



Solar Rooftop System

นายสุจิ คอประเสริฐศักดิ์

Solar Rooftop system



นายสุจิ คอประเสริฐศักดิ์

ที่ทำงาน รองกรรมการผู้จัดการ บริษัท ธนชา จำกัด

กิจกรรมทางสังคม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการร่างมาตรฐานเต้าเสียบและเต้ารับสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและงานทั่วไปที่มีจุดประสงค์
คล้ายกัน(พศ.2549-2551)

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

เลขานุการ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า(พศ.2549-2550)

กรรมการ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า(พศ.2554-2565)

ประธาน ปรับปรุงมาตรฐานระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

กรรมการ ปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

กรรมการ มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า

อนุกรรมการมาตรฐานการตรวจสอบและทดสอบการติดตั้งทางไฟฟ้า

Solar Rooftop system



สภาวิศวกร

กรรมการจรรยาบรรณ(สมัยที่ 8)

อนุกรรมการ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ชำนาญการพิเศษเพื่อทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับภาคีวิศวกรพิเศษ

สามัญวิศวกร วุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย

นายกสมาคม (พศ.2559-2560)

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์(ปัจจุบัน)

Solar Rooftop system



Contents :

- Basic DC circuits (series,parallel,shading)
- Arc Fault Protection
- Rapid Shutdown System
- Protection Against Electric Shock
- Protection Against Earth Faults
- Overcurrent protection
- Protection Against Effect of Lightning and Overvoltage

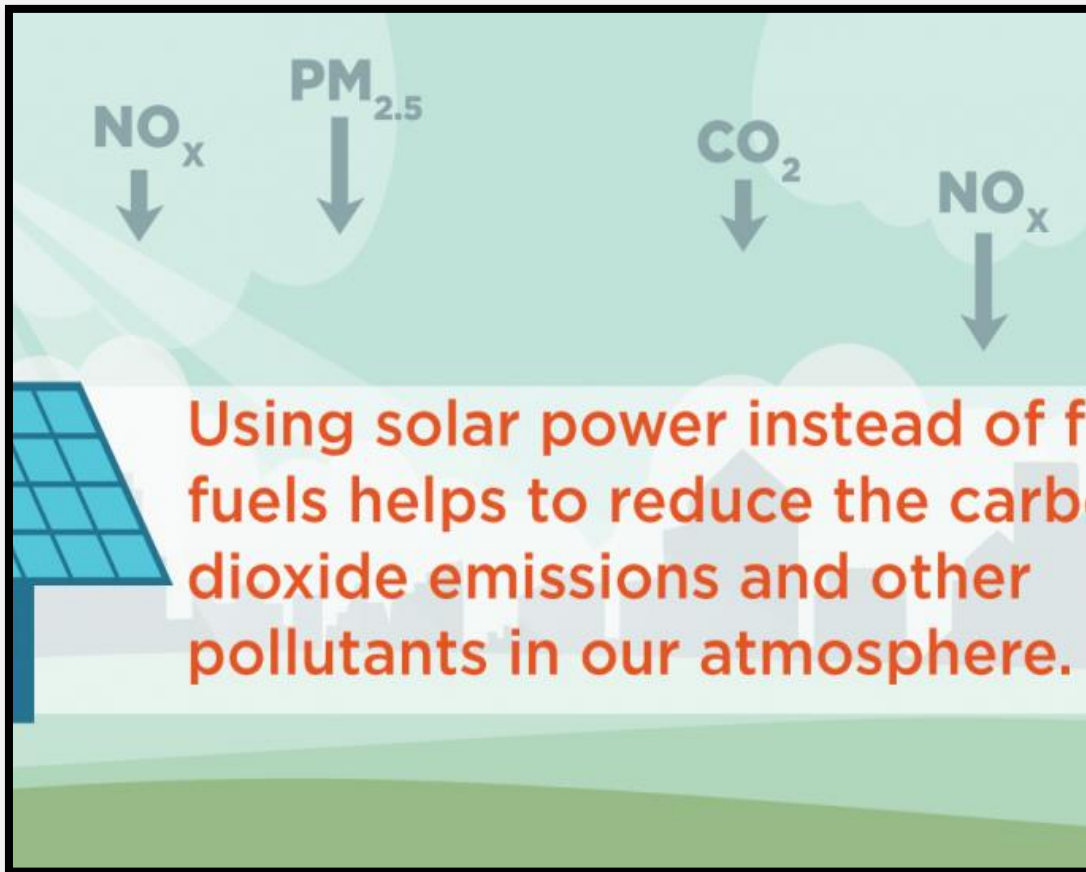
Solar PV Trends



Advantages of solar PV

no harmful greenhouse gas emissions
,environmentally friendly

supplied by nature ,free and abundant

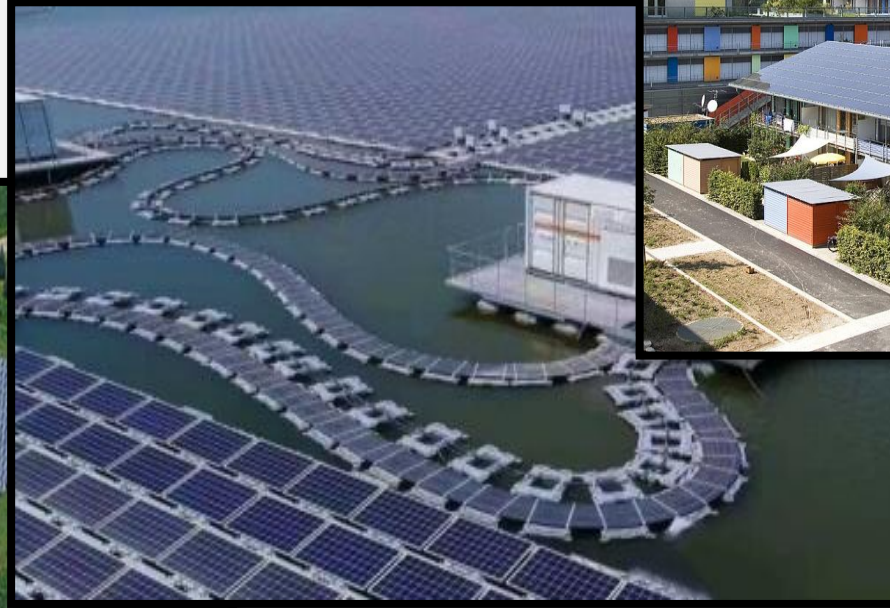


Solar PV Trends



Advantages of solar PV

can be made available almost
anywhere there is sunlight



Solar PV Trends



Advantages of solar PV

producing no noise at all; perfect solution for urban areas and for residential applications

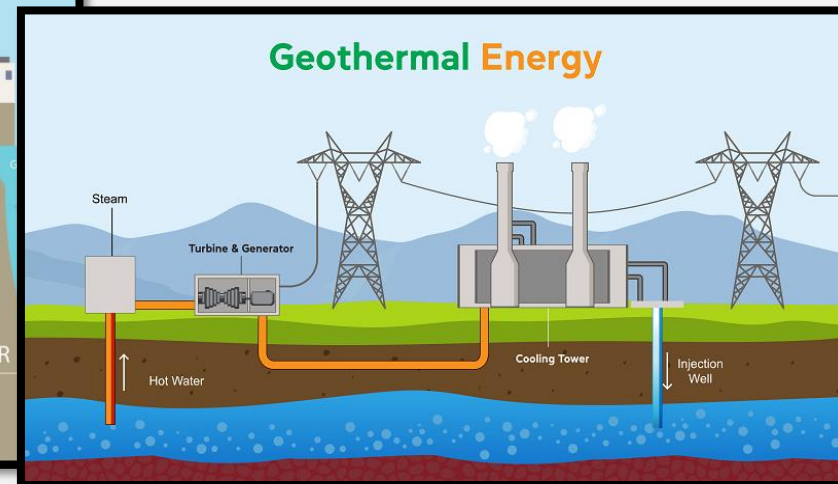
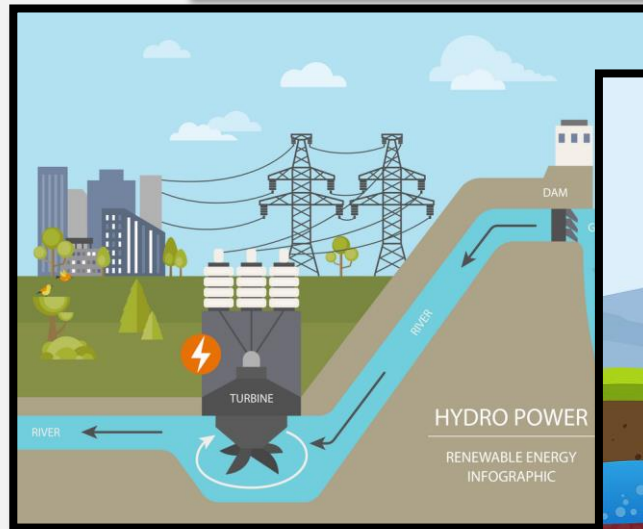
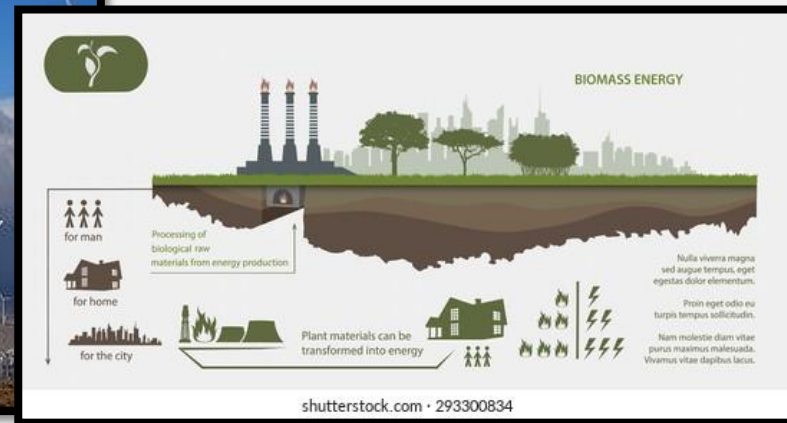


Solar PV Trends

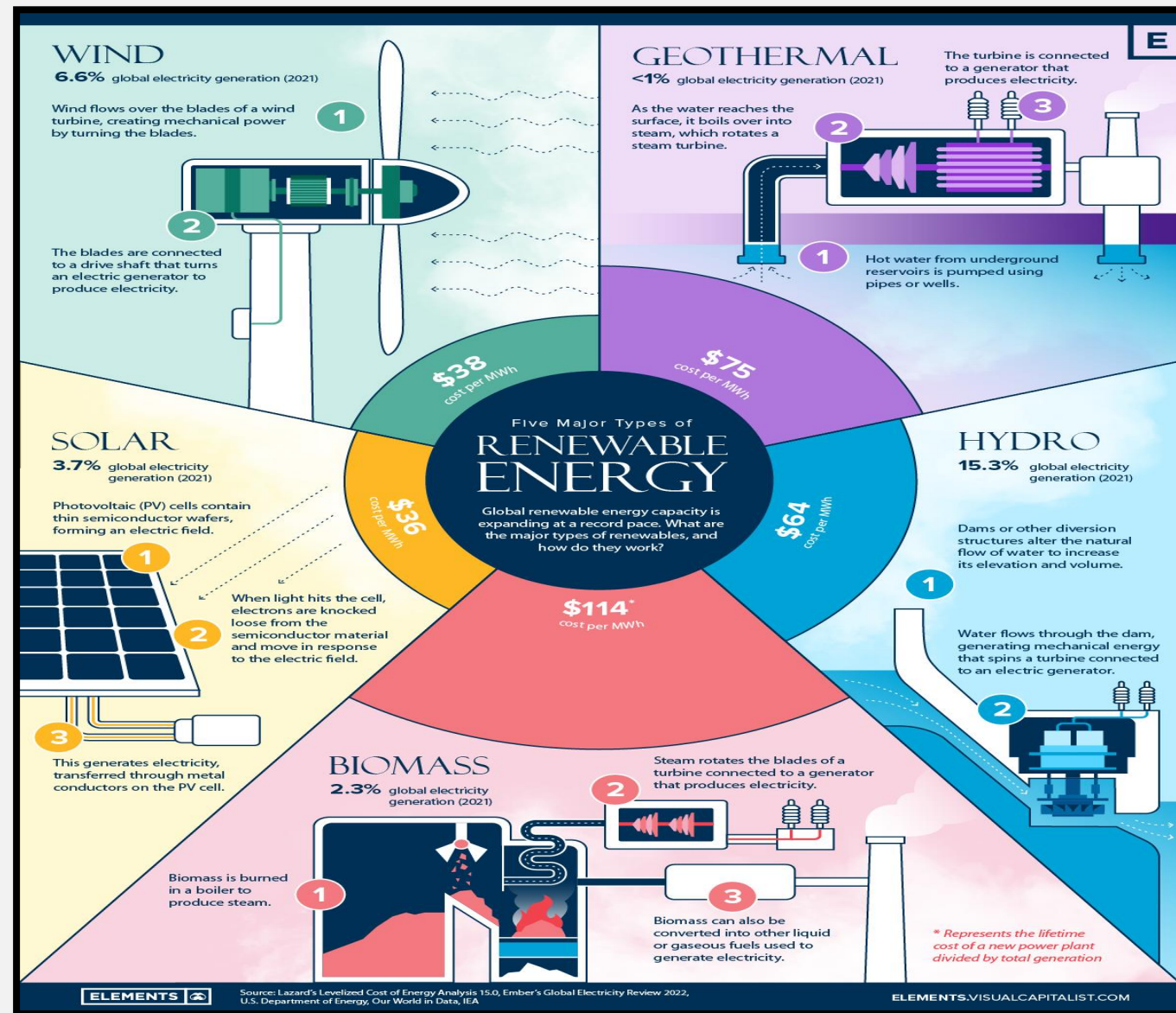


Advantages of solar PV

no mechanically moving parts ,operating and maintenance costs to be low, almost negligible, compared to costs of other renewable energy systems



Solar PV Trends



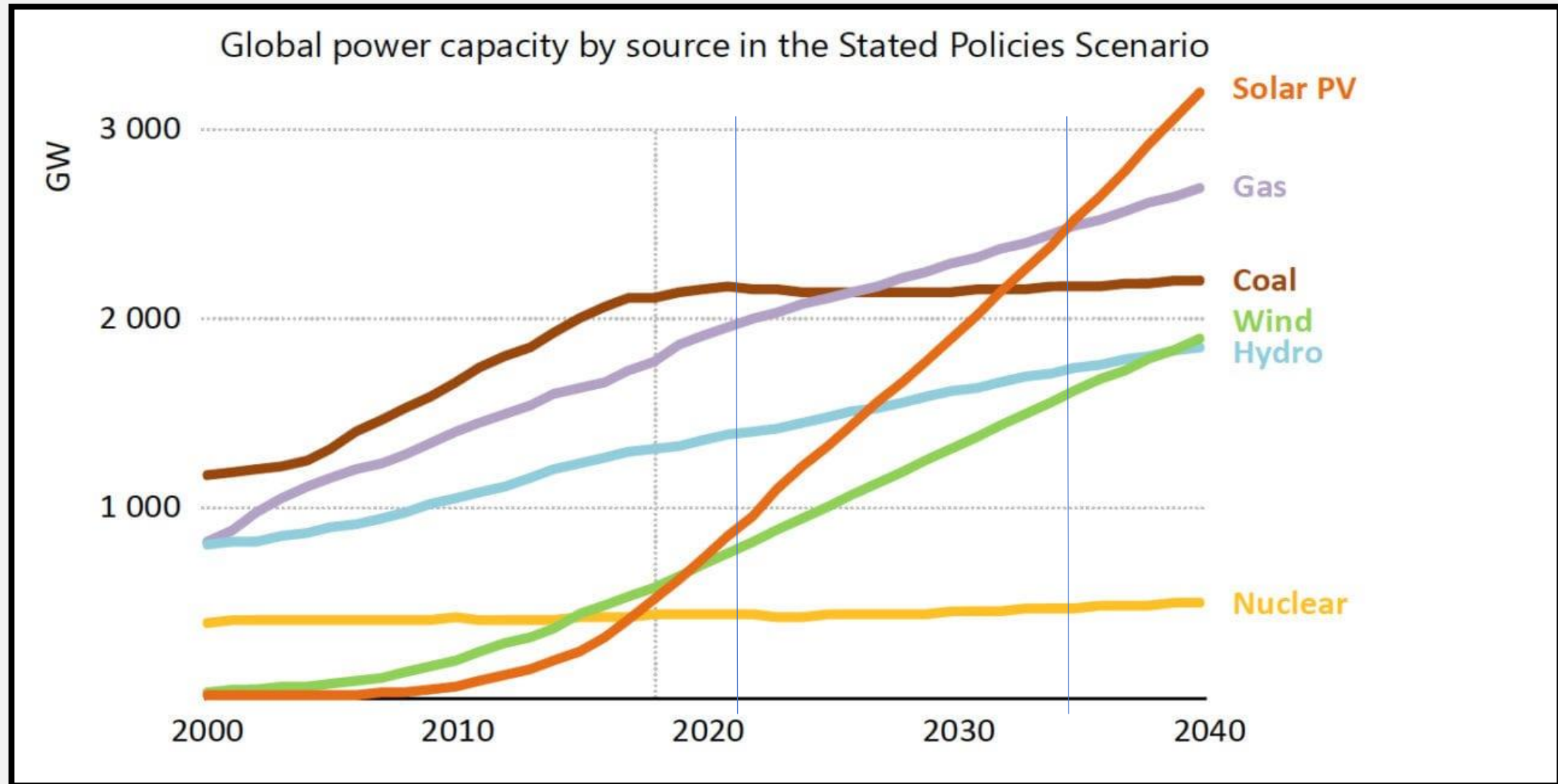
Solar PV Trends



France requires all new buildings to have green roofs or solar panels

Tokyo will require new homes built from 2025 to have solar panels

Solar PV Trends



Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation

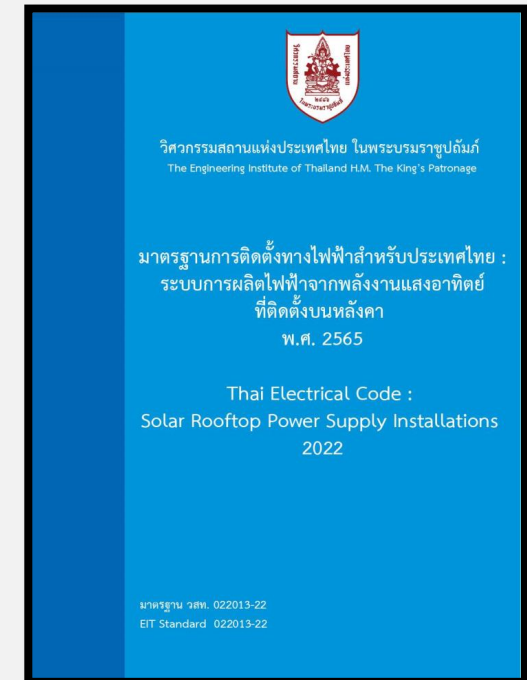


วิศวกรมือ
อาชีพ

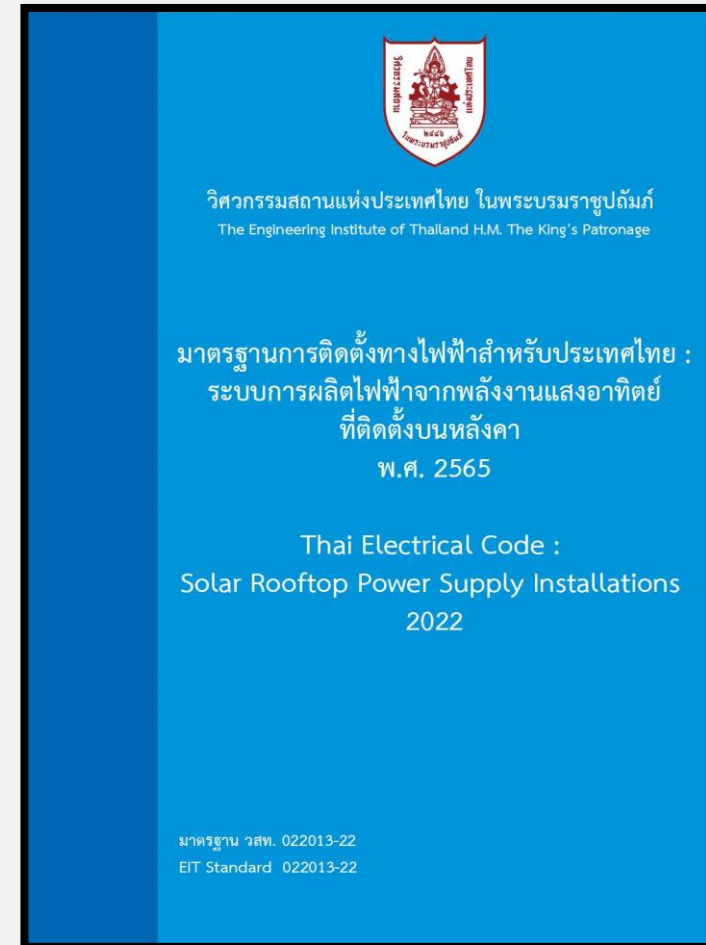
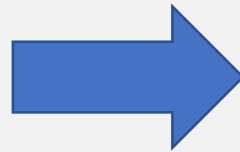
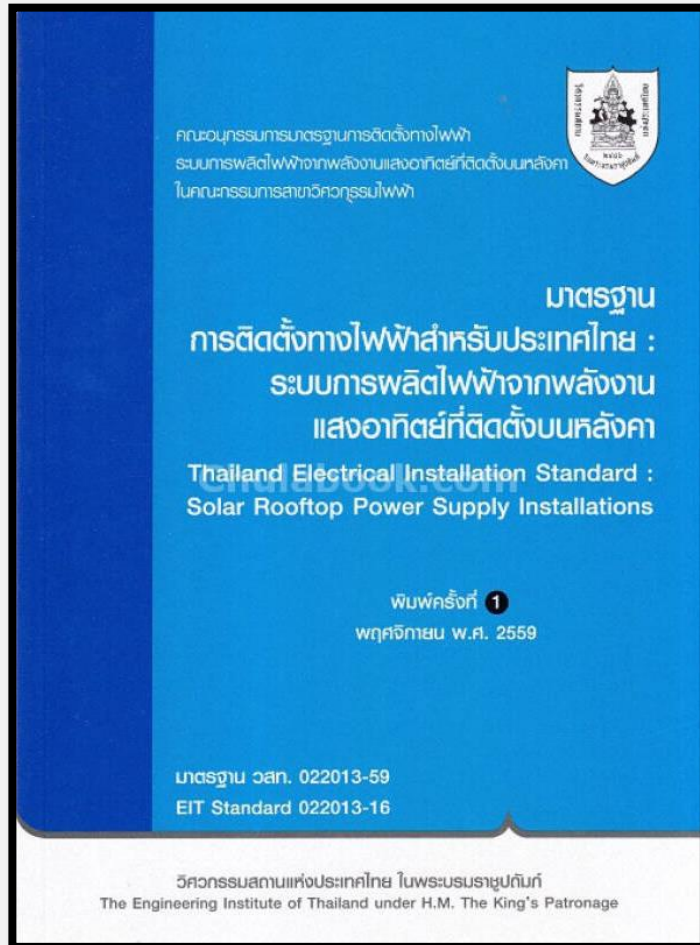


ระดับการศึกษา
ปวช. ปวส.
ปริญญาตรี โท เอก

ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ
ภาคีวิศวกร
สามัญวิศวกร
วุฒิวิศวกร
ภาคีวิศวกรพิเศษ



Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation

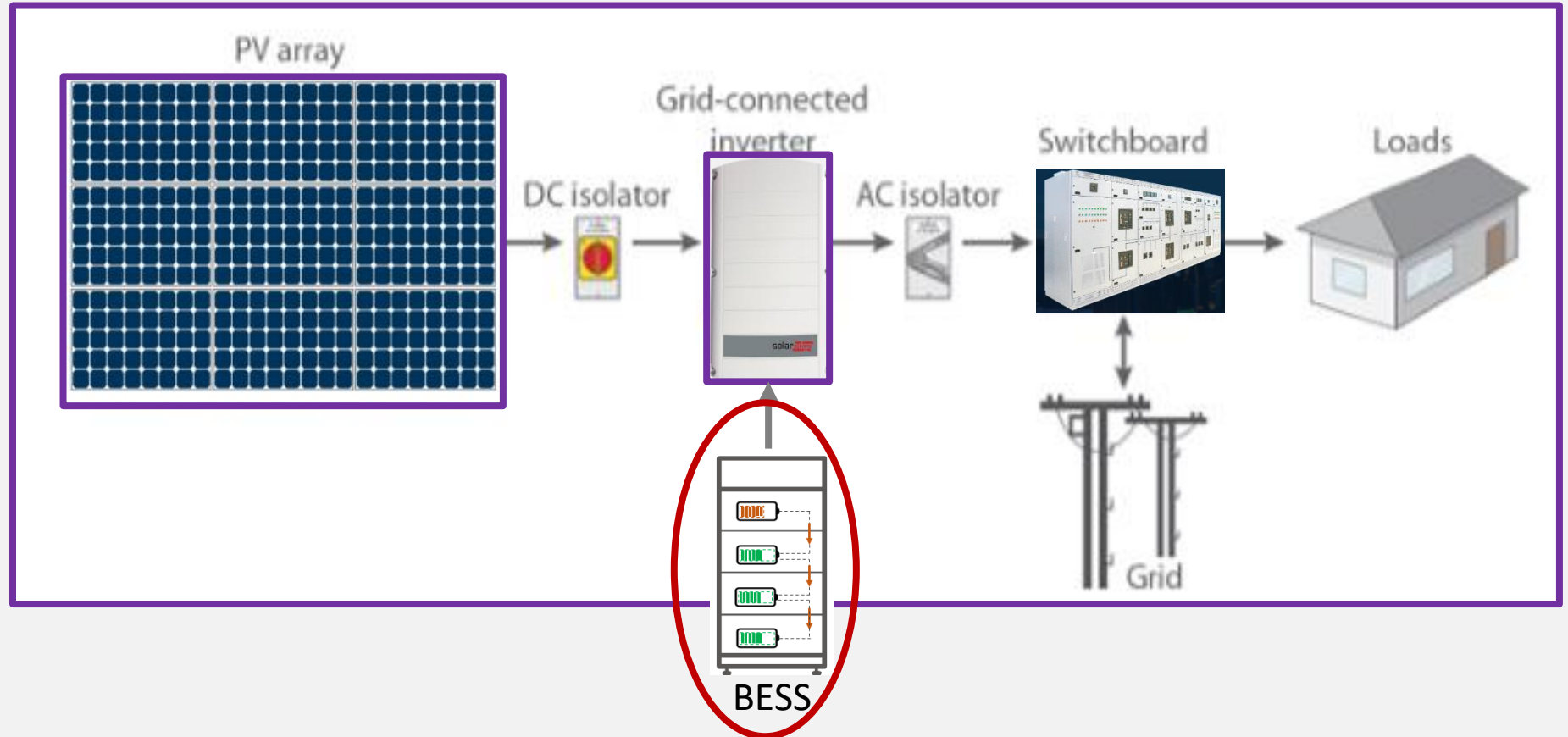


Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation



ประเด็นสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานฉบับปรับปรุง

1. ขยายขอบเขตการ
เชื่อมต่ออุปกรณ์ ที่รวมถึง
ระบบจัดเก็บพลังงาน
แบตเตอรี่ไฟฟ้า
(**battery energy
storage system,
BESS**) อุปกรณ์แปลง
ไฟฟ้าเพื่อประจุและคาย
ประจุไฟฟ้าสำหรับ
แบตเตอรี่



Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation



ประเด็นสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานฉบับปรับปรุง

2 ขยายขอบเขต PV array ที่ติดตั้งใช้งานบนอาคารต้องมีค่า $V_{OC\ ARRAY}$ สูงสุด ดังนี้



แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่เกิน 1,000
โวลต์ สำหรับอาคารที่พักอาศัย



Figure 4. Dark green SolarWall collectors on three walls of a bus garage, New York City.

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่เกิน 1,500 โวลต์ สำหรับอาคารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย

Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation



ประเด็นสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานฉบับปรับปรุง

3 เพิ่มข้อบังคับการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่
หยุดทำงานฉุกเฉิน(rapid shutdown)



อุปกรณ์หยุดทำงานฉุกเฉิน
ไฟฟ้าแสงอาทิตย์



Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation



ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง เงื่อนไขการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

เนื่องจากปัจจุบันระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี วัสดุ อุปกรณ์ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความปลอดภัย รวมทั้งมีการติดตั้งใช้งานบนหลังคาอย่างแพร่หลาย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงเห็นควรออกเงื่อนไขการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๗ (๓) แห่งพระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ และมาตรา ๔๘ แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐ อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง เงื่อนไขการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๖ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง เงื่อนไขการอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ลงวันที่ ๒๕ มกราคม ๒๕๖๖

ข้อ ๔ ในประกาศนี้

“พพ.” หมายความว่า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

“อธิบดี” หมายความว่า อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

“ผู้ขอรับใบอนุญาต” หมายความว่า ผู้มีอำนาจหรือผู้ซึ่งได้รับมอบอำนาจให้ยื่นคำขอรับใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม

“ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา” หมายความว่า ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ซึ่งขนาดกำลังการผลิตรวมของแต่ละแหล่งผลิตตั้งแต่ ๒๐๐ กิโลวัตต์แอมป์ขึ้นไป

ข้อ ๕ ในการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. ๒๕๖๕ (มาตรฐาน วสท. ๐๒๒๐๑๓-๒๒)

ข้อ ๖ ในการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม สำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาที่มีการดำเนินการสั่งซื้อ ติดตั้ง หรือมีสัญญาผูกพันก่อนประกาศนี้มีผลใช้บังคับ ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. ๒๕๖๕ (มาตรฐาน วสท. ๐๒๒๐๑๓-๒๒) โดยผู้ขอรับใบอนุญาตต้องส่งสำเนาสัญญาซื้อขายไฟฟ้าหรือสัญญาบริหารจัดการพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์หรือสัญญาว่าจ้างติดตั้ง หรือสัญญาเช่าระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา หรือใบสั่งซื้อสิ่งจ้าง หรือหลักฐานอื่น ๆ ที่มีผลเช่นเดียวกับสัญญา ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าการดำเนินการก่อนประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๗ กรณีมีปัญหาในการปฏิบัติ ให้อธิบดีมีอำนาจวินิจฉัยและคำวินิจฉัยของอธิบดี ให้ถือเป็นเงื่อนไข ที่กำหนดตามประกาศนี้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๖

(นายประเสริฐ สินสุขประเสริฐ)

อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

Thai Electrical code Solar Rooftop Power Supply Installation



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

เรื่อง หลักเกณฑ์การกำหนดขนาดกำลังการผลิตติดตั้งในใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า
และหนังสือรับแจ้งการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาต
ประเภทโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Power Plant)

ด้วย คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ในการประชุมครั้งที่ ๑๕/๒๕๖๒ (ครั้งที่ ๕๗๗) เมื่อวันที่ ๒๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒ และครั้งที่ ๑๔/๒๕๖๒ (ครั้งที่ ๕๘๑) เมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๒ ได้มีมติเห็นชอบหลักเกณฑ์การกำหนดขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง ในใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าและหนังสือรับแจ้งการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาต (หนังสือรับแจ้งยกเว้นฯ) ที่ออกตามความในมาตรา ๔๗ แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐ ประเภทโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Power Plant) โดยให้กำหนดตามขนาดพิกัดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter Rated Capacity (MW_{AC})) ที่ติดตั้งจริง และให้หลักเกณฑ์ดังกล่าวมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ กกพ. มีมติเห็นชอบ

ทั้งนี้ หากผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า หรือผู้ได้รับหนังสือรับแจ้งยกเว้นฯ ประเภทโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รายเดิม แล้วแต่กรณี ตรวจสอบขนาดกำลังการผลิตติดตั้งแล้วพบว่า ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งไม่สอดคล้องตามหลักเกณฑ์ใหม่ดังกล่าว สำนักงาน กกพ. ขอความร่วมมือให้ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้านำใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าหรือหนังสือรับแจ้งยกเว้นฯ มายื่นต่อสำนักงาน กกพ. เพื่อปรับปรุงขนาดกำลังการผลิตติดตั้งและฐานข้อมูลของสำนักงาน กกพ. ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว ภายใน ๙๐ วันนับแต่วันที่ประกาศ

จึงประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

(นางสาวณุกา อมรไธสงค์)

เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

การกำหนดขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง (INSTALLED CAPACITY) ของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (มติ กกพ. 15 มี.ค. 62)

ขนาดของ
แผงเซลล์
แสงอาทิตย์



ปรับปรุง

ขนาดของ
Inverter



DC / AC Inverter

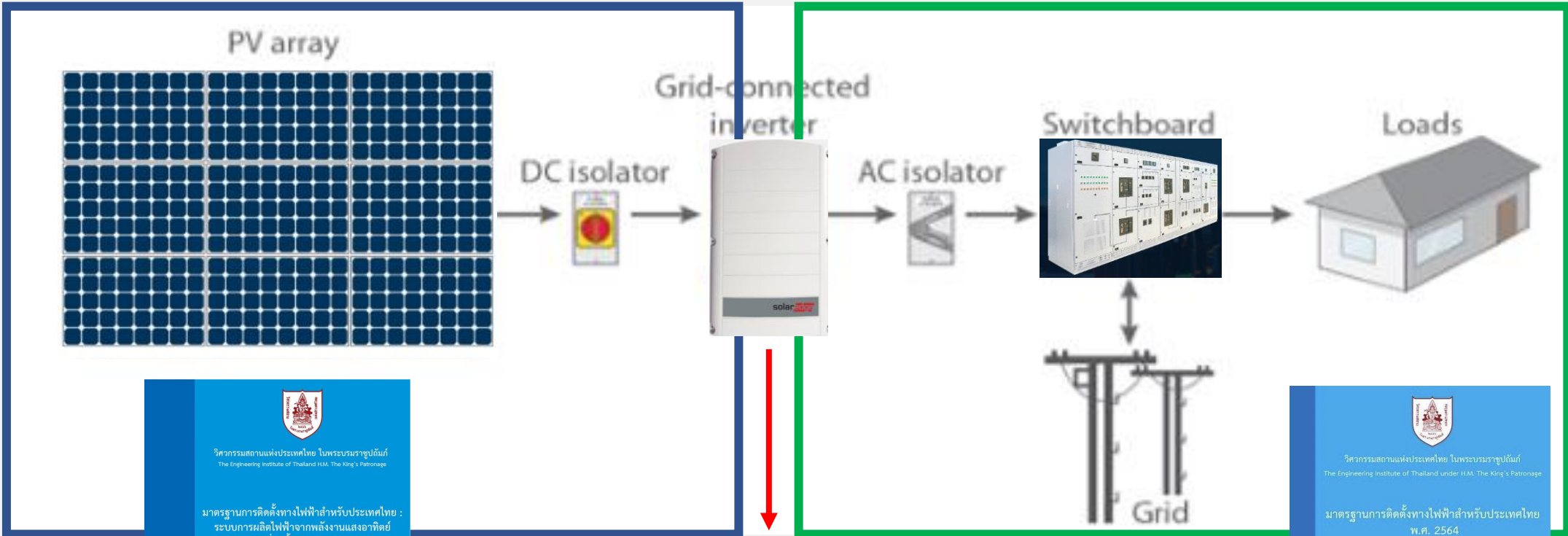
* ทั้งนี้ ไม่รวมขนาดของ ESS/Motor Tracker แต่ให้แจ้งเพื่อบันทึกในใบอนุญาตและฐานข้อมูลสำนักงาน กกพ.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ENERGY REGULATORY COMMISSION

Solar Rooftop system

DC side

AC side



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
The Engineering Institute of Thailand H.M. The King's Patronage

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย :
ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
ที่ติดตั้งบนหลังคา
พ.ศ. 2565

Thai Electrical Code :
Solar Rooftop Power Supply Installations
2022

มาตรฐาน วสท. 022013-22
EIT Standard 022013-22

IEC 62109-2
MEA,PEA
(Zero export ,Anti
Islanding,etc.)

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
พ.ศ. 2564

Thai Electrical Code
2021

สนับสนุนโดย การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มาตรฐาน วสท. 022001-22
EIT Standard 022001-22

Solar Rooftop system



PV = Photovoltaic = photo + voltaic
= light + electric



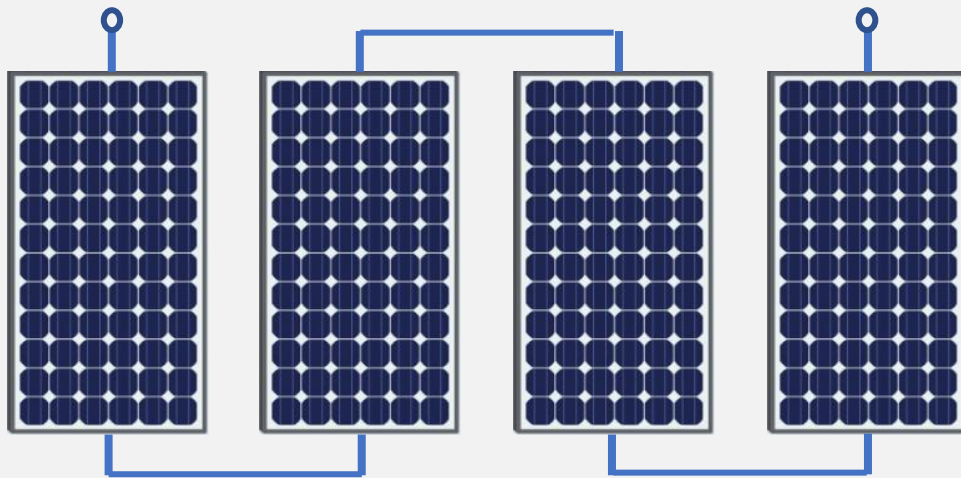
PV cell



PV module

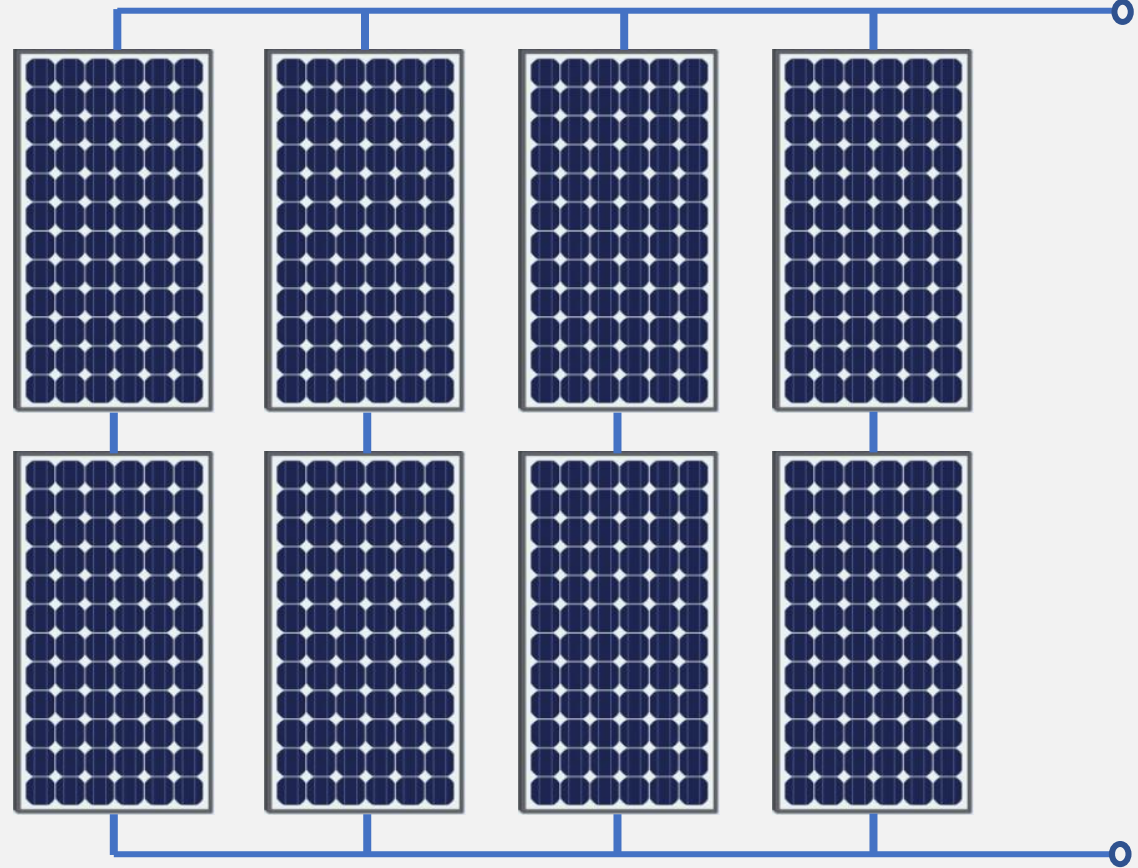
PV cells in series

Solar Rooftop system



PV string

PV modules in series



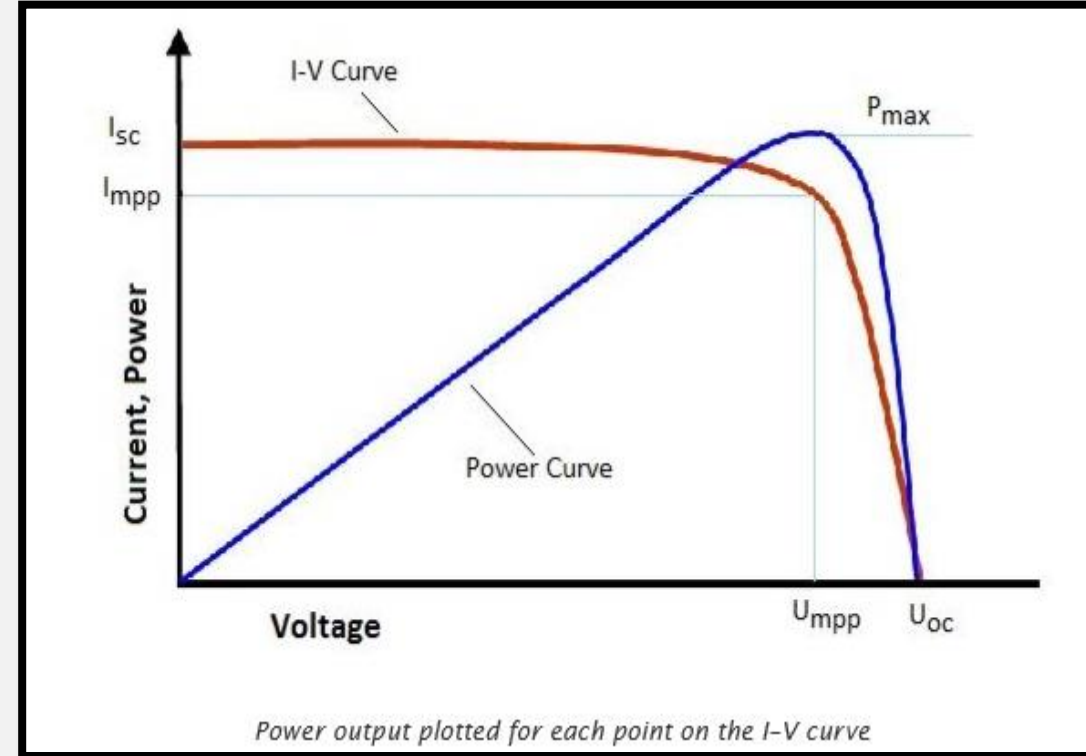
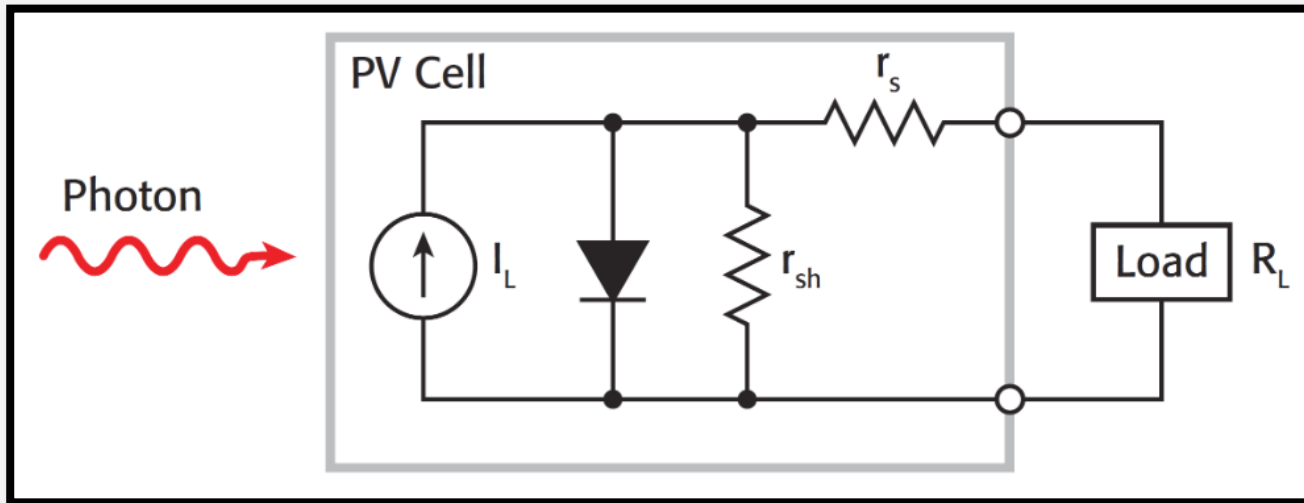
PV array

PV string in parallel

Solar Rooftop system



I-V characteristic curve



Standard Test Conditions (STC)

All modules are tested at STC under international standards:

- Cell temperature of 25°C
- Irradiance of 1,000 W/m²
- Air mass of 1.5

Solar Rooftop system



The output and characteristics of the PV modules are affected by

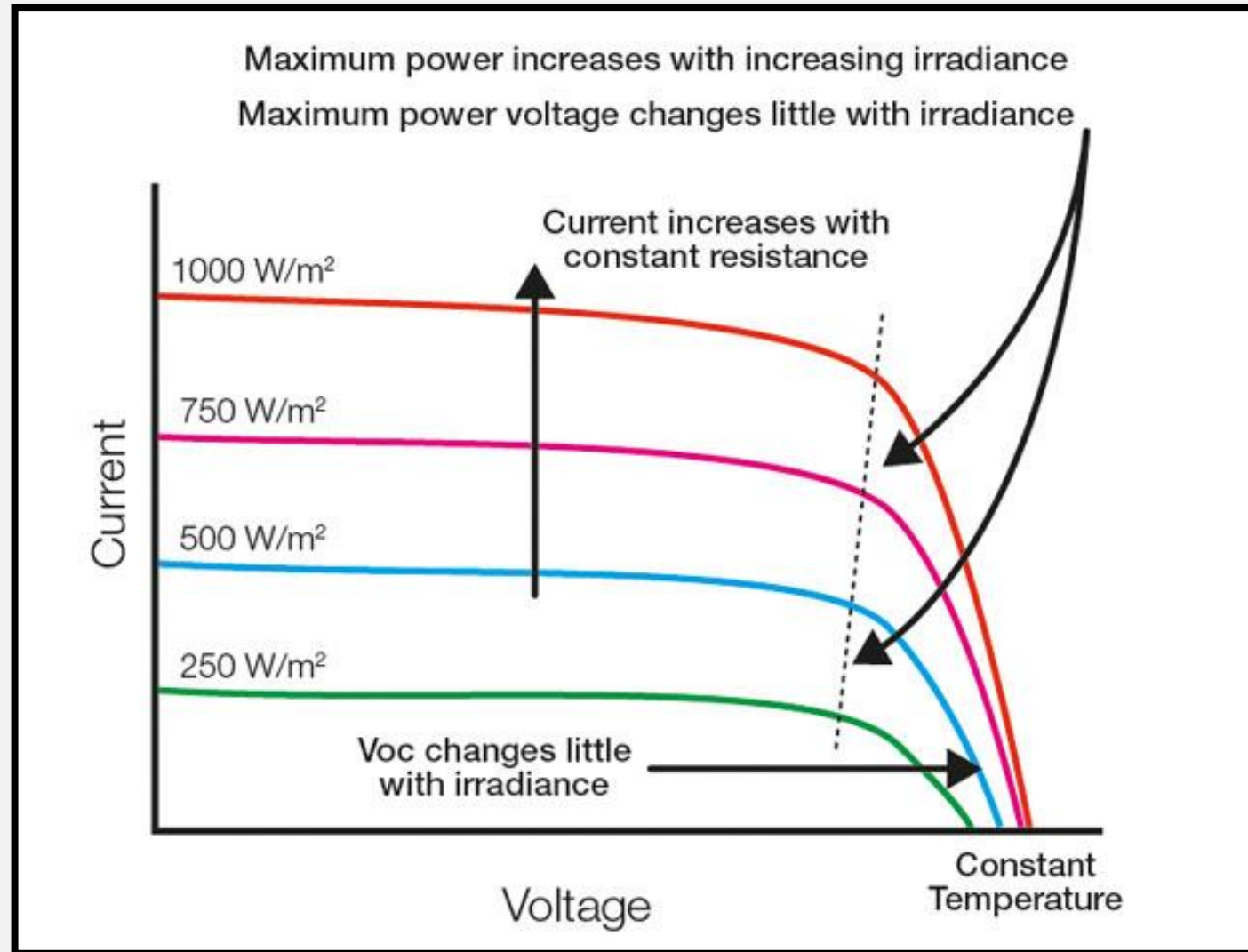
- Irradiance
- Temperature



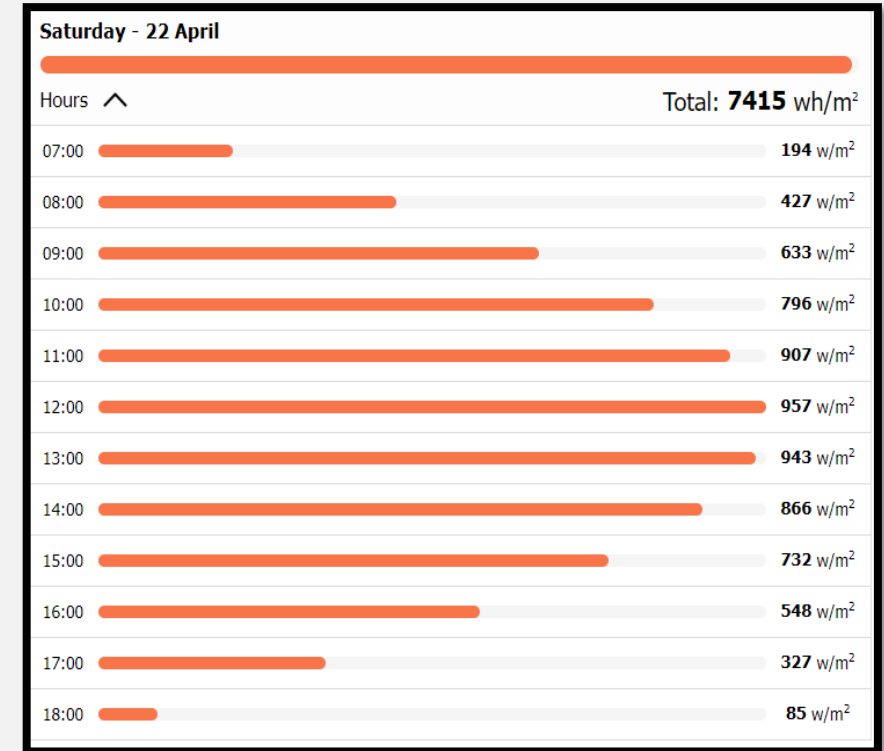
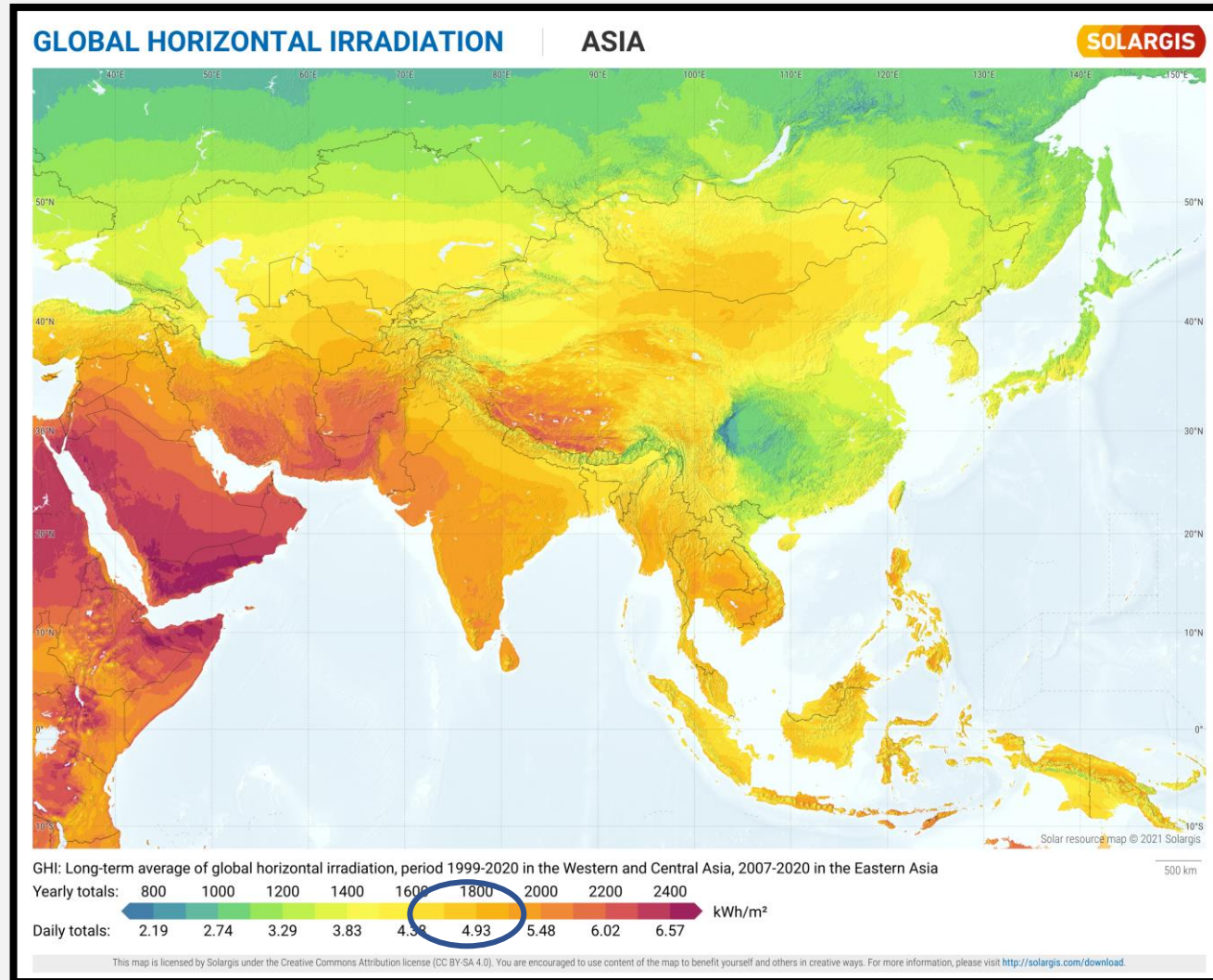
Solar Rooftop system



Effect of Irradiance



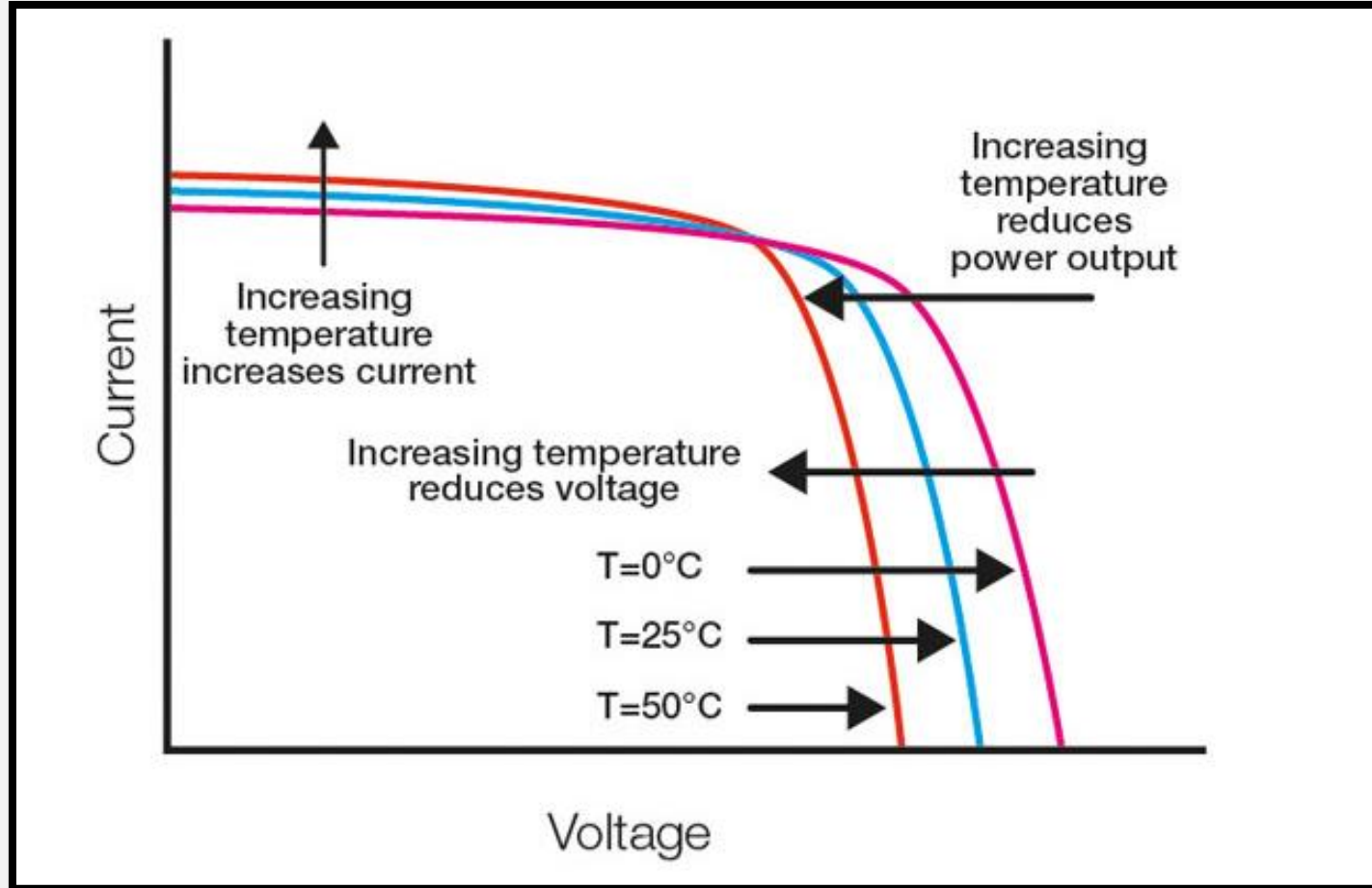
Solar Rooftop system



Solar Rooftop system



Effect of Temperature

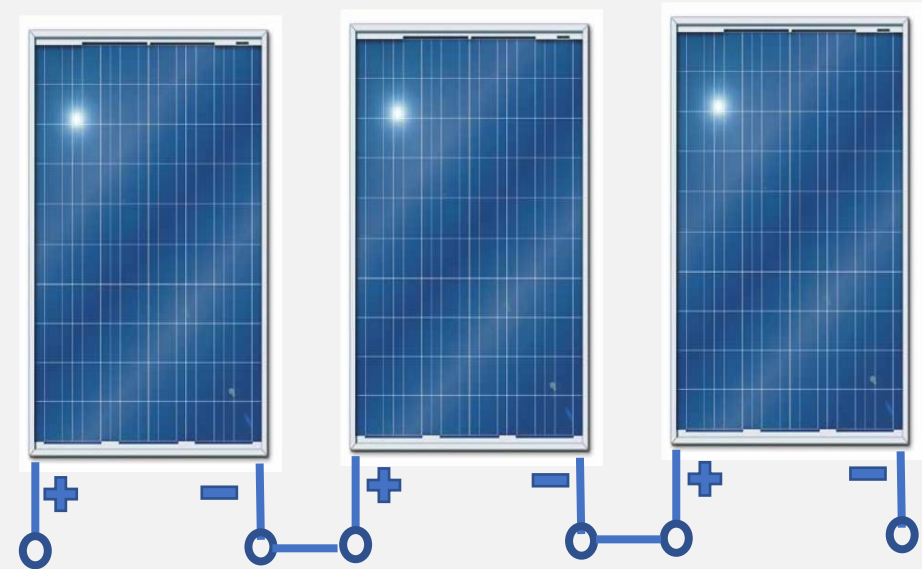
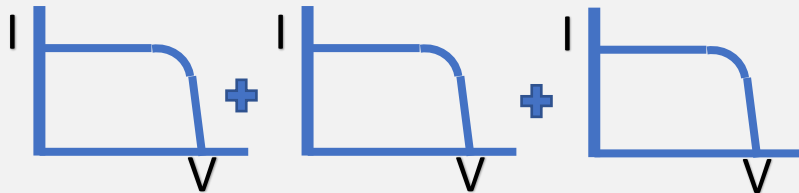
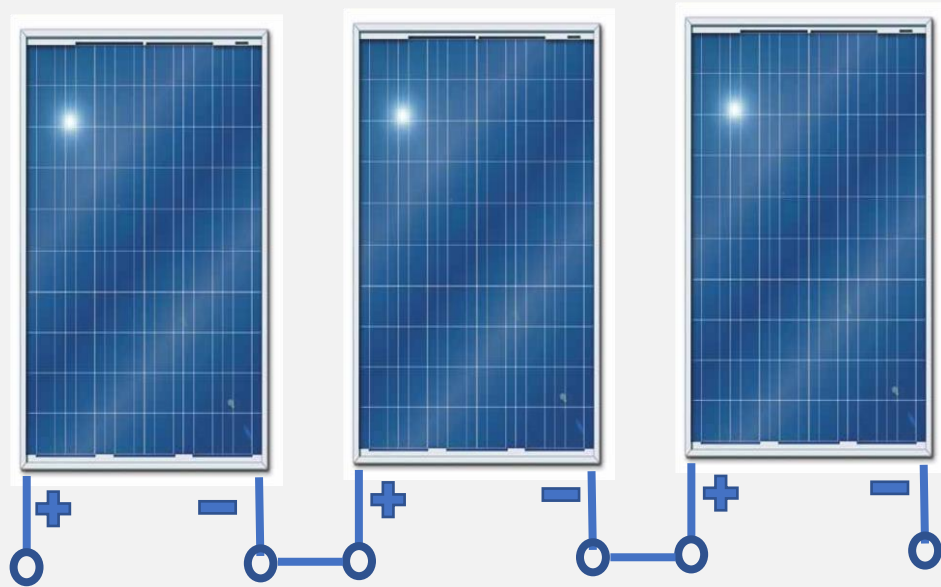


For monocrystalline PV cells power decrease 0.3-0.4% per each degree Celsius rise in operating temperature above STC

Solar Rooftop system



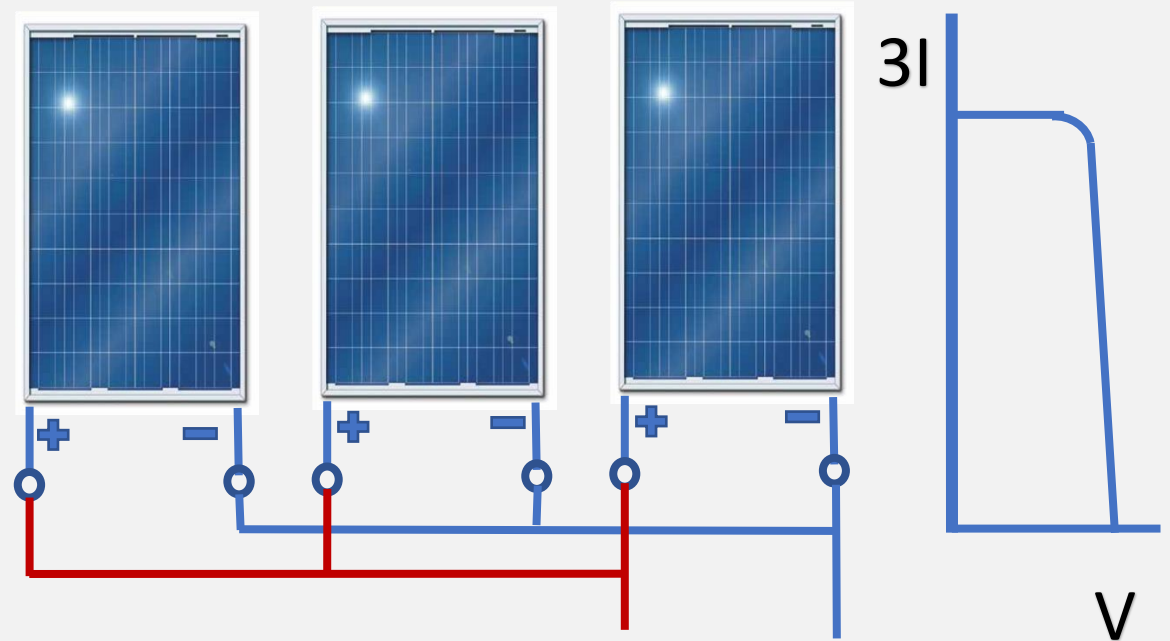
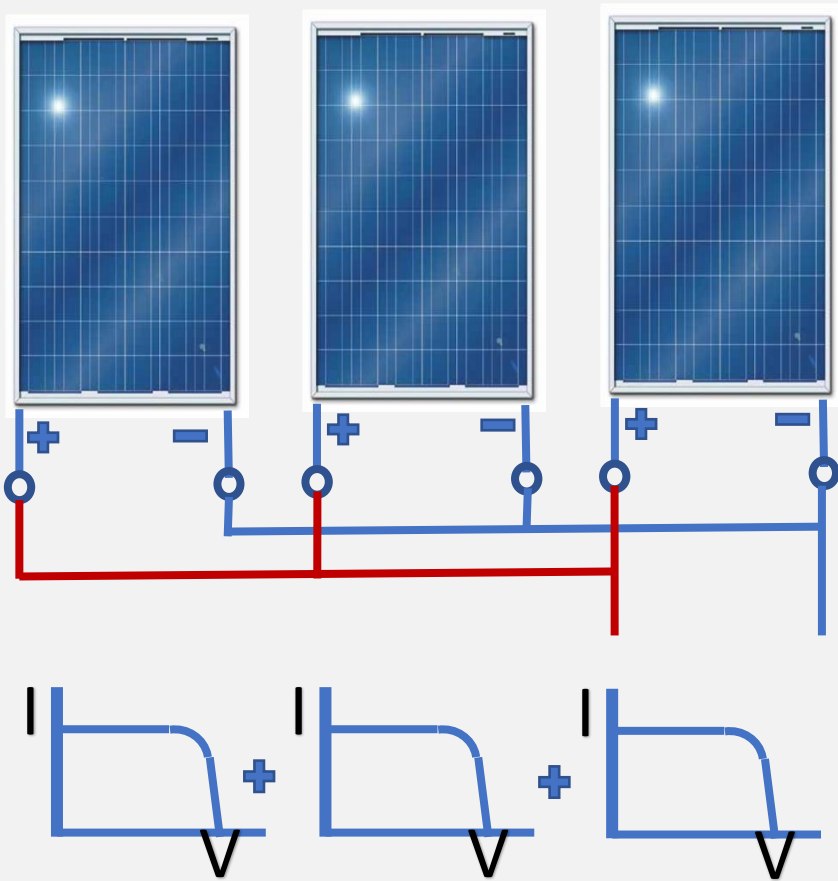
Panel Connection: Series



Solar Rooftop system



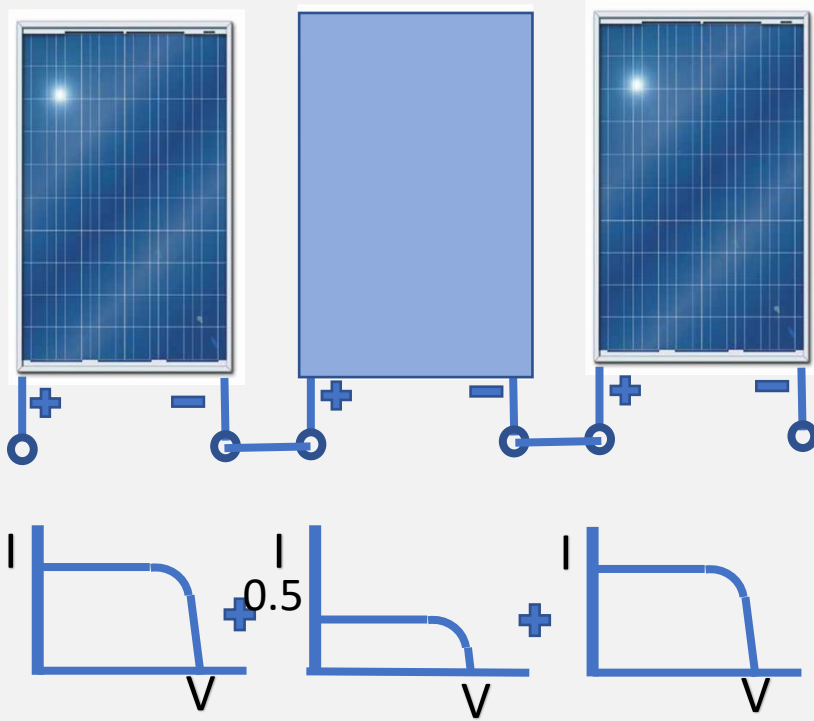
Panel Connection: Parallel



Solar Rooftop system



Shaded Panels



Total current = The lowest current source

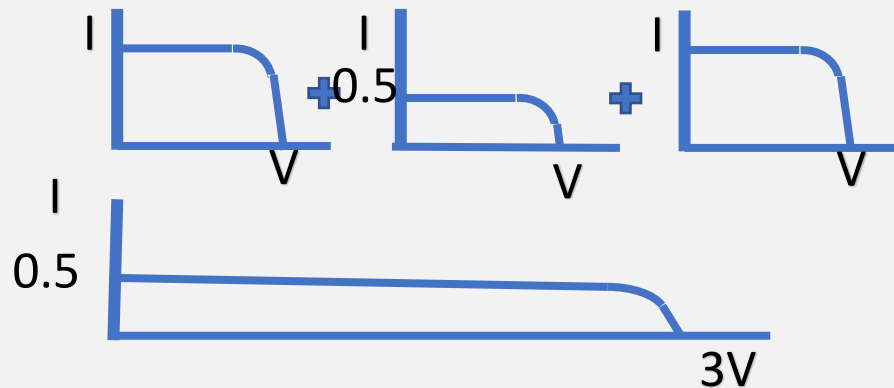
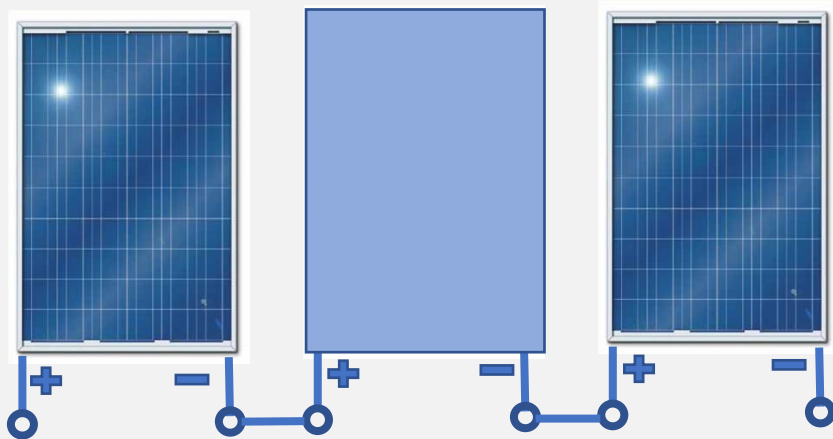


causing reduced performance and potential damage

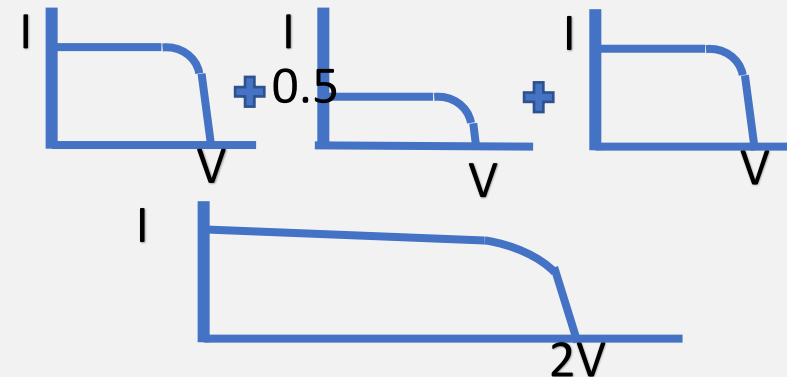
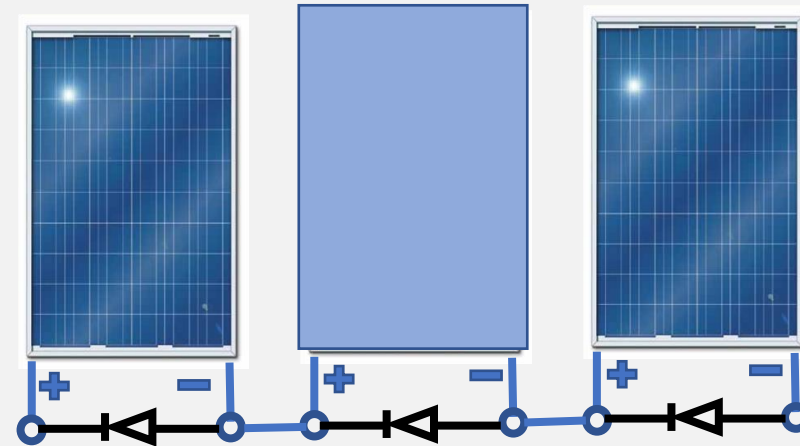
Solar Rooftop system



Shaded Panels



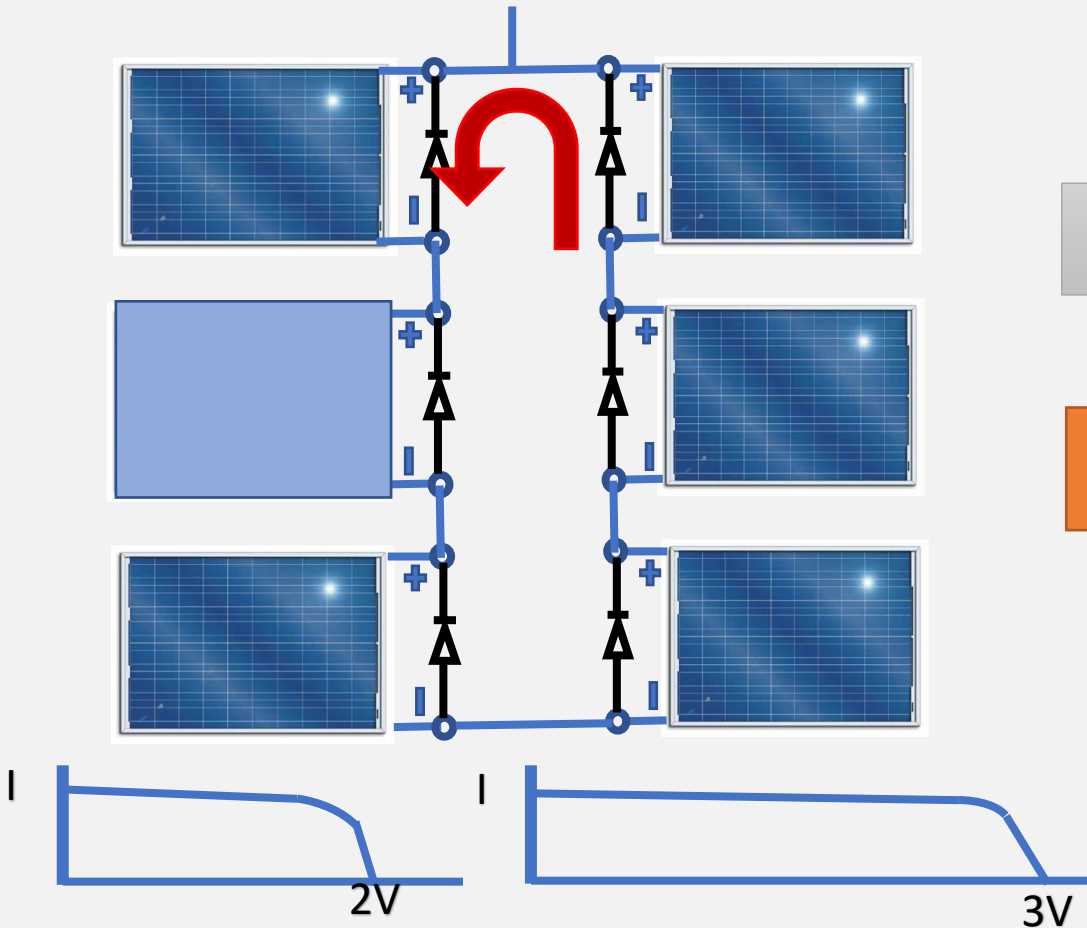
Bypass Diodes



Solar Rooftop system



Shaded Panels



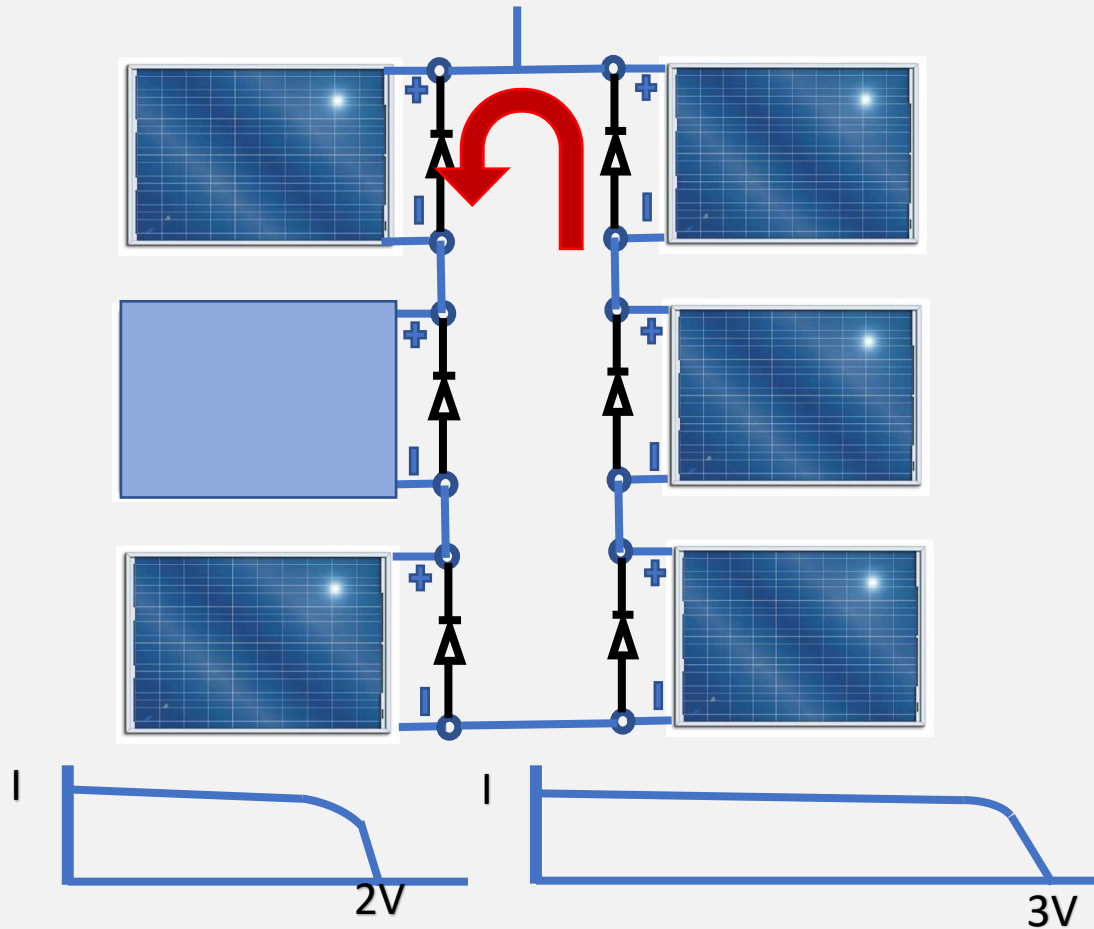
System Voltage= The lowest string voltage

causing reduced performance and potential damage

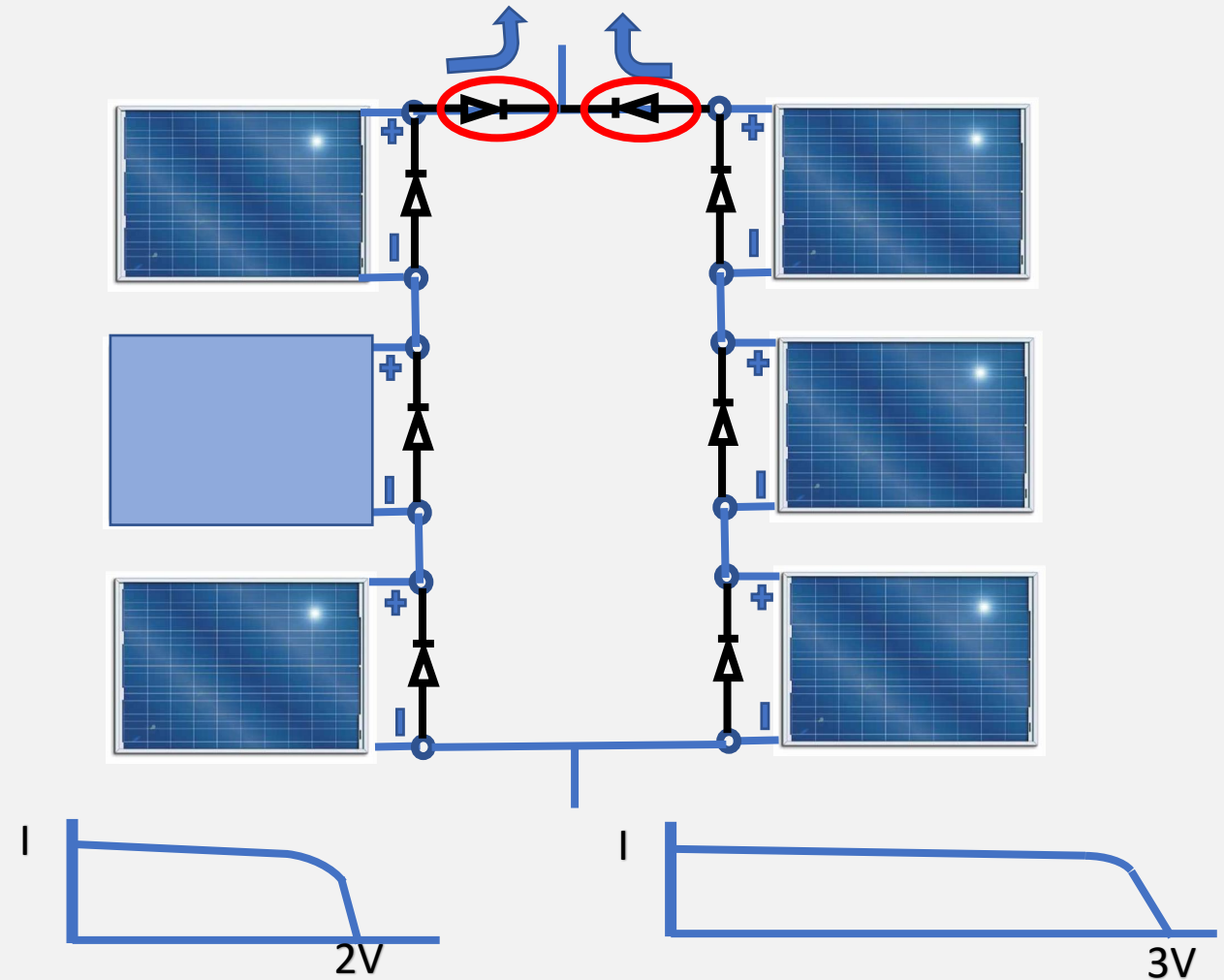
Solar Rooftop system



Shaded Panels



Blocking Diodes



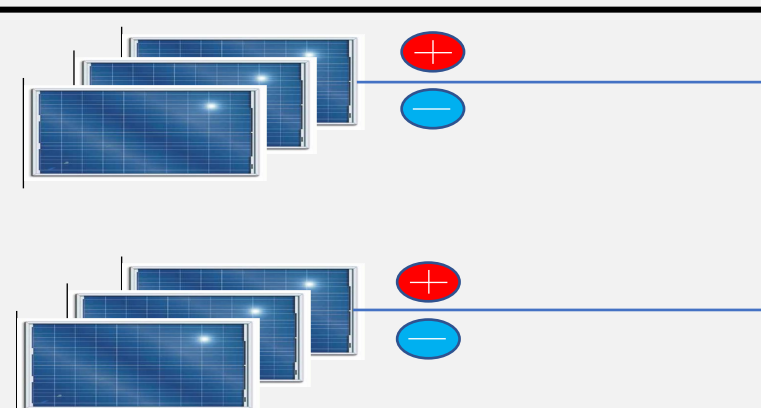
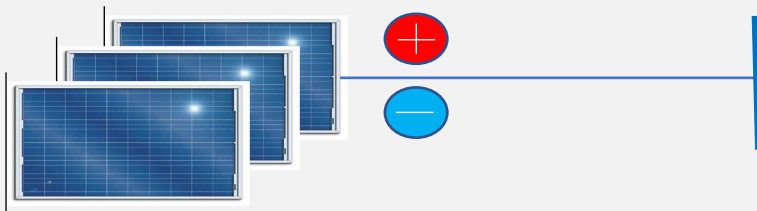
Solar Rooftop system



2.1.6 รูปแบบการต่ออนุกรม-ขนาน

PV array ต้องถูกออกแบบเพื่อป้องกันกระแสไหลวนภายใน PV array โดยที่ PV string ในแต่ละแถวที่นำมาต่อขนานกันต้องมีแรงดันเปิดวงจรแตกต่างกันไม่เกิน 5%

เพื่อประสิทธิภาพที่ดีและลดค่าแรงดันที่ไม่เท่ากัน (mismatch) PV module ทุกตัวที่ต่อกับอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้าที่ติดตามจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดเดียวกัน ควรเป็นชนิดเดียวกัน และมีจำนวนการต่ออนุกรมเท่ากัน โดยที่ PV module ทุกตัวที่ต่อกับอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้าที่ติดตามจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดเดียวกัน ควรมีทิศทางไฟฟ้าเหมือนกัน รวมถึงทิศทางกระแสลัดวงจร แรงดันเปิดวงจร กระแสที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด แรงดันที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด พิกัดกำลังไฟฟ้า และสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต้องเหมือนกันด้วย



Solar Rooftop system



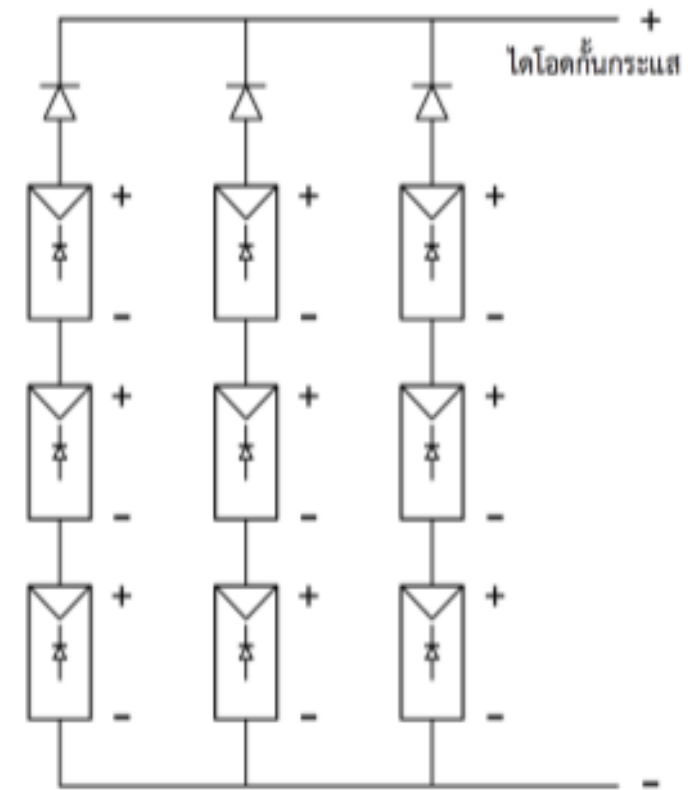
1.4.1 ไดโอดกั้นกระแส (blocking diode)

ไดโอดที่ต่ออนุกรมกับ PV module, PV string, PV sub-array และ PV array เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไหลย้อนกลับไปในอุปกรณ์ PV module, PV string, PV sub-array และ PV array

1.4.3 ไดโอดลัดข้าม (bypass diode)

ไดโอดที่ต่อข้าม PV cell หนึ่งเซลล์ หรือมากกว่าเพื่ออนุญาตให้กระแสข้ามเซลล์ที่ถูกบังแสงหรือชำรุดไปในทิศทางที่กระแสไหล ในการป้องกันจุดร้อนหรือเซลล์เสียหายอันเนื่องมาจากแรงดันย้อนกลับจากเซลล์อื่นใน PV Module นั้น

Bypass & Blocking Diodes



รูปที่ 4.3 การใช้งานไดโอดกั้นกระแส

Solar Rooftop system



A block of flats in Bethnal Green, east London, caught fire last Sunday with around 80 firefighters attending the scene and initial suggestions are that the solar panels appear to have caught fire.
Jul 9, 2017

Solar Rooftop system



Japan's largest PV power plant, [inaugurated by Kyocera in March 2018](#) at the Yamakura Dam in Ichihara City.

Solar Rooftop system



In May of 2015, a rooftop solar fire was ignited on the roof of an Apple-owned facility in Mesa, Arizona

Solar Rooftop system



Walmart and Amazon Sue Tesla Over Solar Panel Fires and Unqualified Workers

Walmart filed a lawsuit last week alleging that Tesla, Inc installed dangerous rooftop electric systems which caused rooftop fires at seven stores in Maryland, Ohio, Colorado, and California (2019)

Amazon disclosed that its warehouse in Redlands, CA, caught fire last June (2019)

Solar Rooftop system



ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ



ติดตั้งระบบแผงโซล่าเซลล์ยังไม่ทันได้ใช้ เกิดไฟไหม้หวิดวอดทั้งหลัง

วันจันทร์ ที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2564, 18.26 น.

Solar Rooftop system



ไฟไหม้บ้านเสียหายหมดทั้งหลังฯ ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บฯ ต้นเพลิงเกิดจากแผงไฟโซล่าเซลล์บนหลังคาบ้าน

07/11/2022 / porramet news

แบ่งปัน



โซล่าเซลล์ไหม้ วอดยกหลัง



ADD NEWS - เอทีที นิวส์ | WWW.ADDNEWSPHITSANULOK.COM

อ.วังทอง

จ.พิษณุโลก

Arc Fault Circuit Interrupter



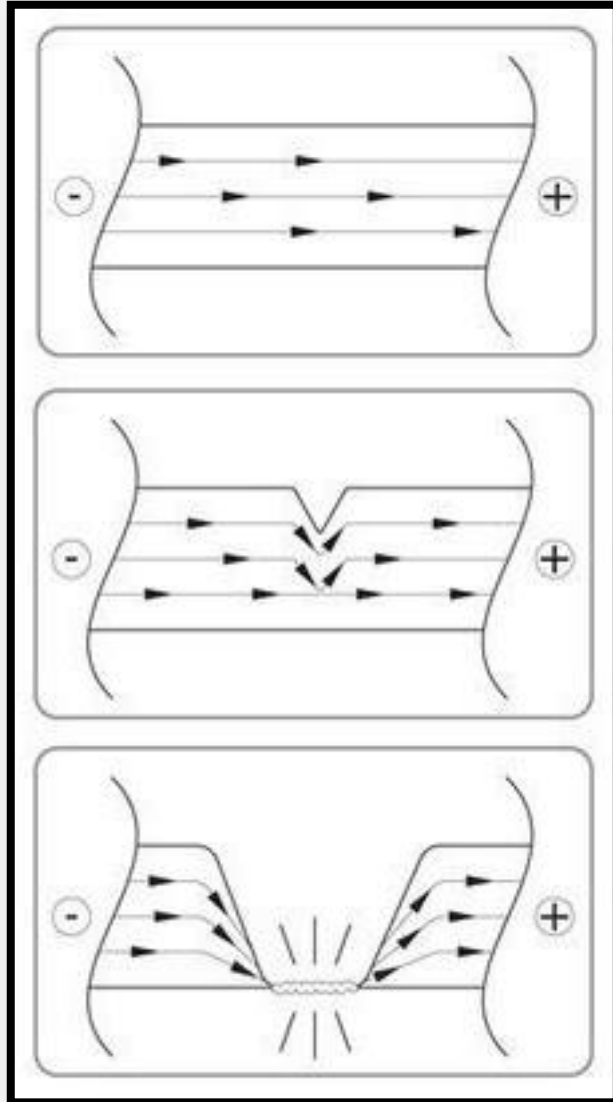
DC Arc Fault has been found the major cause of fire in PV system?

What does Arc Fault Occur in PV system?

- 1. Incompatible DC connectors**
- 2. Broken DC connectors or PV cables.**
- 3. Poor welding in the junction box of the PV module**



Arc Fault Circuit Interrupter



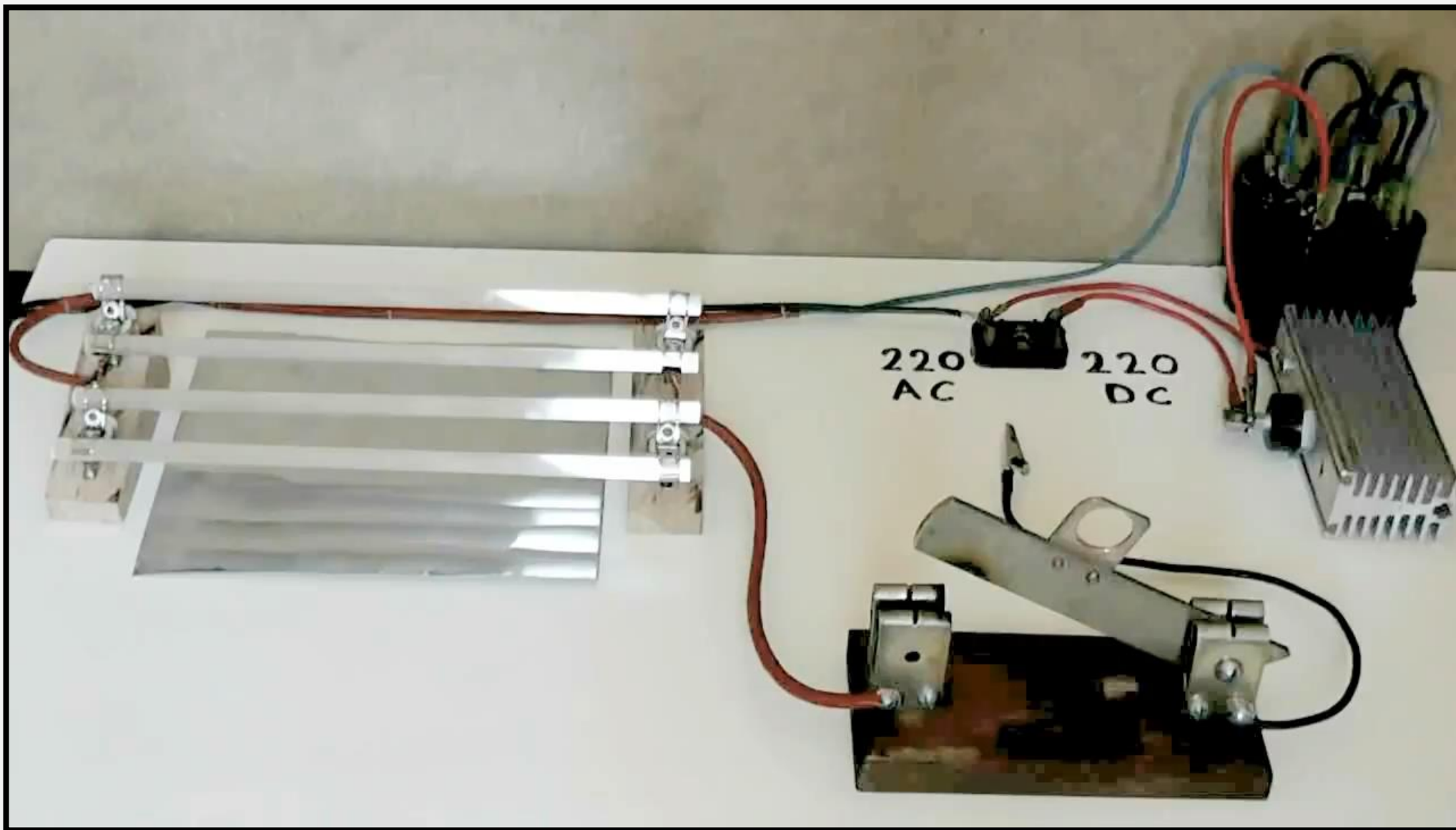
Unbroken conductor:

The flow of current is uninhibited.

Damaged conductor (increased resistance): The current density is increased. The temperature of the conductor rises. The conductor melts

Interrupted conductor (failure in continuity): The conductor is destroyed by heat. Plasma is created due to ionization. The current flows in the form of an electric arc.

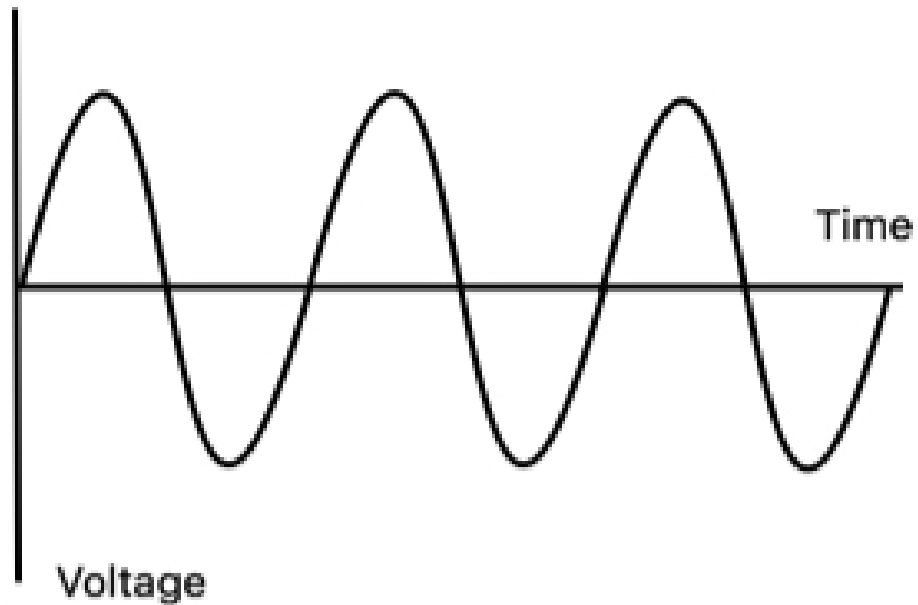
Arc Fault Circuit Interrupter



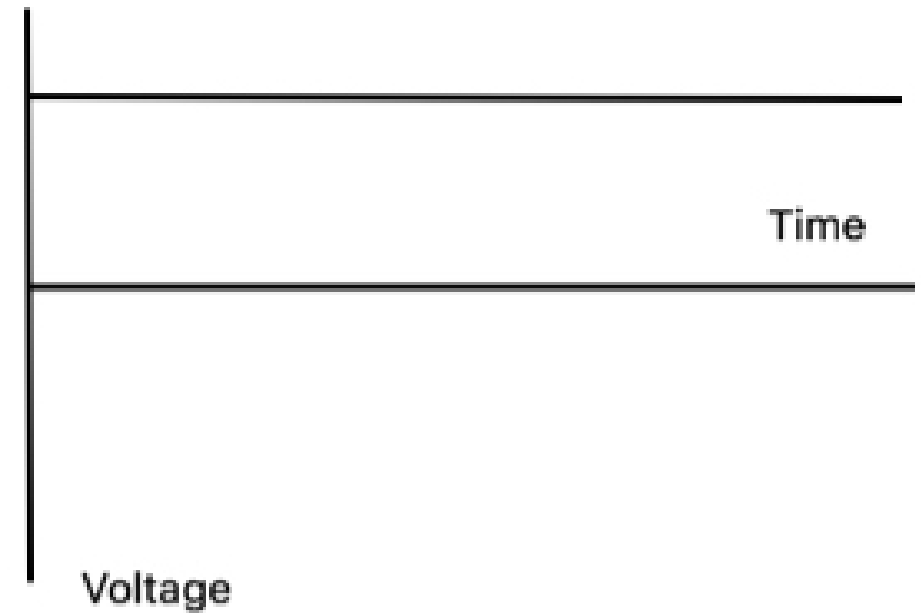
Arc Fault Circuit Interrupter



Voltage in AC Circuit



Voltage in DC circuit



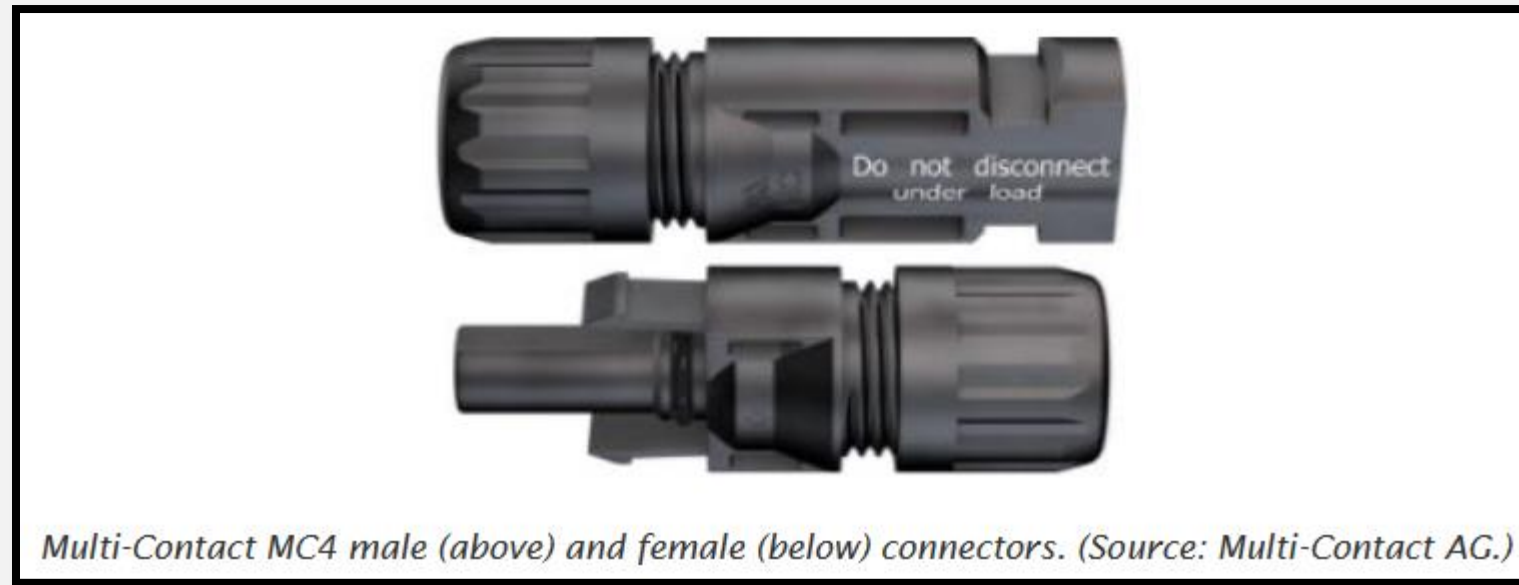
Arc Fault Circuit Interrupter



Connector - MC4 (IEC 62852)

Same type

Same manufacture



Arc Fault Circuit Interrupter



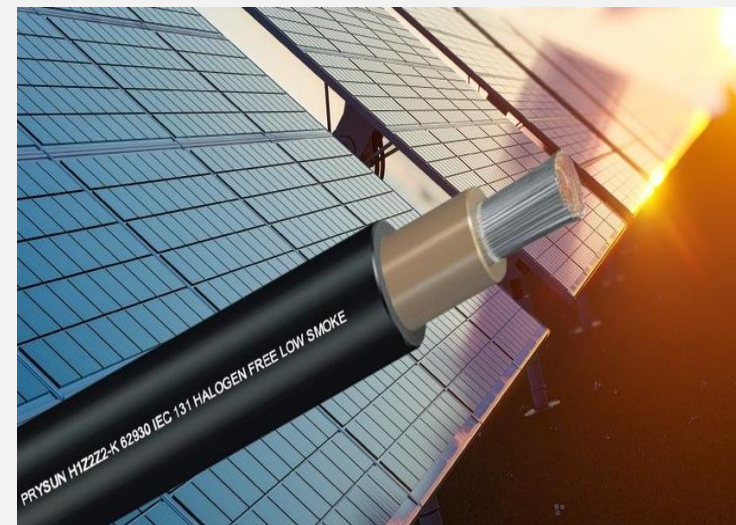
รูปแบบของเคเบิล

เคเบิลที่ใช้ใน PV array ต้องเป็นดังนี้

- ก. มีพิกัดอุณหภูมิที่เหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน
- ข. ถ้าต้องอยู่กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ต้องเป็นแบบทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต หรือได้รับการป้องกันจากแสงอัลตราไวโอเลตด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือต้องติดตั้งอยู่ภายในท่อที่มีการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต ต้องยืดหยุ่น (สายตีเกลียวหลายเส้น) เพื่อรองรับการเคลื่อนที่ของ PV array / PV module เนื่องจากความร้อนหรือลม
- ค. ต้องไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน IEC 60332-1-3 หรือ IEC 60332-1-2

สำหรับเคเบิลแรงต่ำในทุกระบบ (string cable) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด BS EN 50618 หรือ PV2-F ตาม TUV 2 PfG 1169 หรือ UL 4703 หรือ VDE-AR-E 2283-4 หรือ IEC 62930

สำหรับระบบแรงต่ำ ควรใช้ทองแดงชุบดีบุกเพื่อลดการเกิดออกไซด์ของเคเบิล



Arc Fault Circuit Interrupter



DC Arc fault สามารถแยกได้ 3 ประเภท

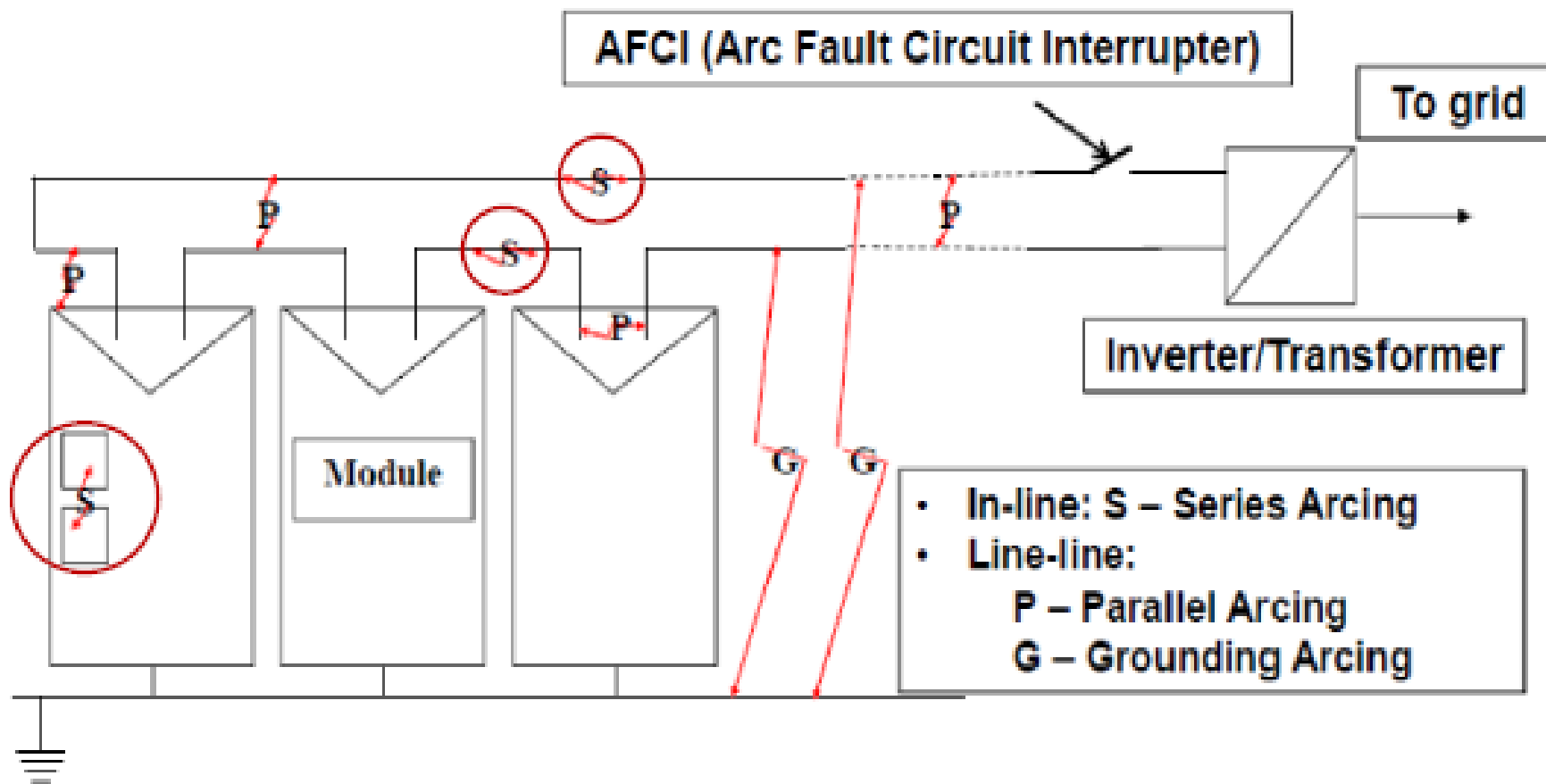
1. Series Arc fault จะเกิดเมื่อระบบ Solar ทำงานและมีกระแสและจะเกิดการอาร์คเมื่อมีจุดต่อในสายหรือตัวนำในสายเกิดการเสียหาย เช่น จุดต่อระหว่างแผงต่อแผง สายขั้วบวกหรือขั้วลบของแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งรวมถึงจุดบัดกรีต่าง ๆ ในแผงด้วย จุดต่อของ disconnect switch จุดต่อที่อินเวอร์เตอร์ ตลอดจนวงจรสาย DC ต่าง ๆ เสียหาย

2. Parallel Arc Fault เกิดจากจะเกิดเมื่อระบบ solar ทำงานและมีกระแสวิ่งผ่านขั้วบวกขั้วลบเนื่องจากความเสียหายของฉนวนของทั้งสองขั้ว

3. To ground Arc Fault การลงกราวด์จากขั้วบวกหรือลบที่ไม่ได้ต่อลงกราวด์หรือไม่ได้ต่อลงกราวด์ทั้งคู่ในระบบ Floating การเกิดนี้เกิดจากการเสียหายของฉนวนเพียงขั้วเดียวเท่านั้น

การเกิดการอาร์คนั้นอาจเกิดจากแบบใดแบบหนึ่งแล้วพัฒนาไปเป็นรูปแบบอื่นได้ เช่น เกิดจาก Series Arc Fault แล้วลามไปเป็น Parallel Arc Fault

Arc Fault Circuit Interrupter



AFCI stipulated in UL 1699B only works for **series** arcing

IEC 63027 covers the testing of arc detection and response times of interruption equipment's used for **serial** arcs within PV circuits

Arc Fault Circuit Interrupter



4.3.12 Arc Fault Circuit Interrupter

ต้องติดตั้ง AFCI ทางด้านกระแสตรงของอินเวอร์เตอร์ เพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากความผิดพลาดจากอาร์ก (arc fault) และตัดวงจรทางด้านกระแสตรงภายใน 2.5 วินาทีเมื่อเกิดความผิดพลาดจากอาร์ก (arc fault)

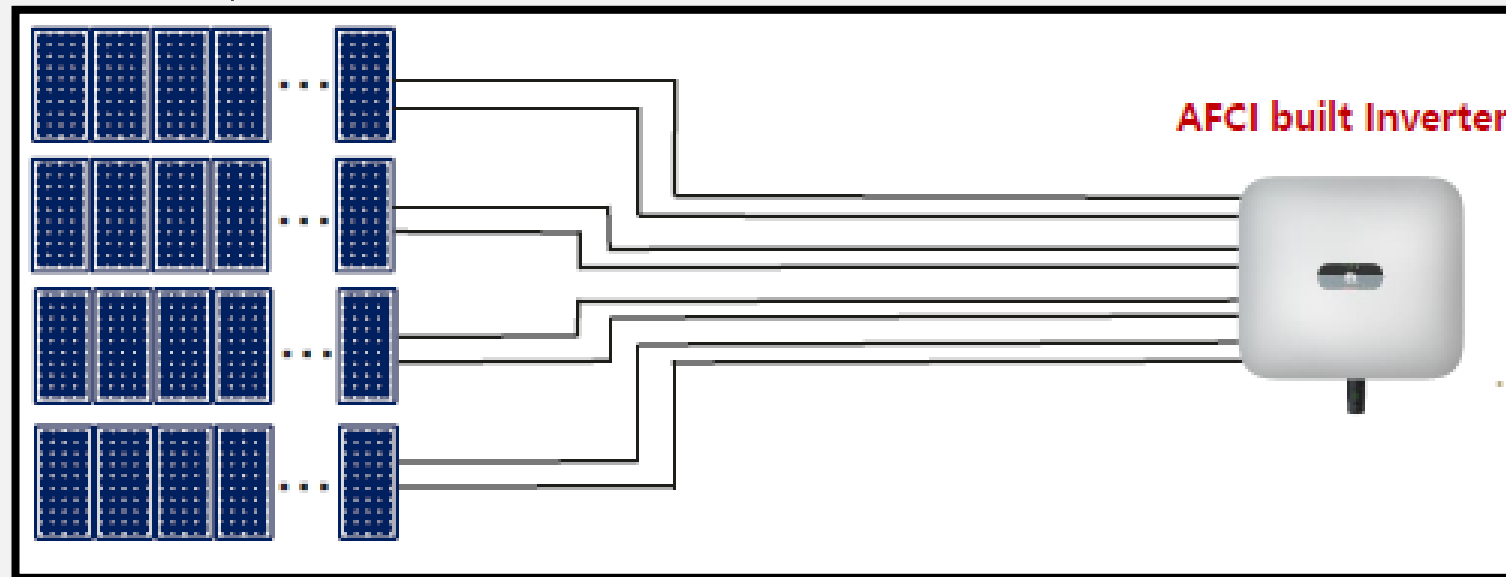
Arc Fault Circuit Interrupter



การป้องกันการอาร์คซึ่งเป็นต้นกำเนิดเพลิงไหม้ (AFCI Protection) สามารถทำได้ 2 รูปแบบ

1. ติดตั้งมาพร้อมกับตัวอินเวอร์เตอร์

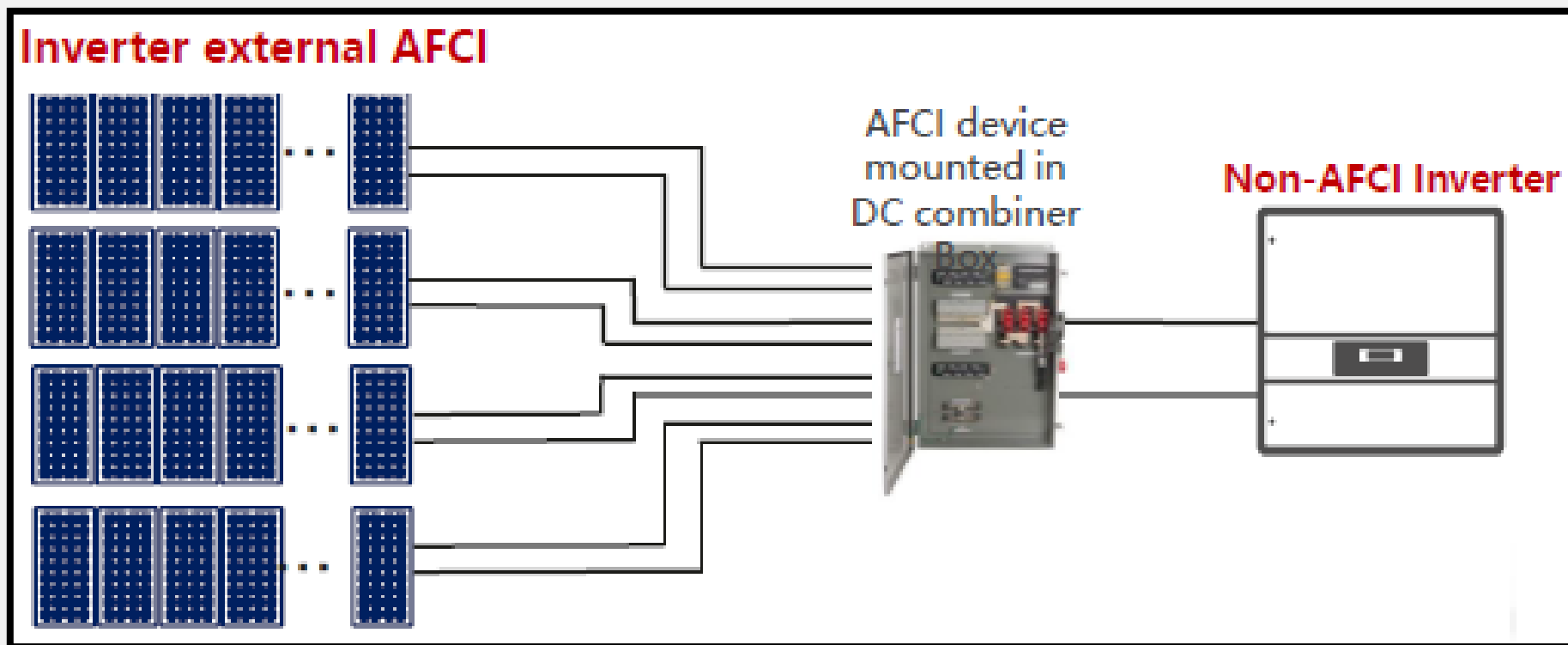
การติดตั้งมาใน อินเวอร์เตอร์ หรือมาประกอบเพิ่มเติมในตัวอินเวอร์เตอร์ภายหลังจากผู้ผลิต (Optional) ทางผู้ผลิตจะทำการออกแบบและทดสอบตามมาตรฐานและจำหน่ายมาพร้อมหรือขายแยกแล้วแต่รุ่นและยี่ห้อ นั้น ๆ เมื่อติดตั้งไปแล้วต้องทำการเปิดการใช้งานตามคู่มือของรุ่นนั้น ๆ



Arc Fault Circuit Interrupter



2. ติดตั้งภายนอก ซึ่ออุปกรณ์ AFCI มาติดเพิ่มเติมโดยไม่ได้ติดตั้งภายในตัวอินเวอร์เตอร์ โดยปกติแล้วจะไม่ใช่วิธีห่อเดียวกันกับอินเวอร์เตอร์



Solar Rooftop system



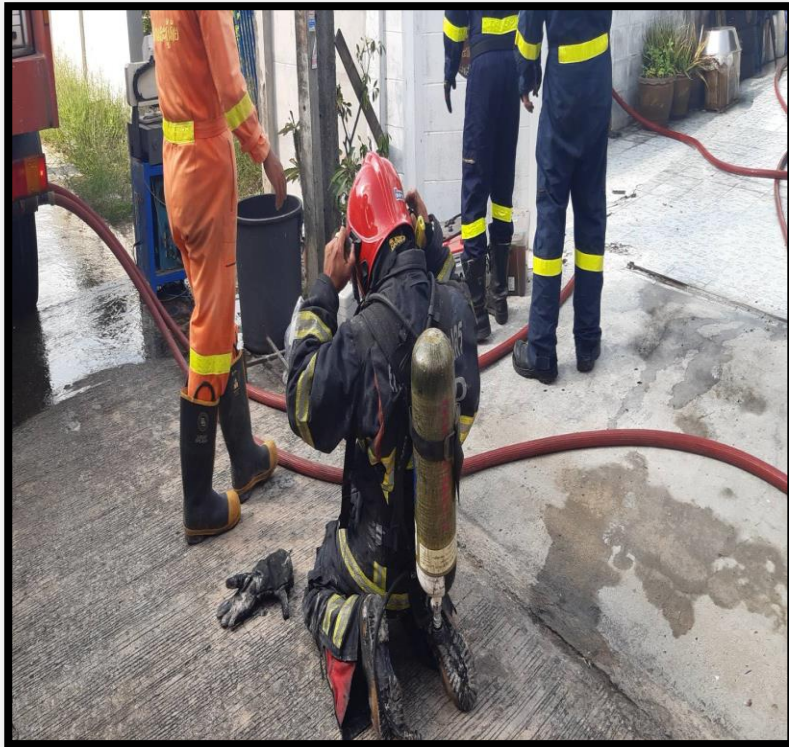
หมู่บ้านเค.ซี. การ์เด็นโฮม 5

ซอยนิมิตใหม่ 40

เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร

เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2565

Solar Rooftop system



รถดับเพลิง ส.ค.พ.บางชั้น ว.10 ที่เกิดเหตุ หน.ชุด ประเมินสถานการณ์ ตรวจสอบผู้ติดค้างและระบบไฟฟ้า เมื่อได้รับการยืนยันจากการตัดไฟฟ้าจากการไฟฟ้า จึงได้จัดทีมดับเพลิงในอาคารเข้าที่เกิดเหตุ ก่อนเข้าตัวอาคารมีการตรวจสอบอีกครั้ง โดยใช้น้ำจากหัวฉีดดับเพลิงตามขั้นตอนการปฏิบัติ โดยไม่ทราบว่ามี การติดตั้ง solar rooftop บนหลังคา

Solar Rooftop system



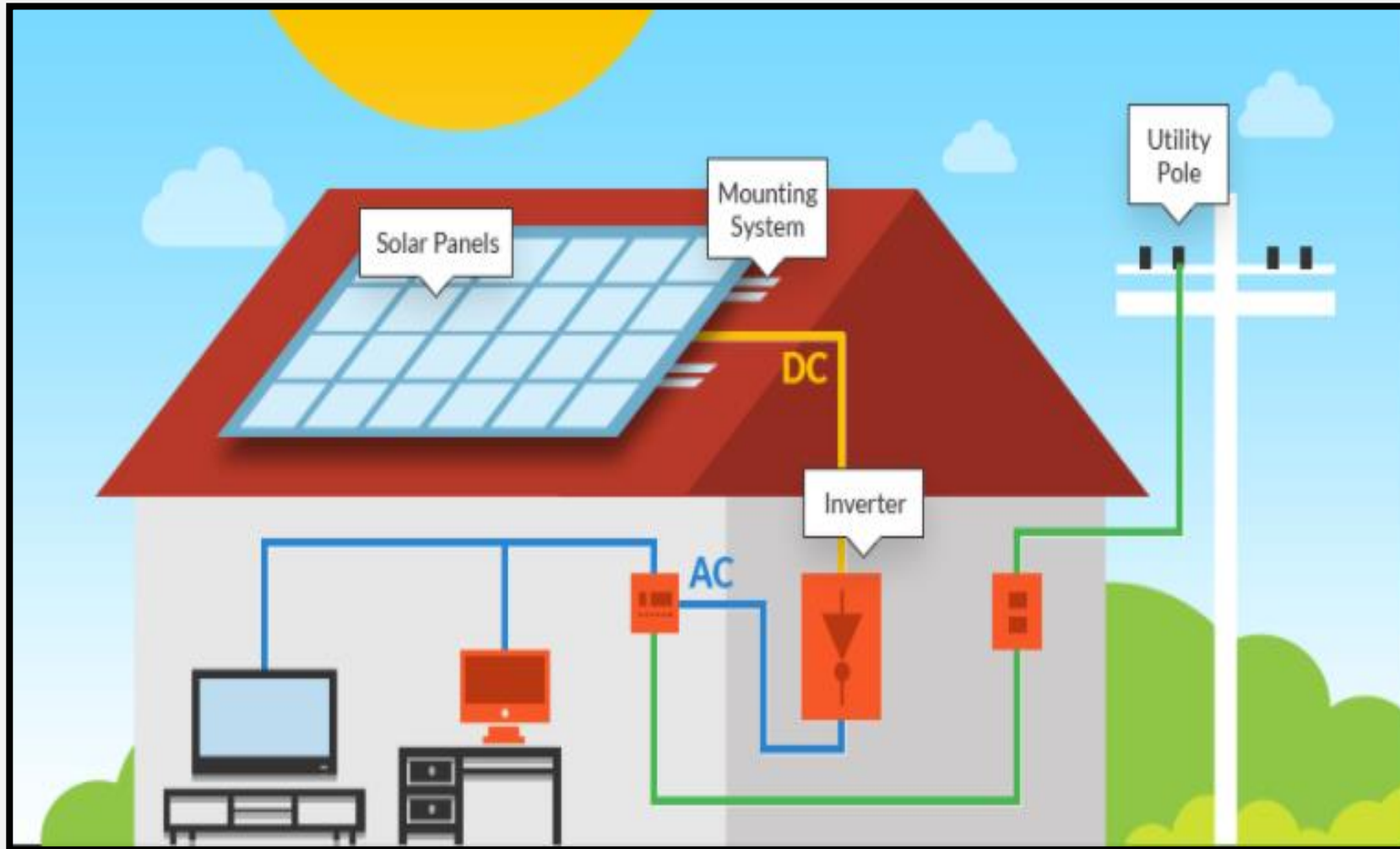
ทีมดับเพลิงในอาคาร 2 นาย เข้าถึงด้านหน้าที่เป็นห้องครัว พบว่า เจ้าหน้าที่ดับเพลิง บางชั้น 1-2 มีอาการชาที่ขาซ้าย และมีอาการปวดแสบปวดร้อนที่ขาซ้ายอย่างรุนแรง พยายามตรวจสอบว่า สัมผัสโดนความร้อนที่เป็นสิ่งของหรือไม่ แต่ไม่พบสิ่งของ มีแต่สายไฟฟ้าภายในบ้าน จึงได้ตัดสินใจถอนทีมออกจากที่เกิดเหตุ

Solar Rooftop system



อาการบาดเจ็บ ของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง

Solar Rooftop system



Major system components

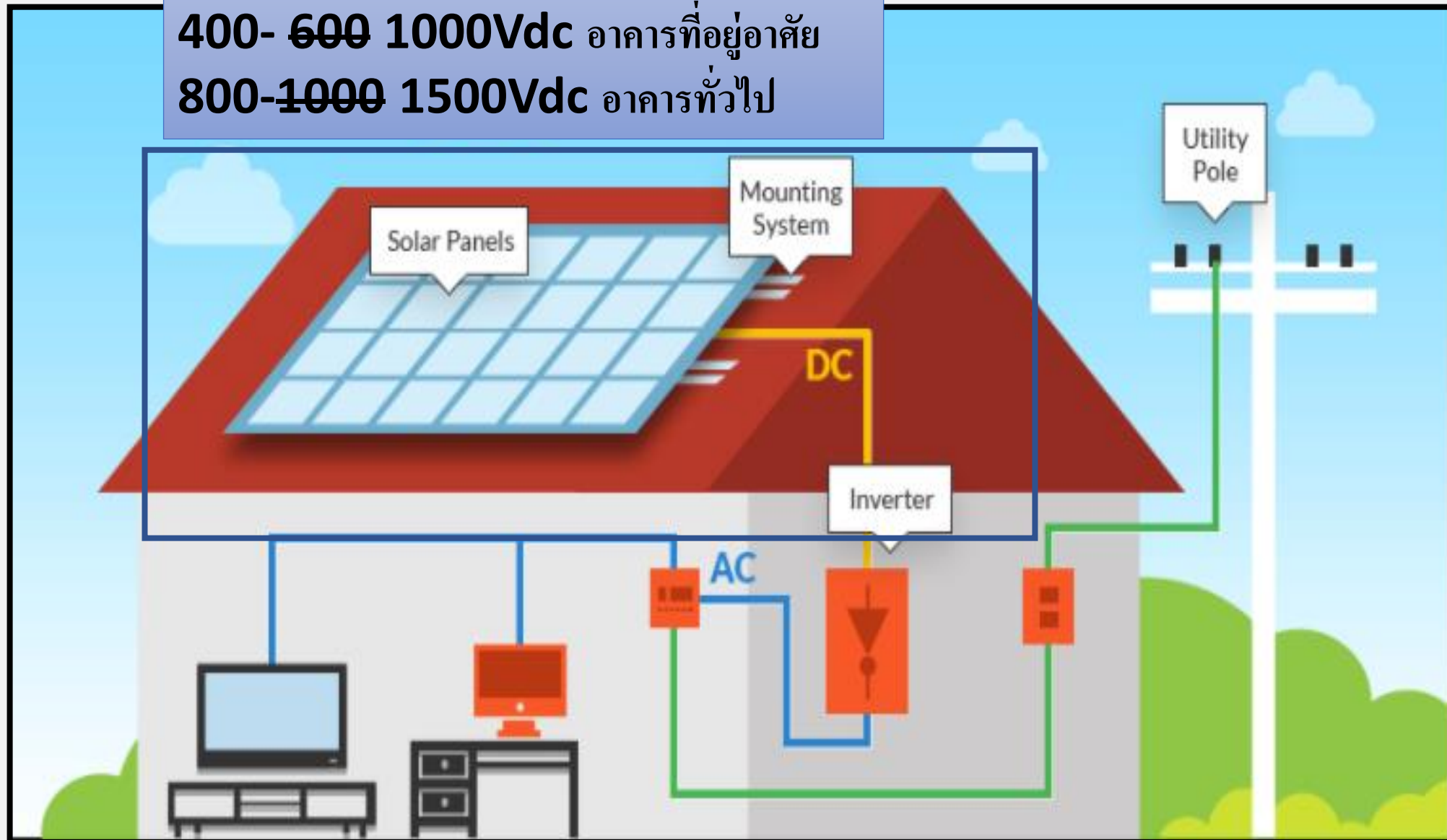
PV module converts sunlight into DC electricity.

Inverter converts DC output of PV panels into a clean AC current for AC appliances or feed back into grid line.



Solar Rooftop system

400- 600 1000Vdc อาคารที่อยู่อาศัย
800-1000 1500Vdc อาคารทั่วไป





Rapid shutdown

4.3.13 อุปกรณ์หยุดทำงานฉุกเฉิน (rapid shutdown)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา “~~ควรพิจารณา~~” อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดทำงานฉุกเฉิน



สัญลักษณ์ต้องเป็น
ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดง



Rapid shutdown

ระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid Shutdown)

(1) ลดแรงดันไฟฟ้าในบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน 80 โวลต์ ภายใน 30 วินาที หรือ ใช้อุปกรณ์ควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดไฟดูดในการเกิดอันตรายต่อพนักงานดับเพลิง ซึ่งต้องมีผลการทดสอบตามขั้นตอน หรือ ใ้รับรอง ตามมาตรฐาน UL3741 โดยรายงานผลการทดสอบต้องออกโดยสถาบันหรือหน่วยงานทดสอบที่เป็นกลาง และได้มาตรฐาน ได้แก่ TUV, VDE, Bureau Veritas, UL, CSA, InterTek หรือ PTEC

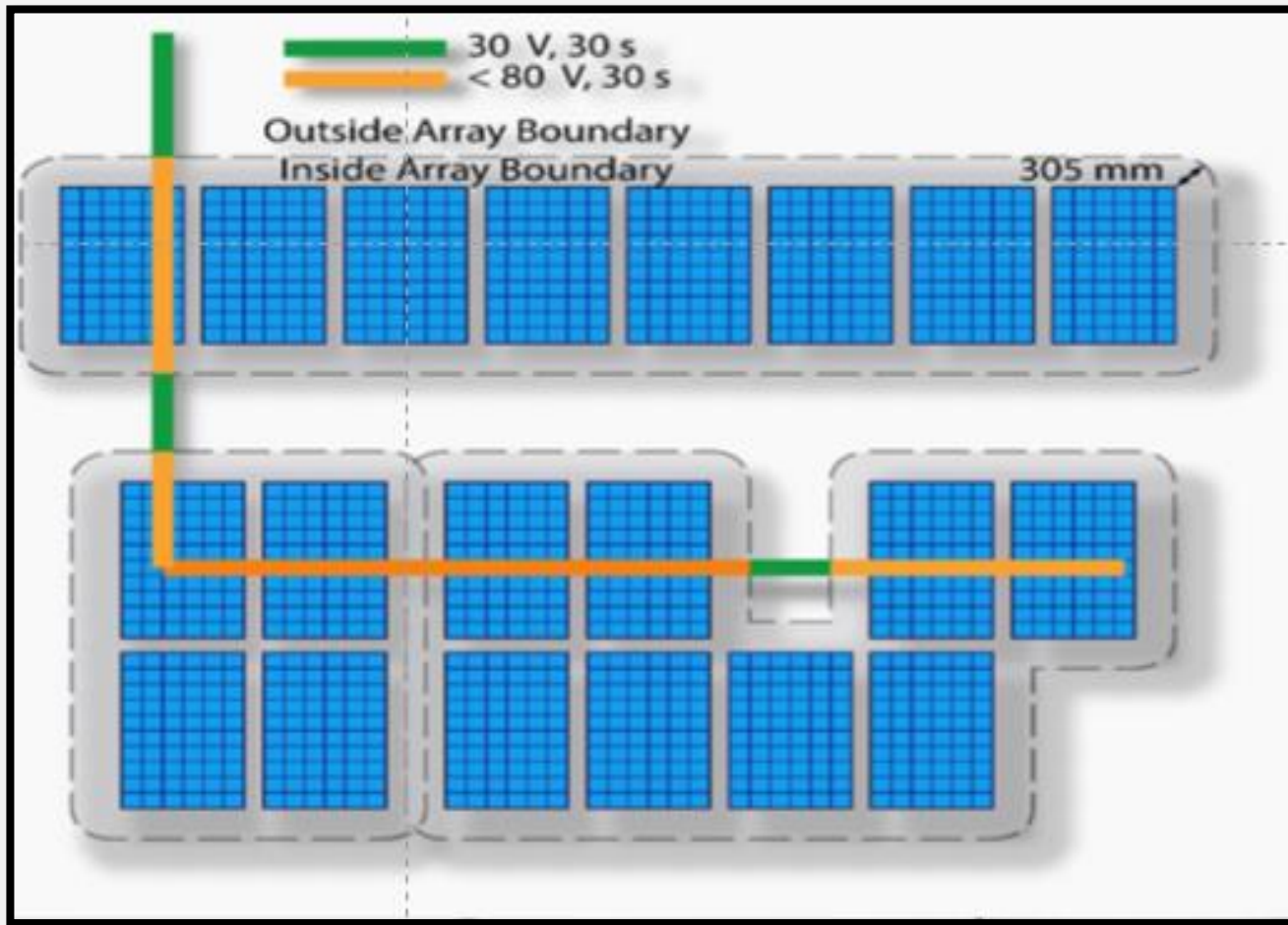
(2) ลดแรงดันไฟฟ้าในสายเคเบิลที่อยู่นอกบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน 30 โวลต์ ภายใน 30 วินาที

หมายเหตุ: Array boundary หมายถึง ขอบเขตโดยรอบ PV array เป็นระยะ 300 มิลลิเมตร ในทุกทิศทาง

(3) ต้องมีการระบุอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดทำงานฉุกเฉิน โดยติดตั้งสวิตช์เริ่มการทำงานในตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่ดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ง่าย เช่น ผนังใกล้ทางเข้าอาคาร เป็นต้น

Rapid shutdown

ระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid Shutdown)



1 ลดแรงดันไฟฟ้าในบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน 80 โวลต์ ภายใน 30 วินาที

2 ลดแรงดันไฟฟ้าในสายเคเบิลที่อยู่นอกบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน 30 โวลต์ ภายใน 30 วินาที

Rapid shutdown

ระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid Shutdown)



3 ต้องมีการระบุอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดทำงานฉุกเฉิน โดยติดตั้งสวิตช์เริ่มการทำงานในตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่ดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ง่าย เช่น ผนังใกล้ทางเข้าอาคาร เป็นต้น



Rapid shutdown



- Voltage 400 Vdc or more
- System cannot be switch off
- การทำความสะอาด PV
 - กลางวัน อันตราย
 - กลางคืน ???

