จัดโดย

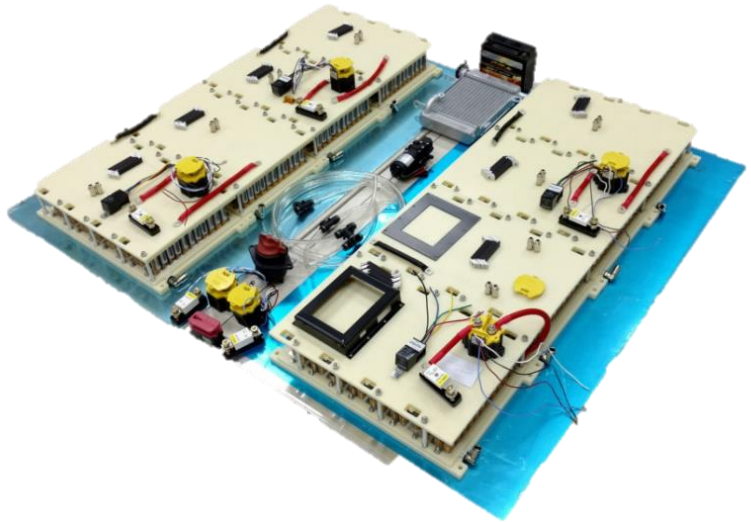
สวทช NSTDA THAILAND SCIENCE PARK

MOdern TranspOrts & Auto Parts Tech Day 2018

งานแสดงเทคโนโลยีระบบขนส่งสมัยใหม่และชิ้นส่วนยานยนต์ ประจำปี 2561

โอกาสของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบขนส่งสมัยใหม่

21 กันยายน 2561 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย



แนวโน้มเทคโนโลยีการออกแบบแพ็กแบตเตอรี่และระบบระบายความร้อน และโอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

มานพ มาสมทบ

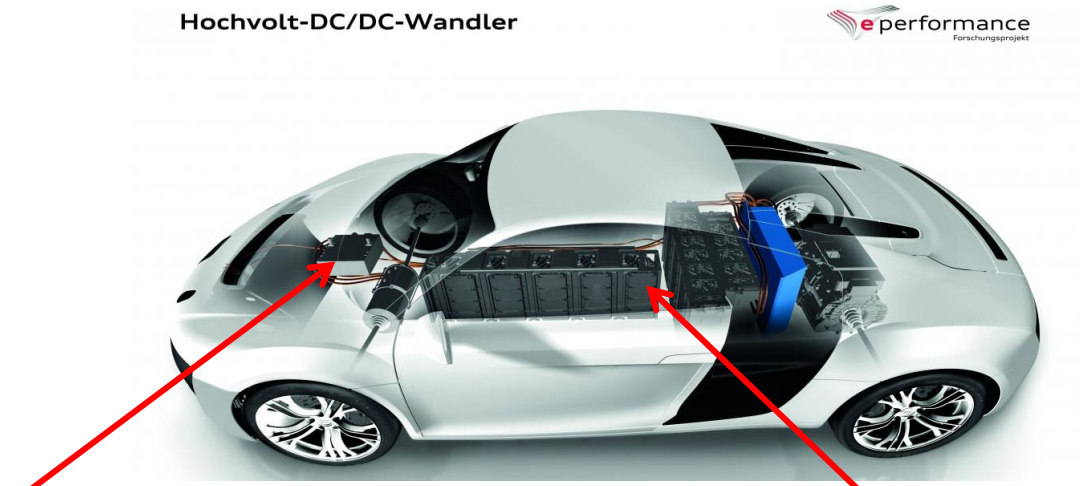
หน่วยวิจัยวัสดุเพื่อพลังงาน

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

MTEC a member of NSTDA สวทช NSTDA

องค์ประกอบชุดแพ็กแบตเตอรี่



Source: Manop Masomtob, Christoph Schaeper, Wei Zhou, Dirk Uwe Sauer, “Battery Pack Temperature Distribution Simulation with COMSOL and MATLAB®” COMSOL Conference 2012 Milan Proceedings , October 2012, Milan, Italy

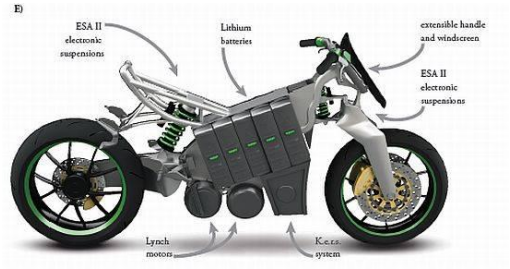
1. **ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า**
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

© MTEC 2018

1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า

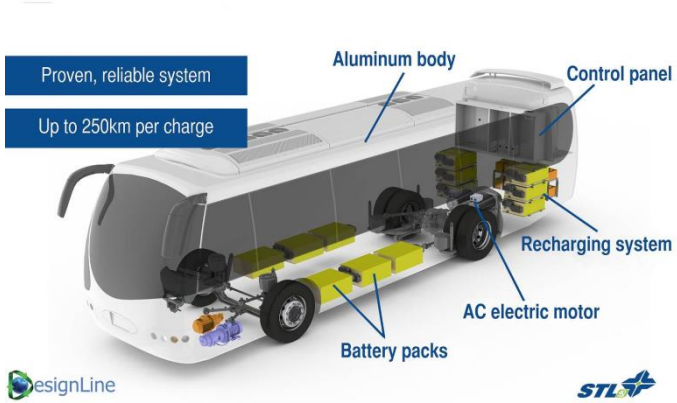
ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังจากแบตเตอรี่

E-Bike

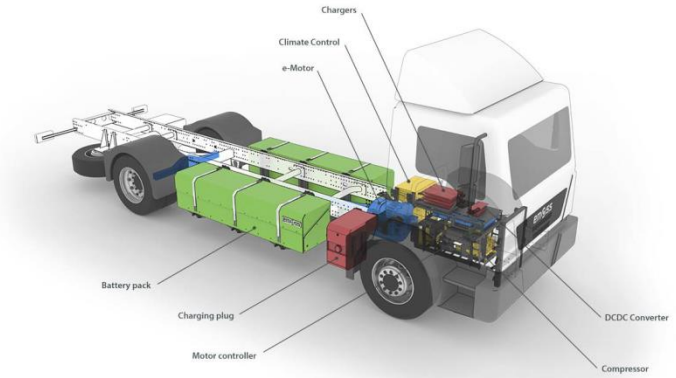


E-Motorcycle

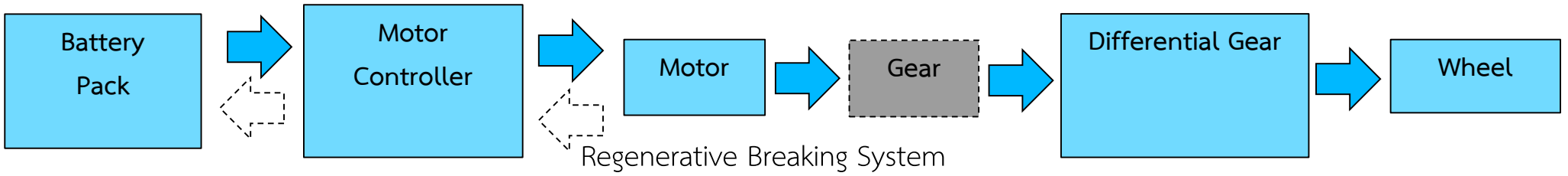
E-Car



E-Bus



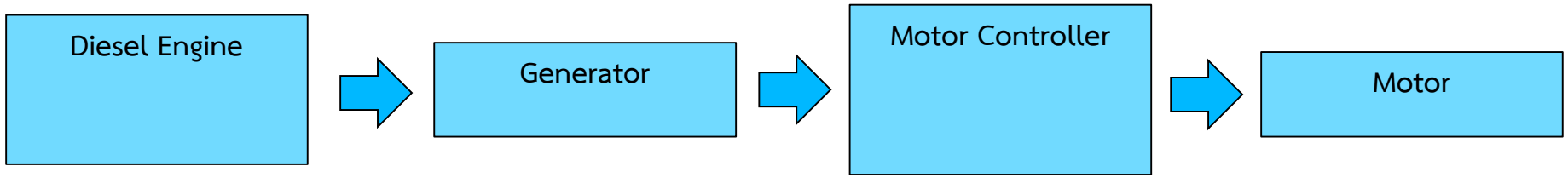
E-Truck



1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้ต้นกำลังจากแบตเตอรี่

ใช้เครื่องยนต์ปั่นไฟฟ้า เพื่อจ่ายมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อง่ายต่อการควบคุม



1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. **การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า**
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

© MTEC 2018

2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า

Total Resistance

- **Wind Resistance** — ขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของอากาศ ความเร็วรถ ค่าสัมประสิทธิแรงต้านอากาศ และพื้นที่หน้าตัดของรถ $F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_D \cdot A$
- **Gravity Force** — ขึ้นอยู่กับ น้ำหนักรถรวมถึงน้ำหนักบรรทุก และค่าความชัน $F_G = m \cdot g \cdot \sin\theta$
- **Rolling Resistance** — ขึ้นอยู่กับ น้ำหนักรถรวมถึงน้ำหนักบรรทุก และค่าสัมประสิทธิแรงเสียดทานยางรถกับพื้นถนน $F_{rr} = m \cdot g \cdot \cos\theta \cdot C_{rr}$
- **Transmission Resistance** — ขึ้นอยู่กับ ระบบเกียร์และเฟืองท้าย : ประสิทธิการส่งท้ายกำลังอยู่ที่ประมาณ 3-5%

Total Resistance

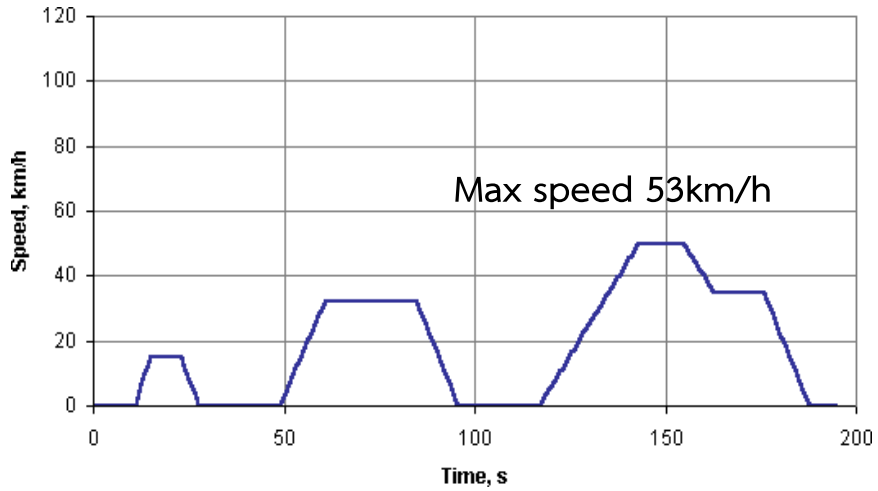
หาได้จาก Driving Cycle

$$\text{Total Power} = (1+0.03) \times (F_D + F_G + F_{rr}) \times \text{Velocity}$$

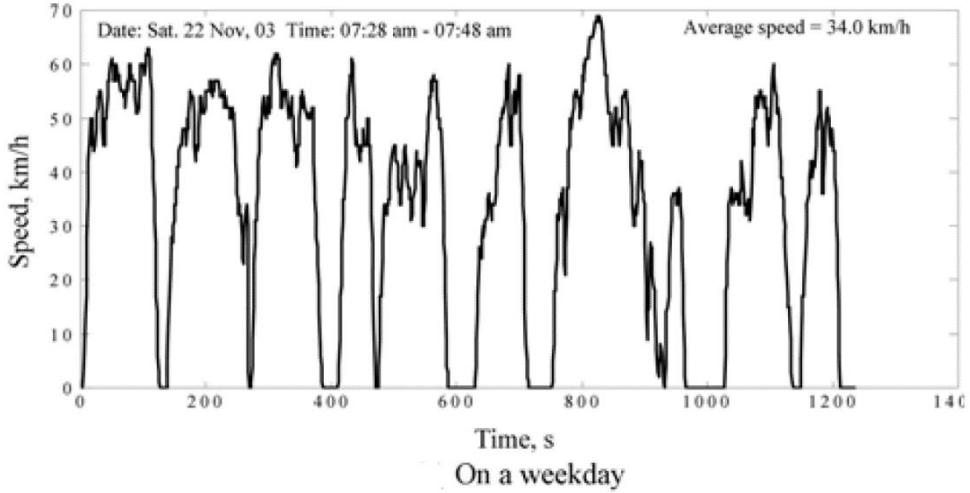
* หมายเหตุ กำลังที่เกิดขึ้นยังไม่ได้คำนึงถึงแรงเฉื่อย และระบบไฟฟ้าในตัวรถ รวมถึงระบบปรับอากาศ

ตัวอย่าง Driving Cycle (Speed Profile)

Driving cycle standard ECE-15



A driving cycle in Bangkok



Example of speed-time profiles collected from *Sukhumvit Road.*

Wind Resistance	Gravity Forces	Rolling Resistance
✓ ✓	✗	✓

Driving Cycle Standard จะไม่คำนึงถึงความชันของพื้นถนน

ในความเป็นจริง เราไม่สามารถใช้ Driving Cycle Standard หรือ Driving Cycle จากที่ใดที่หนึ่ง ทำการออกแบบรถของเราได้ เนื่องจากพฤติกรรมของการจราจร และพฤติกรรมคนขับขี่ แตกต่างกันไป ดังนั้นถ้าต้องการหาค่าพลังงานในการใช้งาน (ระยะทางที่วิ่งได้) ควรจะทำ Driving cycle ของพื้นที่นั้นขึ้นมา

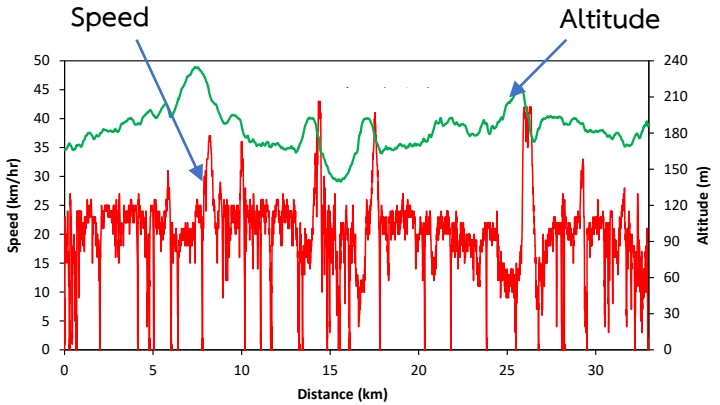
ตัวอย่างการเก็บข้อมูลและการคำนวณ Driving Cycle

เครื่องมือเก็บค่า GPS

Latitude
Longitude
GPX-file

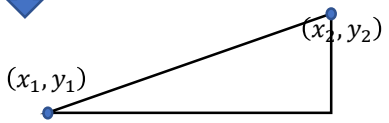
คำนวณหา Speed และ Altitude

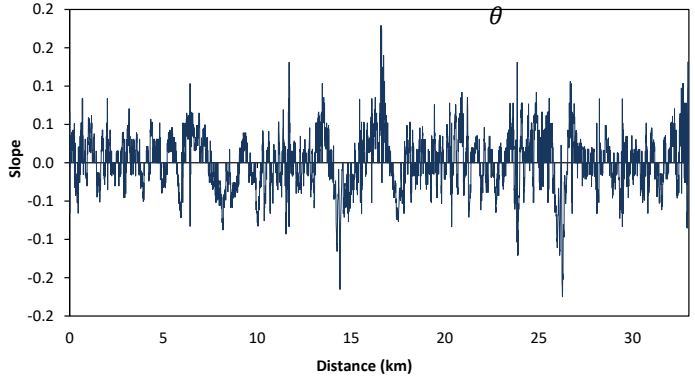
http://www.gpsvisualizer.com/elevation



Velocity

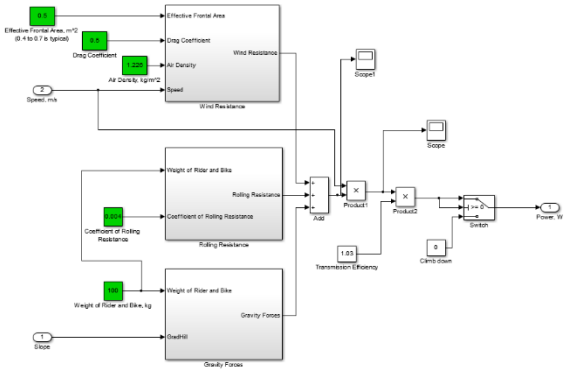
Slope, $(\sin\theta) = \frac{y_2 - y_1}{\sqrt{((y_2-y_1)^2+(x_2-x_1)^2)}}$

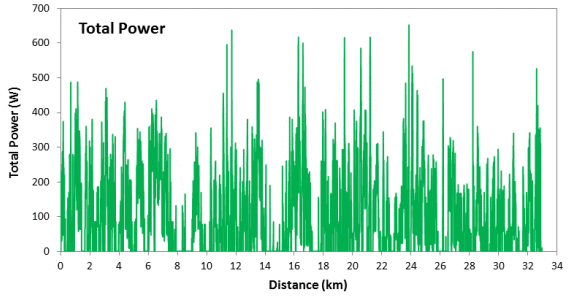




Slope, θ

Simulink หรือ Scilab





Power requirement as a function of distance

Maximum Power (W)

ขนาดความจุพลังงานไฟฟ้าของแพ็กแบตเตอรี่, Ah

แนวความคิดในการออกแบบแพ็กแบตเตอรี่

- ประเภทและจำนวนเซลล์ที่จะต่อกันแบบอนุกรม (ให้ได้ V ที่ต้องการ)
- จำนวนชุดเซลล์ที่จะต่อกันแบบขนาน (เพื่อให้ได้ Ah ที่ต้องการ)
- จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่จะสามารถให้กำลังไฟฟ้าแบบปกติ (normal operation) และกำลังไฟฟ้าขณะชั่วครู่ (pulse operation) เช่นในขณะเร่งเครื่อง
- พื้นที่ที่จะสามารถบรรจุเซลล์ โมดูล เพื่อประกอบเป็นแพ็กได้
- จำนวนโมดูลที่เหมาะสม (เพื่อการออกแบบ BMS และ การใช้พื้นที่และการบำรุงรักษา)
- ความร้อนที่อาจเกิดขึ้น (จากข้อมูลประสิทธิภาพของเซลล์) และการจัดการความร้อนที่อาจเกิดขึ้น (เช่นวิธีการระบายความร้อนแบบมี heat sink หรือการระบายด้วยอากาศ หรือของเหลว)
- การออกแบบพื้นที่สำหรับการติดตั้ง BMS
- วิธีการเชื่อมต่อและวัสดุที่เลือกใช้ต่างๆ

สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมจาก Youtube
https://www.youtube.com/watch?v=6oXVRvf-CoE&t=51s

1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. **review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด**
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

© MTEC 2018

3. Review คุณสมบัติ และการเลือกชนิดของแบตเตอรี่

Lead-acid Battery

- huge number of installed batteries worldwide, mature technology
- many manufacturers
- efficiency 80 – 90%

- résumé:
  - \+ mature technology, safe technology, cheap
  - – lifetime, weight

NiMH battery

- used mainly in hybrid vehicles
- few different manufacturers
- efficiency 70 – 80%

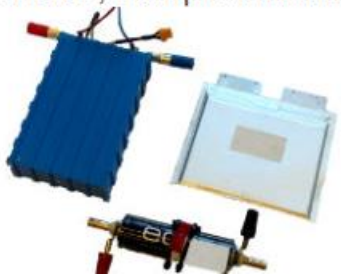
- résumé:
  - \+ good life time, robust, higher energy density than NiCd
  - – low potential to reduce costs, bad low temperature and high temperature behavior

picture: Toyota

Lithium-Ion Batteries

- many applications use lithium-ion batteries today
- high energy density
- stationary use only for short discharging times
- high costs, potential big
- efficiency: 90-95%

- résumé:
  - \+ very good cycle lifetime
  - – expensive, complex management



ไม่ต้องถ่วงน้ำหนัก

11 hours operation

กรณีทำงานเกือบ 24 ชั่วโมง

ISEA Institute for Power Electronics and Electrical Drives RWTH AACHEN

Prof. Uwe Dirk Sauer

3. Review คุณสมบัติ และการเลือกชนิดของแบตเตอรี่

รูปทรงของแบตเตอรี่

รูปทรงที่เลือกเป็น 18650
18 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง, mm
65 คือ ความยาว, mm
0 คือ รูปทรงกระบอก

Round cell	Pouch-Bag cell	Prismatic cell
+ Experience in consumer applications 18650 cell: high energy density, low costs	+ high pack density	+ robust, high rigidity
+ high intrinsic safety because of internal safety mechanism	+ good cooling possibility through surface	+ simple assembly and connection
– housing relatively expensive	+ connecting over connecting lag: many possibilities	+ combination of properties of round cells and pouch-bag cells
– cooling because of shape difficult	– low stiffness	– problem with inner pressure of cells
	– leak tightness of foil questionable	– cooling difficult because of housing

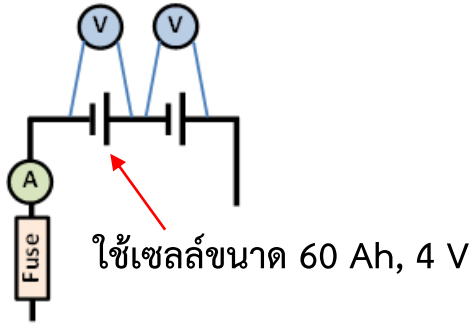
Institute for Power Electronics and Electrical Drives RWTH AACHEN
Prof. Uwe Dirk Sauer

1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. **รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่**
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

© MTEC 2018

รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ในกรณีที่ต้องการกำลังไฟฟ้าเท่ากัน

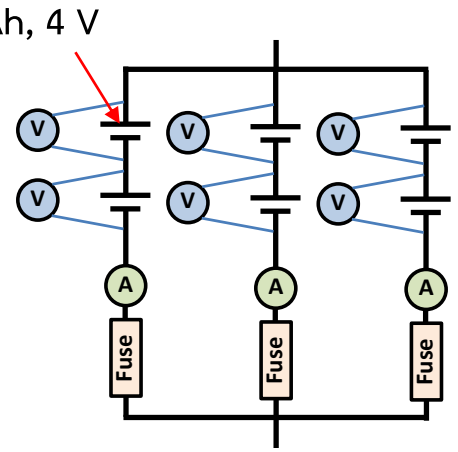
1. Serial Connection



P = 60Ah x (4V x 2) = 480 Wh

- One BMS (Voltage balancing)
- One current sensor and one fuse
- Bigger battery cell
- Cheaper system

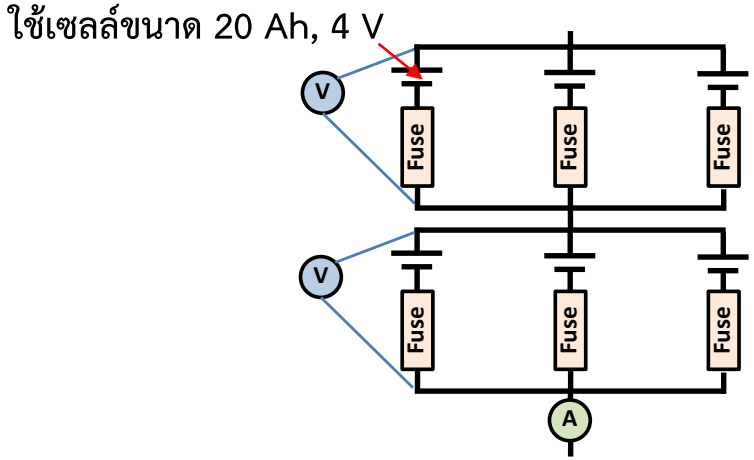
2. Module Section



P = 20Ah x (4V x 2) x 3 = 480 Wh

- Serveral BMS per section
- Serveral current sensors and fuses
- Easy management

3. Parallel/Serial Connection



P = (20Ah x 3) x 4V x 2 = 480 Wh

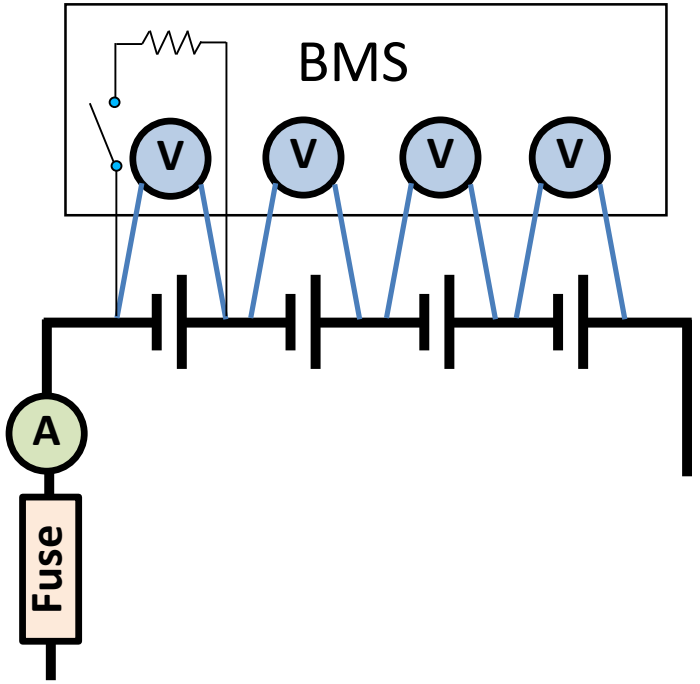
- One BMS and one current sensor
- Many fuses
- More safety

ตัวอย่างการมีฟิวส์ที่ขั้ว

https://www.youtube.com/watch?v=qYw7OKjlnu0

ต่อขนานได้กระแส (A) ต่ออนุกรมได้แรงดัน (V) กำลังไฟฟ้า (W) : P = IV

ทำไม Li-Ion Battey ต้องการ Battery Management System, BMS



เมื่อมีการต่ออนุกรมสำหรับ Li-Ion Battey Cells ต้องมี BMS เสมอ
ถ้าต้องการชาร์จไฟ สำหรับเซลล์แบตเตอรี่ต่ออนุกรม 4 เซลล์ ที่มีแรงดันสูงสุดแต่ละเซลล์ห้ามเกิน 4.2 V ในขณะนั้นแรงดันสุดท้ายที่เราใช้ในการชาร์จ 16.8 V (CV mode) มันไม่ได้หมายความว่าแรงดันตกคร่อมจะเท่ากันทุกเซลล์ เนื่องจากการเสื่อมสภาพแต่ละเซลล์ และจุดเชื่อมต่อด้วยรอยเชื่อมระหว่างเซลล์ไม่เท่ากันในทางปฏิบัติ ทำให้ความต้านทานหรือแรงดันตกคร่อมแต่ละเซลล์ไม่เท่ากัน

I แต่ละเซลล์คงที่ ถ้าต่ออนุกรม

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 16.8\ \text{V}$$

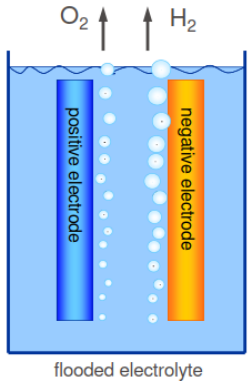
สมมุติ R_3 สูงกว่า R_1 R_2 และ R_4 อยู่ 2 เท่า

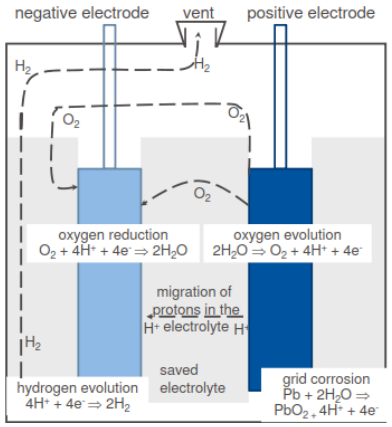
$$V_T = I \cdot R_T = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 + I \cdot R_4$$

$V_4 = 3.36\ V$

$V_1 = 3.36\ V$ $V_2 = 3.36\ V$ $V_3 = 3.36 \times 2\ V$

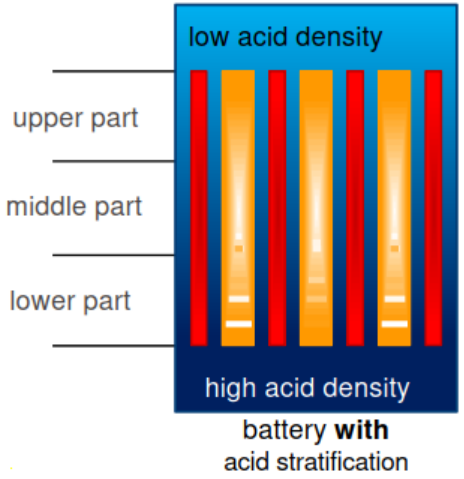
แล้วทำไม Lead Acid ส่วนมากไม่ต้องการ Battery Management System, BMS



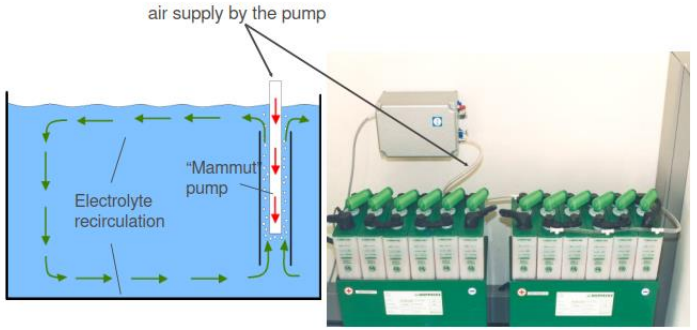


เนื่องจากแบตเตอรี่ตะกั่วกรด สามารถปลดปล่อยพลังงานออกสู่น้ำกรดหรือเดือดน้ำกรดกลายเป็นไอได้ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า จะไม่ต้องการ BMS เพราะมีการต่ออนุกรมจำนวนมากๆ หรือใช้แบตเตอรี่แบบแห้ง ที่ไม่สามารถระบายพลังงานหรือก๊าซความดันไม่ทัน ส่งผลให้มีโอกาสระเบิดได้

เกร็ดความรู้สำหรับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดแบบน้ำ



battery **with**
acid stratification



สำหรับแบตเตอรี่ที่อยู่กับที่ต้องมีการกวนน้ำกรด (ใช้อากาศกวน หรือใช้ Overcharge หรือ Overdischarge แบบชั่วขณะ)

แบตเตอรี่ตะกั่วชนิดแห้ง 12 V เมื่อต่ออนุกรมหลายก้อนควรต้องมี BMS เช่นกัน

Prof. Uwe Dirk Sauer

ข้อดีและข้อเสียระหว่างการใช้แพ็คแบตเตอรี่ที่มีกระแสสูงหรือแรงดันสูง ขณะที่กำลังไฟฟ้าเท่ากัน

กำลังไฟฟ้า (W) : $P = IV$

ใช้กระแสสูง (แรงดันต่ำ)

ข้อดี

- ปลอดภัยเมื่อแรงดันไฟฟ้า DC ไม่เกิน 60 V
- ต้องการค่าความเป็นฉนวนของอุปกรณ์น้อยกว่า
- อุปกรณ์หาง่าย และราคาถูก สำหรับ มอเตอร์ และชุดขับมอเตอร์ขนาดเล็ก

ข้อเสีย

- มีการสูญเสียพลังงานเป็นความร้อนมากกว่า $Q = I^2 \cdot R$
- ต้องใช้อุปกรณ์ และสายไฟขนาดใหญ่กว่า ทำให้แพ็กแบตเตอรี่มีราคาแพงขึ้น

นิยมใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน รถกอล์ฟ และรถสี่ล้อขนาดเล็ก

ใช้แรงดันสูง (กระแสต่ำ)

ข้อดี

- อุปกรณ์มีราคาถูกกว่า เมื่อใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดกลางและขนาดใหญ่
- มีการสูญเสียพลังงานเป็นความร้อนน้อยกว่า $Q = I^2 \cdot R$

ข้อเสีย

- ต้องการค่าความเป็นฉนวนของอุปกรณ์มากกว่า และไม่ให้คนเข้าถึงได้ง่าย

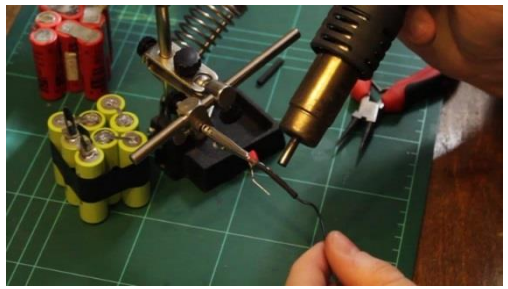
นิยมใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น รถสี่ล้อขนาดทั่วไป หรือรถบัส

4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่

เทคนิคการประกอบและเชื่อมยึดต่อทางกล

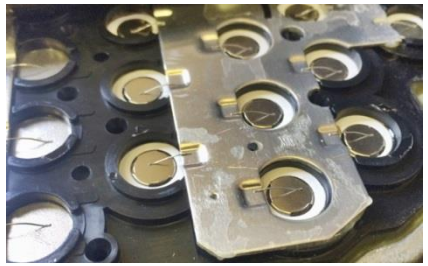
แบบยึดติดถาวร

Soldering



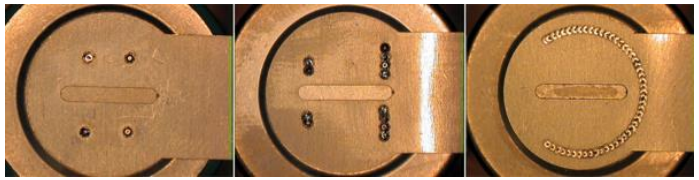
http://www.made2hack.com/how-to-replace-dead-nicd-cells-in-a-battery-pack/

Wire bonding



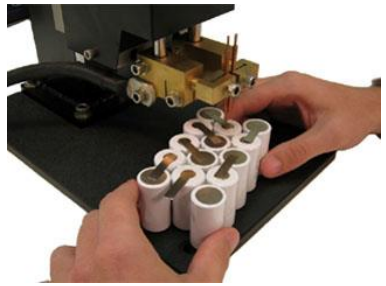
https://chargedevs.com/features/a-closer-look-at-wire-bonding/

Laser welding



http://www.industrial-lasers.com/

Spot welding

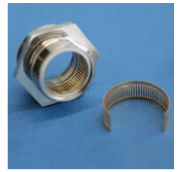


http://sunstonewelders.com/applications/batteries/

แบบยึดชั่วคราว

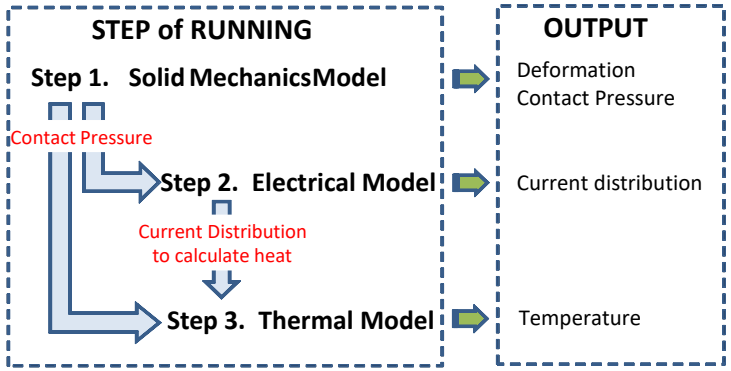
Screw

Lamella technique

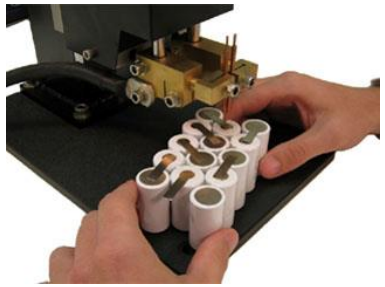


ตัวอย่างการเชื่อมแบบ Wire bonding https://www.youtube.com/watch?v=qYw7OKjlnu0

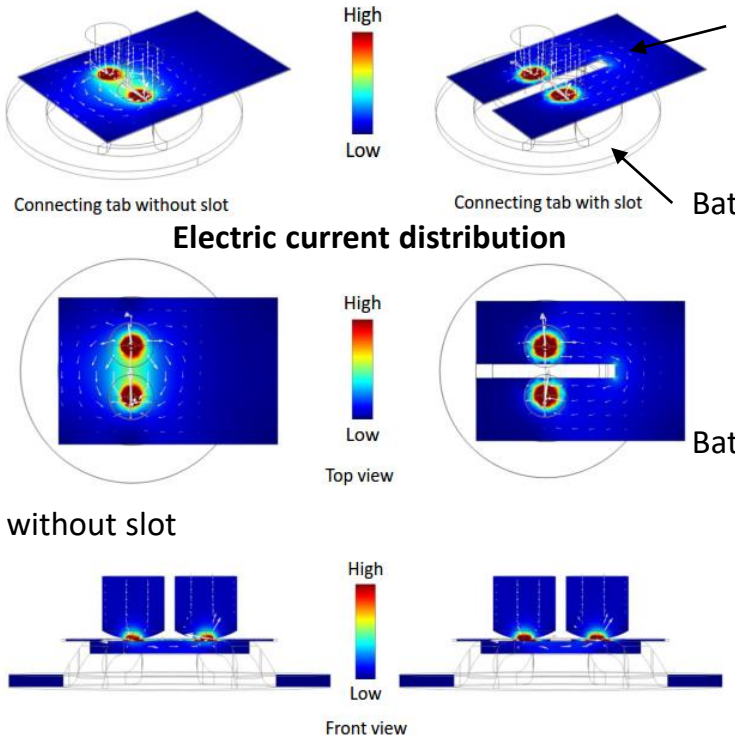
การศึกษาการผลกระทบของ Slot สำหรับ Spot Welding

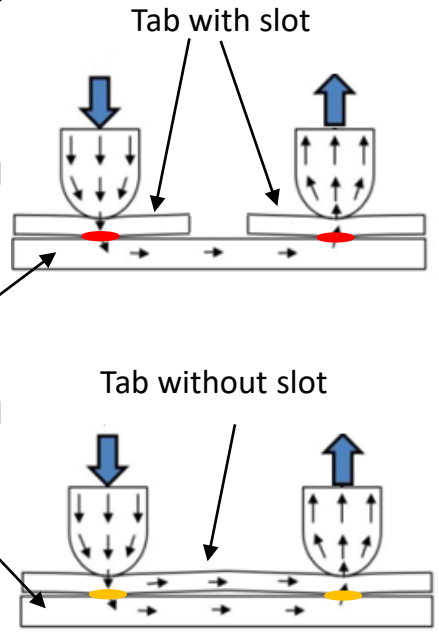


Spot welding



http://sunstonewelders.com/applications/batteries/

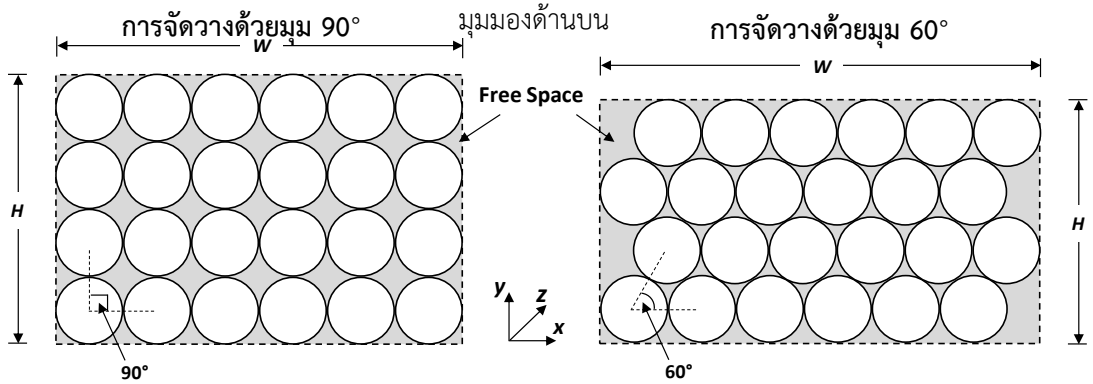




ข้อมูลเพิ่มเติมตัวแปรการเชื่อมแบบ Spot Welding: M. Masomtob, R. Sukondhasingha, J. Becker, and D. U. Sauer, “Parametric Study of Spot Welding between Li-ion Battery Cells and Sheet Metal Connectors”, Published in ENGINEERING JOURNAL Volume 21 Issue 7, DOI:10.4186/ej.2017.21.7.457

4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่

การจัดเรียงเซลล์ทรงกระบอก(Cylindrical Cell)



$$\text{Space utilization of } \mathbf{90^\circ\ connection} = \frac{N_{xy} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2}{(N_x \cdot D) \cdot (N_y \cdot D)} \times 100\ \% = \frac{\pi}{4} \times 100\ \% = 78.5\ \% = \text{Constant}$$

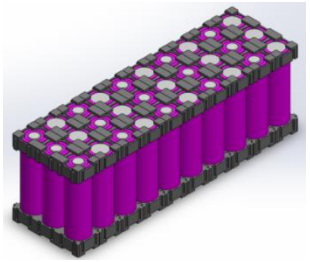
$$\text{Space utilization of } \mathbf{60^\circ\ connection} = \frac{N_{xy} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2}{\left(N_x \cdot D + \frac{D}{2}\right) \cdot \left(D + (N_y - 1) \cdot \left(D^2 - \frac{D^2}{4}\right)^{0.5}\right)} \times 100\ \%$$

Derived by Manop Masomtob and Prof. Uwe Dirk Sauer

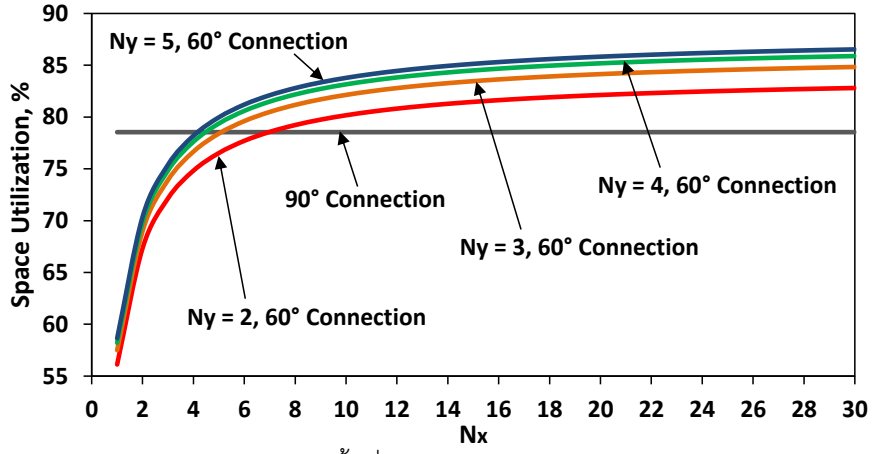
Source : Manop Masomtob´s Dissertation

N_{xy}	จำนวนทั้งหมดของแบตเตอรี่
D	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์แบตเตอรี่
L	พื้นที่ที่ถูกใช้ทั้งหมด (W x H)
N_x	จำนวนเซลล์แบตเตอรี่ในแกน x
N_y	จำนวนเซลล์แบตเตอรี่ในแกน y

90° connection



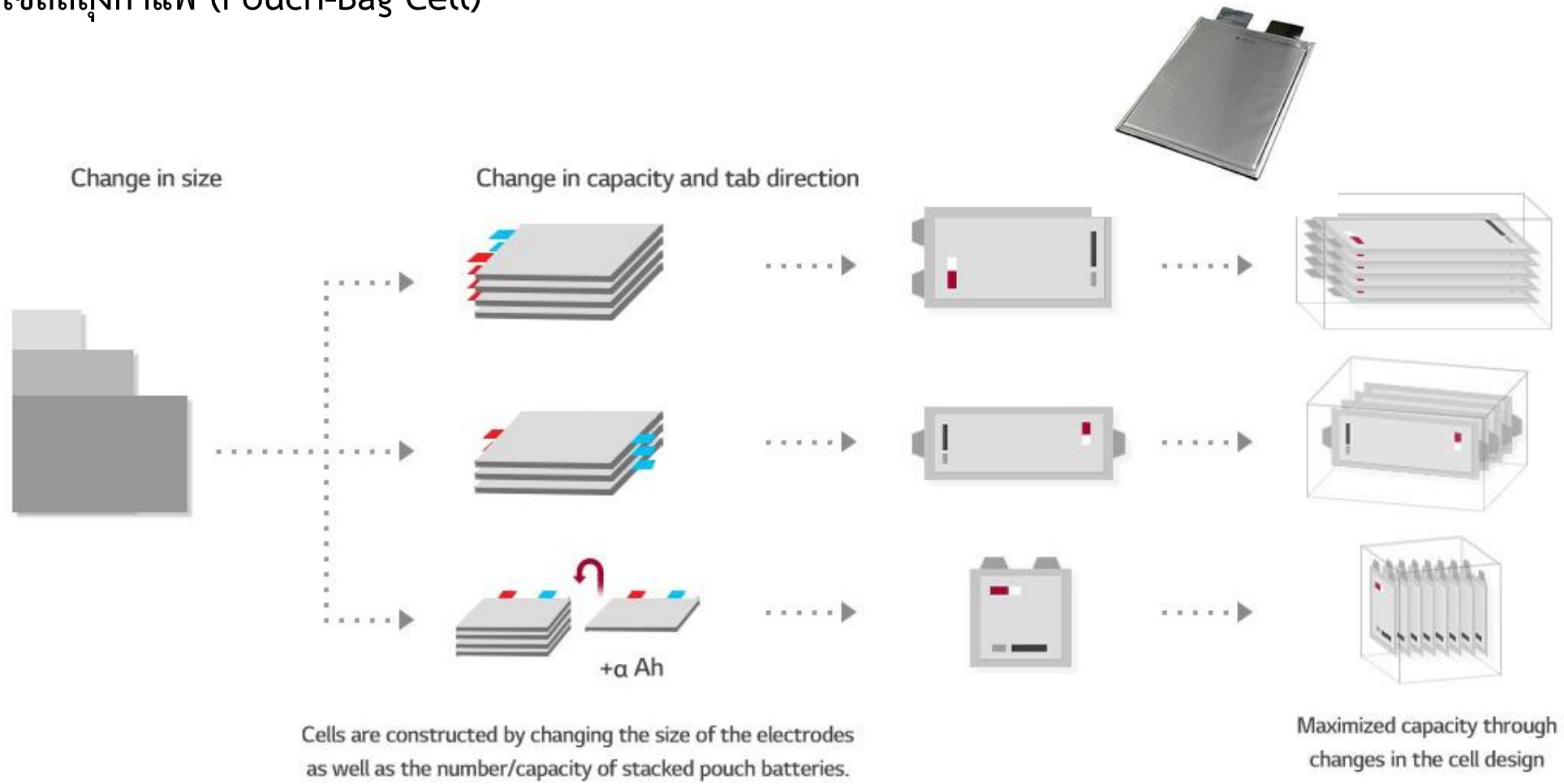
60° connection



การเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ระหว่างการจัดวางด้วยมุม 90° และ 60°

4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่

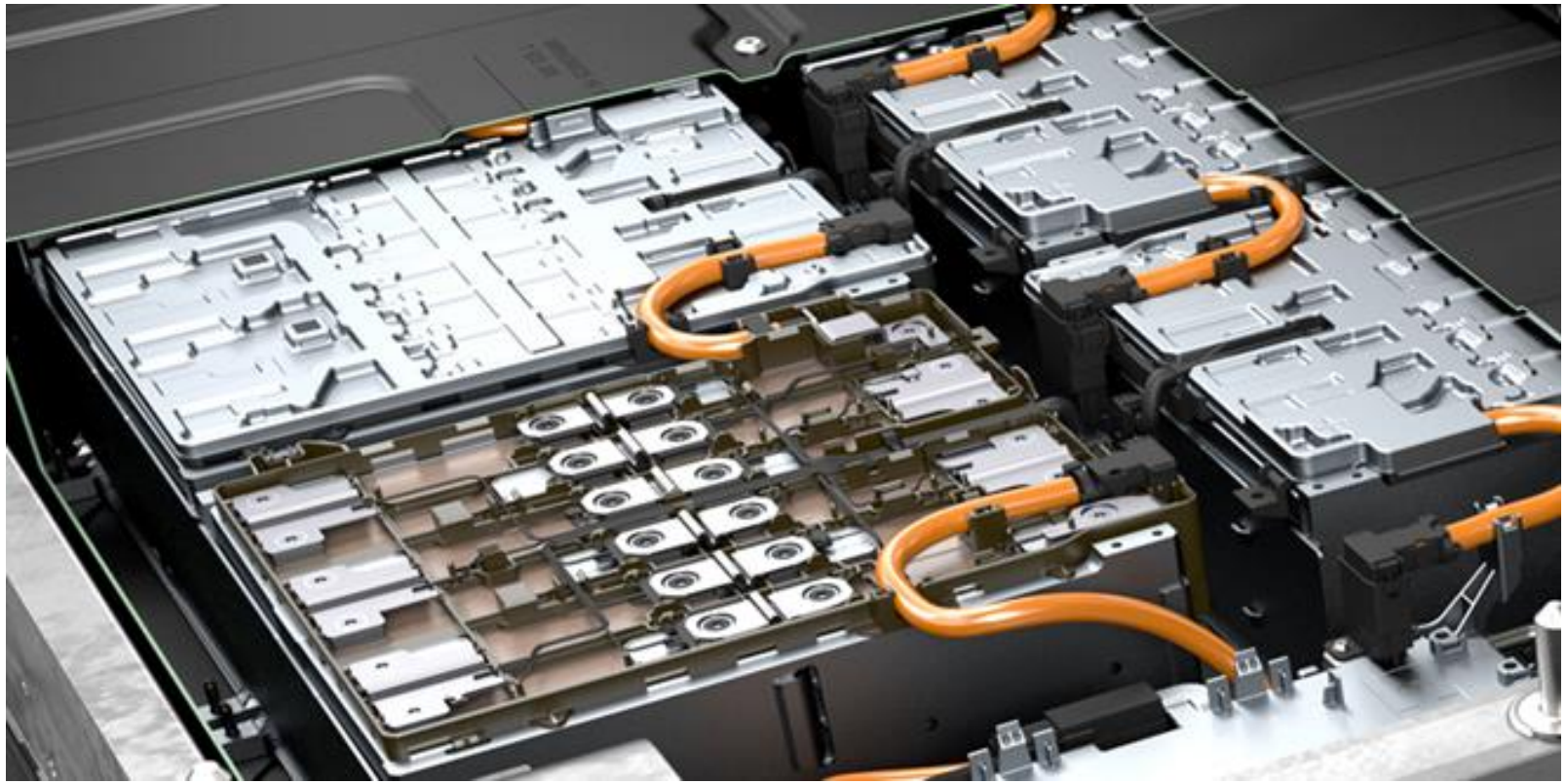
การจัดเรียงเซลล์ถุงกาแฟ (Pouch-Bag Cell)



Source : LG Chem Ltd.

4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่

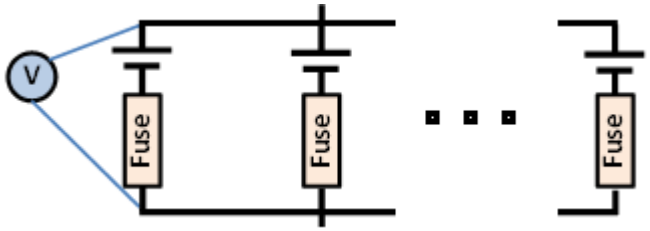
การจัดเรียงเซลล์แบบทรงสี่เหลี่ยม (Prismatic Cell)



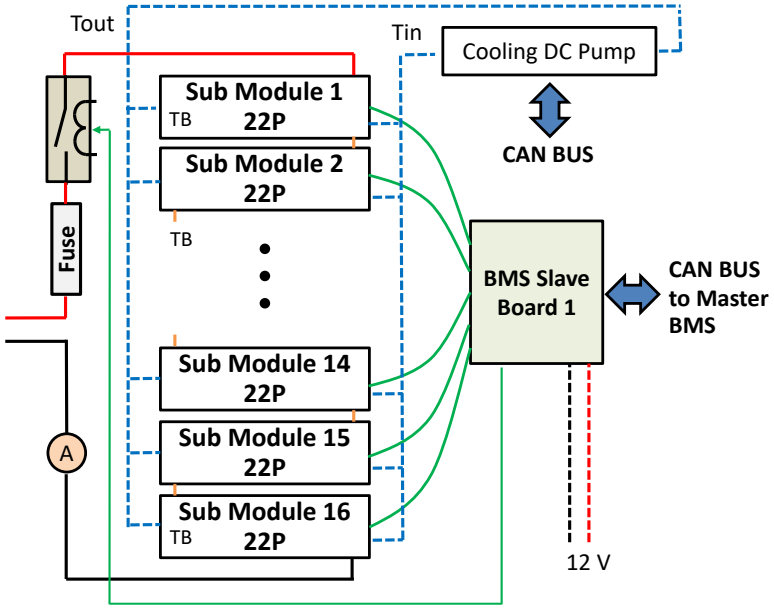
Source : Bayerische Motoren Werke AG, BMW

1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. **ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า**
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

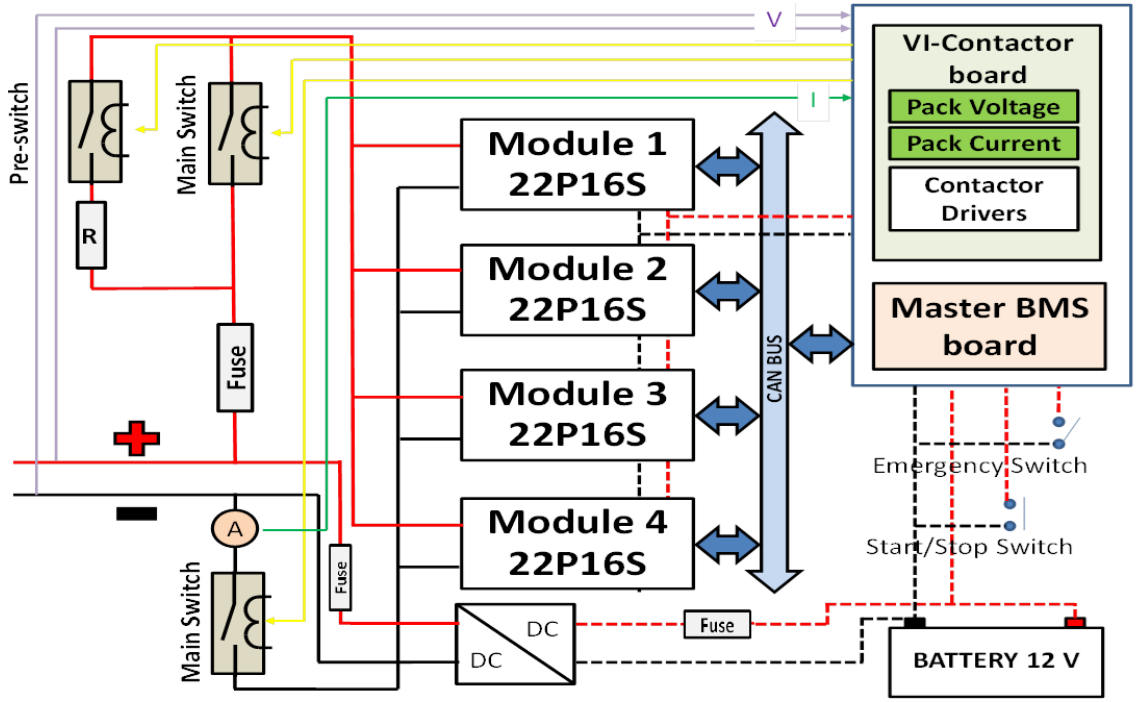
© MTEC 2018



แผงวงจรไฟฟ้าความปลอดภัยระดับโมดุลย่อย (Submodule)



แผงวงจรไฟฟ้าความปลอดภัยระดับโมดุล



แผงวงจรไฟฟ้าความปลอดภัยระดับแพ็ก

ตัวอย่างการทำงานแล้วแต่กรณี

<u>กรณีที่ 1 จังหวะเปิด</u>

1. กด Start/Stop Switch
2. Master BMS ทำงาน
3. ส่งไฟไปเลี้ยงหรือเปิดการทำงาน Slave BMS และ Board อื่นๆ
4. ตรวจสอบการทำงานของระบบ Sensor ต่างๆ และสถานะแบตเตอรี่
5. เปิด Main Contactor ของโมดูล
6. ตรวจสอบทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
7. Master BMS ตรวจสอบการเปิดสวิทช์ของโมดูล
8. เปิด Pre-switch และ Main Contactor ด้านขั้วลบ
9. เวลาในการเปิด Pre-switch ขึ้นอยู่กับค่าประจุของ Motor Drive Controller และ DC/DC 12 Voltage
10. เปิด Main Contactor ของ Pack
11. ปิด Pre-switch

<u>กรณีที่ 2 จังหวะ Overload ของ Pack (กระแสของ Pack เกิน)</u>

1. ปลด Main Contactor ของแพ็ก Main Contactor ของโมดูล และ Pre-switch ทันที
2. ระบบ Cooling อาจยังทำงานต่อขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และทุก Board ยังทำงานอยู่เพื่อแสดงสถานะ

<u>กรณีที่ 3 จังหวะ Overload ของ Module (กระแสของ Module เกิน)</u>

1. ปลด Main Contactor ของโมดูลที่เกิดปัญหาทันที
2. ระบบ Monitoring ยังต้องทำงานอยู่
3. ระบบ Cooling อาจยังทำงานต่อขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และทุก Board ยังทำงานอยู่

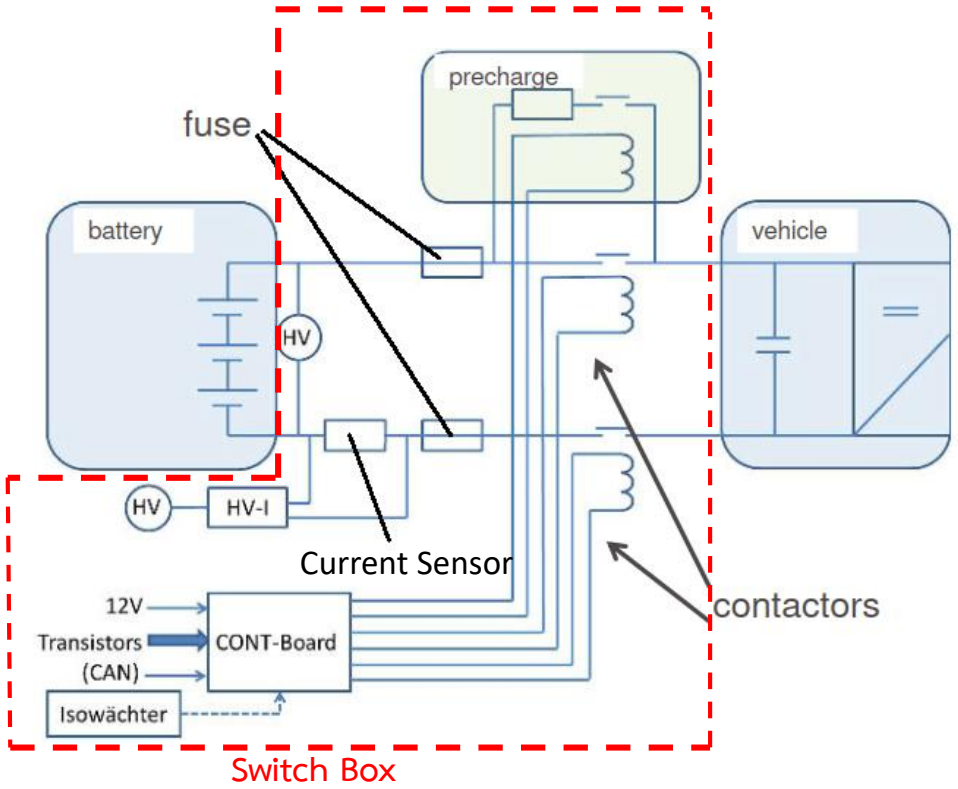
<u>กรณีที่ 4 จังหวะ Short curcuit หรือ วงจรภายใน Module ขาด</u>

1. ปลด Main Contactor ของโมดูล
2. ระบบ Monitoring ยังต้องทำงานอยู่ และยังต้องมีไฟเลี้ยง Slave BMS ตลอดเวลา เพื่อให้ Master BMS รับทราบปัญหาของ Module

<u>กรณีที่ 5 จังหวะไฟไหลย้อนจาก สาม Module ไหลเข้า Module เดียว (ปริมาณกระแสสูง)</u>

1. ปลด Main Contactor ของโมดูลที่มีไฟไหลย้อน
2. ระบบ Monitoring ยังต้องทำงานอยู่ และยังต้องมีไฟเลี้ยง Slave BMS ตลอดเวลา เพื่อให้ Master BMS รับทราบปัญหาของ Module
3. ระบบ Cooling อาจยังทำงานต่อขึ้นอยู่กับปัญหา

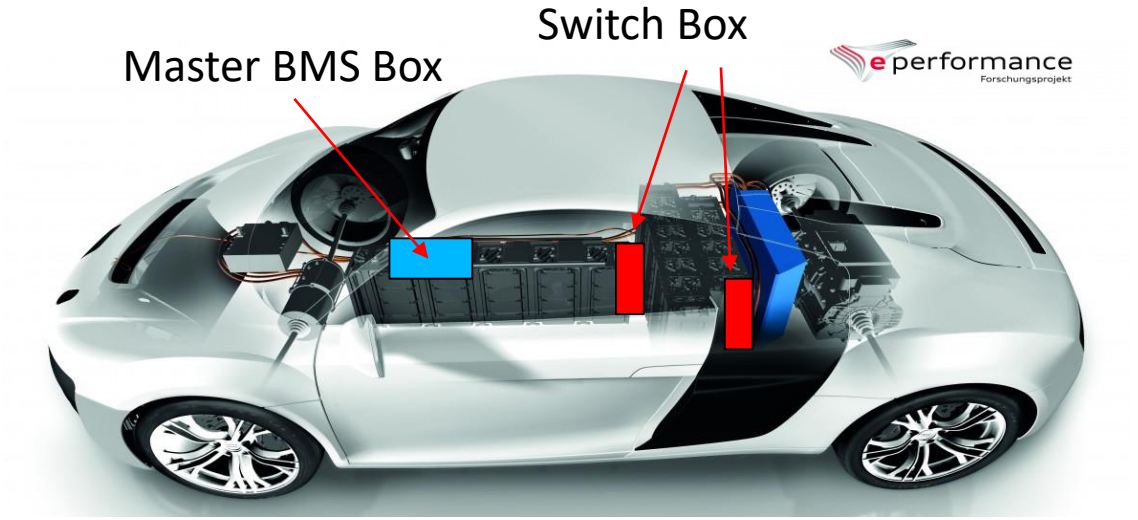
© MTEC 2018



Contactor Board นิยมติดตั้งใน Switch Box โดยทำแยกออกจาก Master BMS Box แต่ยังสื่อสารด้วยกันผ่านระบบ CAN Bus

<u>การทำงานของ Switch Box</u>

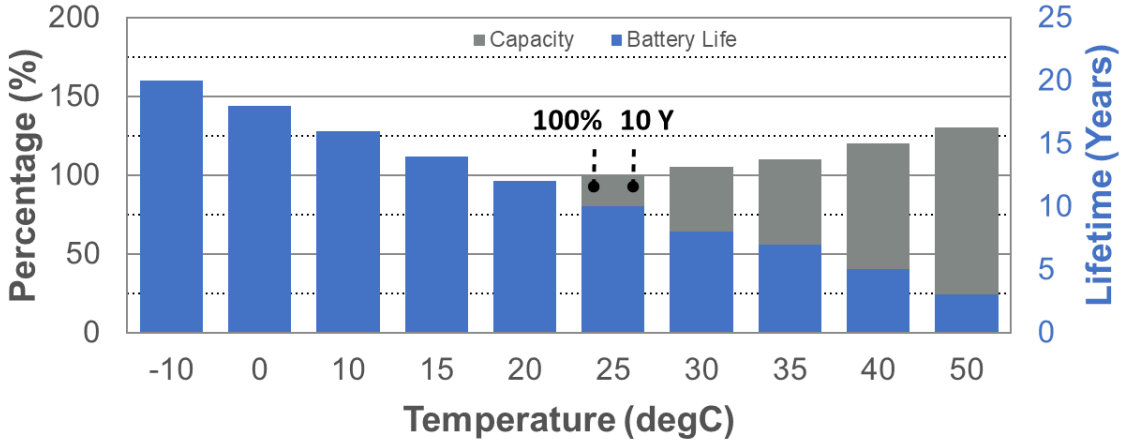
- Pre-switch และ Contactor ฝั่งขั้วลบ จะเปิดก่อน เพื่อไม่ให้เกิดการกระชากของกระแสไฟฟ้า เนื่องจากที่ปลายทางมี Capacitor หรือ Super Capacitor อยู่
- หลังจากเปิด Pre-switch และมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าจนเต็ม หรือมีปริมาณกระแสไหลน้อยแล้ว จึงทำการเปิด Contactor ฝั่งขั้วบวกและลบค้างไว้ และทำการปิด Pre-switch



1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. **ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น**
7. โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่

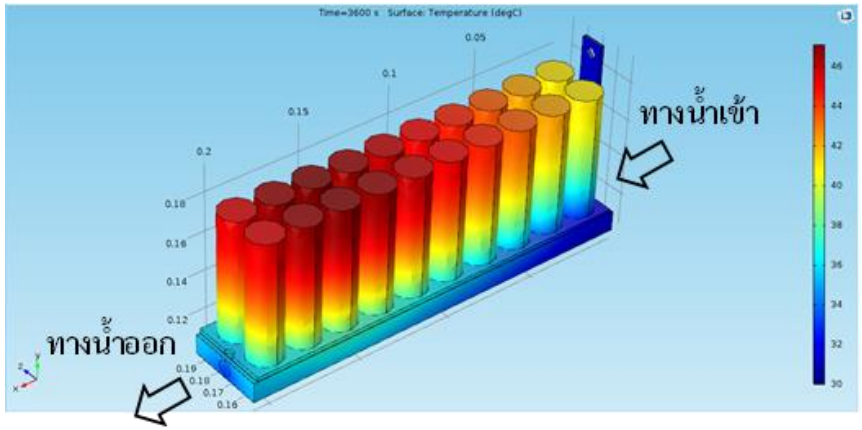
© MTEC 2018

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อสมรรถนะและอายุการใช้งานของเซลล์แบตเตอรี่



Battery capacity & life comparison both values seem to have different tendency. Capacity tends to increase at higher temp. ,in contrast, battery life time is shortened.

Source: http://www.tawaki-battery.com/wp-content/uploads/2016/09/BatteryCapLife-heat.jpg

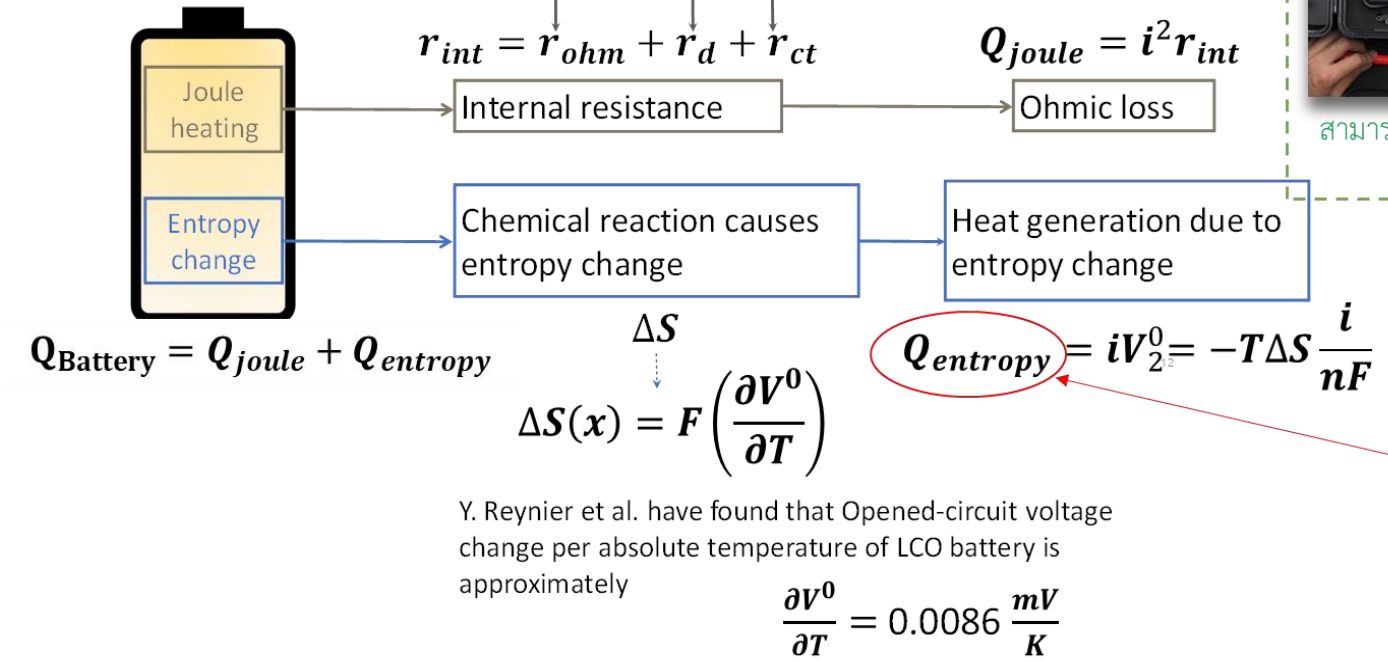


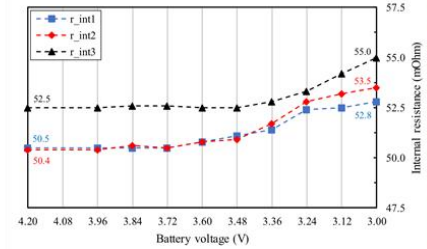
Criteria	อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมรับได้	15 - 40°C
	ผลต่างอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเซลล์ที่ยอมรับได้	5°C

** สิ่งที่ยากที่สุดของระบบระบายความร้อน คือ การที่จะทำให้อุณภูมิของแบตเตอรี่ทุกเซลล์มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน เพื่อให้แต่ละเซลล์มีอายุการใช้งานที่เท่ากัน **

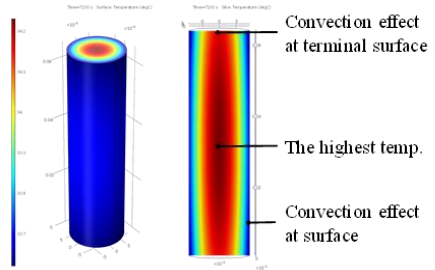
ความร้อนจากแบตเตอรี่ มีสองส่วน

- เกิดจากกระแสไหลผ่านความต้านทานของวัสดุ Q = I^2·R (Joule Heating)
- เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี (Entropy Change)



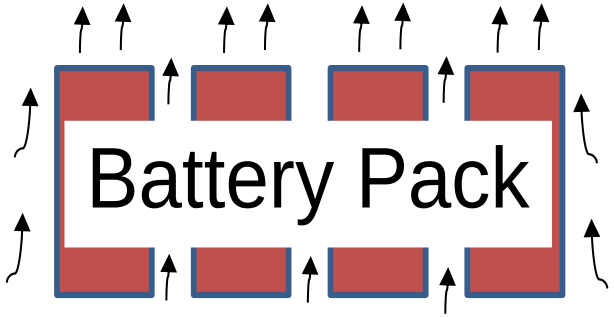


สามารถวัดความต้านทาน r_{ohm} และ r_{ct}

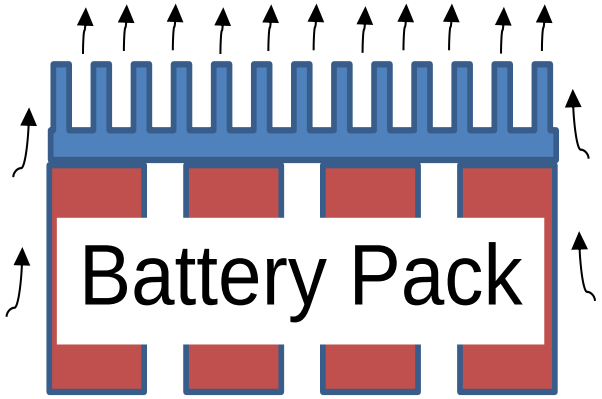


สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณการค่าความร้อนเนื่องจาก Entropy Change

ระบบที่ไม่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Passive cooling system)



แบบไม่มีแผ่นระบายความร้อน



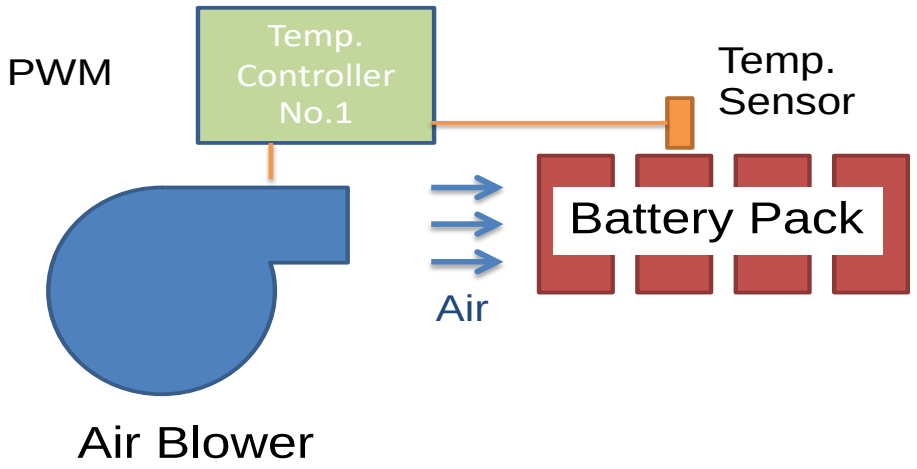
แบบมีแผ่นระบายความร้อน

ใช้ได้ดีกับแพ็กที่มีการจ่ายกำลังไฟน้อยๆ

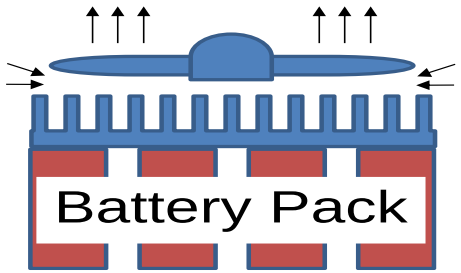
** ถ้าไม่ต้องการติดตั้งระบบระบายความร้อน สามารถทำได้โดยการเพิ่มปริมาณแบตเตอรี่ เพื่อให้แบตเตอรี่มีการจ่ายไฟน้อยลง**

ระบบที่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Active cooling system)

ระบบระบายความร้อนด้วยพัดลมระบายอากาศ



ระบบระบายความร้อนด้วยครีบระบายความร้อนร่วมกับพัดลมระบายอากาศ

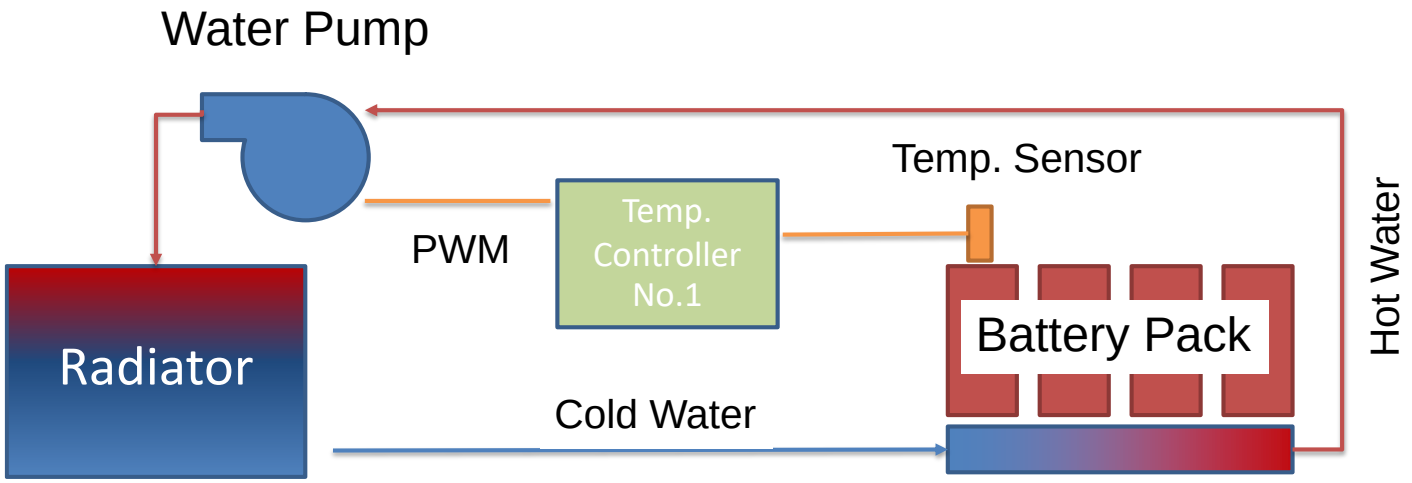


การทำงาน : ระบบจะใช้อากาศจากภายนอกตัวรถมาระบายความร้อนออกจากแบตเตอรี่

หมายเหตุ : ระบบนี้ค่อนข้างไม่เหมาะสมกับไทยเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นภายนอกที่ค่อนข้างสูง

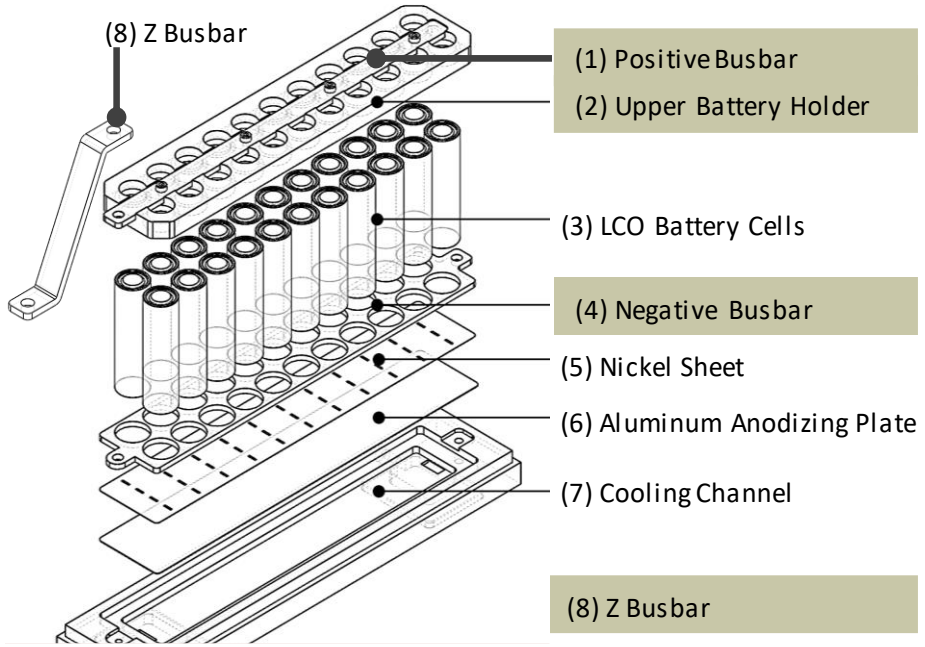
ระบบที่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Active cooling system)

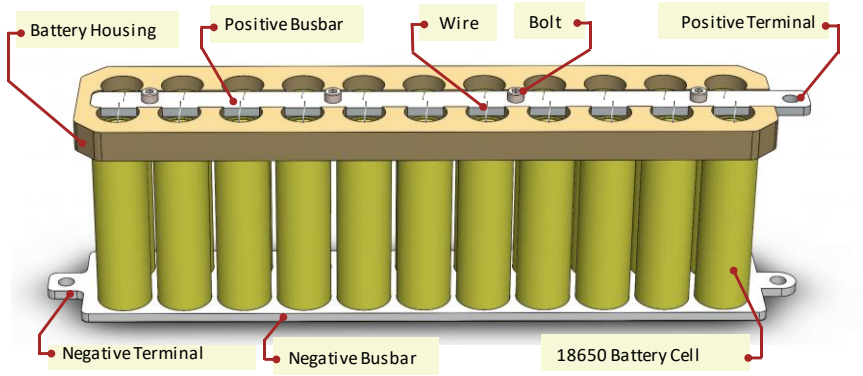
ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็นจากหม้อน้ำ

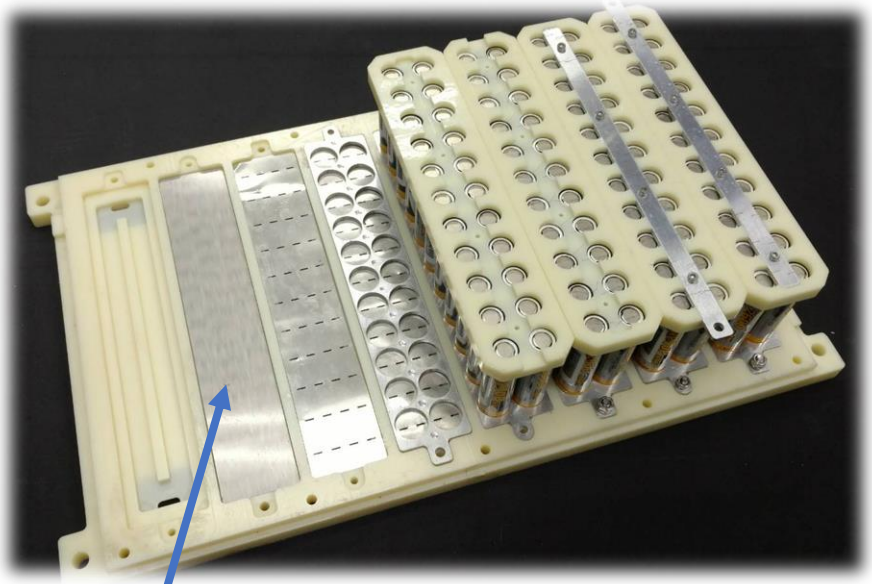


การทำงาน : ระบบจะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากแบตเตอรี่ โดยน้ำร้อนที่ออกจากแบตเตอรี่จะถูกทำให้เย็น โดยการถ่ายเทความร้อนจากหม้อน้ำ (Radiator)

6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น





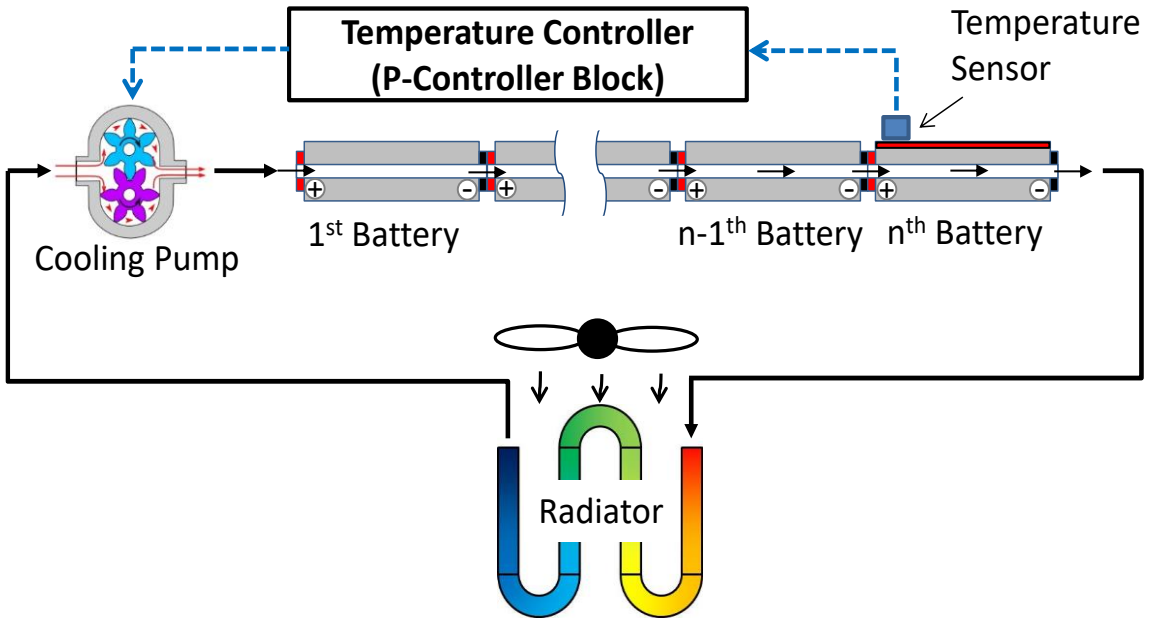


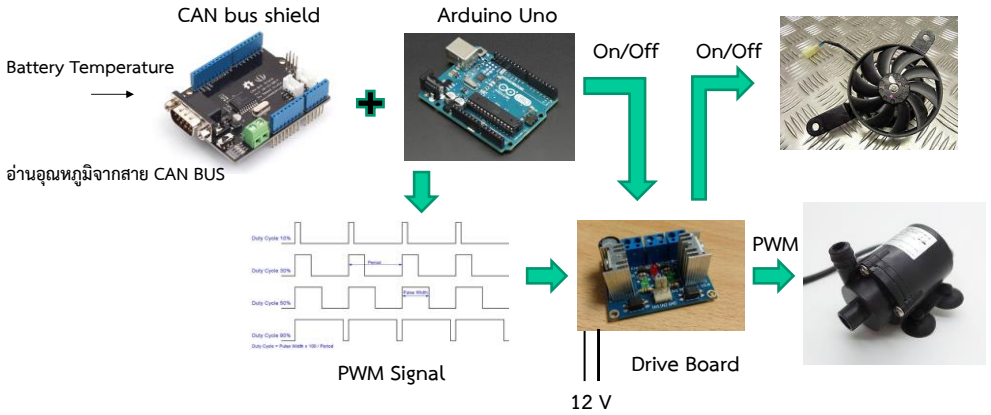
แผ่นอลูมิเนียมที่ถูกการชุบแข็ง (Anodizing) โดยผิวจะกลายเป็นอะลูมิเนียมออกไซด์ Al_2O_3 (Aluminum Oxide) ในทางเซรามิก วัสดุศาสตร์ และเหมืองเรียกว่าอะลูมิน่า (alumina)

ระบบที่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Active cooling system)

ระบบระบายความร้อนจำเป็นต้องสื่อสารกับ BMS ด้วย CAN Bus เช่นกัน

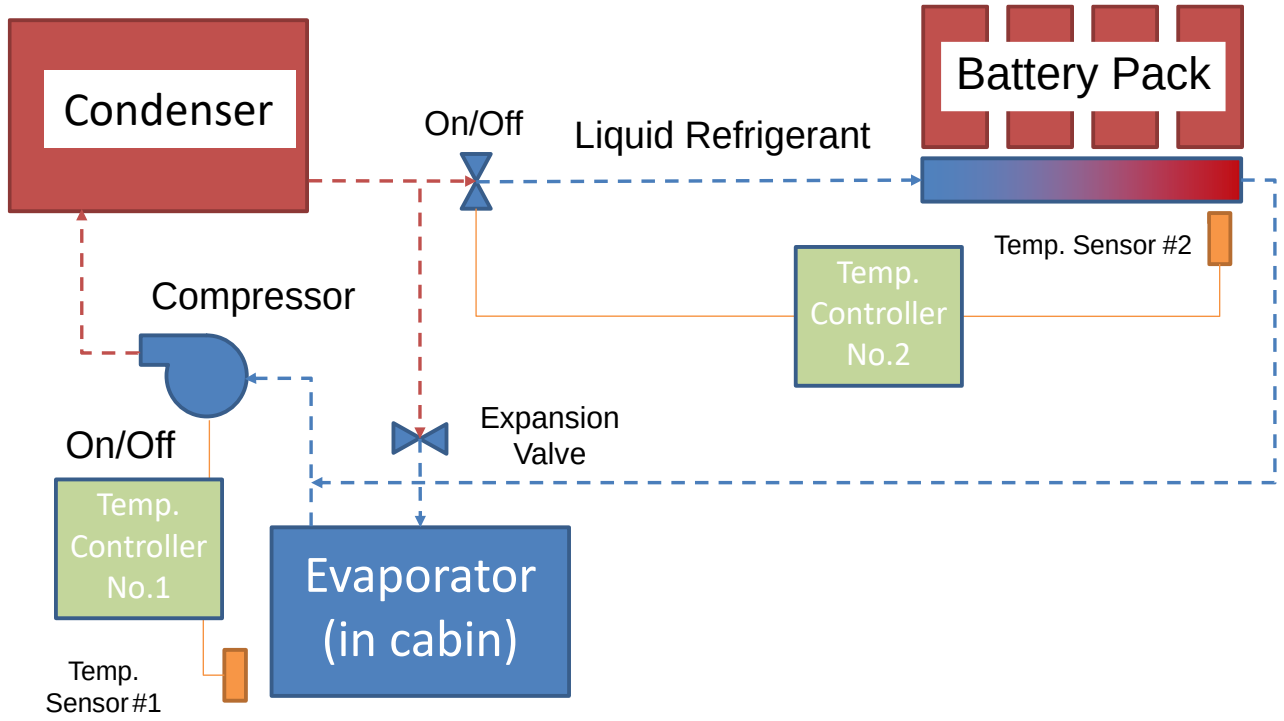
ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็นจากหม้อน้ำ





ระบบที่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Active cooling system)

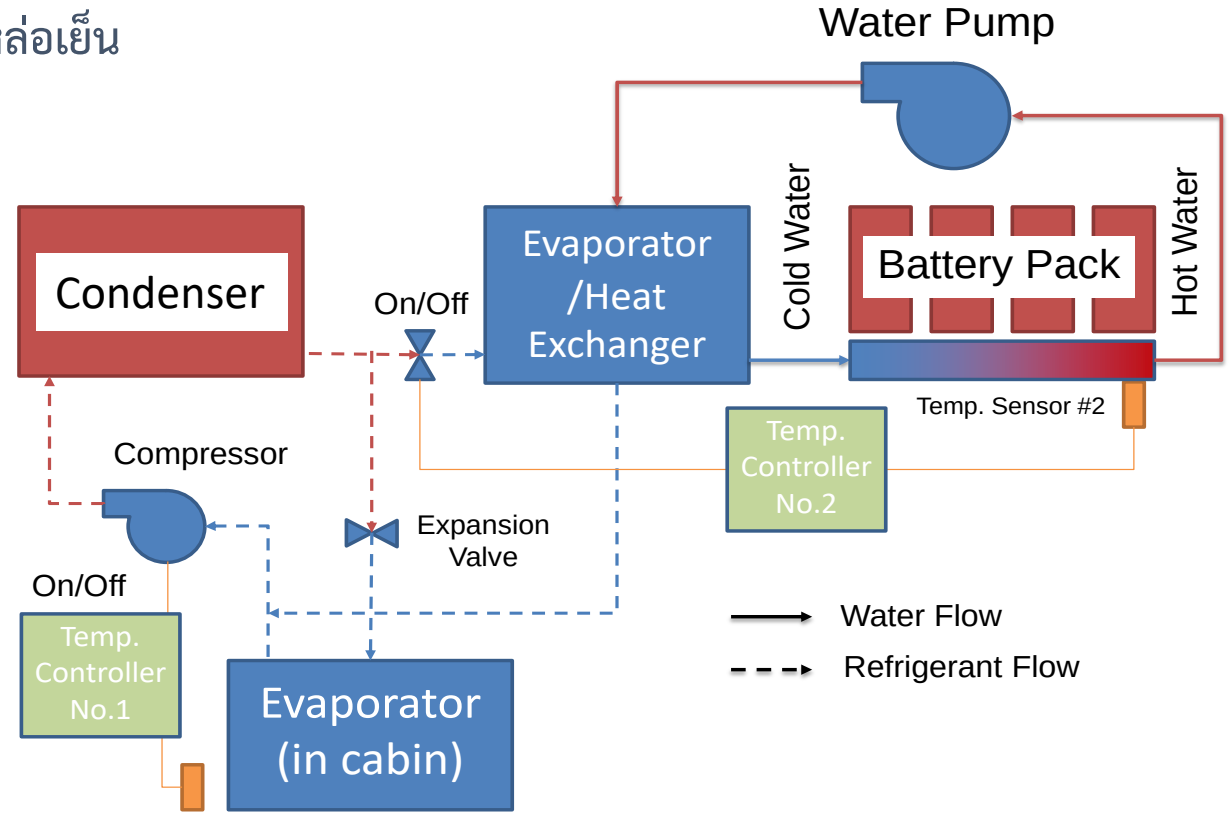
ระบายความร้อนด้วยสารทำความเย็นกับแพ็กแบตเตอรี่



การทำงาน : ระบบจะใช้น้ำยาแอร์ (Coolant) เป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากแบตเตอรี่ โดยน้ำยาแอร์ที่อยู่ในระบบปรับอากาศของรถยนต์เอง

ระบบที่ต้องการพลังงานในการทำงาน (Active cooling system)

ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็นกับแพ็กแบตเตอรี่โดยผ่านระบบทำความเย็นด้วยสารหล่อเย็น



การทำงาน : ระบบจะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากแบตเตอรี่ โดยน้ำจะถูกทำให้เย็นด้วยคอยล์เย็น (Heat Exchanger) ที่ทำงานจากน้ำยาหล่อเย็นภายในตัวรถ

1. ลักษณะและขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า
2. การคำนวณหาค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า
3. review คุณสมบัติของแบตเตอรี่ การเลือกชนิด
4. รูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่
5. ระบบบริหารจัดการพลังงานแบตเตอรี่ ระบบความปลอดภัยทางกล และทางไฟฟ้า
6. ระบบระบายความร้อนเบื้องต้น
7. **โอกาสของประเทศไทยในการผลิตแพ็กแบตเตอรี่**

© MTEC 2018

ทางด้านวัตถุดิบ

- วัสดุภายในเซลล์แบตเตอรี่ แทบจะนำเข้า 100 %
- โลหะ แทบจะนำเข้า 100 %
- พลาสติกสามารถผลิตได้จากอุตสาหกรรมปิโตเลียม

ทางด้านเทคโนโลยีภายในประเทศ

- เริ่มมีการตั้งโรงงานประกอบระดับเซลล์แบตเตอรี่ และระดับแพ็กแบตเตอรี่
- มีศูนย์ทดสอบระดับเซลล์ และระดับแพ็ก แต่ยังไม่รองรับการทดสอบแพ็กที่มีแรงดันสูง กระแสสูง และกำลังสูง
- มีเทคโนโลยีในการขึ้นรูปโลหะและพลาสติก
- มีวิศวกรและนักวิจัยไทยสามารถออกแบบชิ้นส่วน ออกแบบระบบ และสร้างต้นแบบขึ้นมาเองได้ เช่น BMS และโครงสร้างของแพ็กแบตเตอรี่

โอกาสในการสร้างชิ้นส่วนสำหรับแพ็กแบตเตอรี่ภายในประเทศ

- ผลิตชิ้นส่วน เช่น สายไฟ ข้อต่อสายไฟ บอร์ด BMS วัสดุฉนวนทางไฟฟ้า และอื่นๆ
- ออกแบบระบบ และสร้างต้นแบบ

© MTEC 2018

จัดโดย

สวทช NSTDA THAILAND SCIENCE PARK

MOdern TranspOrts & Auto Parts Tech Day 2018

งานแสดงเทคโนโลยีระบบขนส่งสมัยใหม่และชิ้นส่วนยานยนต์ ประจำปี 2561

โอกาสของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบขนส่งสมัยใหม่

21 กันยายน 2561 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ติดต่อ

ดร. มานพ มาสมทบ

Dr.-Ing. Manop Masomtob

Tel: +66 2 564 6500 # 4628

manopm@mtec.or.th

หน่วยวิจัยวัสดุเพื่อพลังงาน

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน

ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

https://www.mtec.or.th/

กิตติกรรมประกาศ

- สถาบันยานยนต์ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ กระทรวงอุตสาหกรรม

- หน่วยวิจัยวัสดุเพื่อพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอบคุณครับ