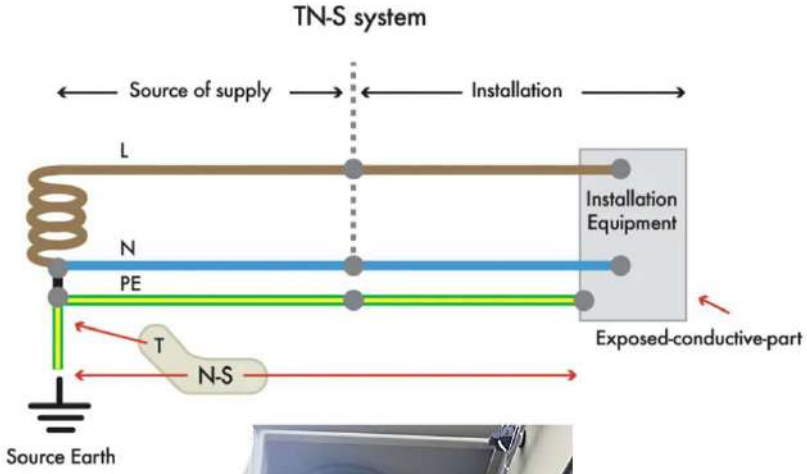
3) มีมาตรการป้องกันไม่ให้สายนิวทรัลจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังบริภัณฑ์ประธานชำรุดหรือเสียหาย โดยติดตั้งสายไฟฟ้าในรางเคเบิล บัสเวย์ (หรือบัสดัก) หรือช่องเดินสายเท่านั้น

4.3.4 รูปแบบ TT เฉพาะวงจรจ่ายไฟให้ EVSE ซึ่งรับไฟจากระบบไฟฟ้าที่ใช้การจัดวางสายดินแบบ TN-C-S ให้ปฏิบัติตามข้อ 4.2.1 ข้อย่อย 1) โดยไม่รวมหมายเหตุ

การต่อลงดิน (Grounding System)

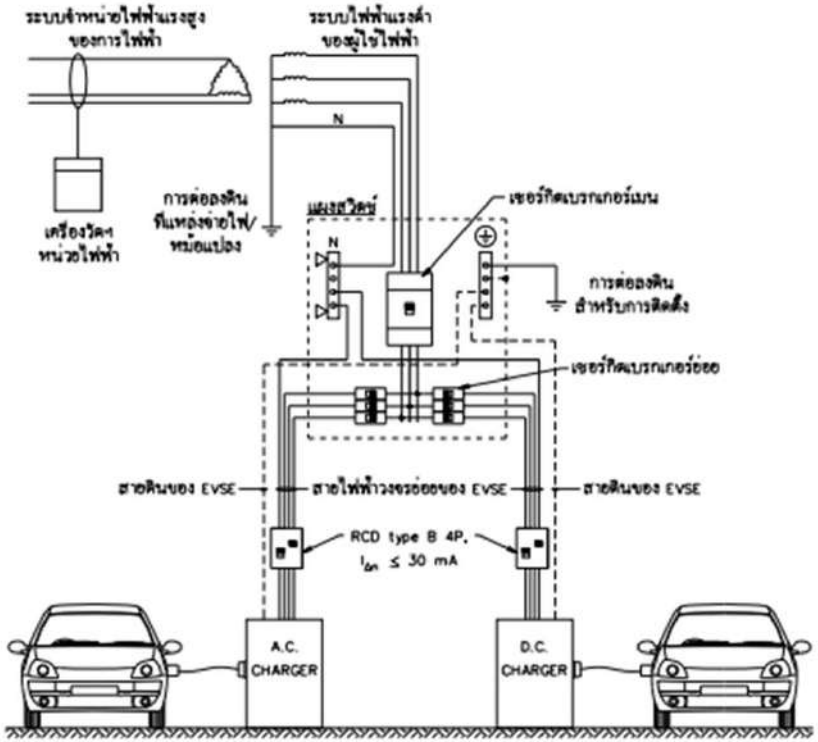
กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า (HV Connecting)

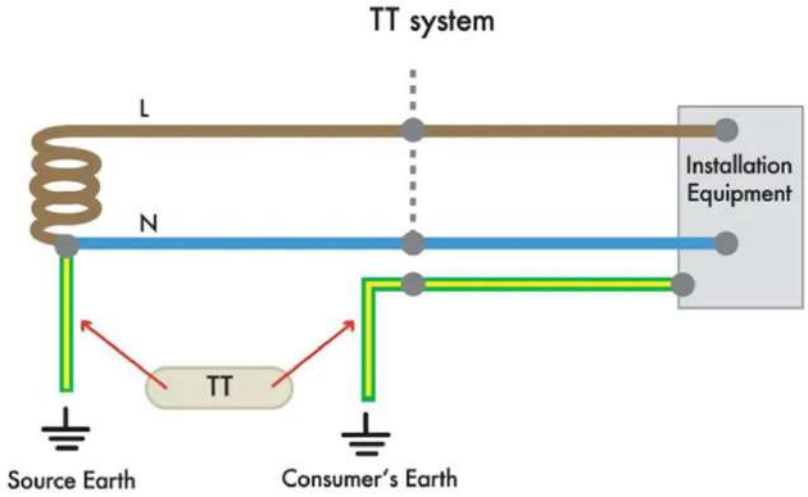


การต่อลงดิน (Grounding System) | กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า (HV Connecting)

ข.7 ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า
กรณีทำรูปแบบ TT ทั้งระบบ

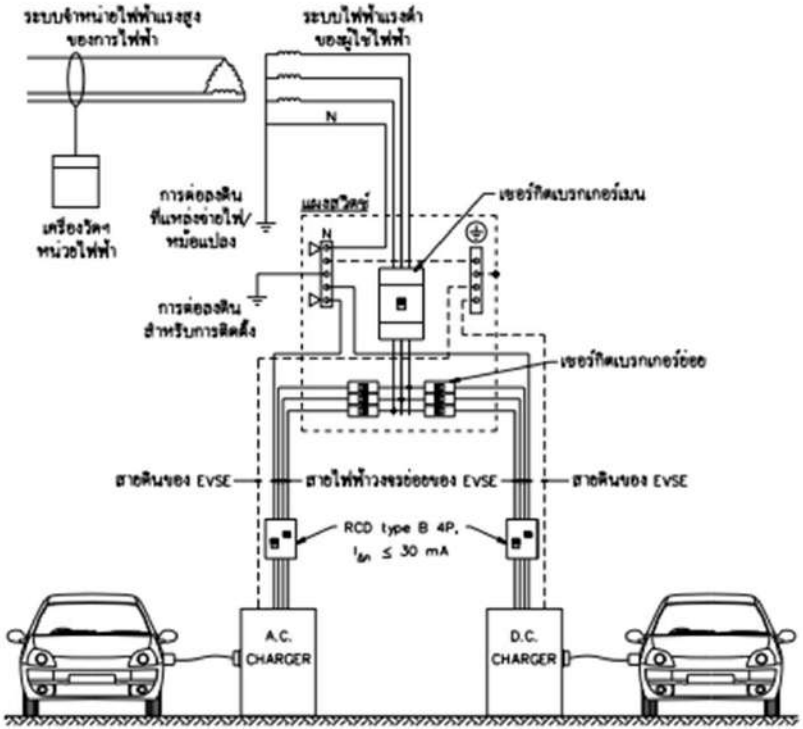


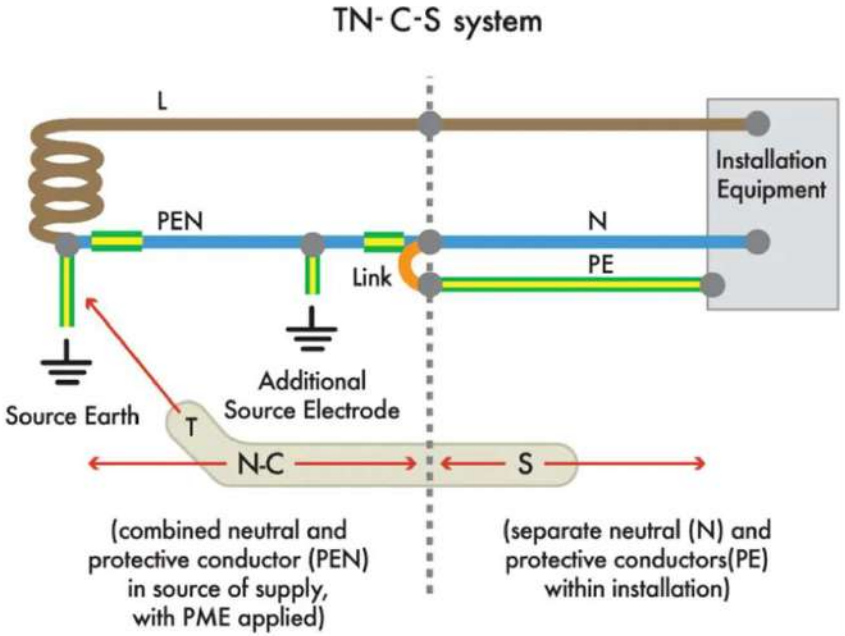



การต่อลงดิน (Grounding System)

กรณีรับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า (HV Connecting)

ข.8 ตัวอย่างการติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า
กรณีทำรูปแบบ TN-C-S ทั้งระบบ



## การต่อลงดิน (Grounding System)

| รูปแบบ | รับไฟฟ้าระบบแรงดันต่ำ | รับไฟฟ้าระบบแรงดันสูง |
|---|---|---|
| TT (1) | 1. ห่างจาก TN-C-S เดิมเป็นระยะอย่างน้อย 2.5 m<br>2. มีป้ายเตือน กรณีต่อลงดินแบบ TT ที่รับไฟจากระบบที่ต่อลงดินแบบ TN-C-S<br>3. ถ้าทำ TT ทั้งระบบ ต้องมีเครื่องตัดไฟรั่วสำหรับทุกวงจรไฟฟ้า (RCD ,RCBO ) | |
| TN-C-S (2) | 1. ความต้านทานดินต่ำ<br>เช่น มิเตอร์ 15(45) A: R $\leq$ 2.5 Ohm<br>มิเตอร์ 30(100) A: R $\leq$ 1.5 Ohm<br>2. มีอุปกรณ์ตัดวงจร Charger (L1-3 ,N) กรณีมีแรงดันไฟฟ้าสัมผัสเกิน 70 V | 1. ต้องทำ Load balance (Phase diff. $\leq$ 20 A.)<br>2. ความต้านทานดิน R $\leq$ 5 Ohm<br>3. มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสัมผัส เกิน 70 V<br>4. มีมาตรการป้องกันสาย N ขาด |
| TN-S | - | ทำได้ ไม่มีข้อกำหนด (แต่มีค่าสายไฟเพิ่มตามระยะ) |

***หมายเหตุ : (1) เฉพาะ PEA ที่ต้องติด OV/UV Relay หาก R ดินสูง ทุกกรณี
(2) เฉพาะ PEA ที่ให้ติด OV/UV Relay ได้ เป็นมาตรการเพิ่มเติม

## ตารางเปรียบเทียบการต่อลงดิน (Comparison Grounding System)

| Topic | TT | IT | TN-S | TN-C | TN-C-S |
|---|---|---|---|---|---|
| Earth fault loop impedance | High | Highest | Low | Low | Low |
| RCD preferred? | Yes | Yes | Optional | No | Optional |
| Need earth electrode at site? | Yes | Yes | No | No | Optional |
| PE conductor cost | Low | Low | Highest | Least | High |
| Risk of broken PEN-conductor | No | No | High | Highest | High |
| Safety | Safe | Less Safe | Safest | Least Safe | Safe |
| Electromagnetic interference | Least | Least | Low | High | Low |
| Safety risks | High loop impedance (step voltages) | Double fault, overvoltage | Broken PE | Broken PEN | Broken PEN |
| Advantages | Safe and reliable | Continuity of operation, cost | Safest | Save Cost | Safety and Save cost |

## การต่อลงดิน (Grounding System)

4.4 ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรย่อย ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

| ขนาดสายเฟส (ตร.มม.) | ขนาดสายดินต่ำสุด (ตร.มม.) |
|---|---|
| ไม่เกิน 10 | เท่ากับขนาดสายเฟส |
| 16-35 | 16 |
| เกิน 35 | เท่าครึ่งหนึ่ง( ½ )ของขนาดสายเฟส |

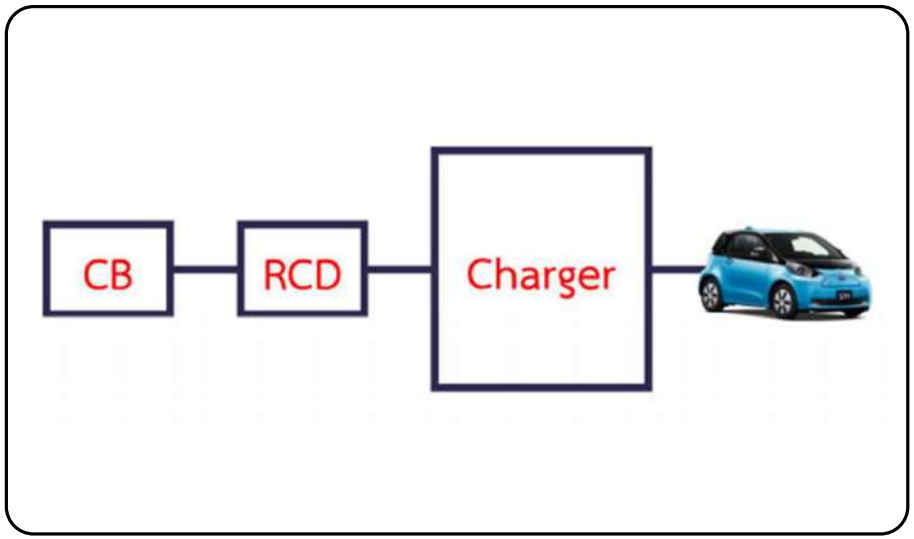
ตารางที่ 3 ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรย่อย

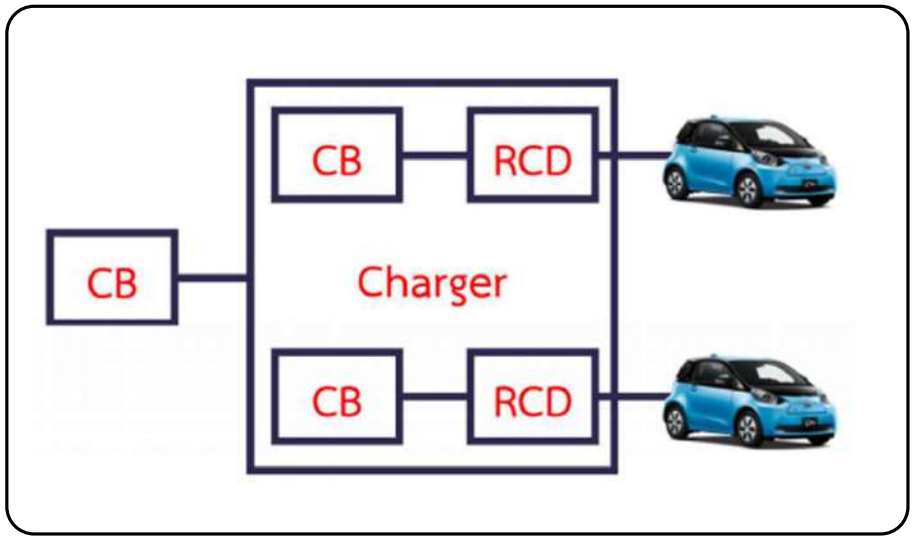
## การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และ 4

**5. การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และโหมด 4**

5.1 ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่ว แยกสำหรับแต่ละเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หรือหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า

5.2 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้ามากกว่า 1 หัวจ่าย เครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องตัดไฟรั่วภายในตัวเครื่องอัดประจุไฟฟ้าลักษณะ Built-in ขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า โดยมีจำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องตัดไฟรั่วเท่ากับจำนวนหัวจ่าย เพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแยกสำหรับแต่ละหัวจ่าย และต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วยที่ตำแหน่งวงจรย่อยด้วย



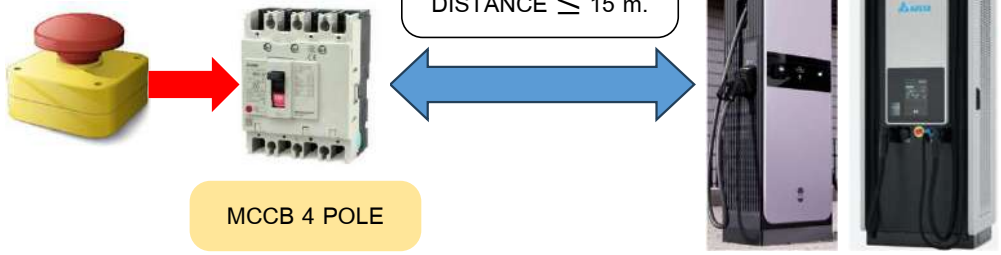
## การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และ 4

**5. การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และโหมด 4**

5.3 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีพิกัดกระแสต่อเฟสด้านไฟเข้า (Input) มากกว่า 60 A จะต้องติดตั้งสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินด้าน Source Side ของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าภายในระยะ 15 เมตร และสามารถมองเห็นสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้ได้จากต าแหน่งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า สวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้จะต้องเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และต้องสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวก

*ข้อยกเว้น หากเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินที่สามารถตัดกระแสสายเส้นไฟทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลแล้ว ไม่ต้องติดตั้งสวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้อีก*

5.4 สำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ต้องการการระบายอากาศ ต้องจัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม และตัวเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องติดป้ายเตือน คำว่า “ต้องการการระบายอากาศ” หรือ “Ventilation Required” ไว้ด้วย



## การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และ 4

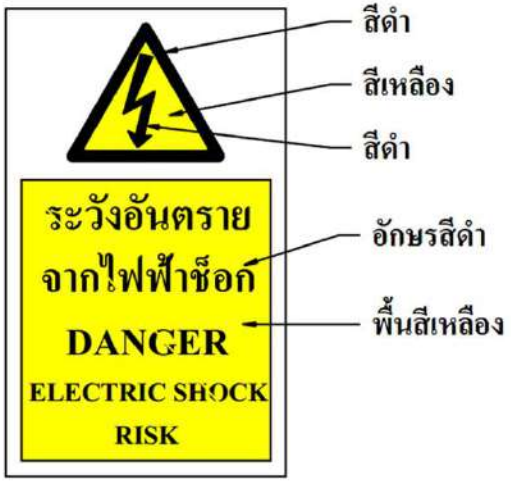
**5. การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และโหมด 4**

5.5 ความยาวสายขาออกของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าไม่ควรเกิน 7.5 เมตร

5.6 ต้องมีป้ายแสดงข้อความเตือนติดไว้ที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้า ตามรูปที่ 10

5.7 กรณีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งภายนอกอาคาร แนะนำให้มีการติดตั้งระบบป้องกันเสิร์จ

5.8 รูปแบบการจ่ายไฟ และการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละการไฟฟ้า



## สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน ,LPG ,CNG

**6. มาตรฐานเพิ่มเติมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน สถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) และสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (CNG)**

6.1 กำหนดให้ใช้การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 หรือโหมด 4 ในการให้บริการ โดยการอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นแบบมีสายยึดติดเครื่อง (Tethered charging cable) เท่านั้น

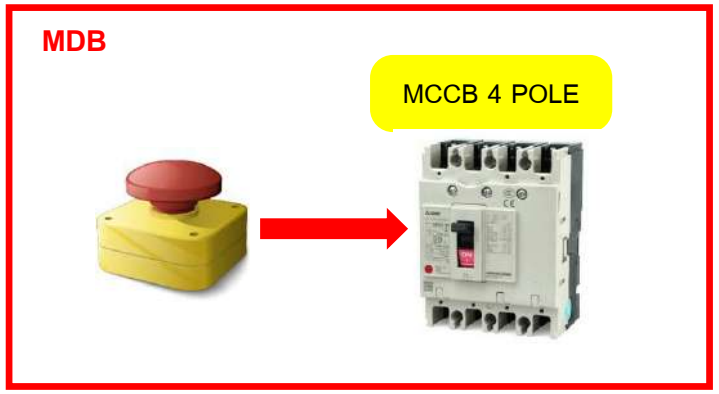
6.2 ต้องจัดเตรียมสวิตช์ควบคุมฉุกเฉิน (Emergency control switch) สำหรับปลดวงจรเมนที่จ่ายไฟให้กับตู้จ่ายวัตถุอันตรายและจ่ายไฟให้เครื่องอัดประจุไฟฟ้า ขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของเมนสวิตช์แรงต่ำ โดยระยะห่างในแนวระดับจากตู้จ่ายวัตถุอันตราย ได้แก่

ก) ตู้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ข) ตู้จ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

ค) ตู้จ่ายก๊าซธรรมชาติ (CNG)

ไม่น้อยกว่า 6 เมตร แต่ไม่เกิน 30 เมตร สวิตช์ควบคุมฉุกเฉินนี้จะต้องเป็นชนิดที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และต้องสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวก โดยการติดตั้งเป็นไปตามข้อ 6.5




การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 และ 4

6 m. ≤ DISTANCE ≥ 30 m.

## สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน ,LPG ,CNG

**6. มาตรฐานเพิ่มเติมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน สถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) และสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (CNG)**

6.3 เครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในเขตสถานีบริการ เครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมถึงสายยึดติดเครื่อง (Tethered charging cable) และหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้าในขณะทำการอัดประจุไฟฟ้าให้ EV ต้องมีระยะห่างจากบริเวณอันตรายตามที่กฎหมายของกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

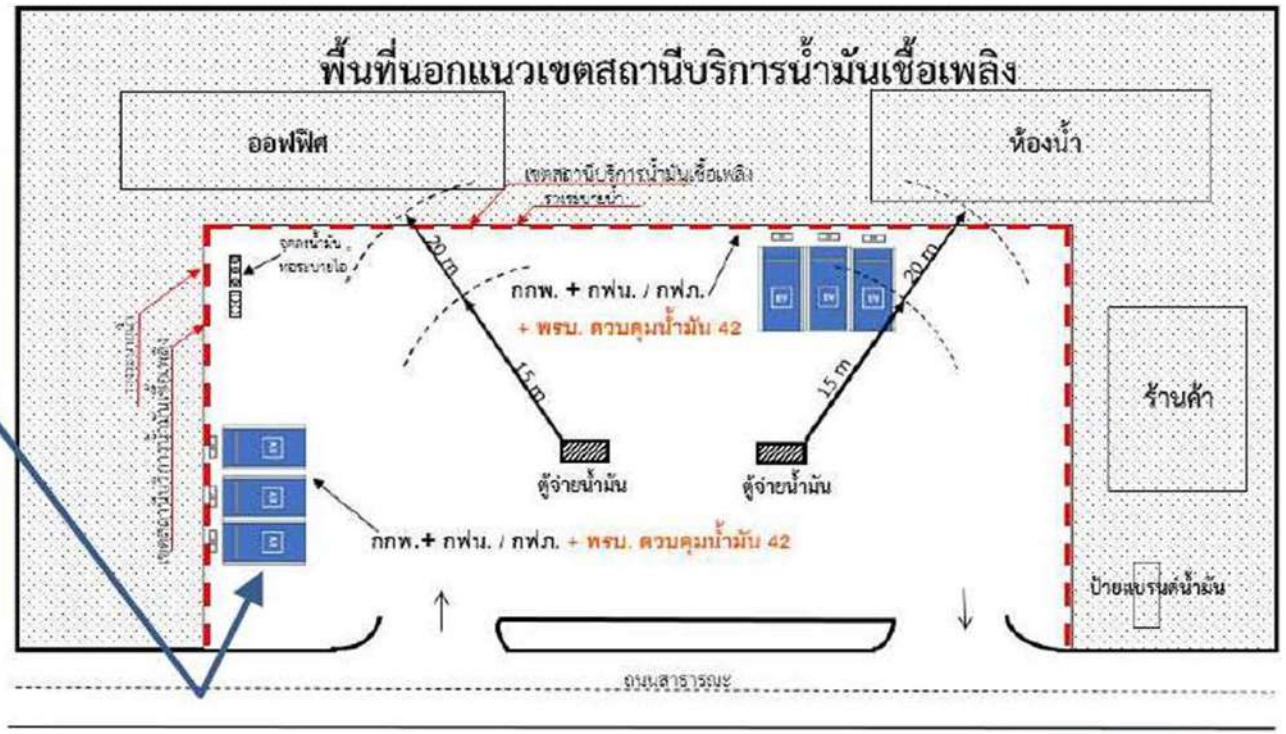
6.4 ในกรณีที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมถึงสายยึดติดเครื่อง (Tethered charging cable) และหัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้าในขณะทำการอัดประจุไฟฟ้าให้ EV อยู่นอกเขตสถานีบริการแต่อยู่ภายในบริเวณอันตรายให้นำข้อกำหนดว่าด้วยระยะห่างของบริเวณอันตราย ตามที่กฎหมายของกรมธุรกิจพลังงานมาบังคับใช้โดยอนุโลม

6.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายไฟให้กับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เช่น กล่องต่อสาย แผงสวิตช์ ช่องเดินสาย เป็นต้น หากจำเป็นต้องมีการติดตั้งหรือเดินผ่านอยู่ภายในบริเวณอันตรายของสถานีบริการรวมถึงบริเวณอันตรายที่อยู่นอกเขตสถานีบริการ ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดในกฎหมายของกรมธุรกิจพลังงาน

## สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน ,LPG ,CNG

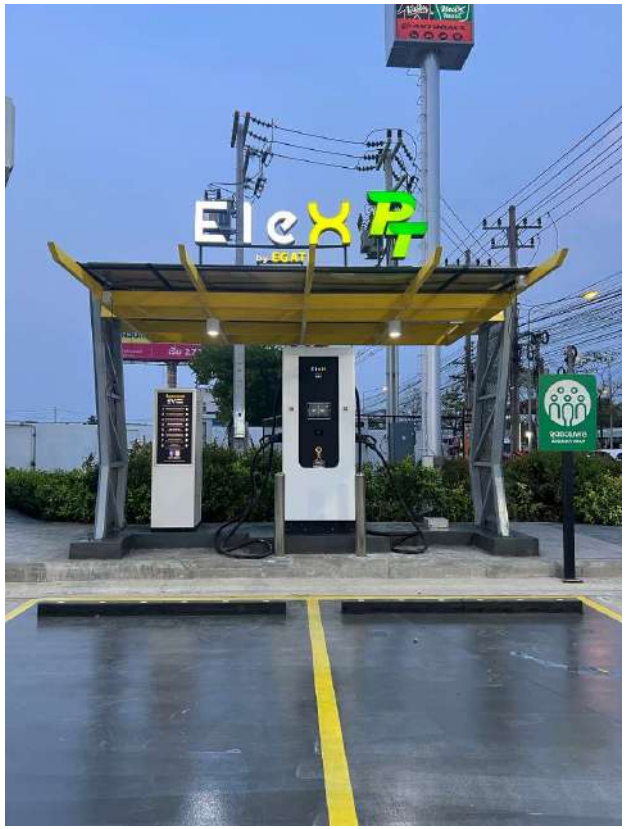
**สถานีอัดประจุไฟฟ้าอยู่ในเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงกำกับดูแลตาม**

- **กฎกระทรวงว่าด้วย**สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในสถานที่ประกอบกิจการ
- มธพ. ๗๐๑ – ๒๕๖๔ (มาตรฐานความปลอดภัยสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง)




กรมธุรกิจพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน ,LPG ,CNG



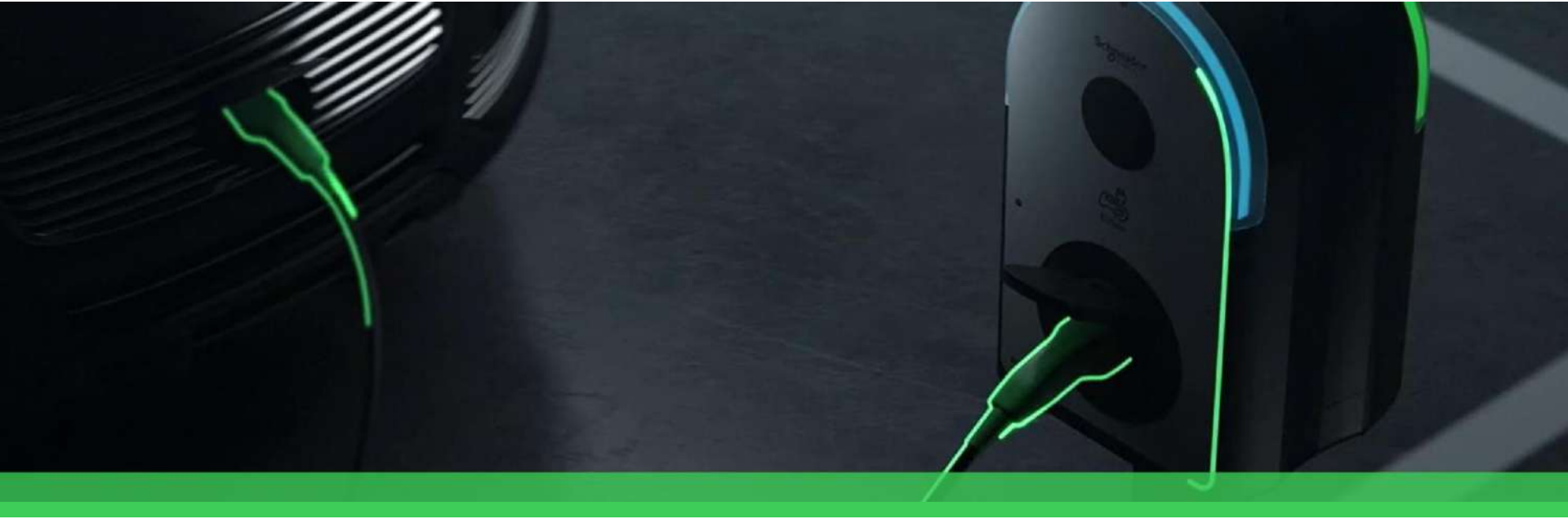
EGAT

EGAT for ALL

กฟผ. เป็นของทุกคน เพื่อทุกคน

# Q&A

# Thank you



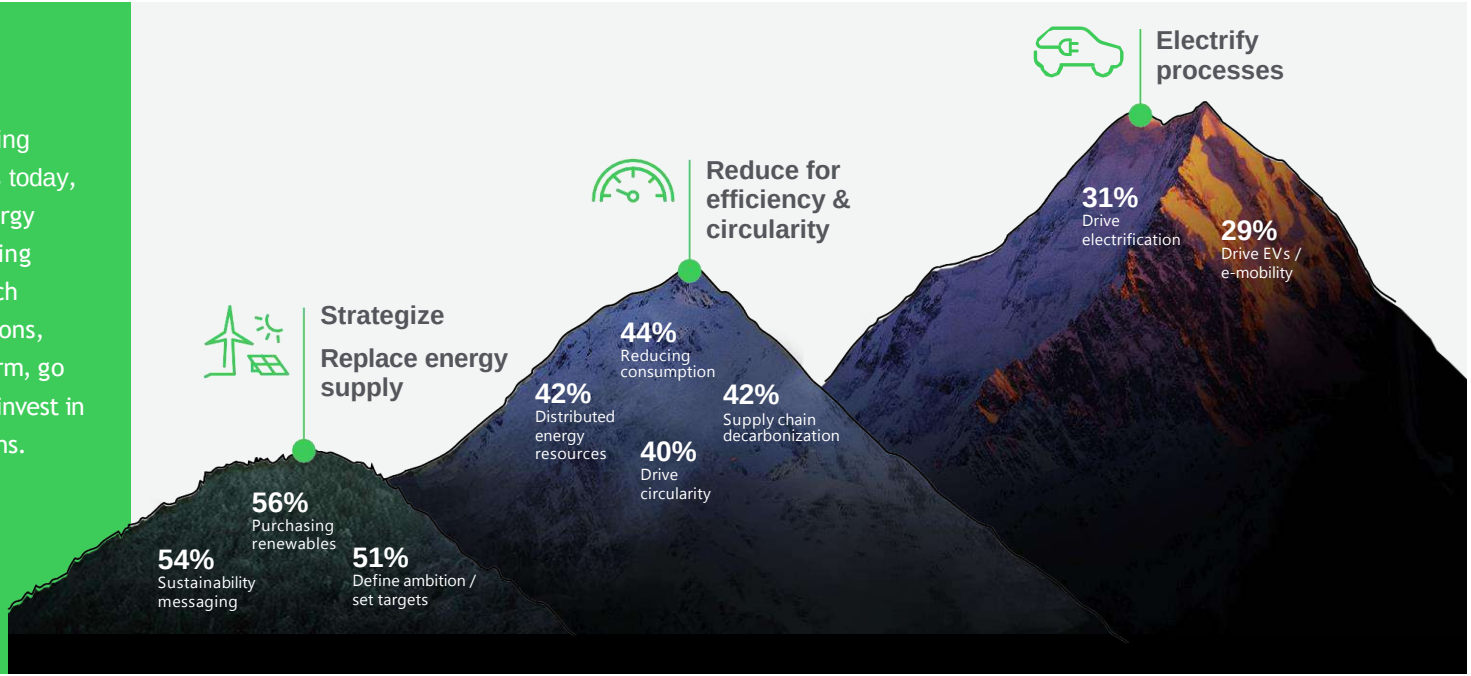
# การบรรยายเรื่อง เทคโนโลยีการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

Property of Schneider Electric

General

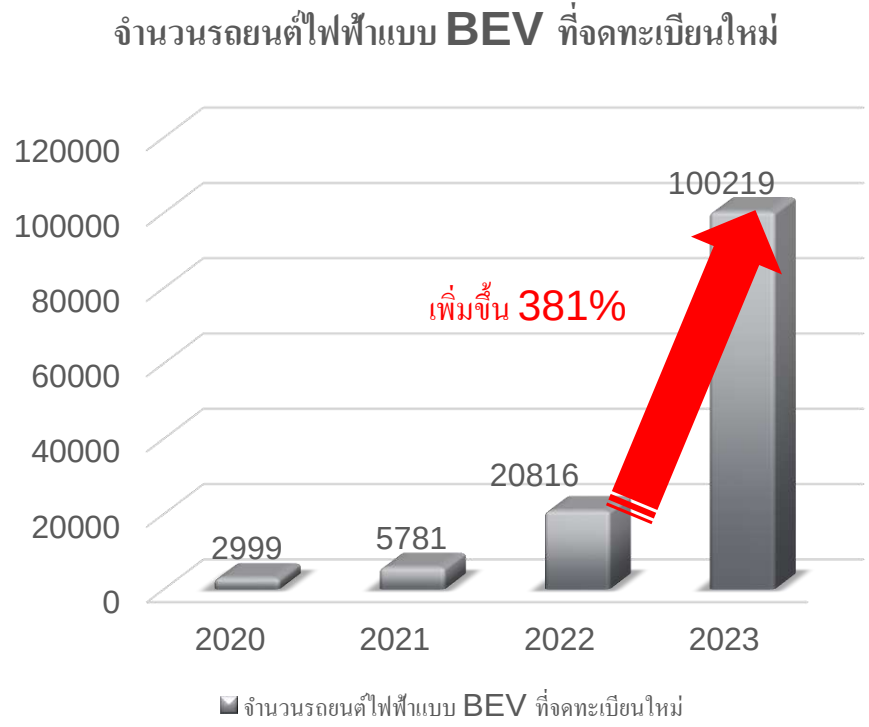
# What Decarbonization Activities are Customers Pursuing Most Today?

Customers are taking steps to deliver results today, such as improving energy efficiency and purchasing renewables, but to reach net-zero carbon emissions, they must think long-term, go beyond efficiency and invest in next-generation solutions.




Based on 2022 CXO ESG Report, Out of 539 respondents

# สถานการณ์ตลาดประเทศไทย



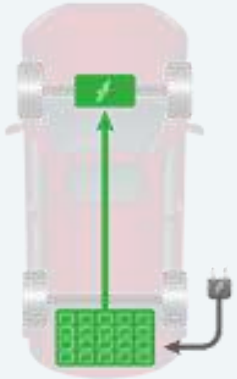



General

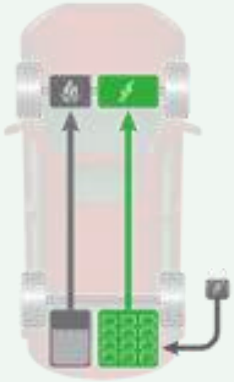
# รถยนต์ไฟฟ้าคืออะไร?

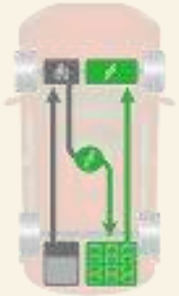
รถยนต์ EV (Electric Vehicle) ใช้เพียงพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน และสามารถชาร์จไฟได้อย่างสม่ำเสมอเมื่อแบตเตอรี่หมด

**รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่**
**(Battery Electric Vehicles: BEVs)**
พึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ทั้งหมด



**รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด**
**(Plug-in Hybrid Electric Vehicles: PHEVs)**
พึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่บางส่วน โดยพลังงานหลักจะมาจากน้ำมัน





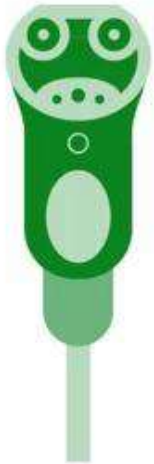
**รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด**
**Hybrid Electric Vehicles (HEVs)**
เหมือน PHEV แต่ไม่สามารถชาร์จได้



Life Is On Schneider Electric

# หัวชาร์จรถไฟฟ้า

## หัวชาร์จในแต่ละพื้นที่

| | N. America | Japan | EU<br>And the rest of markets | China | All Markets<br>Except EU |
|---|---|---|---|---|---|
| AC | <br>J1772 (Type 1) | <br>J1772 (Type 1) | <br>Mennekes (Type 2) | <br>GB/T |  |
| DC | <br>CCS1 | <br>CHAdeMO | <br>CCS2 | <br>GB/T | Tesla |

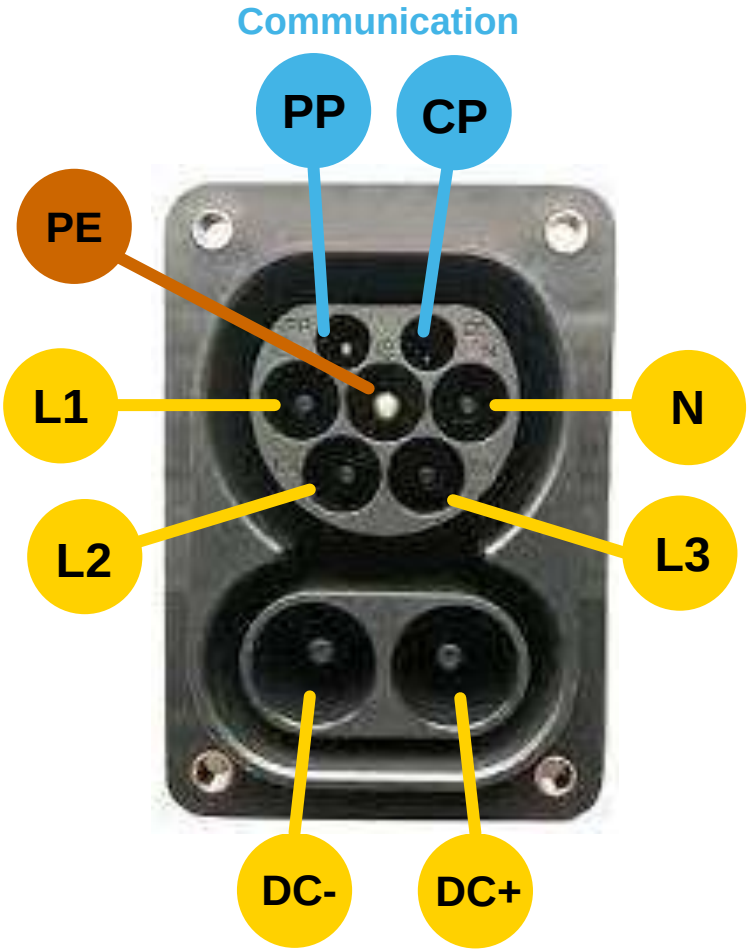


Life Is On Schneider Electric

# ประเภทของหัวชาร์จ

หัวชาร์จ Type 2
AC

หัวชาร์จ CCS2
DC



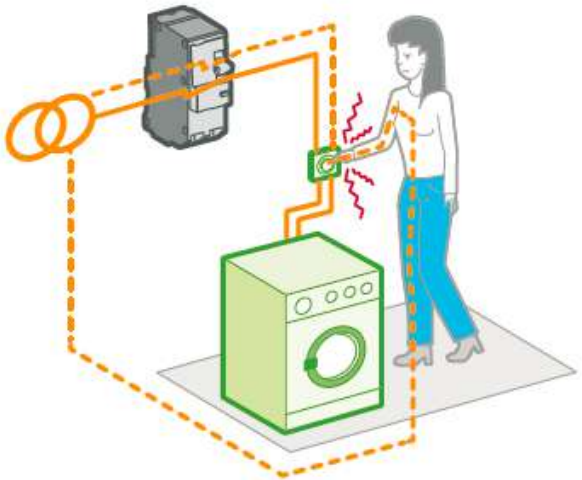
# ความปลอดภัยจากไฟฟ้า

## ไฟฟ้ามีผลอย่างไรกับร่างกายมนุษย์ - ความรุนแรงขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้า

## 40 to 50 mA

มีความอันตรายหากได้รับกระแสไฟเพียง 40-50 mA อย่างต่อเนื่องเกิน 1 วินาที

อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด

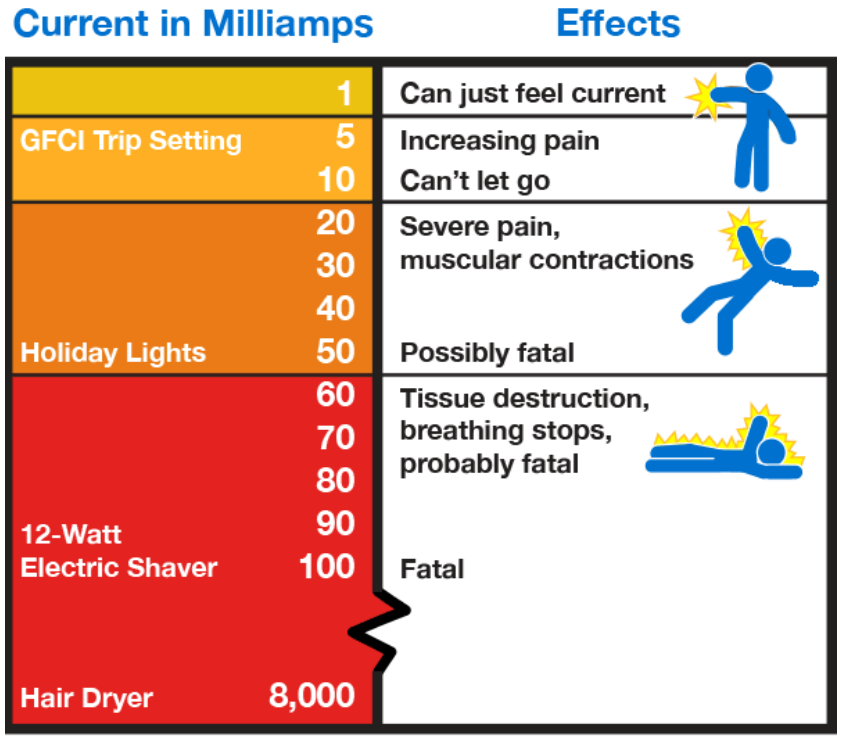


## เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

เบรกเกอร์กันไฟดูด (RCD) สามารถตัดกระแสไฟรั่วปริมาณ 30 mA ได้ภายในเวลาเพียง 40 มิลลิวินาที

Life Is On Schneider Electric

# อันตรายของไฟฟ้ารั่ว




1 milliamp is 1/1,000 of an amp, a measure of electric current.



Life Is On Schneider Electric

# โหมดการชาร์จรถไฟฟ้า แต่ละโหมดแสดงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน

## AC

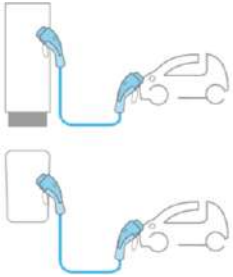
### โหมด 1

- สามารถต่อกับปลั๊กไฟตามบ้านทั่วไป
- เป็นสายชาร์จแบบธรรมดาไม่มีระบบป้องกันภัย
- สายไฟ จะร้อนขึ้นจนไหม้เมื่อมีการใช้ไฟเกินหรือใช้ชาร์จต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ

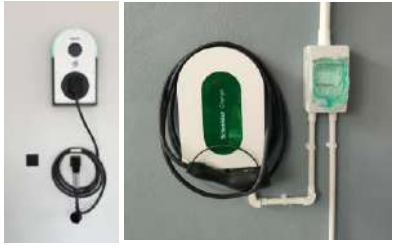
### โหมด 2

- สามารถต่อกับปลั๊กไฟตาม
- บ้านทั่วไป
- แนะนำให้ใช้ในยามจำเป็นเท่านั้น

### โหมด 3

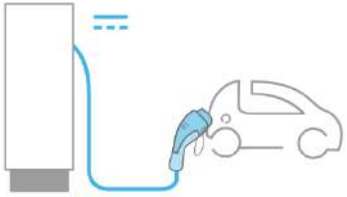


- ต่อกับปลั๊กเฉพาะแบบ
- มีระบบป้องกันภัย ดังนี้
  1). ป้องกันไฟเกิน
  2). ป้องกันอุณหภูมิเกิน
  3). มีระบบสายดิน
- สามารถเพิ่มอุปกรณ์เพื่อกันไฟรั่ว และกันไฟกระชากได้
- ชาร์จได้ตั้งแต่ 3.7 ถึง 22 kW



## DC

### โหมด 4



- ใช้ระบบชาร์จของสถานีชาร์จโดยตรง ไม่ได้ผ่านระบบชาร์จในรถ
- ความเร็วในการชาร์จไม่คงที่โดยจะลดลงเมื่อ

# ใช้ EV charger แบบไหนดี?

## เลือก EV Charger ให้เหมาะกับสถานที่และการใช้งาน

| ตัวอย่างรถยนต์ที่ใช้แบตเตอรี่ 40kWh | AC CHARGING | | | | | DC CHARGING | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| กำลังไฟ | Socket 1Ph 2.3kW | 1Ph 3.7kW | 1Ph 7.4kW | 3Ph 11kW | 3Ph 22kW | 3Ph 24kW | 3Ph 50kW | 3Ph 100kW - 350kW |
| % แบตจากการชาร์จ 30 นาที | 3% | 5% | 7% | 15% | 20% | 25% | 50% | 100% |
| เวลาในการชาร์จ | 18h | 12h | 7h | 4h | 2h30’ | 2h | 1h | 10-20’ |
| โหมดการชาร์จ | Mode 1 & 2 | Mode 3 | | | | Mode 4 | | |
| | ที่อยู่อาศัยครอบครัวเดียว | ที่อยู่อาศัยหลายครอบครัว | อาคารพาณิชย์ | ถนนสาธารณะ | สถานี Fast Charge | Fast Charge ทางด่วน | | |

Schneider Charge 7.4k/11/22kW

Pro AC 7.4kW/22kW

Pro DC 60 KW

Pro DC 120/150/180kW

Life Is On Schneider Electric

# EV Charger Product

**Tesla Model Y**
รับACสูงสุด 11kW
รับDCสูงสุด 210kW
ขนาดแบต 75kWh

6.8 HOURS

AC Charger
Schneider Charge
EVlink Pro AC

1.25 HOURS

DC Charger
EVlink Pro AC 60kW

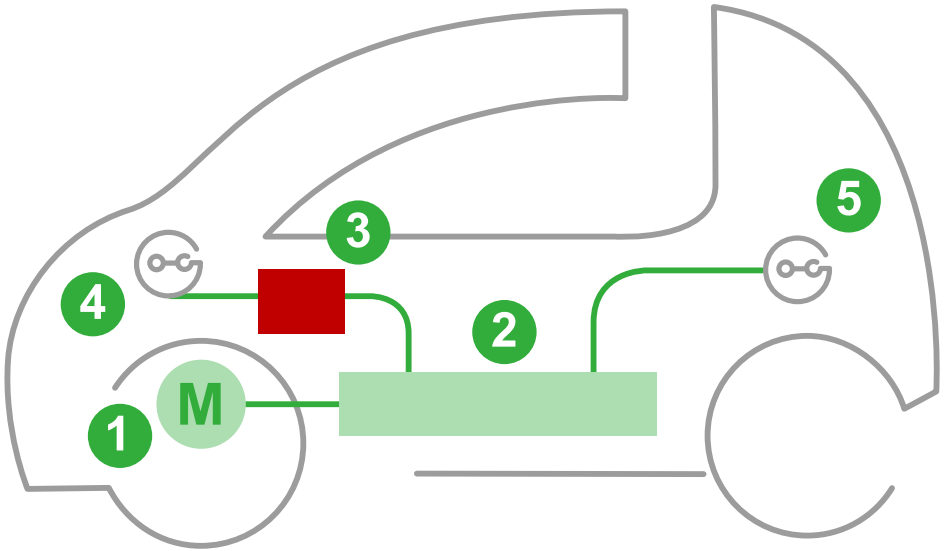
25 MINS

DC Charger
EVlink Pro AC 180kW

Life Is On Schneider Electric

# ทบทวน: รถยนต์ไฟฟ้า

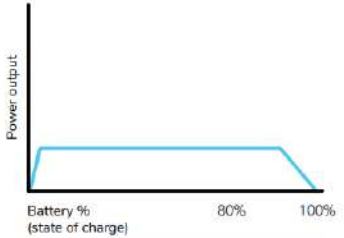
รถยนต์ไฟฟ้าทำงานอย่างไร มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

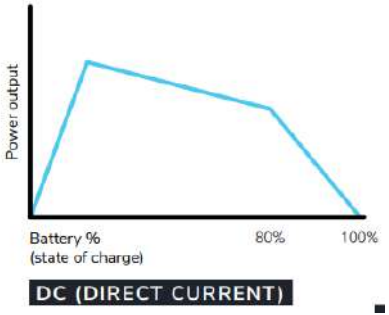



1. มอเตอร์รถยนต์
2. แบตเตอรี่
3. ออนบอร์ดชาร์จ (on-board charger)
4. เต้ารับสายชาร์จ(AC)
5. เต้ารับสายชาร์จ(DC fast charging)

Life Is On Schneider Electric

## Charging curve



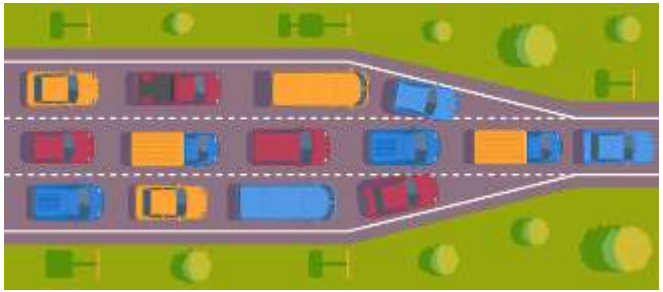
Source: everything your business needs to know about DC charging, EVBox



Life Is On Schneider Electric

# ทบทวน: คำนวณหาเวลาสำหรับการชาร์จรถไฟฟ้า

## On-board Charger



**วิธีคำนวณ:** ขนาดแบตเตอรี่รถ / ตัวที่**เล็กกว่า**หรือเท่ากับ **OBC/Battery**

**ตัวอย่าง 1: BYD ATTO 3**
รถมีแบตเตอรี่ 60 kwh
มีขนาด OBC 7 kW
มีเครื่องชาร์จ 22 kW
จะใช้เวลาในการชาร์จ 60/7 = 8.5 ชั่วโมง

**ตัวอย่าง 2: BYD ATTO 3**
รถมีแบตเตอรี่ 60 kwh
มีขนาด OBC 7 kW
มีเครื่องชาร์จ 3.7 kW
จะใช้เวลาในการชาร์จ 60/3.7 = 16 ชั่วโมง

เช็คขนาดแบตเตอรี่และ OBC ได้ใน QR นี้



Life Is On Schneider Electric

# เวลาเฉลี่ยในการชาร์จรถยนต์แต่ละยี่ห้อ

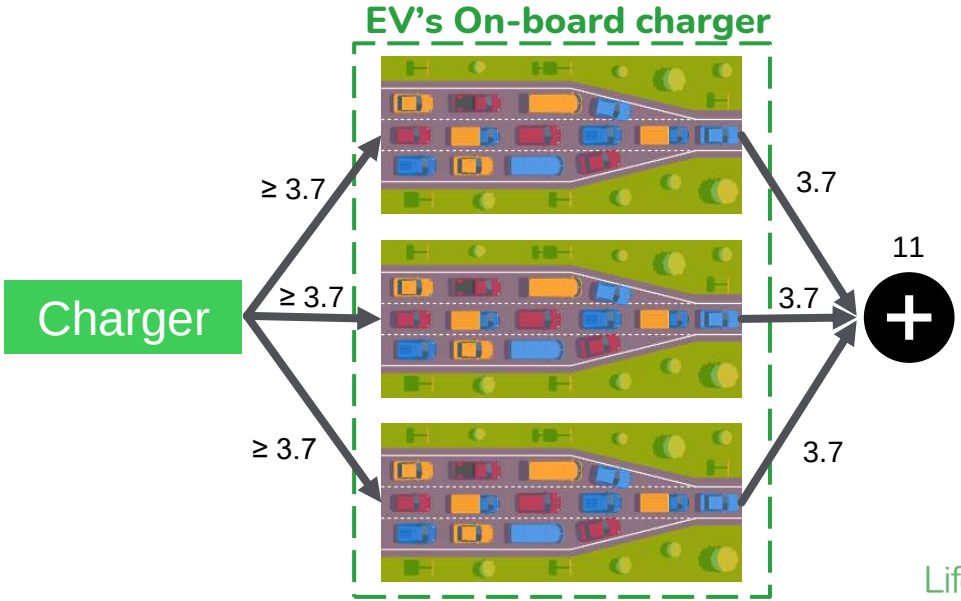
AC → DC →

| ยี่ห้อ | โมเดล | | | | | | เวลาในการชาร์จ | ผลิตภัณฑ์ของเรา | เวลาในการชาร์จ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BMW | BMW i3 | | | | | | 6 ชั่วโมง | 50 kW | 40 นาที |
| | BMW i8 | | | | | | 3 ชั่วโมง | | |
| | BMW 330e | | | | | | 3 ชั่วโมง | | |
| | BMW 530e | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| | BMW X5 xDrive40e | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| | BMW X5 xDrive45e | | | | | | 6-7 ชั่วโมง | | |
| | BMW X5 xDrive45e MSport | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| FOMM | FOMM One | | | | | | 3 ชั่วโมง | 50 kW | 15 นาที |
| Kia | Kia Soul EV | | | | | | 10 ชั่วโมง | 50 kW | 1 ชั่วโมง |
| Mercedes-Benz | Mercedes-Benz C350e | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| | Mercedes-Benz E350e | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| Nisaan | Nissan Leaf | | | | | | 6-7 ชั่วโมง | 50 kW | 40 นาที |
| BYD | BYD e6 | | | | | | 20 ชั่วโมง | 50 kW | 1 ชั่วโมง 20 นาที |
| Volvo | Volvo S90 T8 | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| | Volvo XC60 T8 | | | | | | 2-3 ชั่วโมง | | |
| | Volvo V60 T8 | | | | | | 3 ชั่วโมง | | |
| Hyundai | Hyundai IONIQ | | | | | | 4-5 ชั่วโมง | | |
| | Hyundai Kona | | | | | | 6-7 ชั่วโมง | 50 kW | 40 นาที |
| Audi | Audi e-tron 55 quattro | | | | | | 8-9 ชั่วโมง | 50 kW | 1 ชั่วโมง 30 นาที |
| Juguar | Jaguar I-Pace | | | | | | 2-13 ชั่วโมง | 50 kW | 1 ชั่วโมง 30 นาที |
| MG | MG ZS EV | | | | | | 6-7 ชั่วโมง | 50 kW | 40 นาที |
| Porsche | Porsche Panamera 4 E-Hybrid | | | | | | 4 ชั่วโมง | | |
| | Porsche Cayenne E-Hybrid | | | | | | 4 ชั่วโมง | | |
| | Porsche Cayenne Turbo S E-Hybrid | PHEV | 14.1 kWh | 3.6 kW | Type 2 | 3.7 kW | 4 ชั่วโมง | | |
| | **optional 7.2 kW on-board | | | 7.2 kW | Type 2 | 7.4 kW | 2 ชั่วโมง | | |

# GLC 350 e 4matic Coupe AMG dynamic

**GLC 350 e 4matic Coupe AMG dynamic**
EV Battery size = 31.2 kwh
On-board charger size = 11 kW (3 phase)

On-board charger sets the bottleneck of AC charging as 11 kW
but since it is 3 phase system, each phase got the limit of 11/3 = 3.7 kW

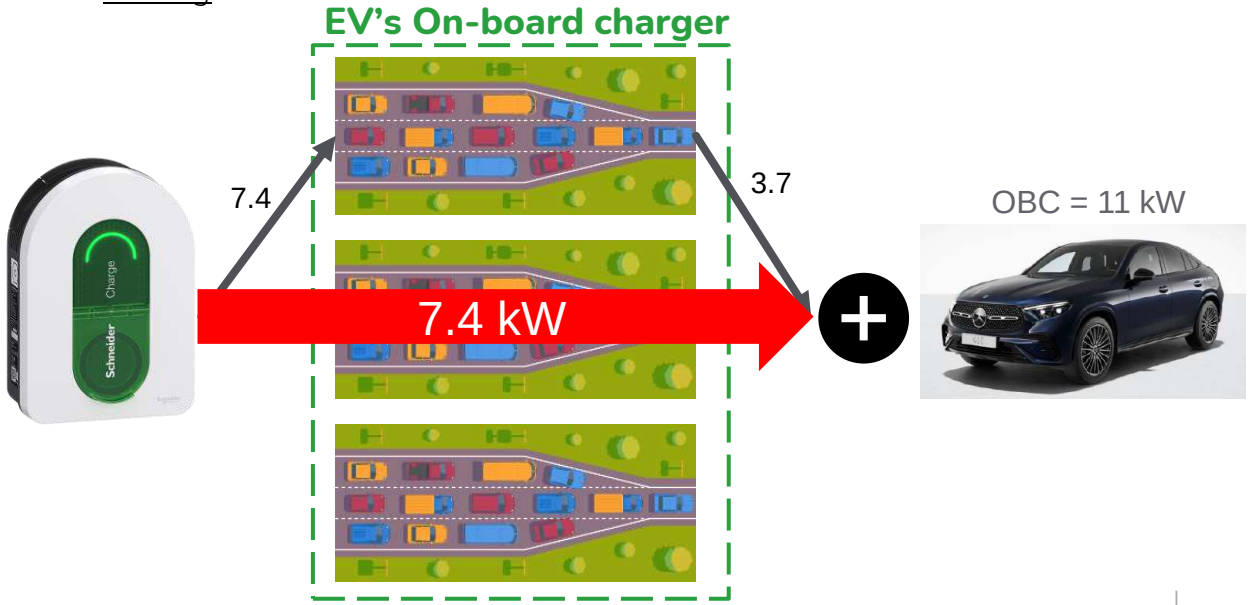


Life Is On Schneider Electric

# Solution 1: 7.4kW charger (1 phase)

**GLC 350 e 4matic Coupe AMG dynamic**
EV Battery size = 31.2 kwh
On-board charger size = 11 kW (3 phase)
If using charger size = 7.4 kW (1 phase),

will take 31.2/3.7 = **8.5 hours** to fully charge EV



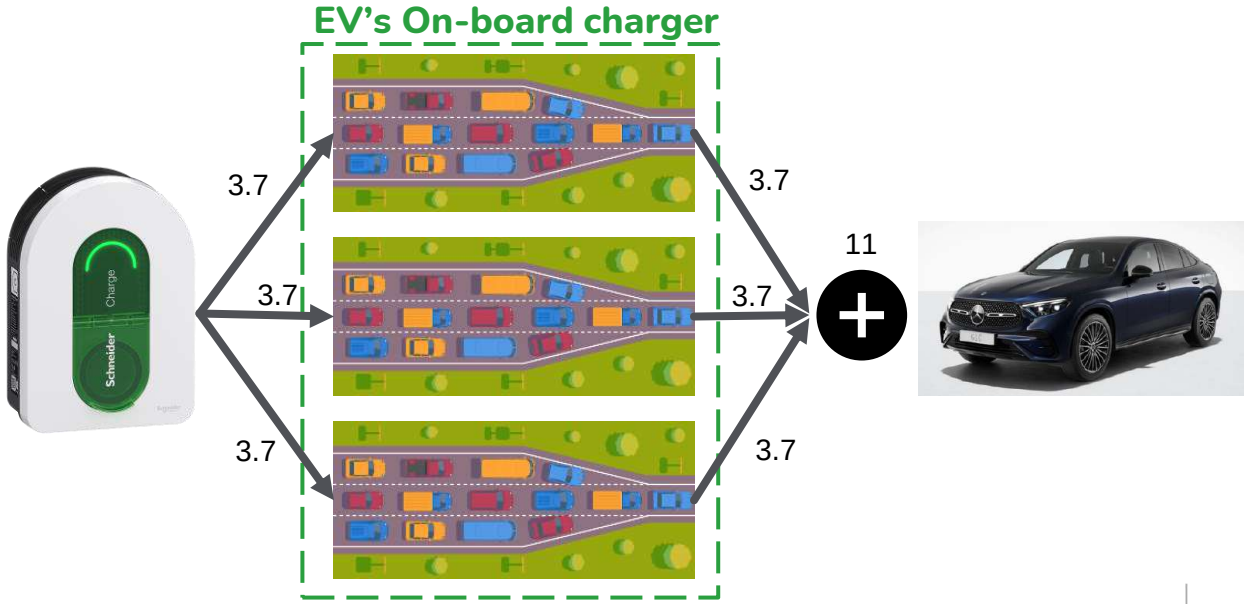



Life Is On Schneider Electric

# Solution 2: 11kW charger (3 phase) ★ Recommended

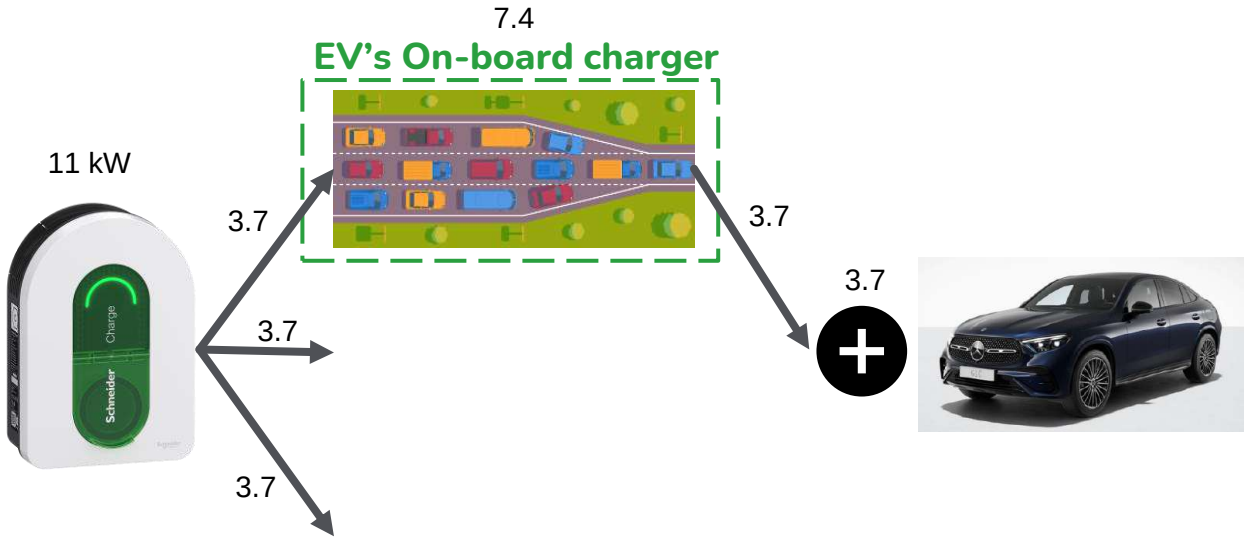
**GLC 350 e 4matic Coupe AMG dynamic**
EV Battery size = 31.2 kwh
On-board charger size = 11 kW (3 phase)
If using charger size = 7.4 kW,

will take 31.2/11 = **~3 hours** to fully charge EV






Life Is On Schneider Electric






Life Is On Schneider Electric

Life Is On Schneider Electric

# การเลือกเครื่องชาร์จ Mode 3

# **สิ่งต้องรู้** ก่อนเลือกสินค้าและติดตั้งเครื่องชาร์จรถยนต์ AC

ต้องถามอะไรจากเจ้าของบ้าน

## รุ่นรถยนต์

เลือก ขนาด kW เครื่องชาร์จให้เหมาะสมกับ On-Board Charger ของรถยนต์

## ขนาดมิเตอร์

มิเตอร์ปัจจุบันมีขนาดพอหรือไม่สำหรับการติดตั้งเครื่องชาร์จ

ต้องขยายมิเตอร์ไหม?
ต้องเพิ่มมิเตอร์ไหม?

- 1 มิเตอร์ 1 วงจร
- 1 มิเตอร์ 2 วงจร
- 2 มิเตอร์ 2 วงจร

## ไฟกี่เฟส

เครื่องชาร์จแต่ละขนาดใช้ไฟเฟสไม่เท่ากัน

3.7 kW > 1 เฟส
7.4 kW > 1 เฟส
11 kW > 3 เฟส
22 kW > 3 เฟส

## ปัจจุบันใช้ไฟอยู่ประมาณกี่แอมป์

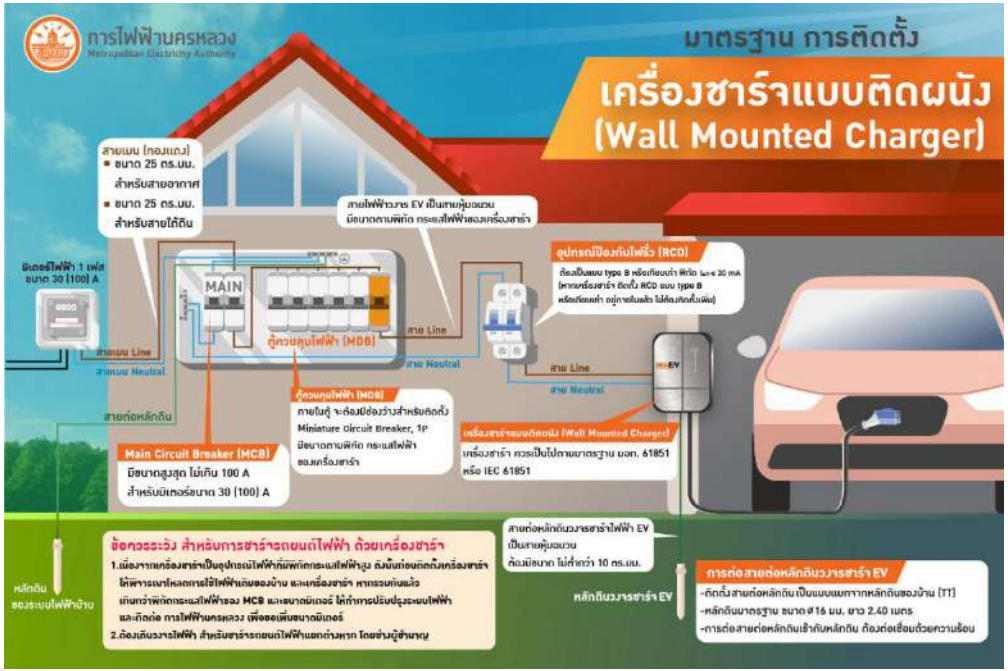
หากลูกบ้านไม่ได้ใช้ไฟเยอะ และมิเตอร์เหลือไฟฟ้ามากพอสำหรับเครื่องชาร์จประเภทที่เลือก ไม่มีความจำเป็นต้องขยายมิเตอร์



Life Is On Schneider Electric

# รูปแบบวงจร

**1 มิเตอร์ 1 วงจร**



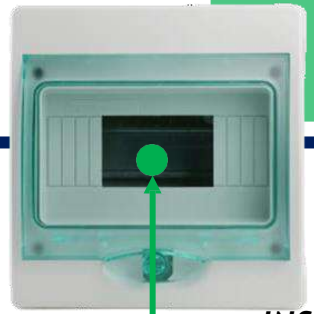



Life Is On Schneider Electric

# SOLUTION
## CONCEPT DESIGN

INDOOR CONSUMER UNITS

THW 2X10 /G10



OUTDOOR ENCLOSURE

THW 2X10 /G10

EV CHARGER 7.4kW

INSTALLED INSIDE

1 MCB
1 Pole 40A
10kA
@ Space

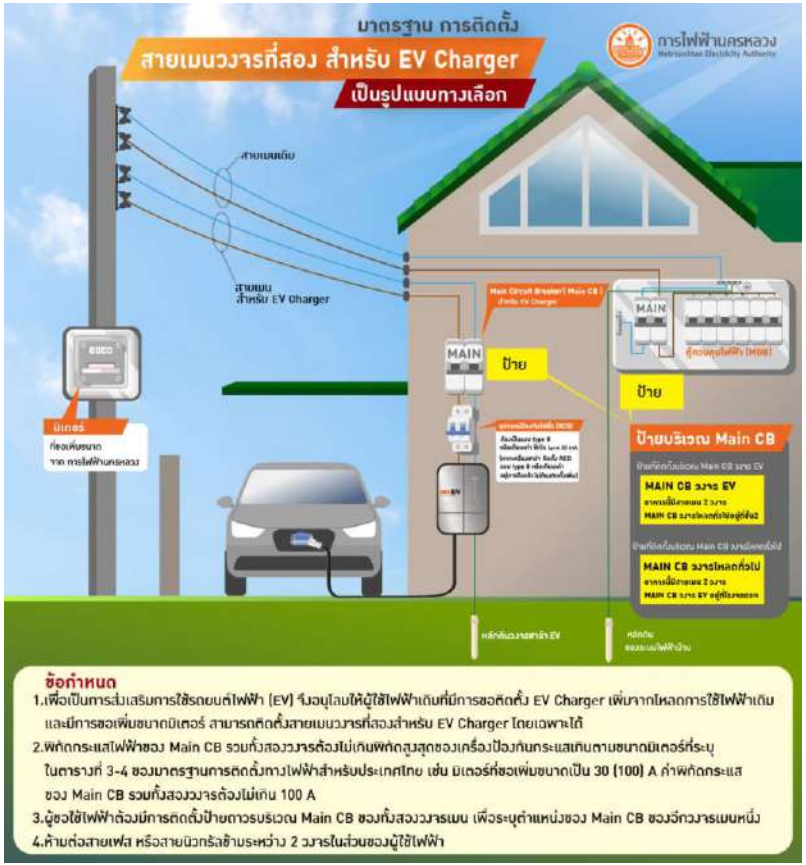
ADDITION

PROTECTION DEVICE

Life Is On Schneider Electric

Internal

# 1 มิเตอร์ 2 วงจร (หรือวงจรที่ 2)




Confidential Property of Schneider Electric |

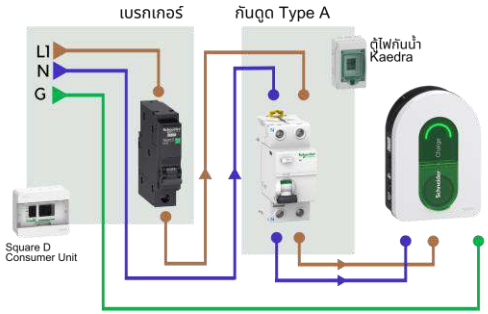
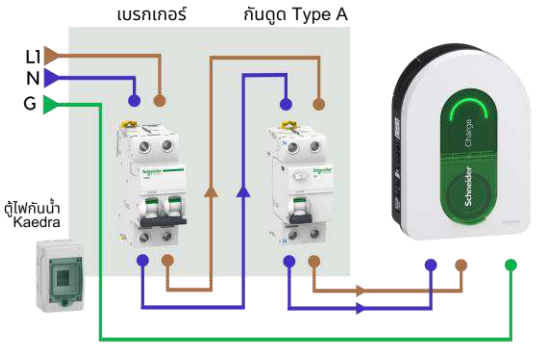
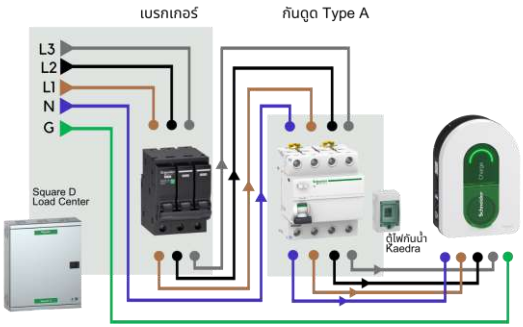
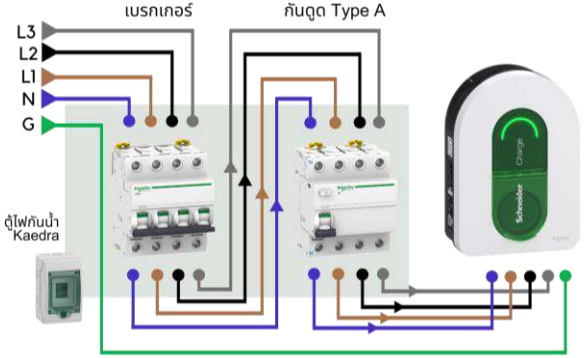

Life Is On Schneider Electric

# รูปแบบวงจร

**ขอมิเตอร์เพิ่ม (2 มิเตอร์ 2 วงจร)**

*PEA เท่านั้น

Life Is On Schneider Electric

| | จากตู้เมน | วงจรที่ 2 |
|---|---|---|
| **1 Phase**<br>(เครื่องชาร์จ 7.4kW) |  |  |
| **3 Phase**<br>(เครื่องชาร์จ 11 kW, 22kW) |  |  |

Life Is On Schneider Electric

# เลือกอุปกรณ์ติดตั้งยังไง

## มิเตอร์ต้องเท่าไหร่ สายไฟ เลือกยังไง?

| กำลังไฟ | กระแสไฟฟ้า | เฟส | ขนาดสายไฟ | ขนาดมิเตอร์แนะนำ |
|---|---|---|---|---|
| 7.4 kW | 32 A | 1 | 2X10 Sq.mm/G-10 | 30/100 A |
| 11 kW | 16 A | 3 | 4X4 Sq.mm/G-4 | 15/45 A |
| 22 kW | 32 A | 3 | 4X10 Sq.mm/G-10 | 30/100 A |

Life Is On Schneider Electric

Life Is On Schneider Electric

# มาตรฐานการติดตั้ง

# มาตรฐานและการติดตั้ง

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้ง

1. วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE จะต้องมีระบบป้องกันอันตรายต่อบุคคลดังต่อไปนี้ทุกข้อ

1.1) สายดิน (เป็นไปตามข้อ 4.)

1.2) เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ต้องเป็น type B พิกัด $I\Delta n \leq 30$ mA ชนิดตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และมีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดของ
เครื่องป้องกันกระแสเกิน

**หมายเหตุ**

1. สามารถใช้ RCD type A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟ**หากมีกระแสลัดวงจรลงดินแบบกระแสตรง (d.c. fault current) เกิน 6 mA (RDC-DD)** แทน RCD type B ได้

RCD type B EV 2P

2. ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วสามารถติดตั้งได้ที่แผงวงจร ตำแหน่งก่อนเข้าEVSE หรือภายใน EVSE ได้ ทั้งนี้กรณีโหมด 2 แนะนาให้ติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่บริเวณแผงวงจร หรือก่อนเข้าเต้ารับ หากไม่มั่นใจว่า IC-CPD มีเครื่องตัดไฟรั่วที่เหมาะสมแล้วหรือไม่

RCD type A EV 2P

3. RCD type B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD type อื่นอยู่ที่เมนของวงจรนั้น ๆ

**ข้อยกเว้น**

สามารถละเว้นการติดตั้ง RCD ได้ในกรณีที่ EVSE มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า(Electrical separation) เช่น ใช้หม้อแปลงแยกวงจรหรือหม้อแปลงแยกขดลวด(Isolating transformer)

2. วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE **ต้องแยกต่างหากจากการจ่ายไฟให้กับโหลดอื่น ๆ**

3. **วงจรย่อยแต่ละวงจรสามารถจ่ายไฟให้ EVSE ได้ 1 ชุดเท่านั้น**

4. สายไฟฟ้าของวงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE ต้องมีขนาดพิกัด**กระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสด้านไฟเข้า (Input)** ของ EVSE และ**ไม่ต่ำกว่าพิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกิน**

5. กำหนดให้ใช้ค่า Demand factor เท่ากับ 1 สาหรับโหลด EVSE ในการคำนวณหาขนาดสายป้อนและสายเมน ยกเว้นมีระบบควบคุม Demand แต่ทั้งนี้วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE ต้องมี Demand Factor เท่ากับ 1

6. EVSE ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดกระแสไม่ต่ากว่าพิกัดกระแสด้านไฟเข้า (Input) ของEVSE และหากเป็น**การอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2** เครื่องป้ **กระแสของเต้ารับ**

## เอกสารอ้างอิง

# วิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน

## อุปกรณ์ที่แนะนำ

Protection Box Kaedra IP65

*Schneider Charge มี RDC-DD ในตัว

MCB

RCD Type A

หรือ

Must

RCD Type B

SP D

Isolator Switch

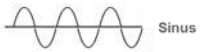
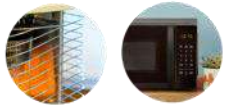
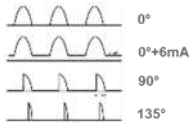
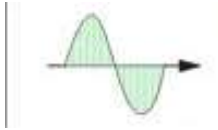
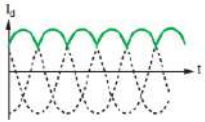
Anti tripping

| กำลังไฟ | กระแสไฟฟ้า | เฟส | รหัส | เบรกเกอร์ (MCB) | รหัส | เบรกเกอร์กันดูด Type A (30 mA) | รหัส | เบรกเกอร์กันดูด Type B EV (30 mA) | รหัส | อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (SPD) | รหัส | Isolator switch | รหัส | EVlink anti tripping |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7.4 kW | 32 A | 1 | A9F74240 | 40 A 2P | **A9R51240** | **40A 2P** | A9Z51440 | 40A 2P | A9L15692 | SPD 1P 20kA | WHD55_GY | 55A 2P | EVA1HPC1 | 1P |
| 11 kW | 16 A | 3 | A9F74420 | 20 A 4P | **A9R51425** | **25 A 4P** | A9Z61425 | 25 A 4P | A9L15693 | SPD 3P 20kA | WHT35_GY | 35A 3P | EVA1HPC3 | 3P |
| 22 kW | 32 A | 3 | A9F74440 | 40 A 4P | **A9R51440** | **40 A 4P** | A9Z61440 | 40 A 4P | A9L15693 | SPD 3P 20kA | WHT55_GY | 55A 3P | EVA1HPC3 | 3P |

**หมายเหตุ:**

- **มาตรฐานกำหนดให้ต้องมี 1. การใช้กันดูดประเภท B (RCD Type B) สำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือ 2. สามารถใช้กันดูดประเภท A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟหากมีกระแ**
  **ลงดินแบบกระแสตรง เกิน 6 mA (RDC-DD)**
- MCB (6kA) ที่แนะนำจะใช้สำหรับต่อวงจรแยกจากตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตเท่านั้น ถ้าต่อวงจรเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าจากมิเตอร์แยกจากวงจรภายในบ้านแนะนำให้ใช้ MCB 10kA เป็นเมนเบรก
  (A984XXX)

# ประเภทอุปกรณ์ป้องกันไฟดูด

| Standard IEC Types | Symbol | Residual current waveform | Typical loads | Examples |
|---|---|---|---|---|
| AC | |   | Resistive loads |  |
| A | |   | Loads with rectifiers | |
| F | |  | Electronic loads<br>1P speed drives | |
| B | |   | • Generating DC earth leakage current<br>• 3P speed drives | |

➔ ***SI:*** *reinforced immunity to electronic loads, transient overvoltages, UPS, lightning strokes*

# มาตรฐานสำหรับเบรกเกอร์กันดูด

## RCBO

เครื่องตัดกระแสไฟรั่ว , ป้องกันกระแสลัดวงจร และ ป้องกันกระแสเกิน

- IEC 61009
- มอก.909-2548

## RCCB

เครื่องตัดกระแสไฟรั่วเท่านั้น

- IEC 61008
- มอก.2425-2552

**หมายเหตุ:** ต้องใช้ร่วมกับเบรกเกอร์

# การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว ตามมาตฐาน วสท.

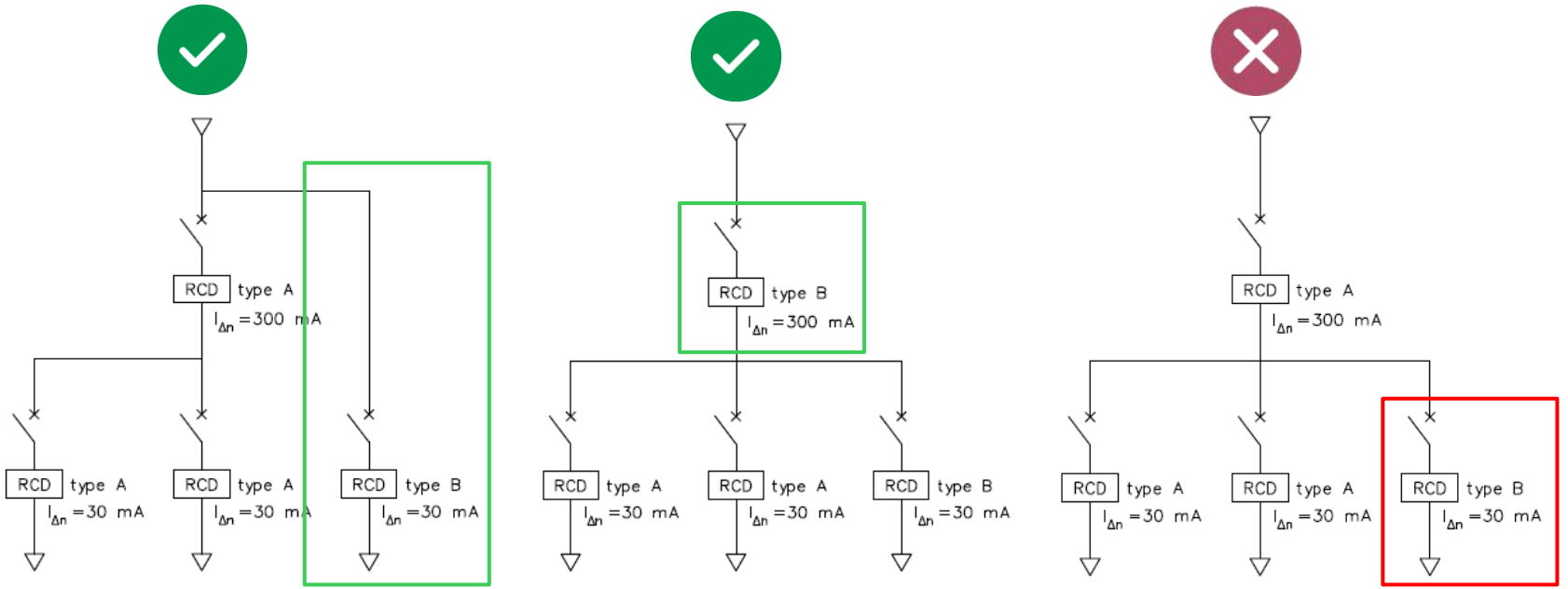
- วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถยนต์ ห้องครัว ห้องใต้ดิน
- วงจรเต้ารับในบริเวณ อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)
- วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร
- วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้นที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง
- วงจรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างอาบน้ำ

* หมายเหตุ ตำแหน่งที่สัมผัสได้ หมายถึงอยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตร ในแนวดิ่ง หรือ 1.5 เมตร ในแนวระดับและบุคคลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ตั้งใจ

# มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า

## การประสาน RCD ที่ถูกต้อง

อ้างอิงจากข้อกำหนดทั่วไปหัวข้อที่ 3. : RCD type B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD type อื่นอยู่ที่เมนของวงจรนั้น ๆ

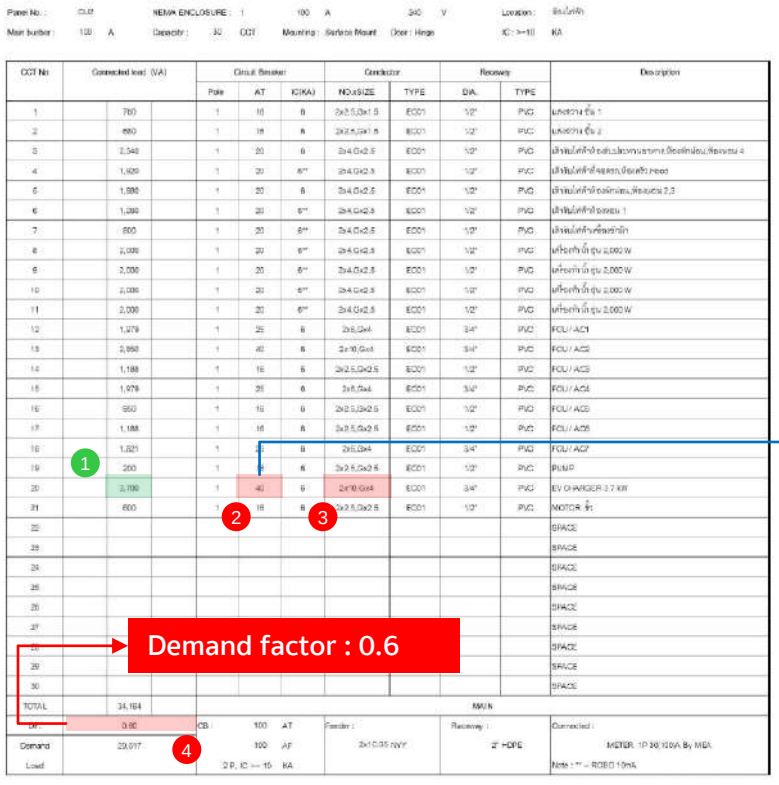





Life Is On Schneider Electric

# การคำนวณกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน

## ตัวอย่างตารางโหลด



Demand factor : 0.6

## 1 การคำนวณกำลังไฟฟ้า

กระแสฟ้า (A) = กำลังไฟฟ้า (W) / แรงดันไฟฟ้า (V)

| กำลังไฟ | กระแสไฟฟ้า | เฟส | เบรกเกอร์ | สายไฟ (Sq.mm) |
|---|---|---|---|---|
| 3.7 kW | 16 A | 1 | 20 A 2P | 2X4 , Gx4 |
| 7.4 kW | 32 A | 1 | 40 A 2P | 2X10 , Gx10 |
| 11 kW | 16 A | 3 | 20 A 4P | 4X4 , Gx4 |
| 22 kW | 32 A | 3 | 40 A 4P | 4X10 , Gx10 |

## 4 การคำนวณค่า Demand Factor

ของเดิมคำนวณ Demand Factor : 0.6 X ตามตารางได้ กำลังไฟฟ้ารวม = 20,517 W

สามารถออกแบบเกินไว้เผื่ออนาคต

### คำนวณใหม่ : Demand Factor ของ EVSE = 1

- กำลังไฟฟ้ารวม = 18,296.4 W (ไม่รวม EV) ที่ Demand Factor = 0.6
- EV Charger = 3,700 W
- รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด 18,296.4 + 3,700

กำลังไฟฟ้ารวม = 21,996.4 W

### คำนวณใหม่ : Demand Factor ของ EVSE = 1

- กำลังไฟฟ้ารวม = 18,296.4 W (ไม่รวม EV) ที่ Demand Factor = 0.6
- EV Charger = 7,400 W
- รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด 18,296.4 +

กำลังไฟฟ้ารวม = 25,696.4 W
คำนวณกระแสไฟฟ้าใหม่ = 116.8 A

ต้องเปลี่ยนเบรกเกอร์ใหม่ เป็น 125A + ขอมิเตอร์ใหม่ + เปลี่ยนสายไฟเมน

# อุปกรณ์เสริมอื่นๆ

# EV Bundle สำหรับ เครื่องชาร์จ EVlink

7.4 kW
11 kW
22 kW

Schneider Charge

MCB

Must

RCD Type A

SPD

Isolator Switch

Anti trippin g

7.4 kW
11 kW
22 kW

EVlink Pro AC

MCB

Must

SPD

Isolator Switch

เอกสารหน้านี้เป็นการแนะนำอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสำหรับเครื่องชาร์จในกลุ่ม EVlink ของชไนเดอร์ อิเล็คทริคเท่านั้น

Life Is On Schneider Electric

# แนวทางการออกแบบสถานีชาร์จ

# **สิ่งต้องรู้** ในการเลือกว่าควรใช้เครื่องชาร์จ AC หรือ DC

ต้องถามอะไรจากลูกค้า

## ประเภทตึกและผู้ใช้งาน

เลือก ประเภทและ kW ของเครื่องชาร์จให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ประเภทตึก
- ห้าง
- ปั๊มน้ำมัน
- คอนโด
- Etc.

ช่วงเวลาเปิดทำการ
- เปิด 24/7
- เปิดในช่วงเวลาทำงาน

## ลักษณะเปิดทำการ

ผู้ใช้งาน
- เปิดใช้สาธารณะ
- รถส่วนตัวพนักงาน
- รถขนส่งของบริษัท

## เหลือไฟในระบบอยู่ประมาณกี่แอมป์

หากเหลือไฟฟ้าในระบบไม่มาก อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องชาร์จประเภท AC หรือใช้ DC ที่มีขนาดเล็กลง

## อื่นๆ

- พื้นที่จอดรถมีน้อย
- ปริมาณ >> ความเร็ว

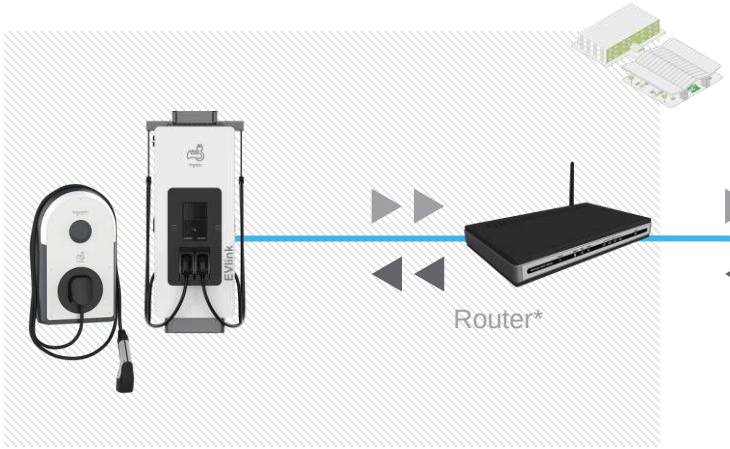
**Example:**
Installing a DC fast charger in a low turnover car park is a mismatch. It  may result in hogging.



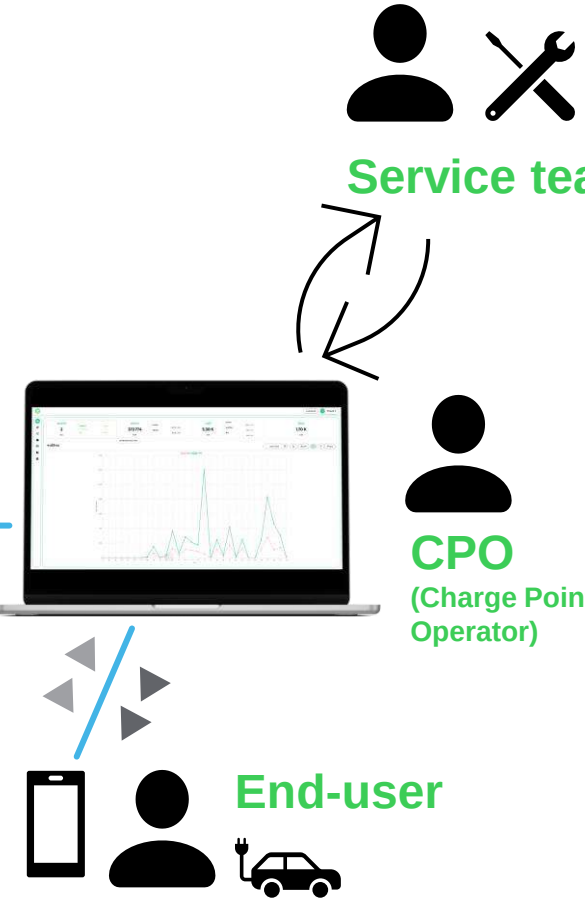
Life Is On Schneider Electric

# 3 สิ่งต้องเตรียม ในการติดตั้งเครื่องชาร์จแบบ commercial

- Charger
- Internet
- Software

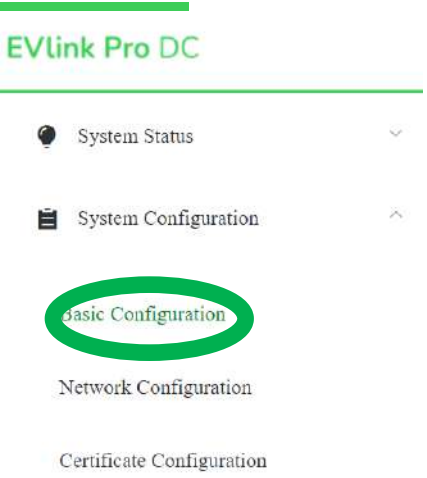



CHARGING STATION INSTALLATION






Life Is On Schneider Electric



- Enter **IP address or domain name** of the back-end platform.
- Enter the "**Path**" after the URL address.
- Enter the "**Port**" number of the Backend platform.
- Select **SSL_Enable** (Mandatory): Enabled when the OCPP backend uses TLS for access, otherwise disabled.
- Enter **OCPP Basic Authentication Password** if provided by the back end.
- If the charging station was previously connected to an OCPP back end, you may tick the box to **delete historical transaction data**. If commissioning a new charging station, it is not required.

●**NOTE**: If the address starts with "wss" SSL must be enabled otherwise if the address starts with "ws" it should be disabled. Default port for ws is 80 and for wss is 443, if the port is not provided together with URL.

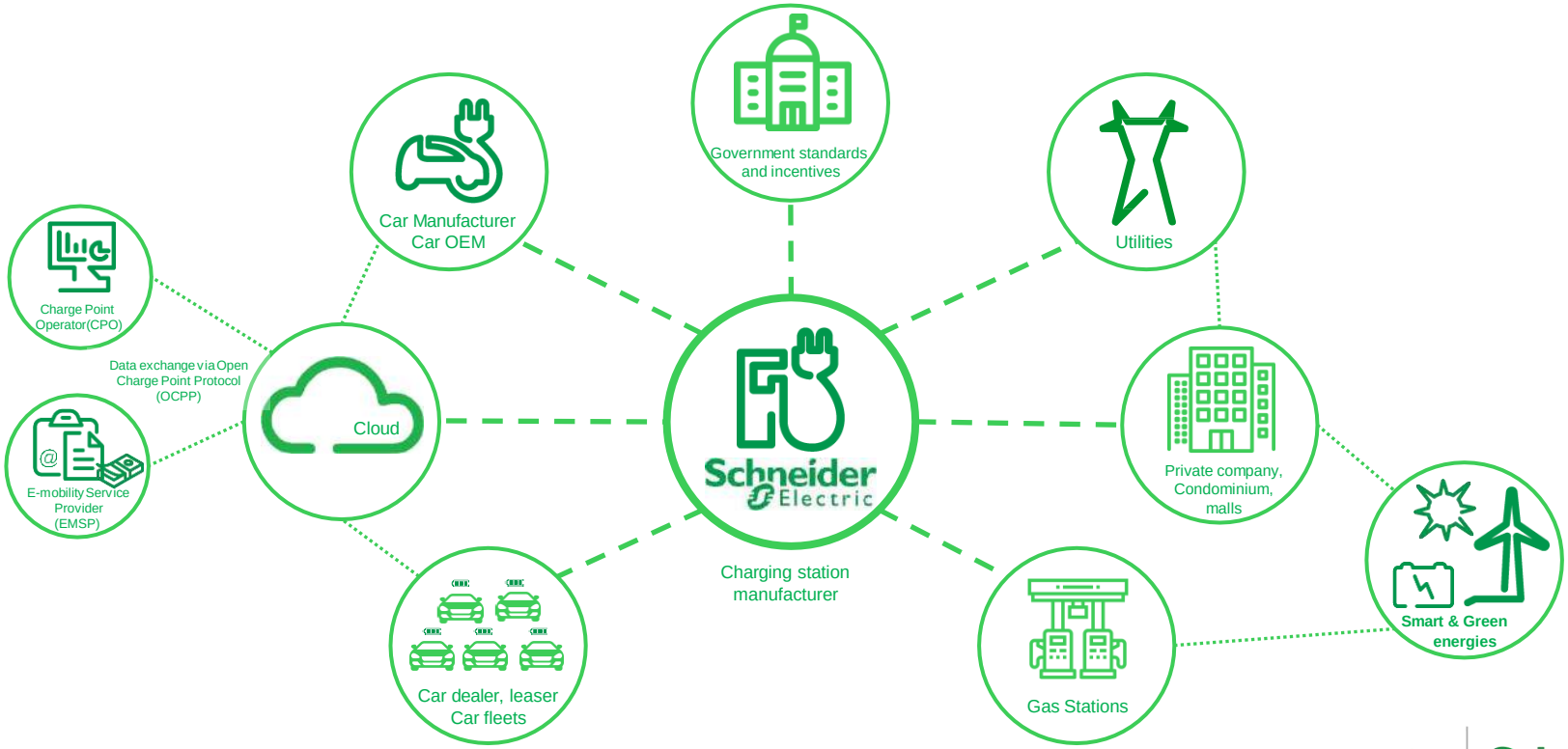
Confidential Property of
Schneider Electric |



Life Is On Schneider Electric

# Ecosystem of e-Mobility Market

## Stakeholder in the ecosystem





Internal

Life Is On Schneider Electric

EV Station Design:

# NEW BUILDING

EV Station Design:

# New BUILDING

## Key Focus

- **Maximize the building value with green image, sustainable features, EV-ready label and show commitment to sustainability**
- **Be compliant with local regulations**
- **Design the EV infrastructure ready for scalability**
- **Deliver an EV infrastructure open and ready for operation services**

**Decision maker**

Home builder/Owner

**Key influencers**

- Specifier
- Electrical contractor
- Distributor

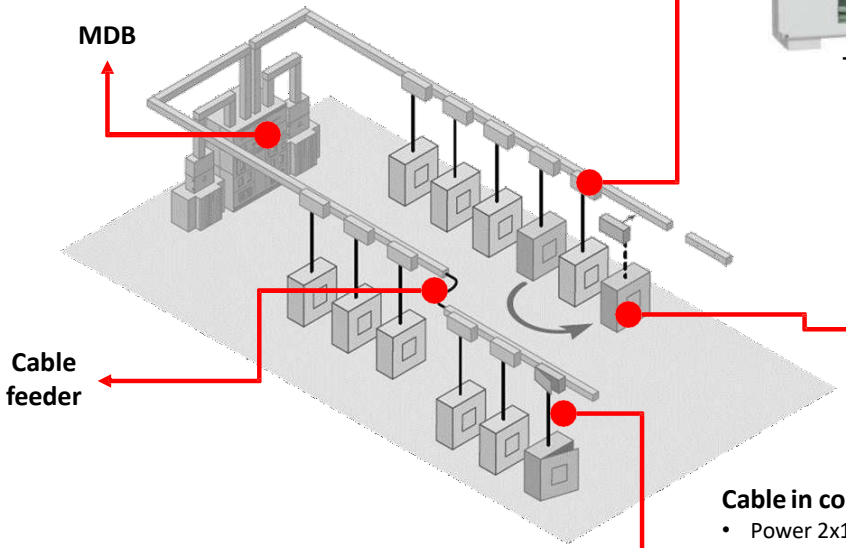
# Get Ready with BUSWAY

Prepare for EV Expansion

Life Is On Schneider Electric

Public

# Concept Design




**Tap-Off 63A 8 Module**

Taff-Off

Inside tap-off

**EV Charger**

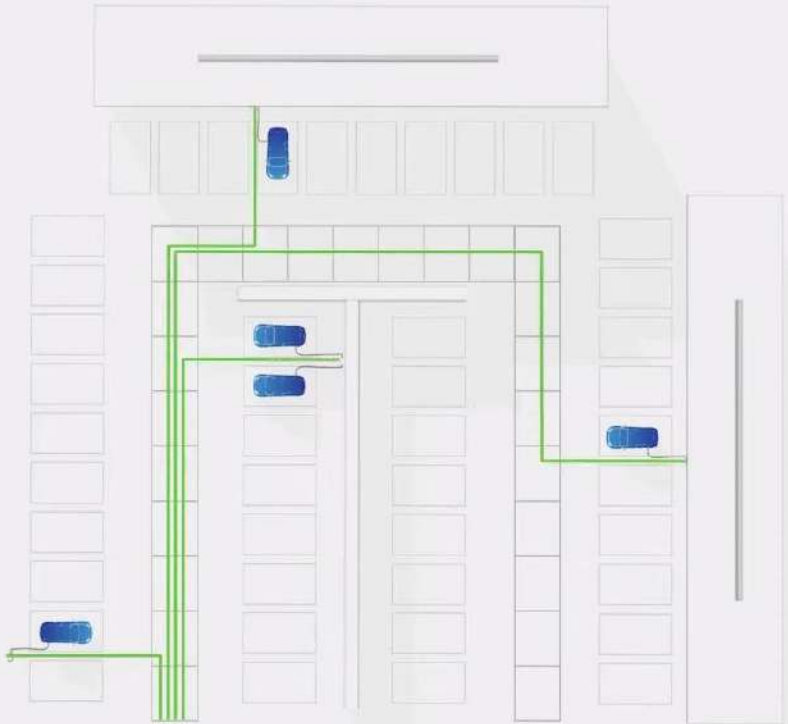
- EV Charger 7.4kW

**Cable in conduit**

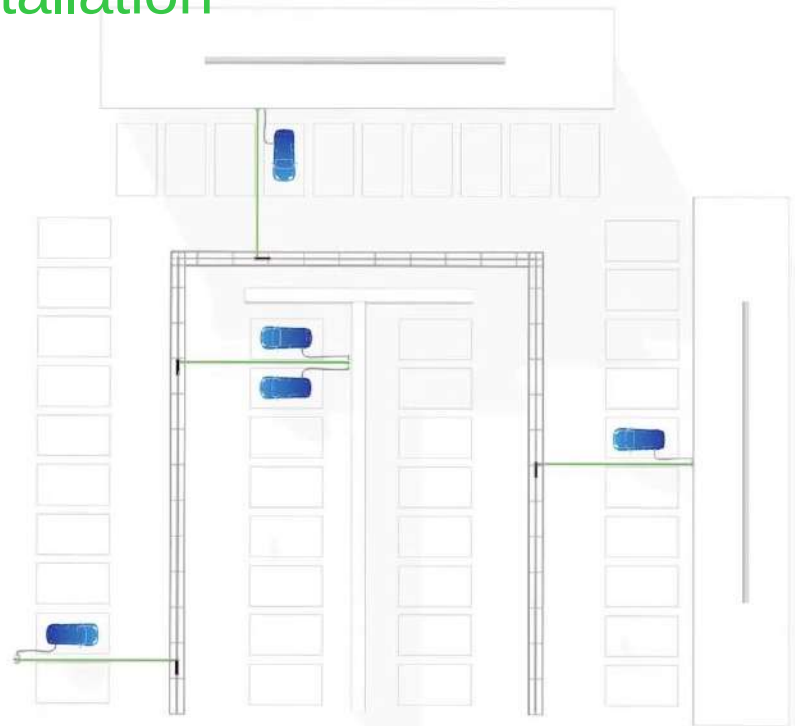
- Power 2x10 Sq.mm / G10 Sq.mm
- Network
  - Lan cable
  - Modbus RS-485

Life Is On Schneider Electric

## Traditional Installation



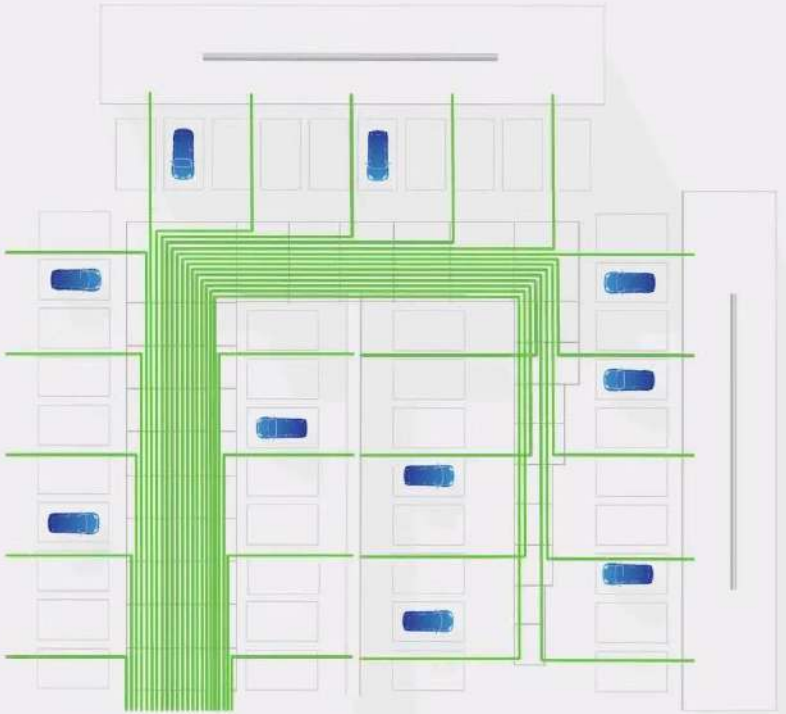
## Busway Installation



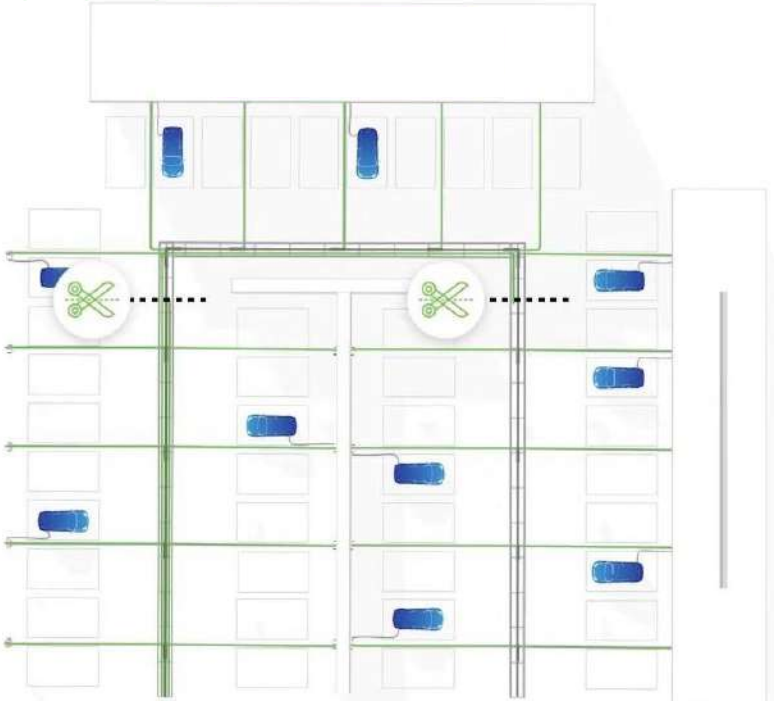
Life Is On | Schneider Electric

Public

## Traditional Installation



## Busway Installation



Life Is On | Schneider Electric

Public