



(ร่าง) มาตรฐานการติดตั้ง ระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

โดย

ปฏิภาณ กาลวิบูลย์

(วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563)

หัวข้อ

- นิยามคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ควรรทราบ
- องค์ประกอบของระบบกักเก็บพลังงาน
- การเลือกชนิดของแบตเตอรี่
- (ร่าง) มาตรฐานการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

คำศัพท์พื้นฐานที่ควรทราบ

เกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

คำศัพท์เกี่ยวกับคำว่า “แบตเตอรี่”

- แบตเตอรี่ (Battery)
 - วัสดุที่ประกอบด้วยหนึ่งหรือหลายเซลล์ไฟฟ้าต่ออนุกรมกัน ขนานกัน หรือทั้งอนุกรมและขนานกันก็ได้
- โมดูลแบตเตอรี่ (Battery Module)
 - แบตเตอรี่ซึ่งอาจประกอบด้วยหนึ่งหรือหลายเซลล์ก็ได้ และอาจมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการตรวจสอบ การจัดการ รวมถึงการป้องกัน
- ระบบแบตเตอรี่ (Battery System)
 - ระบบซึ่งประกอบด้วยหนึ่งหรือหลายโมดูลแบตเตอรี่ ระบบแบตเตอรี่จะรวมระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System, BMS) และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ (Auxiliary Equipment) ด้วย **ทั้งนี้ไม่รวมอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า (Power Conversion Equipment, PCE)**
- ระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System, BESS)
 - ระบบกักเก็บพลังงานซึ่งมีระบบแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์หลักในการกักเก็บพลังงาน **ทั้งนี้ BESS รวม PCE เป็นส่วนหนึ่งด้วย**

ภาพตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่

โมดูลแบตเตอรี่ (Battery Module)

ระบบแบตเตอรี่ (Battery System)

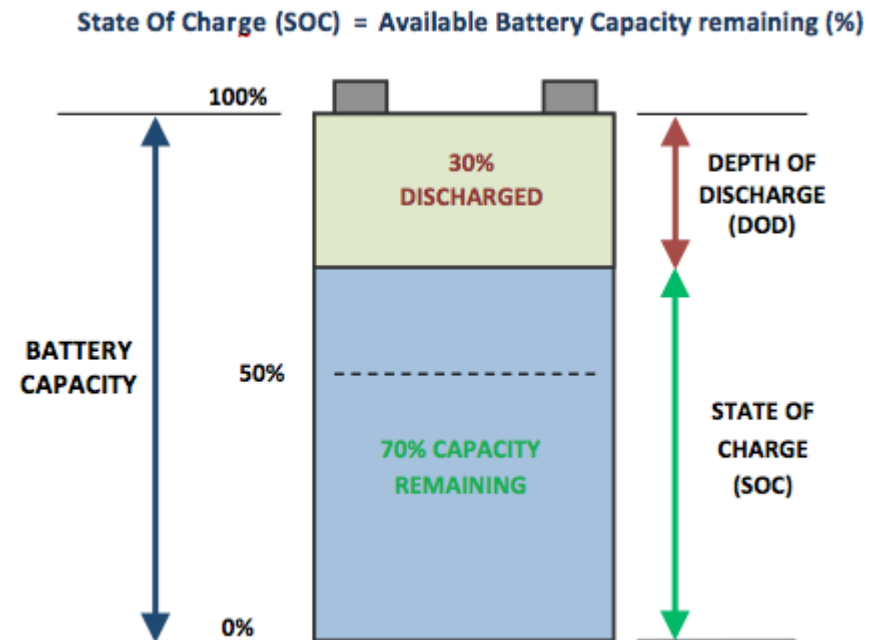


ที่มา : <https://datacenterfrontier.com/new-nfpa-battery-standard-could-impact-data-center-ups-designs/>

คำศัพท์เกี่ยวกับสถานะของแบตเตอรี่

- สถานะประจุ (State of Charge, SoC)
 - ปริมาณของประจุไฟฟ้าที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่หรือระบบแบตเตอรี่ แสดงอยู่ในรูปร้อยละของค่าพิกัด
- สถานะสุขภาพ (State of Health, SoH)
 - ค่าที่บ่งบอกสถานะของแบตเตอรี่เมื่อเทียบกับค่าที่ระบุใน Specification แสดงอยู่ในรูปร้อยละของค่าพิกัด
- ความลึกการคายประจุ (Depth of Discharge, DoD)
 - ค่าที่บ่งบอกปริมาณการคายประจุโดยเทียบกับขนาดพิกัดการเก็บประจุของแบตเตอรี่
- อายุวัฏจักร (Cycle Life)
 - จำนวนครั้งที่แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้ ในสภาวะที่กำหนด โดยนับตั้งแต่เริ่มใช้งานไปจนกว่า SoH จะมีค่าเท่ากับ 80 %
 - Cycle Life จึงขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการใช้งานเป็นสำคัญ เช่น อุณหภูมิ C-rate รวมถึง DoD ของการ discharge แต่ละครั้ง
 - ปัจจุบันเรามักใช้เงื่อนไขอุณหภูมิ 25 °C ที่อัตรา 1C-rate และ 80 %DoD เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ Cycle Life

ตัวอย่างคำอธิบายสถานะของแบตเตอรี่



ที่มา : www.cleanenergyreviews.info/blog/simpliphi-pylontech-narada-bae-lead-acid-battery

คำศัพท์เกี่ยวกับแรงดันของแบตเตอรี่

- Nominal Voltage
 - แรงดันอ้างอิงของแบตเตอรี่ หรือระดับแรงดันปกติของแบตเตอรี่ที่สามารถทำงานได้
- Cut-off Voltage
 - แรงดันต่ำสุดที่แบตเตอรี่สามารถ discharge ได้อย่างปลอดภัย
 - อาจถือว่าแบตเตอรี่ที่ระดับแรงดัน Cut-off Voltage มี SoC 0 %
- Maximum Voltage
 - แรงดันสูงสุดที่แบตเตอรี่สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย
 - อาจถือว่าแบตเตอรี่ที่ระดับแรงดัน Maximum Voltage มี SoC 100 %

อัตราการคายประจุ หรือ C-rate

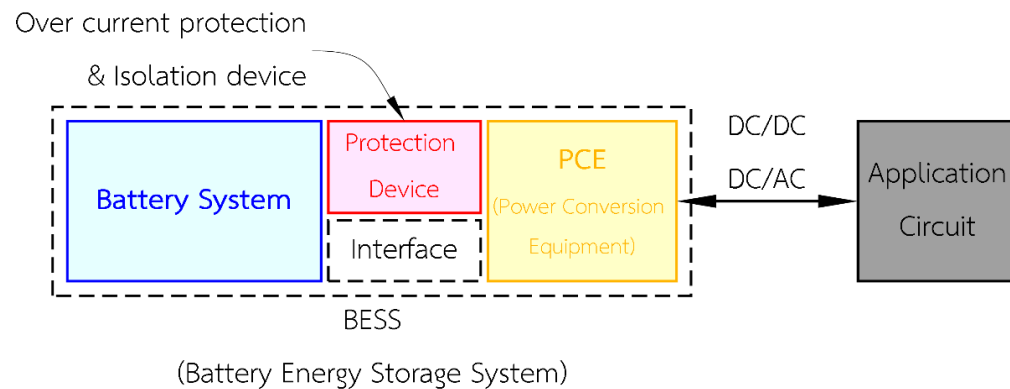
- อัตราการคายประจุ คือ ขนาดกระแสที่ใช้ในการ discharge (หรือ charge) จะใช้สัญลักษณ์ $x C_t$
- ตัว C_t หมายถึง ขนาดประจุของแบตเตอรี่เมื่อ discharge ด้วยกระแสคงที่จนหมดในเวลา t ชั่วโมง
 - เช่น แบตเตอรี่ที่สามารถ discharge ได้ด้วยกระแส 10 A คงที่ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมงจนกว่าแบตเตอรี่จะหมด จะสามารถเขียนได้ว่า แบตเตอรี่นี้มีขนาด 100 Ah และขนาดกระแส C_{10} มีค่าเท่ากับ 10 A
- ตัว x ที่อยู่หน้า C_t บ่งบอกจำนวนเท่าของขนาดกระแส C_t
 - เช่น จากตัวอย่างข้างต้น หากแบตเตอรี่ดังกล่าวกำลัง discharge ด้วยอัตราการคายประจุ $2C_{10}$ หมายความว่า แบตเตอรี่กำลัง discharge ด้วยขนาด 20 A
- โดยทั่วไป สำหรับแบตเตอรี่ประเภท lithium-ion ขนาดประจุของแบตเตอรี่ที่ค่ากระแสคงที่ต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกันมาก ทำให้หลายครั้งเราละเลยที่จะเขียน t ห้อยท้ายตัว C และมักเขียนเฉพาะ $x C$ และสื่อความหมายว่า $x C$ คือขนาดกระแส x เท่าของขนาดประจุของแบตเตอรี่

องค์ประกอบของระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

ระบบแบตเตอรี่ อุปกรณ์ป้องกัน และอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า

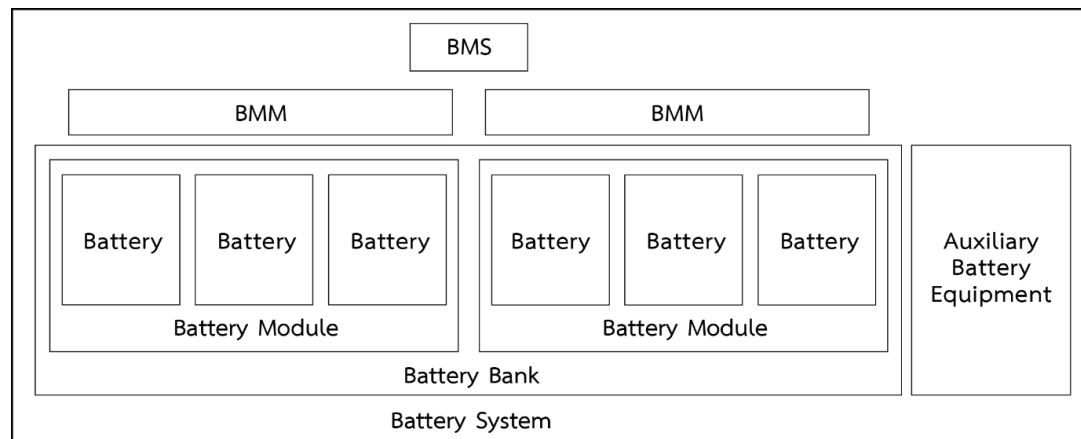
องค์ประกอบหลักของระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

1. ระบบแบตเตอรี่
2. อุปกรณ์ป้องกัน และ Interface
3. อุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า

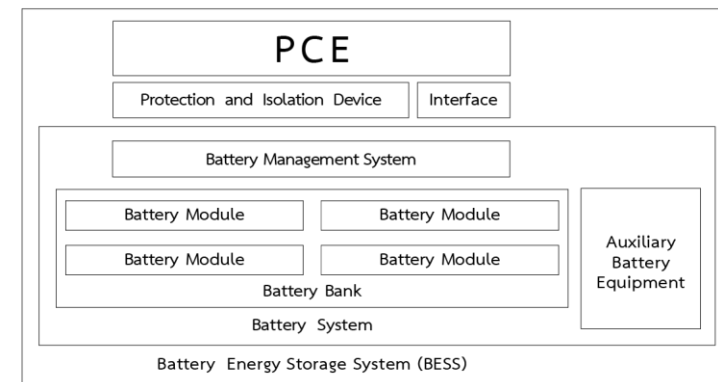


ภาพตัวอย่างแสดงองค์ประกอบของระบบแบตเตอรี่และระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ประเภทลิเทียมไอออน

Battery System



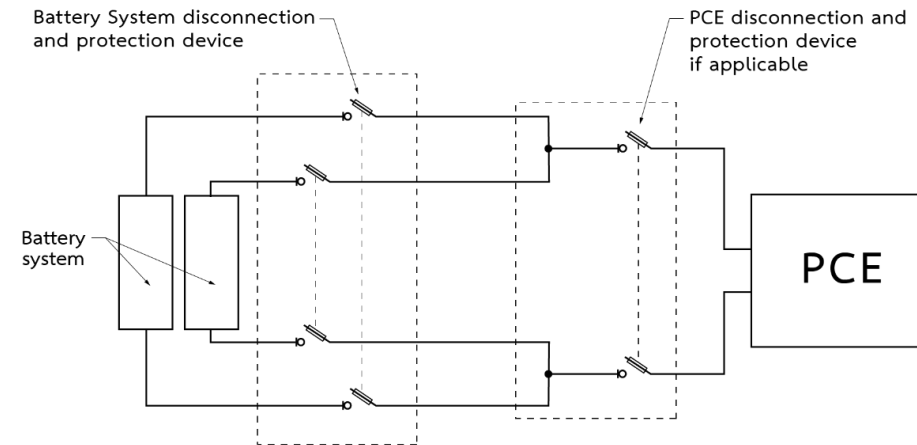
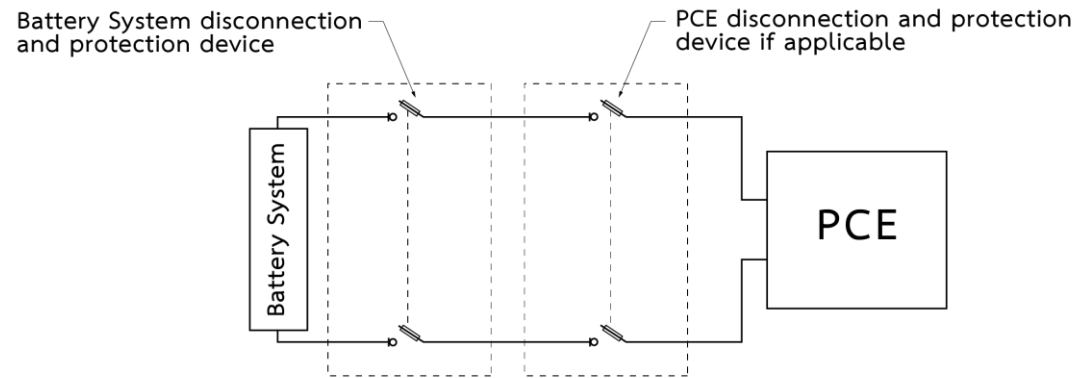
Lithium-ion Battery Energy Storage System



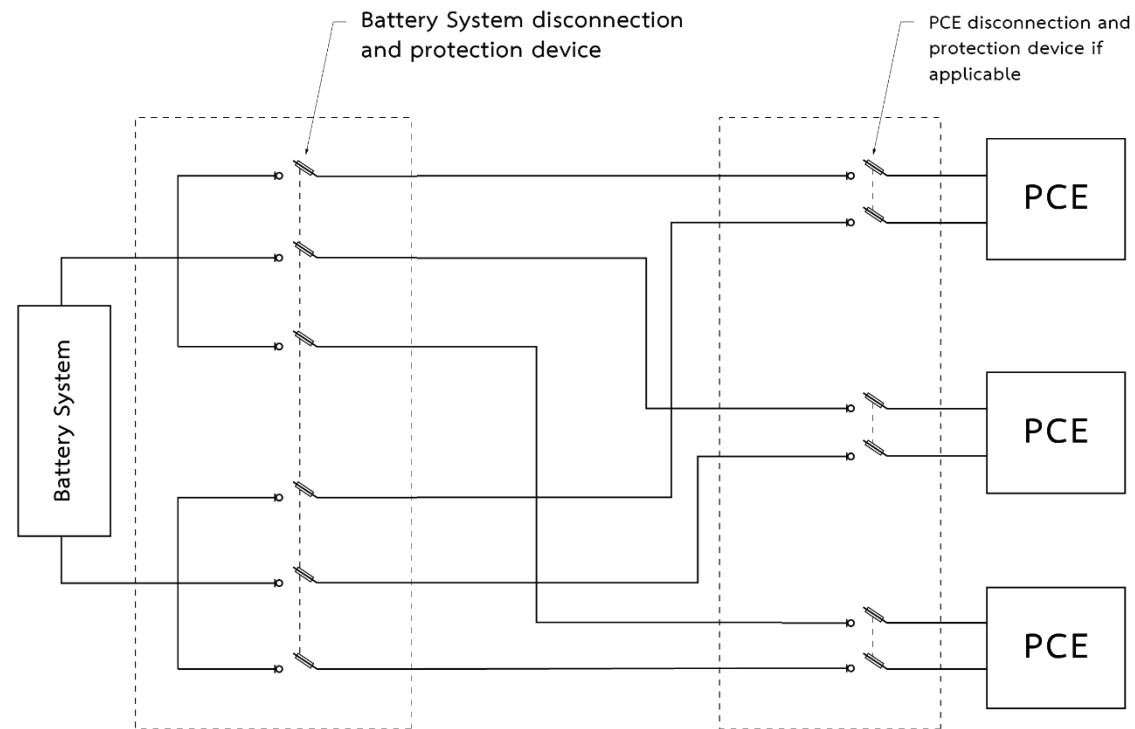
แผนภาพทางไฟฟ้าแสดงองค์ประกอบของ BESS

หนึ่งระบบแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับหนึ่ง PCE

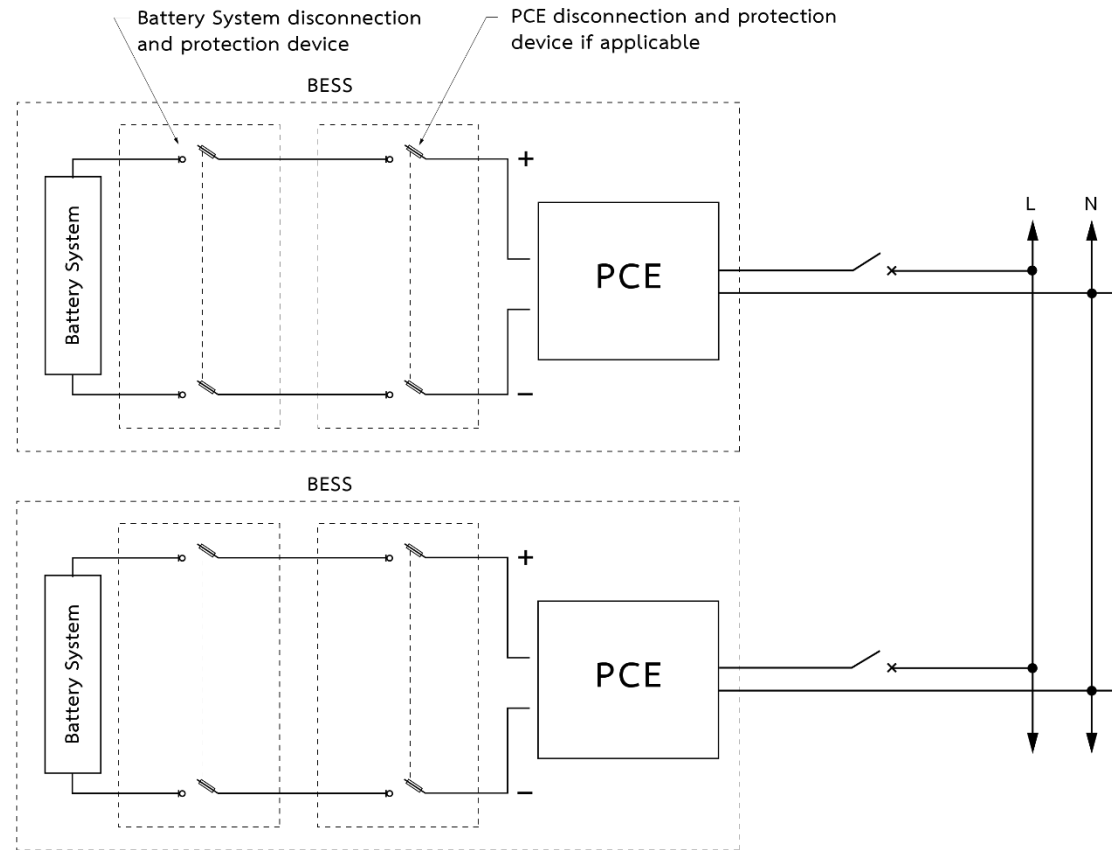
หลายระบบแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับหนึ่ง PCE



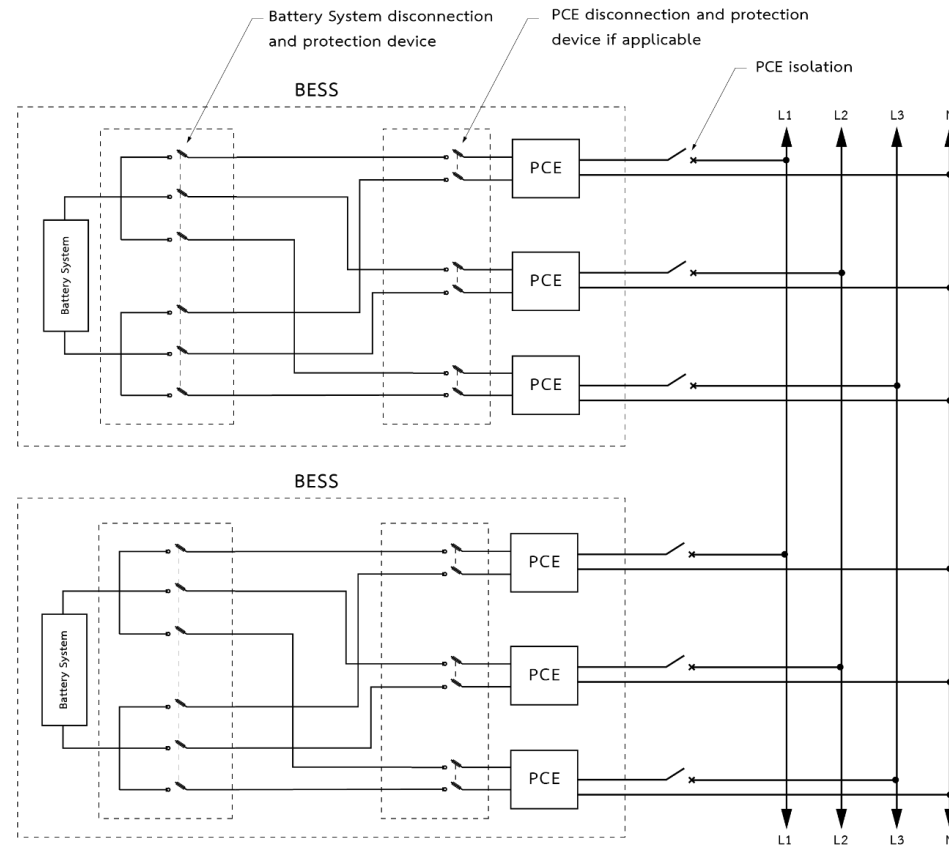
BESS ที่มีหนึ่งระบบแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับหลาย PCE



การเชื่อมต่อขนานกันของหลาย BESS แต่ละ BESS มีหนึ่ง PCE



การเชื่อมต่อขนานกันของหลาย BESS แต่ละ BESS มีหลาย PCE



การเลือกชนิดของแบตเตอรี่

ประเภทของแบตเตอรี่และข้อดีข้อเสียต่าง ๆ

หลักคิดสำคัญในการเลือกเทคโนโลยีแบตเตอรี่

- วัตถุประสงค์การใช้งาน
- อายุการใช้งาน
- สภาพแวดล้อมของการใช้งาน
- ค่าใช้จ่าย

เปรียบเทียบสมบัติของแบตเตอรี่แต่ละประเภท

สมบัติ	สมรรถนะ		
	กรดตะกั่ว	นิเกิล - เมทัลไฮไดรด์	ลิเทียมไอออน
ความจุพลังงานเทียบกับขนาด	พอใช้	ดี	ดีมาก
ความจุพลังงานเมื่อเทียบกับน้ำหนัก	พอใช้	ดี	ดีมาก
กำลังไฟฟ้า	พอใช้	ดี	ดีมาก
ประสิทธิภาพการจ่ายประจุ	พอใช้	ดี	ดีมาก
อัตราการสูญเสียประจุขณะที่ไม่ได้ใช้งาน	ดี	พอใช้ (สูญเสียมาก)	ดีมาก (สูญเสียน้อย)
อายุการใช้งาน Cycle life	พอใช้-ดี	ดี	ดี-ดีมาก
อายุการใช้งานตามปีปฏิทิน	พอใช้	ดีมาก	ดี-ดีมาก
ช่วงอุณหภูมิการใช้งาน	พอใช้ (แคบ)	ดี	ดี
ความปลอดภัย	ดี	ดี	พอใช้-ดี
การดูแลรักษา	พอใช้-ดี	พอใช้	ดีมาก (สะดวก)
ราคา	ดีมาก (ถูก)	ดี	พอใช้ (แพง)
ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	พอใช้	ดี	ดีมาก

(ร่าง)

มาตรฐานการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่

สถานที่ติดตั้งระบบแบตเตอรี่

- ต้องติดตั้งแบตเตอรี่ในสิ่งห่อหุ้ม (Enclosure) หรือห้อง (Room) เท่านั้น

หมายเหตุ

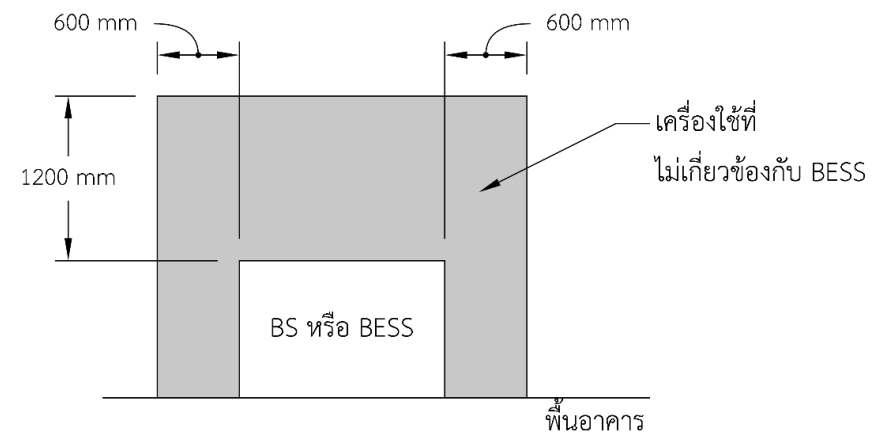
สิ่งห่อหุ้มคือ พื้นที่ปิดที่ไม่ใหญ่มากพอให้คนเข้าไปยืนและเคลื่อนไหวได้ภายใน
ห้อง คือพื้นที่ปิดที่มีขนาดใหญ่มากพอให้คนเข้าไปและเดินภายในพื้นที่ได้

ห้ามติดตั้งแบตเตอรี่ตามสถานที่ต่อไปนี้

- บนฝ้า
- ช่องว่างผนัง
- บนหลังคา
- ใต้บันได (ไม่รวมห้องใต้บันได) หรือ ใต้ทางเดินที่มีการใช้งาน
- ใต้พื้นของห้องพักอาศัย

ข้อจำกัดเรื่องสถานที่

- ห้ามติดตั้ง ระบบแบตเตอรี่ (BS) หรือระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ (BESS)
 - ในบริเวณอันตรายตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท.
 - ในระยะ 600 มม. จากทางออก
 - ในระยะ 600 มม. จากแหล่งความร้อนที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของ BS หรือ BESS
 - ในระยะ 1,200 มม. ใต้ทางออกหรือแหล่งความร้อนที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของ BS หรือ BESS
 - ใต้หน้าต่างหรือช่องระบายอากาศในอาคาร



สิ่งห่อหุ้มระบบแบตเตอรี่ (Battery System)

- เหมาะสมสำหรับประเภทของแบตเตอรี่ และระบบแบตเตอรี่
- พื้นผิวที่เป็นตัวนำทั้งหมดของแบตเตอรี่ต้องมีฉนวนหุ้ม หรือมีการป้องกัน
- สิ่งห่อหุ้มต้องมีการระบายอากาศที่เพียงพอสำหรับการทำงานในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดจากผู้ผลิต
- ต้องไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถหล่นลงมาได้ติดตั้งอยู่เหนือแบตเตอรี่
- พื้นที่ในสิ่งห่อหุ้มระบบแบตเตอรี่ต้องมีระยะเผื่อ (Clearance) ดังต่อไปนี้
 - ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่ 3 mm
 - ระยะอย่างน้อย 25 mm ระหว่างแบตเตอรี่และผนังสิ่งห่อหุ้ม

สิ่งต่อหุ้มระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ (BESS)

- สิ่งต่อหุ้มต้องแบ่ง BESS ออกเป็น 2 ส่วน
 - ส่วนหนึ่งต่อหุ้ม Battery System
 - อีกส่วนหนึ่งต่อหุ้ม PCE
 - อุปกรณ์อื่น ๆ จะอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งก็ได้
- การเข้าถึง 2 ส่วนของสิ่งต่อหุ้มนั้นต้องแยกออกจากกัน (เช่น มีประตูแยกกัน)

ห้องระบบแบตเตอรี่

- ห้องระบบแบตเตอรี่ต้องใช้สำหรับระบบแบตเตอรี่และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
- ห้องต้องตั้งอยู่ในตำแหน่งที่การเข้าถึงไม่ถูกขวางโดยโครงสร้างของอาคาร
- ขนาดของห้องต้องมีระยะเผื่อสำหรับการเข้าถึงเพื่อติดตั้งและซ่อมบำรุง
- ต้องไม่มีอุปกรณ์ที่อาจร่วงหล่นได้อยู่เหนือระบบแบตเตอรี่
- ช่องทางเดิน (Aisle Width) ต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 600 mm
- ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงต้องไม่อยู่เหนือ BESS หรือตัวนำที่เปลือยโดยตรง

การป้องกันอัคคีภัย

- ถ้าแบตเตอรี่ติดตั้งอยู่ในอาคารที่มีระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) ควรมีการ
 - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ (Detection Device) ที่ห้องแบตเตอรี่และเชื่อมต่อกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
 - ห้องที่ใช้ติดตั้งระบบแบตเตอรี่ ต้องผ่านข้อกำหนดเช่นเดียวกับห้องไฟฟ้าตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท.



Smoke Detector



Heat Detector



Flame Detector, Flame Checker

ที่มา : www.secom.co.th/en/products/fire-alarm/

การป้องกันอันตรายทางไฟฟ้า

- ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าสำหรับ BESS มี 2 หน้าที่สำคัญ คือ
 - ป้องกันกระแสเกิน (Over Current Protection) จาก BESS
 - ปลดวงจรระบบแบตเตอรี่ (Isolation of Battery System)

อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

- เป็นแบบ Non-polarized และมีค่าพิกัดสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง (DC Rated)
- มีค่าพิกัดแรงดันสูงกว่าค่าสูงสุดของระบบแบตเตอรี่ภายใต้การทำงานทุกเงื่อนไข
- มีค่าพิกัดเพื่อป้องกันสายไฟฟ้าในระบบแบตเตอรี่
- อาจใช้ HRC Fuse หรือ Circuit Breaker ประเภทต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
- ถ้าระบบแบตเตอรี่มีอุปกรณ์ป้องกัน (เช่น ใน BMS) ที่สามารถป้องกันกระแสเกินได้ อาจไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มถ้า
 - ผู้ผลิตอนุญาตให้ใช้ในการป้องกันที่สายไฟขาออกได้ และ
 - สายไฟขาออกสามารถทนกระแสได้มากกว่าพิกัดของอุปกรณ์ป้องกันนั้น

การปลดวงจรระบบแบตเตอรี่ (Isolation of Battery System)

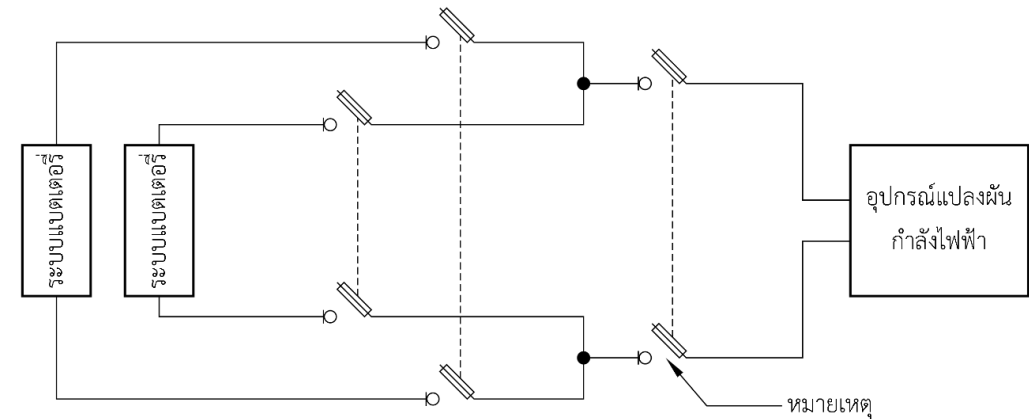
- ระบบแบตเตอรี่ต้องสามารถปลดวงจรออกจากอุปกรณ์อื่น ๆ (เช่น PCE) ได้อย่างปลอดภัย
- อุปกรณ์ปลดวงจรต้องทำงานพร้อมกันในทุกตัวนำ
- อุปกรณ์ปลดวงจรต้องสามารถตัดวงจรขณะจ่ายไฟฟ้าได้ (Load Breaking)
- ถ้าระบบแบตเตอรี่มีอุปกรณ์ปลดวงจรภายใน อาจไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ปลดวงจรเพิ่มถ้าอุปกรณ์นั้นสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์ภายนอก
- ต้องติดตั้งอุปกรณ์ปลดวงจรในระยะที่มองเห็น (In Sight) จากข้าขาออก
- ตัวอย่าง : ถ้าระบบแบตเตอรี่มี BMS ที่สามารถทำหน้าที่ ป้องกันกระแสเกิน และ ปลดวงจร ได้ ปลอดภัยแล้วตามข้อกำหนดที่กล่าวมาแล้ว ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันภายนอกเพิ่มเติม

สวิตช์ปลดวงจร (Switch Disconnect)

- เป็นแบบ Non-polarized และเป็นค่าพิกัด DC
- มีแรงดันพิกัดสูงกว่าแรงดันสูงสุดของระบบแบตเตอรี่ภายใต้ทุกเงื่อนไขการทำงาน
- มีพิกัดที่สามารถทนต่อกระแสลัดวงจรสูงสุดได้
- มีพิกัดขั้นต่ำสัมพันธ์กับพิกัดกระแสตรงของ BESS
- มีพิกัดสำหรับการทำงานแบบ independent manual
- มี minimum pollution degree 3 classification
- สามารถล๊อคในตำแหน่งเปิดได้ และสามารถล๊อคได้เมื่อ Main Contact อยู่ในตำแหน่งเปิดเท่านั้น
- เป็นไปตามข้อกำหนดการปลดวงจรสำหรับอุปกรณ์ปลดวงจร
- มี Utilization Category อย่างน้อย DC21B

BESS ที่มีระบบแบตเตอรี่ต่อขนานกัน

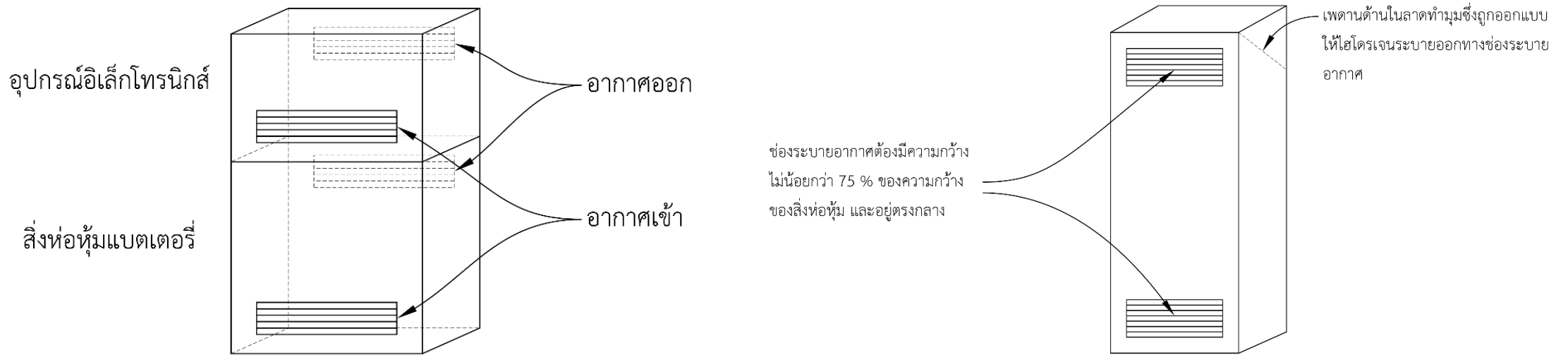
- ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันแยกสำหรับแต่ละระบบ
- สายไฟที่ออกจากระบบแบตเตอรี่แต่ละระบบไปยังจุดเชื่อมต่อ (เช่น PCE หรือ ตู้/กล่องรวมสาย) ต้องมีความต้านทานสายเท่ากัน
 - วิธีการนี้สามารถทำได้โดยใช้สายชนิดเดียวกัน มีขนาดเท่ากัน และความยาวเท่ากัน



หมายเหตุ : ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่สายที่ต่อกับอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้าเมื่อสายมีขนาดทนกระแสต่ำกว่าผลรวมของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของระบบแบตเตอรี่แต่ละตัว

การป้องกันภัยจากแก๊สระเบิด

- ติดตั้งระบบระบายอากาศ
 - แบบธรรมชาติ
 - แบบเครื่องระบายอากาศทางกล (Mechanical Ventilation)



ตัวอย่างสิ่งทอหุ้มระบบแบตเตอรี่ที่มีช่องระบายอากาศเข้าและออกตรงข้ามกัน

ตัวอย่างสิ่งทอหุ้มระบบแบตเตอรี่ที่มีช่องระบายอากาศเข้าและออกด้านเดียวกัน



จบการนำเสนอ

ขอบคุณครับ