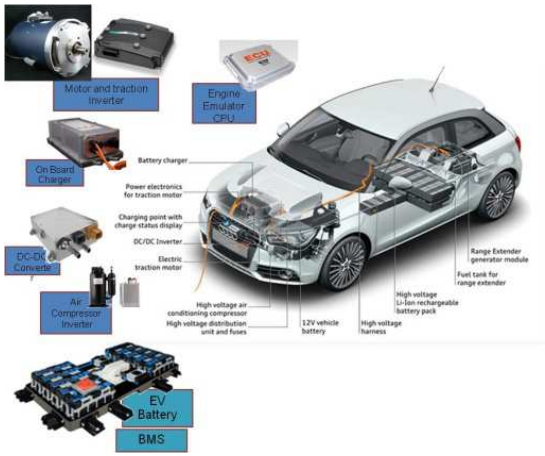
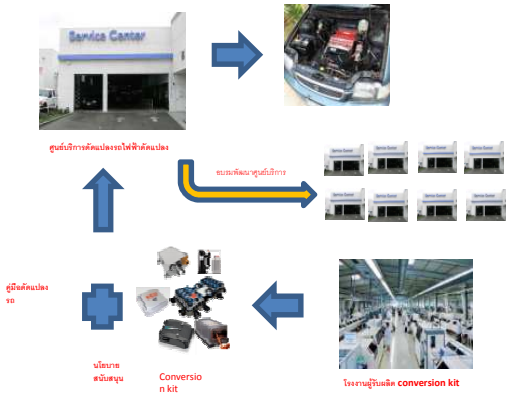
การพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง
โดยความร่วมมือระหว่าง กฟผ.-สวทช.
(ระยะที่ 1 – ระยะที่ 3)





3 สิงหาคม 2559

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

ที่มาและความสำคัญ

กรุงเทพมหานคร ประสบปัญหาการจราจรติดขัดจากการใช้รถยนต์เพื่อการเดินทางในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดการเผาผลาญน้ำมันในปริมาณมาก เกิดมลภาวะที่ส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเมือง โดยเฉพาะโรคทางเดินหายใจ เป็นภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาที่สูงมาก หากสามารถแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ โดยรถยนต์ทุกคันสามารถเปลี่ยนมาเป็นรถไฟฟ้าได้ จะส่งผลให้สามารถแก้ปัญหามลพิษในเมืองที่เกิดจากภาคขนส่งลงได้

ประกอบกับ การใช้รถยนต์ภายในเมืองจะใช้สำหรับการเดินทางไปทำงาน เรียนหนังสือ ซึ่งระยะทางการวิ่งโดยเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ 50-60 กิโลเมตร/วัน/คัน หรือไม่เกิน 80 กิโลเมตร/วัน จากข้อมูลการใช้งานรถยนต์ดังกล่าวภายในเมือง สามารถปรับเปลี่ยนมาใช้รถไฟฟ้าที่สามารถวิ่งได้ 100-120 กิโลเมตร/การประจุไฟฟ้า โดยสามารถนำกลับไปประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัยได้

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

ที่มาและความสำคัญ (ต่อ)

การประจุไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัย สามารถบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าในภาพรวมได้ โดยรณรงค์ให้ประจุไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าในช่วงหลัง 22.00 น. เป็นต้นไป เพื่อไม่ให้กระทบต่อระบบไฟฟ้าในภาพรวม และเป็นการลดค่าใช้จ่ายจำหรับผู้ใช้รถไฟฟ้าที่ติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแบบ TOU หรือหากอนาคตรัฐจะมีการกำหนดอัตราการใช้ไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าที่มีการประจุไฟฟ้าโดยใช้ไฟบ้าน

โดยในปี พ.ศ.2553 กฟผ. และ สวทช. ได้มีแนวคิดร่วมกันในการริเริ่มการพัฒนารถยนต์นั่งเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมุ่งเน้นดัดแปลงจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งในขณะนั้นยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่เป็นที่นิยม

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

ที่มาและความสำคัญ (ต่อ)

จึงได้อนุมัติให้ทีมงานวิจัยจาก

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
- มหาวิทยาลัยนเรศวร (มน.)

ดำเนินการโครงการรถไฟฟ้าดัดแปลงจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยมุ่งเน้นให้มีการวิจัยและพัฒนาส่วนประกอบต่างๆ ภายในประเทศ ภายใต้บันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช. ซึ่งมีการร่วมสนับสนุนเงินทุนฝ่ายละเท่าๆ กัน

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

NISSAN LEAF

รถไฟฟ้าดัดแปลง Toyota VIOS

รถไฟฟ้าดัดแปลง Honda Jazz

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

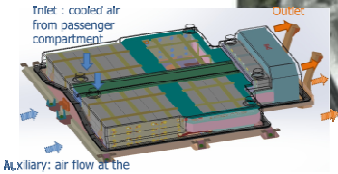
สรุปการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลงจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน

ชิ้นส่วน	Honda Jazz	Toyota Vios
การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหลัก / จัดวางแบตเตอรี่ในพื้นที่ด้านหลัง	มีการตัดต่อตัวถังเพื่อจัดวางแบตเตอรี่ไว้ใต้เบาะหลัง
แบตเตอรี่	เลือกซื้อ Thundersky ($LiFePO_4$ 100 cell)	เลือกซื้อ Narada ($LiFePO_4$ 100 cell)
ระบบจัดการแบตเตอรี่	ออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดการแบตเตอรี่ $LiFePO_4$ขนาด 60 แอมแปร์ชั่วโมง จำนวน 100 เซลล์ที่ต่ออนุกรมกัน มีพลังงาน 19.8 กิโลวัตต์ชั่วโมง	
ระบบระบายความร้อน	- ออกแบบแนวคิดระบบระบายความร้อนของมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์ - สร้างต้นแบบระบบควบคุมอุณหภูมิแบตเตอรี่	
ระบบควบคุมหลักสำหรับรถไฟฟ้า	ออกแบบและสร้างต้นแบบ Supervisory ECU ควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งหมด ผ่านการทดสอบความทนทานต่อสภาพแวดล้อมแบบ verification test โดย TUV SUD PSB Thailand	
อุปกรณ์ควบคุมพลศาสตร์ของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์	ออกแบบและสร้างต้นแบบ ECU ควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้ตอบสนองต่อสภาวะการขับขี่ใกล้เคียงกับรถยนต์สันดาปภายใน	

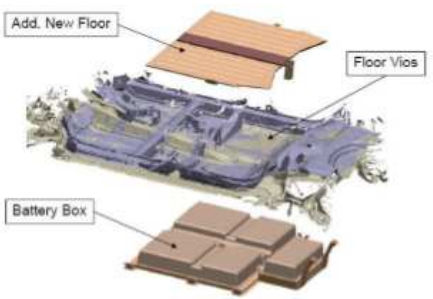
โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

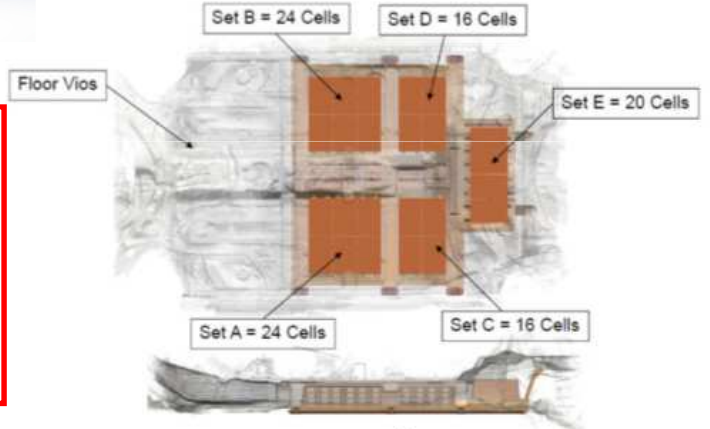
สรุปการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลงจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ต่อ)

ชิ้นส่วน	Honda Jazz	Toyota Vios
มอเตอร์ไฟฟ้า	เลือกซื้อมอเตอร์ UQM	ออกแบบและสร้างต้นแบบ 3-phase IPMSMS ขนาด 45 kW, 380V, 3000rpm ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
ระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังและระบบขับเคลื่อน	เลือกซื้ออินเวอร์เตอร์ UQM	– ออกแบบและสร้างต้นแบบชุดแปลงกำลังไฟ DC-DC converter – ออกแบบและสร้างต้นแบบชุดขับคอมเพรสเซอร์ระบบปรับอากาศ – ออกแบบและสร้างต้นแบบอินเวอร์เตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์
ระบบเบรก	ปรับจากการใช้แรงดันภายเครื่องยนต์ขับปั๊มเบรกมาเป็นใช้พลังงานไฟฟ้า และปรับปรุงให้มีระบบเบรกมีประสิทธิภาพดีกว่าเบรกเดิม	



รถไฟฟ้าดัดแปลง
Toyota Vios





รถไฟฟ้าดัดแปลง
Honda Jazz

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

การพัฒนาชิ้นส่วนและข้อมูลเชิงเทคนิค

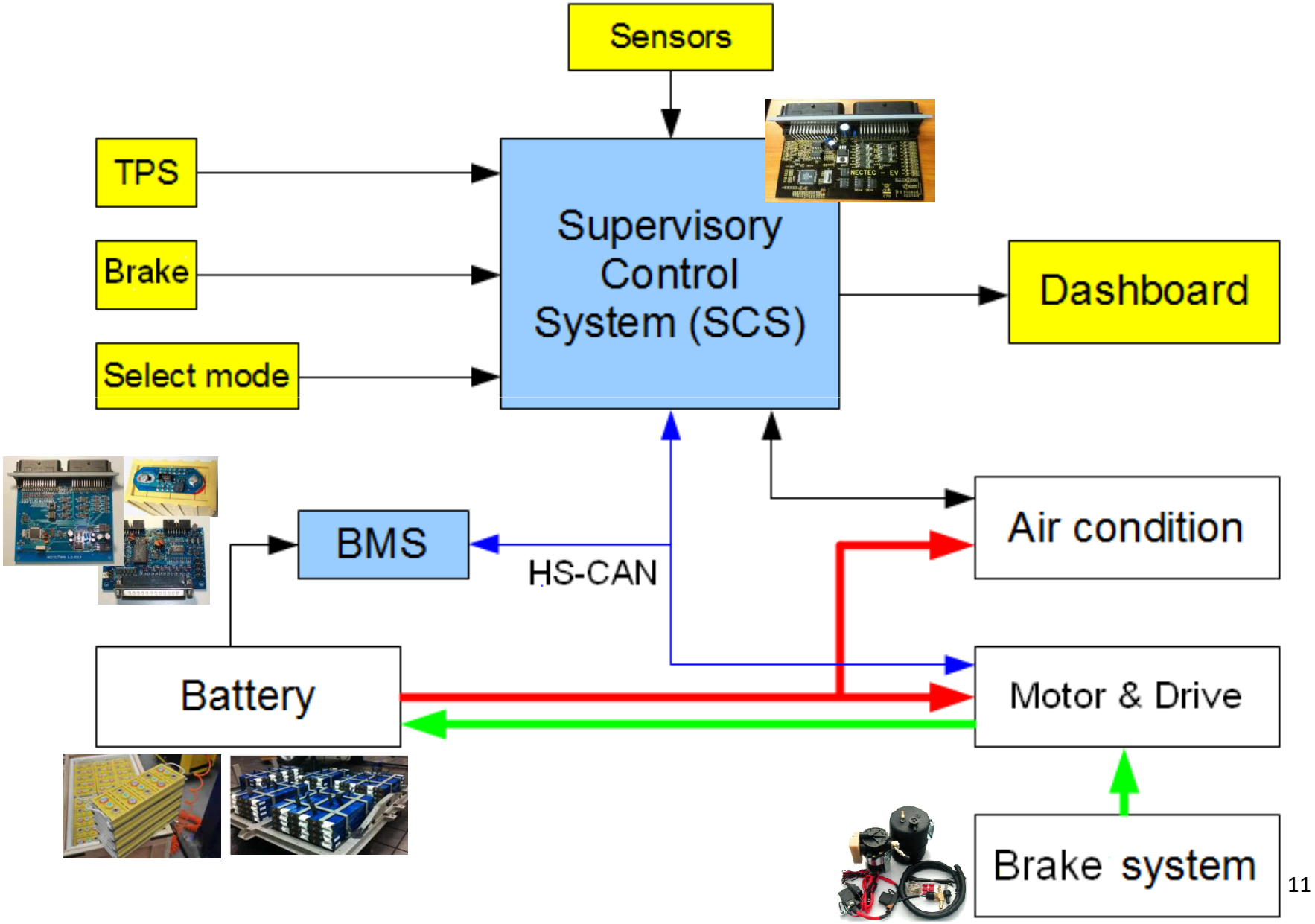
โครงการ	ผลงานเป้าหมาย	งบประมาณ	สถานปัจจุบัน		
A1 - NECTEC	EV ECU	2,802,600	Prototype completed	Installed and tested	Installed, waiting to be tested
A2 - NECTEC	BMS	4,389,600	Prototype completed	Installed and tested	Installed, waiting to be tested
A3 - MTEC	Motor Drive	1,598,800	Prototype under development	Installed UQM Drive (USA)	Waiting for prototype completion
C1 - NU	Motor ECU	3,160,650	Prototype under development	Used developed program from A1	Waiting for prototype completion
M2 - KMITL	Motor	4,669,000	Prototype completed	Installed UQM Motor (USA)	Installed, waiting to be tested
A5 - MTEC	Brake and Cooling Systems	3,457,500	Prototype completed	Installed and tested	Installed, waiting to be tested
A7 - MTEC	Coupling and Integrations	9,623,350	Prototype completed	Installed and tested	Waiting for some components

EV ECU

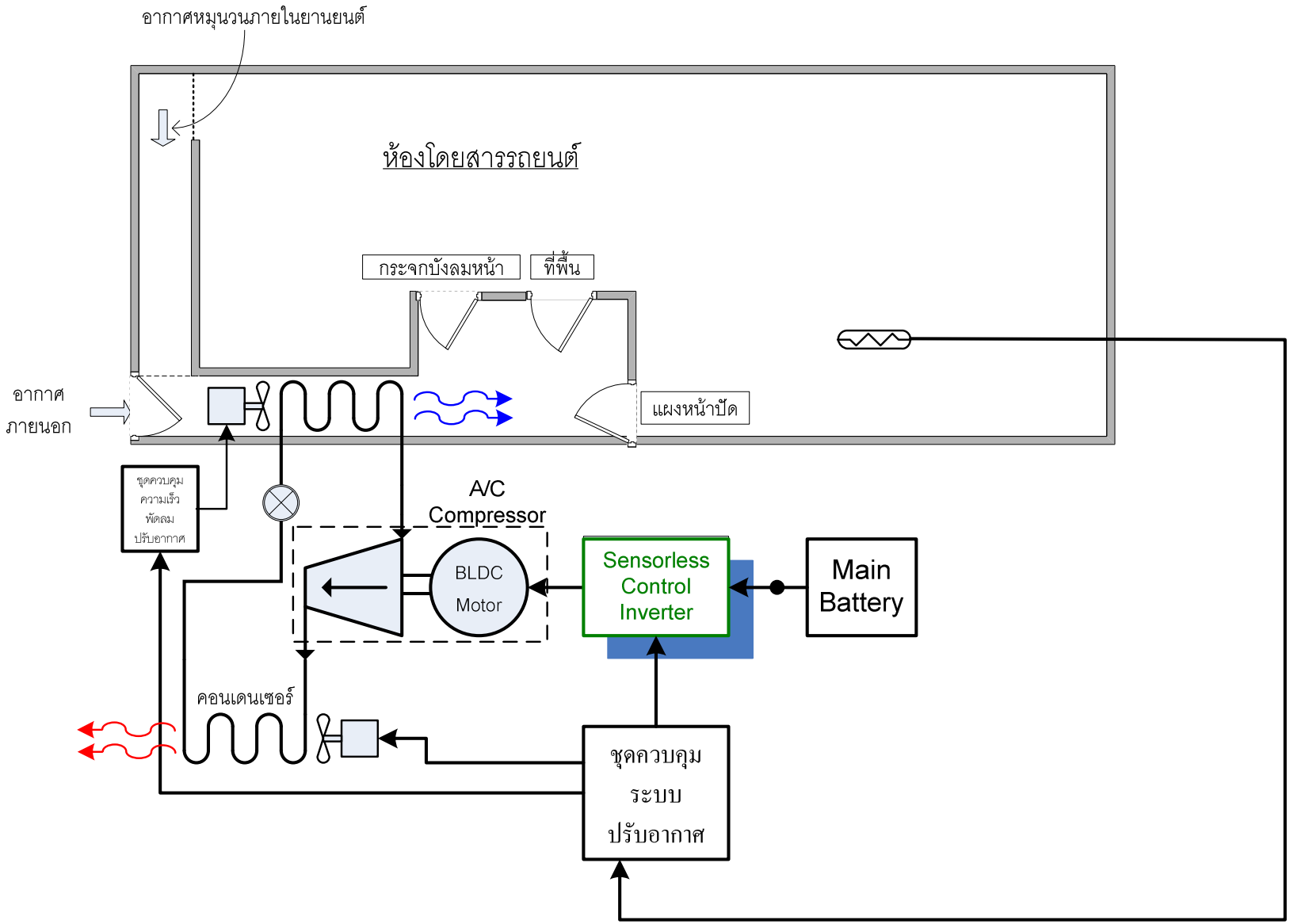
พัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมรถไฟฟ้าดัดแปลงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเทคโนโลยีที่มีอยู่ปัจจุบัน โดยจะพัฒนาระบบควบคุมหลัก ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยง 6 ระบบหลักของรถไฟฟ้าเข้าไว้ด้วยกัน ให้ทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1. **ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor drive system)** คือ ระบบที่ทำให้รถยนต์เคลื่อนที่ได้ โดยจะรับคาสั่งเป็นค่าแรงบิด
2. **ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery management system: BMS)** คือ ระบบที่ตรวจวัดสภาพและควบคุมการประจุแบตเตอรี่เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
3. **ระบบห้ามล้อ (Brake system)** คือ ระบบที่ทำให้รถยนต์ชะลอความเร็วและสร้างพลังงานจากการเบรกกลับมาประจุไฟให้กับแบตเตอรี่เพื่ออนุรักษ์พลังงาน
4. **ระบบปรับอากาศ (Air-conditioning system)** คือ ระบบทำความเย็นให้กับห้องโดยสาร เพื่อให้ใช้พลังงานได้คุ้มค่าจะต้องมีการกำหนดการทำงานในสภาวะต่างๆของระบบนี้เช่นกัน
5. **ระบบแสดงผลบนหน้าปัด (Dashboard system)** คือ ระบบแสดงผลสภาวะของการขับขี่ เช่น ความเร็ว พลังงานในแบตเตอรี่ หรือ อัตราการบริโภคพลังงาน เป็นต้น
6. **ระบบติดต่อกับผู้ขับขี่ (Driver interface)** คือ อินพุตและเอาพุตของผู้ขับขี่ที่กระทำกับรถยนต์ เช่น คันเร่ง เบรก หรือสวิทช์ปรับรูปแบบการขับขี่ ซึ่งเป็นสัญญาณสาคัญในการวิเคราะห์และสั่งงานระบบอื่นๆต่อไป

ระบบควบคุมหลักสาหรับรถไฟฟ้าดัดแปลงที่ดำเนินการ



Automobile Air Conditioning System for EV



การพัฒนาระบบจัดการแบตเตอรี่ (Batery Management System: BMS)

การพัฒนาต้นแบบระบบจัดการสาหรับแบตเตอรี่ประเภทลิเธียม เพื่อใช้กับรถยนต์ไฟฟ้า (BEV) โดยแบตเตอรี่ที่เลือกใช้เป็นแบตเตอรี่ลิเธียมไอรอนฟอสเฟต ($LiFePO_4$) ซึ่งมีความปลอดภัยสำหรับการประยุกต์ใช้งานกับยานพาหนะ ระบบจัดการแบตเตอรี่ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถควบคุมแบตเตอรี่จำนวน 100 เซล มีความจุประมาณ 20 กิโลวัตต์ชั่วโมงเพื่อให้เพียงพอกับการวิ่งได้ระยะทาง 120 กม. ต่อการประจุไฟหนึ่งครั้ง ซึ่งอยู่ในพิกัดเดียวกันกับรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจาหน่ายกันอยู่ในปัจจุบัน

การประจุไฟฟ้าจะเป็นแบบการประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ต้องใช้ระยะเวลาในการประจุไม่เกิน 8 ชั่วโมง ด้วยเครื่องประจุไฟฟ้าบนรถ (on-board charger) ขนาด 3 กิโลวัตต์

ระบบจัดการแบตเตอรี่ ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยระบบสมองกลฝังตัว พร้อมด้วยเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ เพื่อนำมาประมวลผลสาหรับควบคุมการใช้งานแบตเตอรี่

การพัฒนาระบบจัดการแบตเตอรี่ (Batery Management System: BMS)

หน้าที่สำคัญหลักๆ ของระบบจัดการแบตเตอรี่

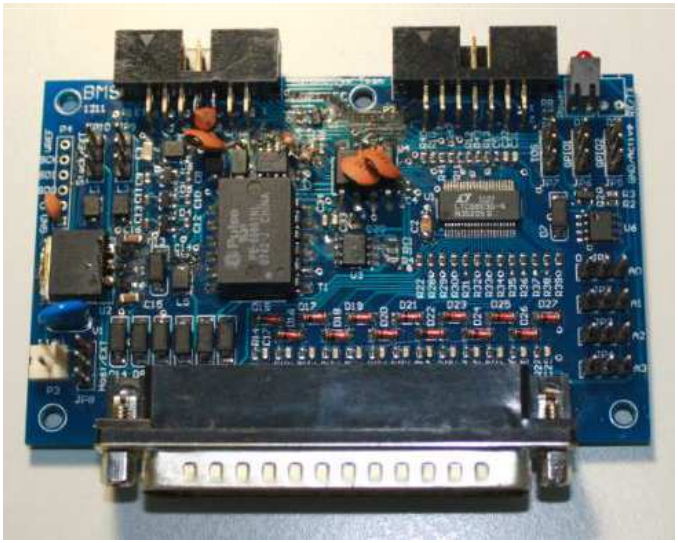
1. ตรวจวัดและเฝ้าระวังสถานะของแบตเตอรี่เพื่อป้องกันความเสียหายและอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่และผู้ใช้งาน โดยมีการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทาง CAN Bus เมื่อแรงดันกระแสไฟฟ้า หรืออุณหภูมิ อยู่นอกขอบเขตที่กำหนดไว้
2. ปรับสมดุลเซล (Cell Balancing) ในขณะทำการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ เพื่อให้ทุกเซลแบตเตอรี่มีประจุเท่าหรือใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถใช้พลังงานในแบตเตอรี่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. ควบคุมการประจุไฟฟ้าโดยการตรวจวัดสถานะของแบตเตอรี่แล้วส่งคำสั่งไปควบคุมการทำงานเครื่องประจุไฟฟ้า
4. สื่อสารเพื่อส่งข้อมูลสถานะแบตเตอรี่ การแจ้งเตือน ไปยังระบบควบคุมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบจัดการแบตเตอรี่ (Batery Management System: BMS)

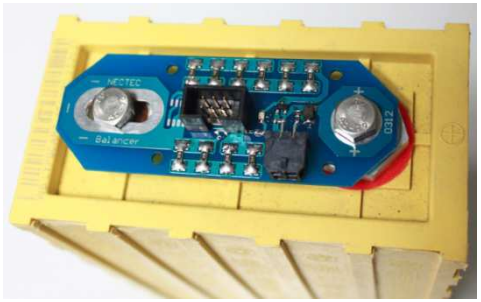
ฮาร์ดแวร์ระบบจัดการแบตเตอรี่ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ

1) บอร์ดควบคุมหลัก (BMS Master)
2) บอร์ดตรวจวัดแบตเตอรี่ (Battery-Monitoring board)
3) บอร์ดปรับสมดุลเซล (Balancer board)

บอร์ดควบคุมหลัก
(BMS Master)

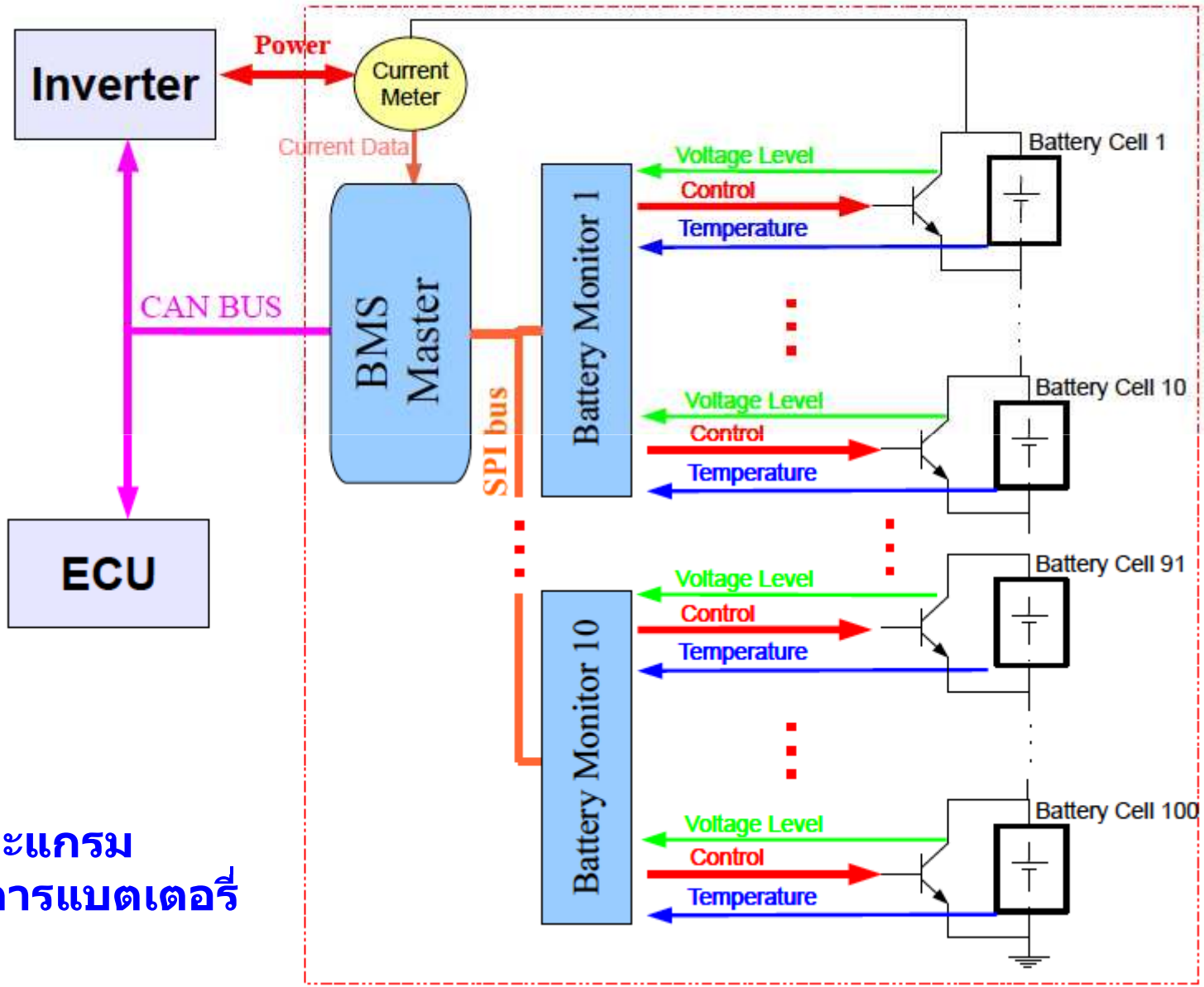


บอร์ดตรวจวัดแบตเตอรี่



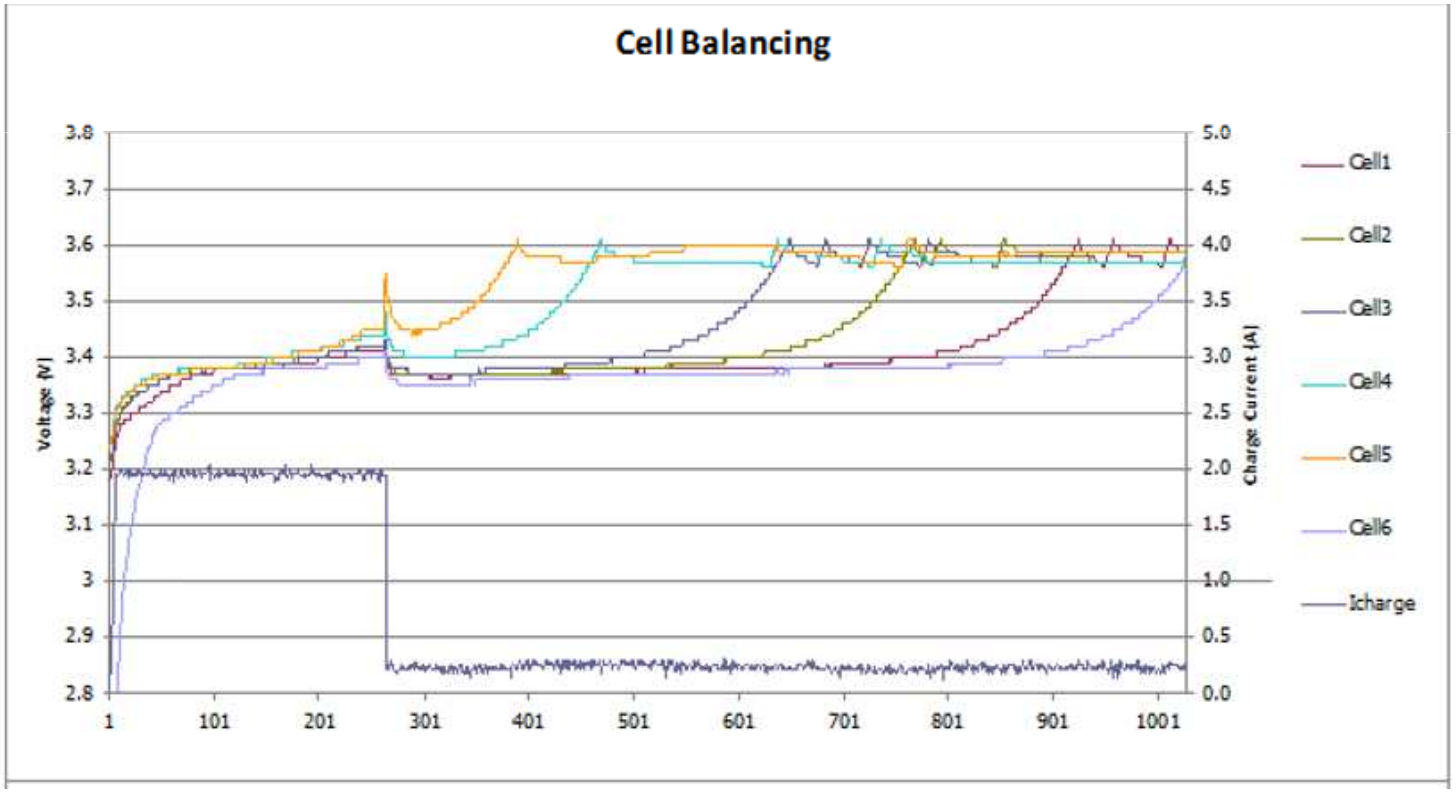
บอร์ดปรับสมดุลเซล
ที่ติดตั้งบนขั้วแบตเตอรี่

การพัฒนาระบบจัดการแบตเตอรี่ (Batery Management System: BMS)

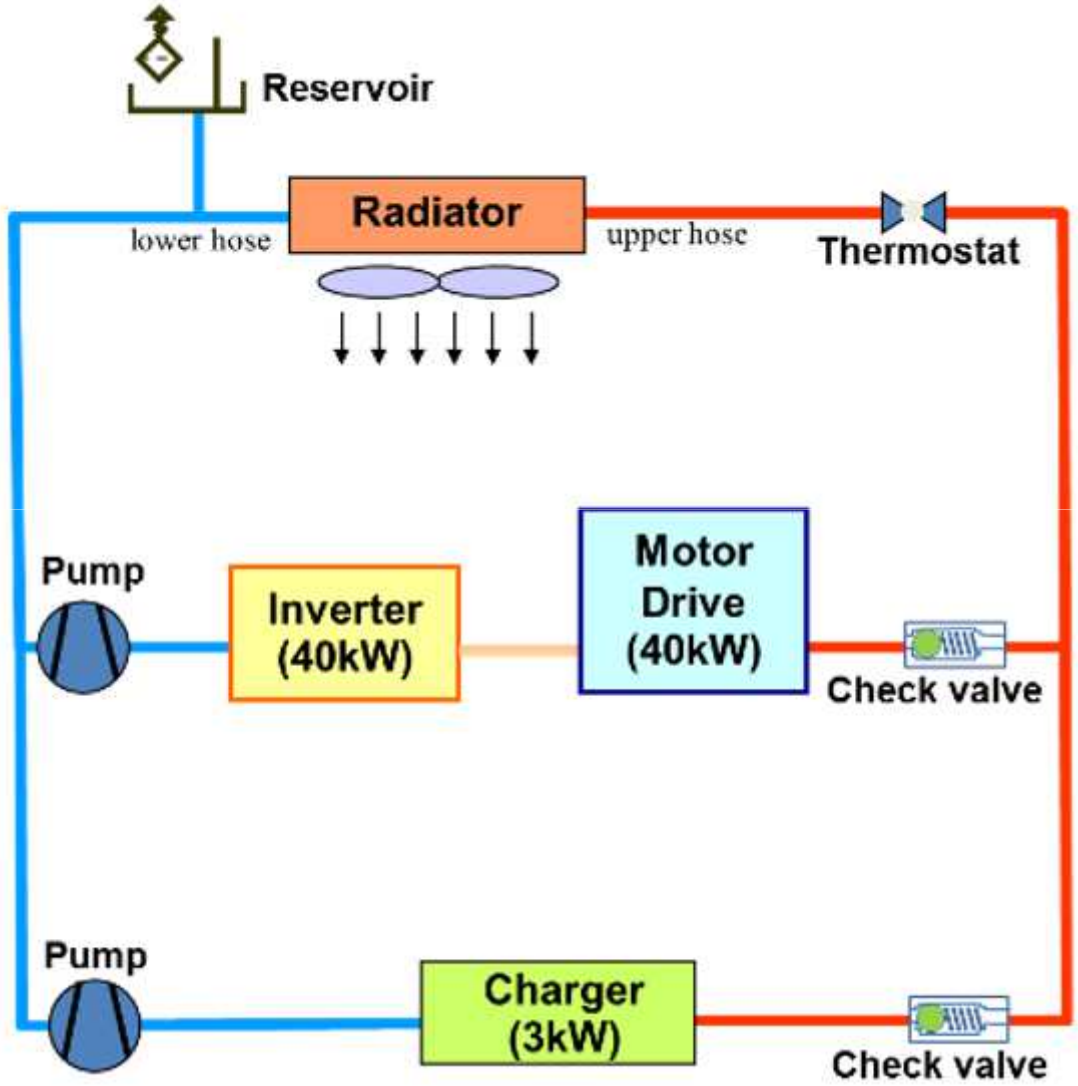


ไดอะแกรม
ระบบจัดการแบตเตอรี่

LED บนบอร์ดปรับสมดุลเซลติดแสดงว่า เกิดการ Bypass กระแส



ระบบระบายความร้อนมอเตอร์ อินเวอร์เตอร์ และชาร์จเจอร์



Coolant : Water:Ethylene Glycol

ระบบเบรคสำหรับรถไฟฟ้าดัดแปลง

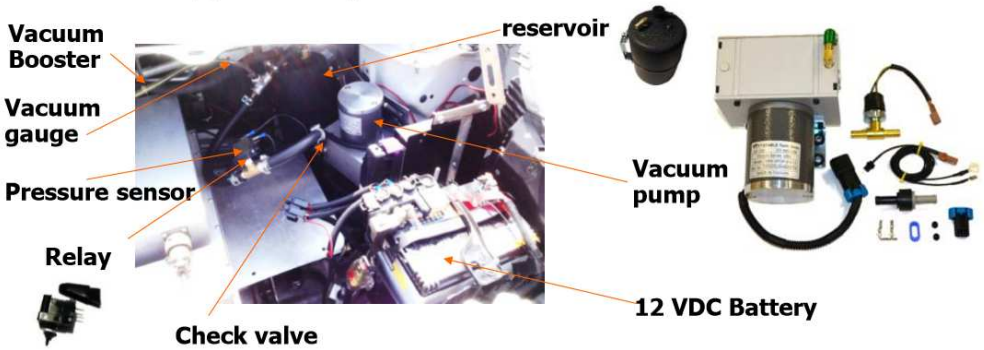
แหล่งกำเนิดแรงดูดสุญญากาศในหม้อลมเบรก

กรณีรถที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน

จะใช้แรงดูดสุญญากาศ จากท่อรวมไอดีของเครื่องยนต์ ใน การดันแผ่นยางไดอะเฟรมและแกนแม่ปั๊ม

กรณีรถไฟฟ้าดัดแปลง

- ติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อขับแรงสุญญากาศในหม้อลมเบรก

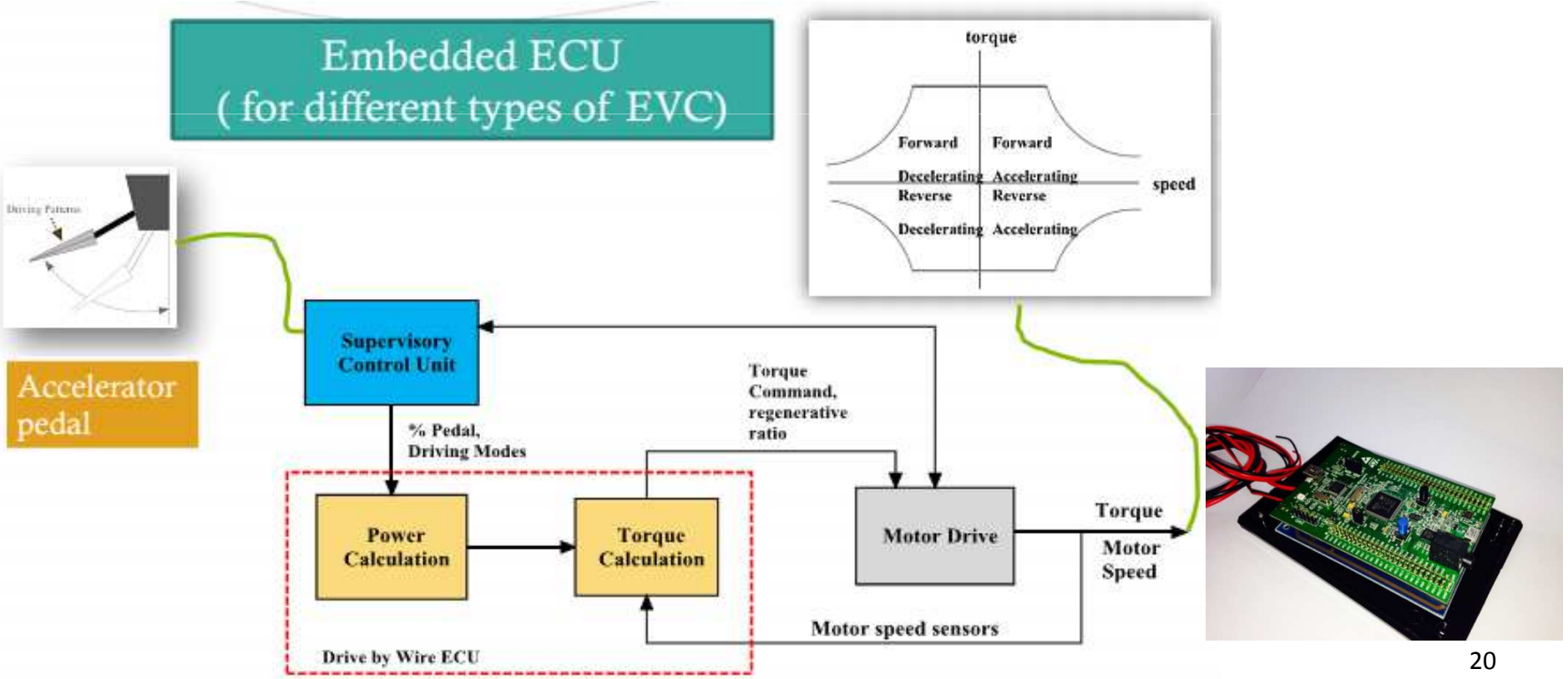


- มีการนำพลังงานที่สูญเสียไปจากการเบรกมาใช้ใหม่ (Regenerative braking)

ระบบคันเร่งไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าดัดแปลง

เป็นระบบที่สามารถตอบสนองการขับขี่ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถตอบสนองคันเร่งได้ใกล้เคียงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ปกติ เช่น การ kick down การขับในโหมดประหยัด เป็นต้น โดยสร้างโหมดการขับขี่ 3 ระดับ ได้แก่

- โหมด Commute (สำหรับการขับขี่ระหว่างเมือง)
- โหมด Power (สำหรับการขับขี่แบบสปอร์ต)
- โหมด City (สำหรับการขับขี่ในเมือง)

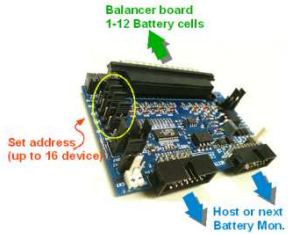


โครงการสร้างต้นแบบรถยนต์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต้นแบบจากการดัดแปลง Jazz

A1

ECU

A2:BMS



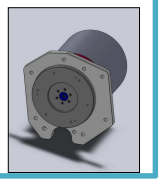
C1: Drive by Wire

A1

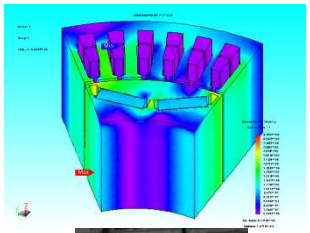
CAN

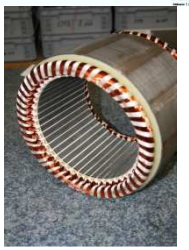
A7:System Integration

ชุดเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อน



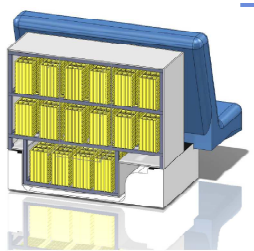
M2: Motor

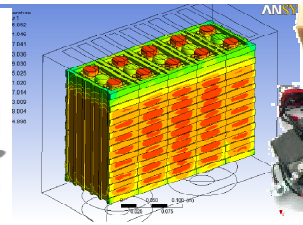




A3 : Inverter

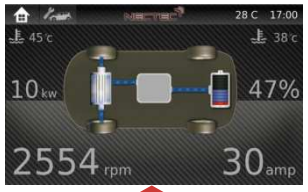
A5: การวางแบตเตอรี่ ระบบควบคุมอุณหภูมิ และเบรก





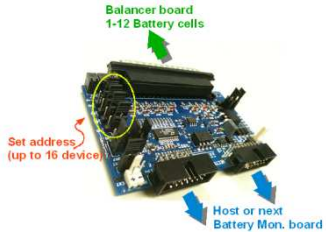
โครงการสร้างต้นแบบรถยนต์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต้นแบบ จากการดัดแปลง Vios

A1



ECU

A2:BMS

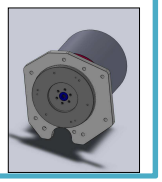


C1: Drive by Wire

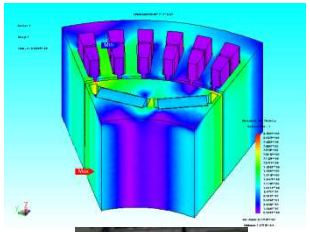
CAN

A7:System Integration

ชุดเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อน

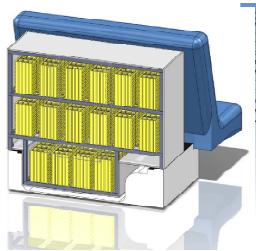


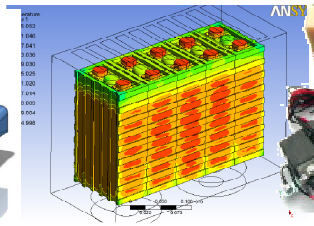
M2: Motor



A3 : Inverter

A5: การวางแบตเตอรี่ ระบบควบคุมอุณหภูมิ และเบรก





โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

พิธีส่งมอบรถไฟฟ้าดัดแปลง Honda JAZZ วันที่ 3 มิถุนายน 2559

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 1 (EV1) ปี 2553-2559

ประเด็นที่จะต้องมีการวิจัยต่อยอด

1. การดัดแปลงรถยนต์ใช้แล้วให้เป็นรถไฟฟ้า ต้องไม่ติดข้อจำกัดของยี่ห้อและรุ่นรถยนต์ใช้แล้วที่นำมาดัดแปลง
2. พัฒนาต้นแบบภาคสนามชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Kit) พร้อมจัดทำคู่มือการดัดแปลงรถ เพื่อเป็นแนวทางในการดัดแปลงรถ ICE ให้เป็น EV โดยต้นทุนดัดแปลงของลูกค้าไม่รวมแบตเตอรี่ ต่ำกว่า 200,000บาท
3. ขยายผลพัฒนาให้เกิดศูนย์บริการดัดแปลงรถไฟฟ้าดัดแปลง โดยจะมีการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม ในการผลิตชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Conversion kit) และคู่มือดัดแปลงรถ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถดัดแปลงรถยนต์ใช้แล้วไปสู่รถไฟฟ้าได้

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 2 (EV2) ปี 2560-2562

วัตถุประสงค์

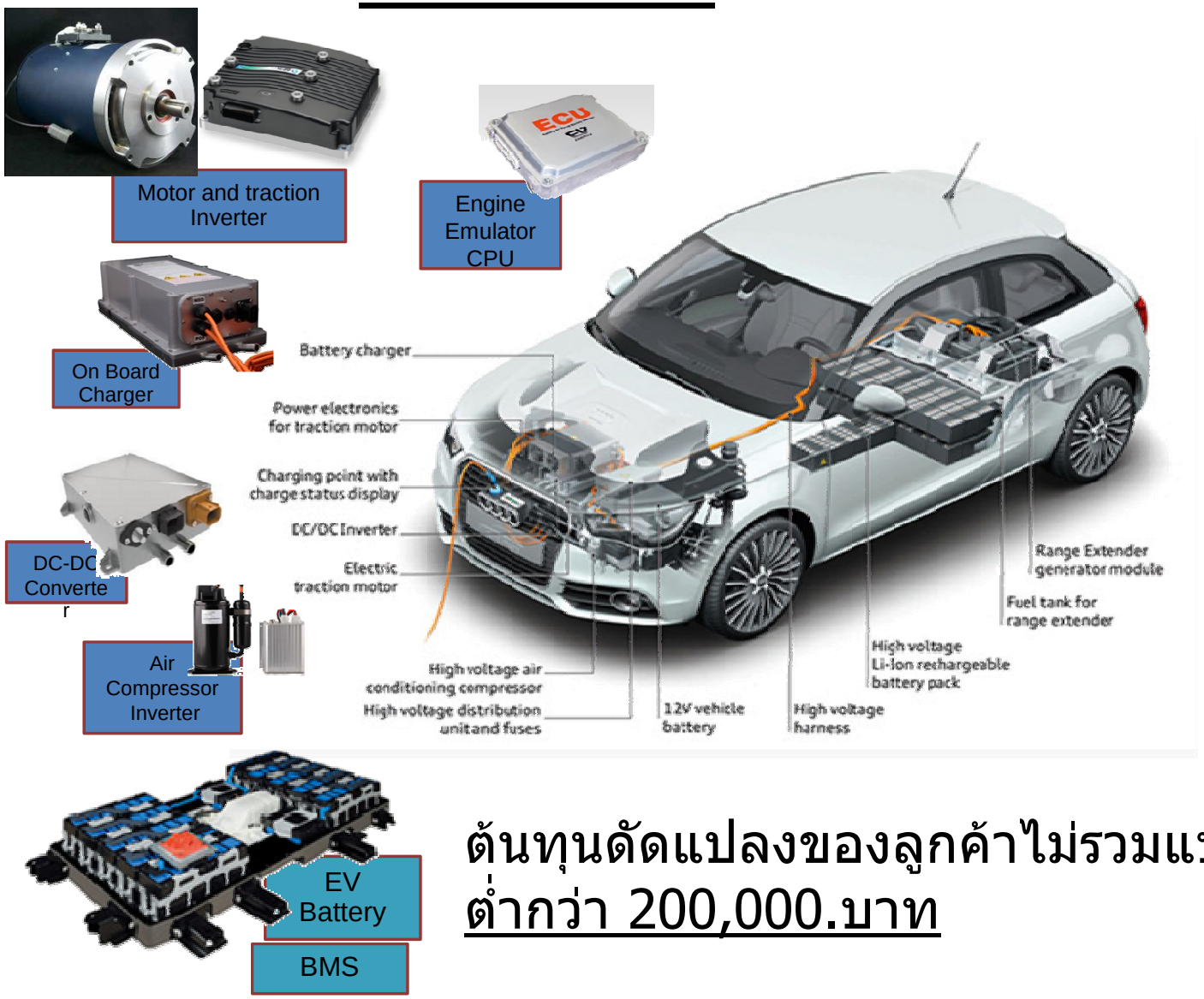
1. พัฒนารถยนต์ดัดแปลงต้นแบบจากรถ ICE เป็นรถไฟฟ้า ให้เหมาะสม จะนำไปใช้งานและแสดงเพื่อให้ความรู้และกระตุ้นให้เกิดการรับรู้เกี่ยวกับ EV กับสาธารณะชนและเยาวชน โดยส่งมอบให้ กฟผ. จำนวน 4 คัน แล ะสวทช. นำมาศึกษาต่อยอดต่อไปอีกจำนวน 2 คัน
2. วิจัยพัฒนา Components หลักใน Kit เพื่อให้มีต้นทุนรวมต่ำกว่า 200,000 บาท (ไม่รวมแบตเตอรี่) เมื่อมีการผลิตแบบมวลรวม (Mass Production) ในอนาคต
3. จัดทำคู่มือการดัดแปลงรถ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถใช้เป็นแนวทางในการดัดแปลงรถ ICE ให้เป็น EV
4. พัฒนาต้นแบบภาคสนามชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Kit) จำนวน 10 ชุด พร้อมแบบทางวิศวกรรม (Blueprint) เพื่อเป็นแบบและใช้ดัดแปลงให้ผู้สนใจ และเป็นต้นแบบให้กับผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนำไปผลิตในอนาคต

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 2 (EV2) ปี 2560-2562

เป้าหมาย

1. พัฒนารถยนต์ดัดแปลงต้นแบบจากรถ ICE เป็นรถไฟฟ้า ให้เหมาะสมจะนาไปใช้งานและ แสดงเพื่อให้ความรู้และกระตุ้นให้เกิดการรับรู้เกี่ยวกับ EV กับสาธารณะชนและเยาวชน โดยส่งมอบให้ กฟผ. จำนวน 4 คัน ภายในเดือนที่ 12-15
2. วิจัยพัฒนา Components หลักใน Kit เพื่อให้มีต้นทุนรวมต่ำกว่า 200,000.บาท (ไม่รวมแบตเตอรี) เมื่อมีการผลิตแบบมวลรวมในประเทศในอนาคต ภายในเดือนที่ 36 ของโครงการ
3. วิจัยพัฒนาเพื่อให้ได้ชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Kit) พร้อมแบบทางวิศวกรรมของชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Blueprint) เพื่อให้มีผู้ประกอบการสามารถดัดแปลงรถ ICE ให้เป็น EV ได้ ภายในเดือนที่ 36 ของโครงการ

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 2 (EV2) ปี 2560-2562



ต้นทุนดัดแปลงของลูกค้าไม่รวมแบตเตอรี่ต่ำกว่า 200,000.บาท

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 2 (EV2) ปี 2560-2562

Eco car M/T 2 คัน

เดือนที่ 12

คู่มือการใช้งาน
และดูแลรักษา

เดือนที่ 18

คู่มือการดัดแปลง
รถยนต์ขนาดกลาง

เดือนที่ 30

เดือนที่ 15

Eco car A/T 2 คัน

เดือนที่ 24

รถยนต์ขนาดกลาง A/T 1 คัน

คู่มือการดัดแปลงรถ ECO Car

เดือนที่ 36

รถกระบะ M/T 1 คัน พร้อมคู่มือดัดแปลง

Conversion kit
พร้อม Blueprint
จำนวน 10 ชุด

โครงการพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง ระยะที่ 3 (EV3) ปี 2563 เป็นต้นไป

ศูนย์บริการดัดแปลงรถไฟฟ้าดัดแปลง

อบรมพัฒนาศูนย์บริการ

โรงงานผู้รับผลิต conversion kit

Conversion kit

คู่มือดัดแปลงรถ

กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY

การขับเคลื่อน EV 59-60 [2]

การจัดเตรียมค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรก

กรอบแนวทาง ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1 ค่าพลังงานไฟฟ้า

- อ้างอิงจากอัตราค่าไฟฟ้าขายปลีกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง แบบ TOU
- คิดตามแรงดันที่เชื่อมต่อ โดยคิดอัตราค่า Demand Charge เฉลี่ยรวมกับค่า Energy Charge และหักลบเงินอุดหนุนค่าไฟฟรี (50 หน่วย) และค่า Ft ตามมติ กกพ.

Demand Charge เฉลี่ย + Energy Charge + ค่า Ft − เงินอุดหนุนค่าไฟฟรี (50 หน่วย)

2 ค่าบริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

- อัตราค่าบริการในส่วนดังกล่าว ให้สะท้อนเงินลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า

อัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงแรก
ต้นทุนการสิ้นเปลืองพลังงานต่อกิโลเมตรของยานยนต์ไฟฟ้า
ต้องต่ำกว่ายานยนต์ที่ให้เชื้อเพลิง NGV