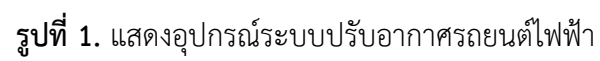
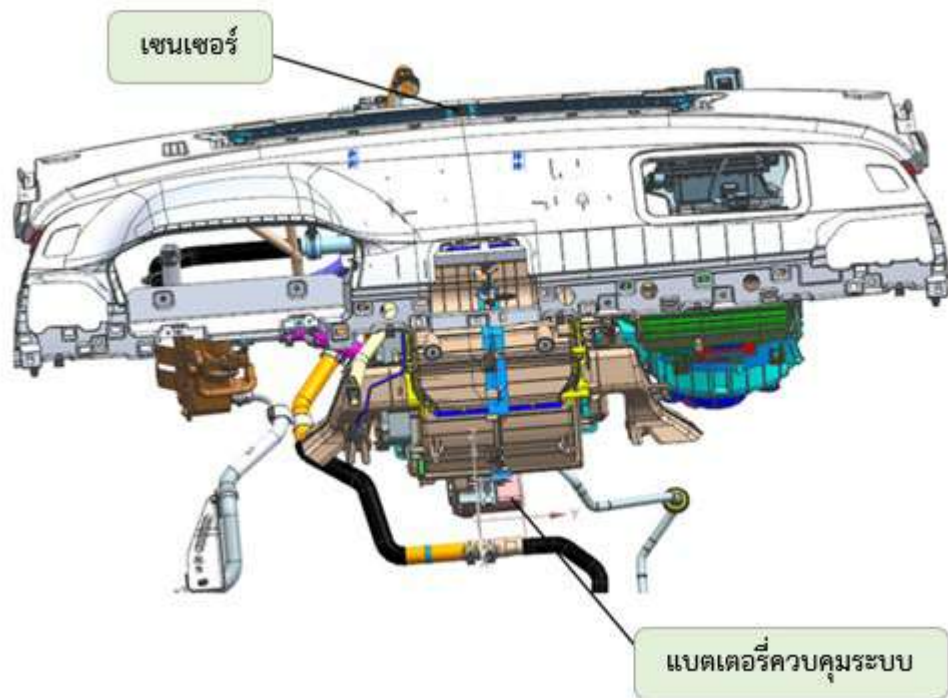


1.1.1 ดัชนีตำแหน่งชิ้นส่วน





1.1.2 การตรวจสอบและทดสอบระบบเบรก

1.1.2.1 การตรวจสอบชิ้นส่วน

ส่วนประกอบ	โปรแกรมการตรวจสอบ	การตรวจสอบอื่น ๆ
การประกอบระบบ ควบคุมเบรก	ตรวจสอบความเสียหายหรือการรั่วไหล - หม้อพักน้ำมันเบรก/กระปุกน้ำมันเบรก - ข้อต่อท่อน้ำมันเบรก - ข้อต่อสายอ่อนที่เชื่อมต่อกับน้ำมันเบรก	- ตรวจสอบแตกร้าวหม้อน้ำมัน เบรก/กระปุกน้ำมันเบรก
ส่วนประกอบ	โปรแกรมการตรวจสอบ	การตรวจสอบอื่น ๆ
ท่อเบรก	ตรวจสอบความเสียหายหรือรั่วไหล - ข้อต่อรอบนอกของชุดท่อเบรกและเบรก - ข้อต่อต่างๆ ของท่อเบรกและท่อแข็ง - ท่อยางเบรกและระบบท่อ - ท่อเหล็กเบรกและระบบท่อ	- ท่อเบรกบวมและบิด - ท่อเบรกมีการเปลี่ยนรูปและ โค้งงอผิดปกติ

คาลิปเปอร์เบรก	ตรวจสอบความเสียหายหรือน้ำมันรั่ว - ซีลลูกสูบ - ข้อต่อท่อเบรกแบบแบน - สกรูวาล์วน้ำทิ้ง	- ตรวจสอบเบรกติดและการยึดตัวของลูกสูบ
หน่วยควบคุม EPB	ตรวจสอบสัญญาณของความเสียหายที่มีสิ่งสกปรก EPB	

1.1.2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบปัญหาระบบเบรก, การสึกหรอที่ผิดปกติของผ้าเบรก,

(1) ตรวจสอบยืนยันความผิดปกติ.

(2) ตรวจสอบช่องว่างของสวิตช์ไฟเบรกว่าสอดคล้องกับข้อกำหนดการออกแบบ (1.5-2.5 มม.) และตรวจสอบว่าปีกผีเสื้อกลับคืนสภาพปกติหรือไม่ (ใช่) เปลี่ยนไปที่ขั้นตอนที่ 3 (ไม่ใช่) ปรับช่องว่างของสวิตช์ไฟเบรกหรือทำการตรวจสอบสถานะของปีกผีเสื้อ.

(3) เปิดแหล่งจ่ายไฟของรถยนต์, ยกรถและหมุนล้อทั้งสองด้วยมือ. ตรวจสอบความผิดปกติของไหนบ้างที่มีปัญหาการเบรกติดขัดหรือไม่ (ใช่) เปลี่ยนไปที่ขั้นตอนที่ 4 (ไม่ใช่) หาสาเหตุอื่นที่อาจทำให้เกิดการสึกหรอผิดปกติของผ้าเบรก, หรือปัญหาการเบรกติดขัด.

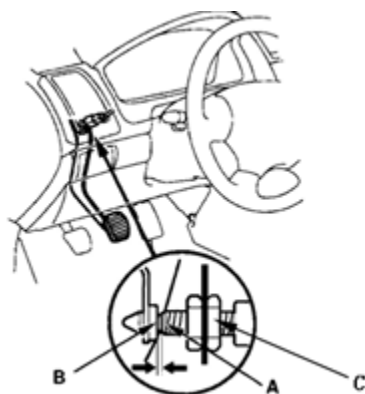
(4) ตามที่แสดงในภาพที่ 1.6-1 ในหัวข้อ 1.6 ใช้ VDS เข้าโหมดการติดตั้งของระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB, กดปีกผีเสื้อหลายครั้งแล้วหมุนล้ออีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่ามีปัญหาการเบรกติดขัดหรือไม่. มีล้อไหนบ้างที่มีปัญหาการเบรกติดขัดหรือไม่ (ใช่) เปลี่ยนไปที่ขั้นตอนที่ 5 (ไม่ใช่) เปลี่ยนระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB.

(5) ปลดท่อเบรกจากเบรคคาลิปเปอร์แล้วหมุนล้อ, ตรวจสอบว่ามีปัญหาการเบรกติดขัดหรือไม่. มีล้อไหนบ้างที่มีปัญหาการเบรกติดขัดหรือไม่ (ใช่) เปลี่ยนชุดเบรคคาลิปเปอร์ (ไม่ใช่) ตรวจสอบว่าท่อเบรกมีการอุดตันหรือไม่.

1.1.3 ภาพสถานะระบบเบรก

1. ระยะห่างของสวิตช์เบรก

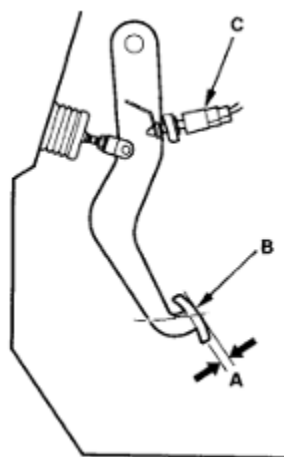
(1) หมุนสวิตช์ไฟเบรก A ออกจากคลิปติดตั้ง C แล้วย้ายสวิตช์ไฟเบรกให้มีระยะห่าง 1.5-2.5 มม. ระหว่าง A และ B จากนั้นหมุนสวิตช์ไฟเบรก A ให้ล็อกกับคลิปติดตั้ง C ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไฟเบรกดับเมื่อปล่อยแป้นเหยียบ



รูปที่ 2. แสดงตำแหน่งระยะสวิตช์ไฟเบรก

(2) ตรวจสอบการเคลื่อนที่เสรีของแป้นเหยียบเบรก 2. การเคลื่อนที่เสรีของแป้นเหยียบ

(1) หลังจากลดไฟรถยนต์เป็นเวลา 6 นาที ใช้มือดันแป้นเหยียบเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่เสรีที่จุด (B) ของแป้นเหยียบ (A) การเคลื่อนที่เสรี: 1-5 มม.



รูปที่ 3. แสดงตำแหน่งระยะการเคลื่อนที่แป้นเบรก

(2) ระยะการกดของแป้นเหยียบไม่เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิค ให้ปรับสวิตช์ตำแหน่งของแป้นเบรก (C) หากการเดินทางของแป้นเหยียบไม่เพียงพอ อาจทำให้เบรกเกิดการหน่วงได้.

1.1.4 การตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงแป้นเบรก

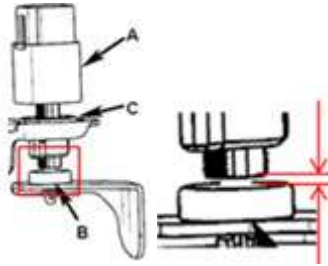
1.1.4.1 ตรวจสอบ

1. ถอดแผ่นกันกระแทกด้านล่างออก และถอดอุปกรณ์รอบ ๆ แป้นเบรกตามความจำเป็น

2. เปิดไฟรถทั้งหมด กด และปล่อยแป้นเบรกหลายครั้งเพื่อยืนยันว่าแป้นเบรกไม่ติดขัดและคืนตัวได้อย่างราบรื่น

3. กดแป้นเบรก ตรวจสอบแผ่นรองของสวิตช์ไฟเบรก (B) ว่าสึกหรอ บวมสี หรือมีรอยลึกชัดเจน หากมี ให้เปลี่ยนใหม่

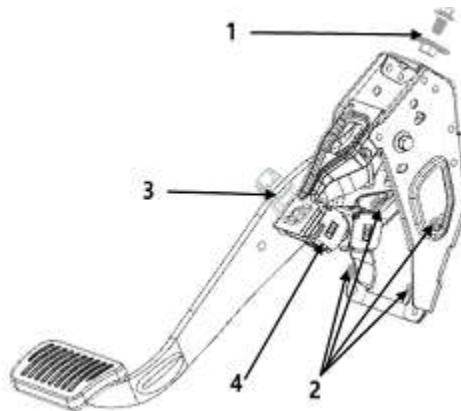
4. ใช้ไม้วัดตรวจสอบช่องว่างของสวิตช์ไฟเบรกว่าตรงตามข้อกำหนดหรือไม่ หากไม่ตรงตามข้อกำหนด ให้ทำการปรับช่องว่างของสวิตช์ไฟเบรก



รูปที่ 4. แสดงการตรวจสอบช่องว่างสวิตช์ไฟเบรก

1.1.4.2 ขั้นตอนการถอดเปลี่ยนสวิตช์ไฟเบรก

1. ถอดแผงหน้าปัด
2. หมุนสวิตช์ไฟเบรกทึบย่น
3. ถอดสวิตช์ไฟเบรก



รูปที่ 5. แสดงขั้นตอนการถอดเปลี่ยนสวิตช์ไฟเบรก

4. ใช้เครื่องมือเฉพาะ ถอดหัวบอลของสวิตช์



รูปที่ 6. แสดงถอดหัวบอลของสวิตช์

5. ถอดชุดแป้นเบรกออก
6. ติดตั้งตามลำดับตรงกันข้ามกับการถอด
7. ปรับแป้นเบรกและสวิตช์ไฟเบรก

***หมายเหตุ ข้อกำหนดแรงบิดในการประกอบ**

สกรูเชื่อมต่อขากระเบื้องหลังของแป้นเบรก 1 กับที่ยึดท่อ

แรงบิด : $25 \pm 2 \text{ Nm}$ น็อตเชื่อมต่อแป้นเบรกกับ IPB 2 แรงบิด : $25 \pm 2 \text{ Nm}$



รูปที่ 7. แสดงการติดตั้งสวิตช์ไฟเบรก

1.1.5 ท่อไอเสียของระบบเบรก

ระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB ของ Bosch ในการบำรุงรักษาระบบเบรก หากมีอากาศปนในวงจรน้ำมันเบรก จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานการระบายอากาศในส่วนนี้ มิฉะนั้นอาจทำให้การระบายอากาศไม่หมด น้ำมันเบรกอาจไม่มีแรงช่วย ระบบเบรกอาจส่งสัญญาณเตือนภัย และอื่นๆ ส่งผลต่อความปลอดภัยในการเบรก

***หมายเหตุ**

- น้ำมันเบรกที่ระบายออกไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ต้องใช้น้ำมันเบรก HZY6 ของ Sinopec เท่านั้น การใช้ น้ำมันเบรกที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดอาจทำ

ให้เกิดการกัดกร่อนและลดอายุการใช้งานของระบบ

- ห้ามให้น้ำมันเบรกกระเด็นโดนรถ มิฉะนั้นอาจทำให้สรีรเสียหาย หากน้ำมันเบรกกระเด็นไปที่พื้นผิวสี ควรล้างด้วยน้ำทันที

- การระบายอากาศต้องใช้เครื่องอัดน้ำมันเบรกและเครื่องมือวินิจฉัย ก่อนจะทำการระบายอากาศ ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเครื่องอัดมีน้ำมันเบรกเพียงพอ (ประมาณ 2 ลิตร) ตั้งค่าความดันที่ 2 bar (0.2 MPa) ปิดฝาให้แน่น มิฉะนั้นน้ำมันเบรกจะพุ่งออกมา

- หลังการระบายอากาศต้องเติมน้ำมันเบรกให้เต็มหรือเอน้ำมันเบรกส่วนเกินออก เพื่อให้ระดับน้ำมันอยู่ที่เส้น MAX ของกระบอกน้ำมันเบรก.

1.1.5.1 การระบายอากาศแบบเปียก

1. ขอบเขตการใช้งานการระบายอากาศแบบเปียก: การเปลี่ยนหรือถอดคาลิปเปอร์เบรก, ท่อเบรกยืดหยุ่น, ท่อเบรกแข็ง ต้องดำเนินการระบายอากาศเบรก

หมายเหตุ: เมื่อเปลี่ยนชุดระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB ต้องใช้การระบายอากาศแบบแห้ง2. ข้อควรระวังในการระบายอากาศแบบเปียก: ① ตามที่แสดงในรูปที่ 8 ให้ใช้ VDS ตั้งค่าชุดระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB เป็น 'โหมดติดตั้ง' ก่อนดำเนินการเปลี่ยนชิ้นส่วน หากไม่ได้ทำตามขั้นตอนนี้จะเปลี่ยนหรือถอดคาลิปเปอร์เบรก สายเบรกและท่อแข็ง ต้องระบายอากาศตามวิธีการระบายอากาศแบบแห้ง ② หลังจากระบายอากาศสำเร็จ แผงหน้าปัดจะต้องไม่มีสัญญาณเตือน ABS, ESP และระบบเบรก ไม่มีเสียงผิดปกติเมื่อเหยียบเบรก และความรู้สึกในการเหยียบเบรกต้องเป็นปกติ ③ แรงดันของเครื่องอัดน้ำมันเบรกคือ 2 bar อย่าเพิ่มแรงดัน มิฉะนั้นอาจทำให้ขวดน้ำมันเบรกเสียหายได้ 3. ขั้นตอนการระบายอากาศแบบเปียกมีดังนี้: (1) เปิดไฟรด ตามขั้นตอนในรูปที่ 8 ใช้ VDS ตั้งค่าชุดระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB เป็น 'โหมดติดตั้ง'.

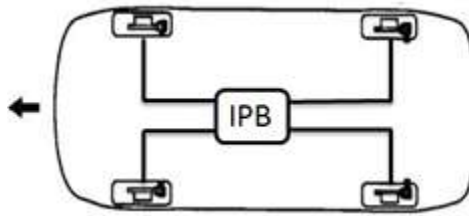
2. ตัดไฟรดทั้งหมด

3. ดำเนินการเปลี่ยนหรือถอด-ติดตั้งชิ้นส่วนเบรก, สายเบรกอ่อน, สายเบรกแข็ง และการดำเนินการอื่นๆ

4. ต่อท่อระบายอากาศที่สะอาดและโปร่งใส่เข้ากับสกรูระบายอากาศ

5. เชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มแรงดันน้ำมันเบรกให้แน่นหนาและไม่มีการรั่วซึม

6. เปิดอุปกรณ์เพิ่มแรงดันน้ำมันเบรก เพิ่มแรงดันเป็น 2 bar ปลดสกรูระบายอากาศของกระบอกเบรก และเหยียบแป้นเบรกเป็นเวลา 2 วินาทีครึ่ง จนไม่มีฟองอากาศในท่อระบายอากาศ แสดงว่าอากาศถูกระบายออกหมดแล้ว เหยียบแป้นเบรกค้างไว้และขันสกรูระบายอากาศให้แน่น



รูปที่ 8 แสดงชุดระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB

7. เปิดไฟรถทั้งหมด ใช้เครื่องมือตรวจสอบข้อผิดพลาด ส่งคำสั่ง “เขียนกระบวนการเติม สูญญากาศบิต + ออกจากการติดตั้ง (โหมดโรงงาน)” เลือกตัวเลือก “การเติมเสร็จสมบูรณ์ สถานะดี

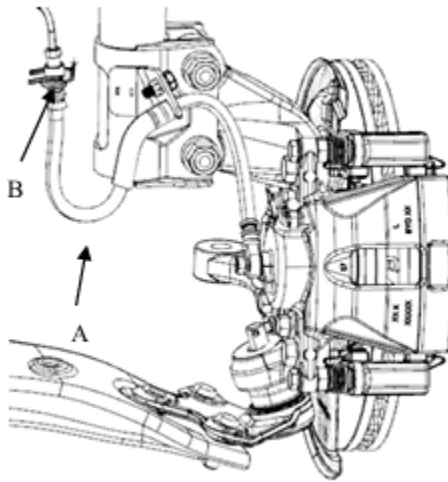
8. ใช้เครื่องมือวินิจฉัยอ่านรหัสข้อผิดพลาด “การเบรกด้วยของเหลว (Bosch)” และจากนั้น ลบรหัสข้อผิดพลาด ยืนยันว่าไม่มีการแจ้งเตือน ABS, ESP และระบบเบรกที่หน้าจอของรถยนต์ เมื่อเหยียบ เบรกไม่มีเสียงผิดปกติและความรู้สึกได้เท้าเป็นปกติ แสดงว่าการระบายอากาศสำเร็จ

9. ปิดอุปกรณ์ที่เติมน้ำมันเบรก รอให้อุปกรณ์เติมน้ำมันมีความดันลดลงถึง 0 แล้วจึงถอด อุปกรณ์เติมน้ำมัน

10. ดูดน้ำมันเบรกส่วนเกินออกจากถังน้ำมันเบรกเพื่อให้แน่ใจว่าระดับน้ำมันสูงสุดอยู่ที่เส้น MAX ในถังน้ำมันเบรก

1.1.6 การตรวจสอบท่อเบรกและท่อ

1. ตรวจสอบว่าท่อเบรกเสียหาย อายุ หรือรั่วไหล และเช็คว่ามีการบิดเบือนกันหรือไม่
2. ตรวจสอบว่าท่อเบรกมีความเสียหาย สนิม หรือรั่วไหล และตรวจสอบว่าท่อเบรกถูก กระแทกหรือไม่
3. ตรวจสอบว่าจุดเชื่อมต่อระหว่างท่อและข้อต่อมีการรั่วไหลหรือไม่ และถ้าจำเป็นให้ขันให้ แน่นอีกครั้ง
4. ตรวจสอบว่าปั๊มเบรกหลักและหน่วยควบคุม E เสียหายหรือรั่วไหลหรือไม่หมายเหตุ: เมื่อ ทำการซ่อมแซมท่อเบรก จะต้องเปลี่ยนคลิปท่อเบรก

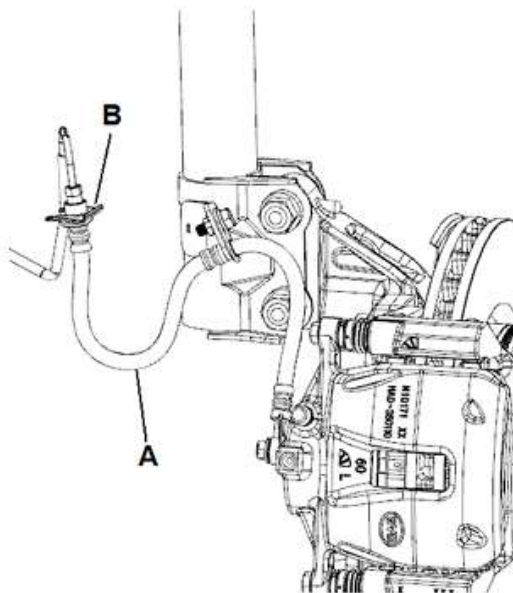


รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งการงอของท่อน้ำมันเบรก

1.1.7 การเปลี่ยนท่อเบรก

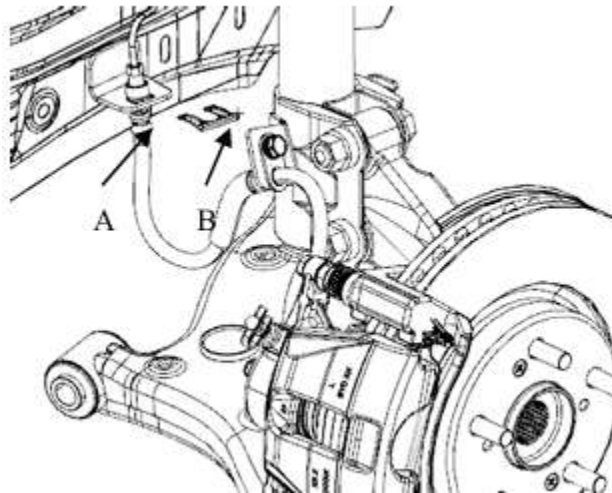
หมายเหตุ:

- ก่อนติดตั้งใหม่ ให้ตรวจสอบชิ้นส่วนทั้งหมดว่าไม่มีฝุ่นละอองและสิ่งเจือปนอื่นๆ
- เปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ตามที่กำหนด
- ห้ามให้ของเหลวจากเบรกหกใส่รถ ไม่เช่นนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายกับน้ำมันได้
- ถ้าสปีกระเด็นน้ำมันเบรกไปที่ชั้นสี ควรล้างออกด้วยน้ำทันที.



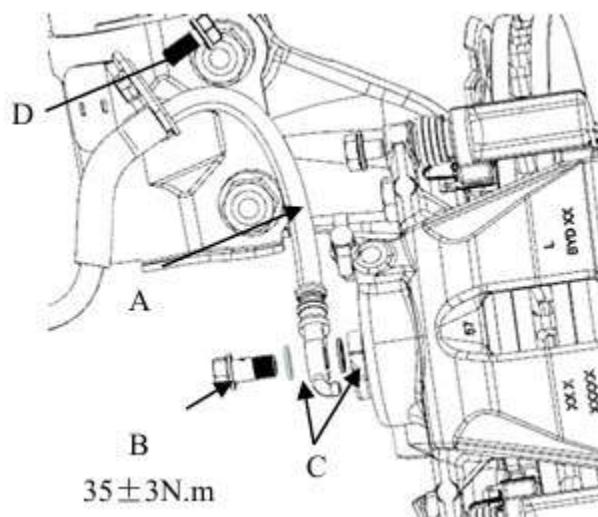
รูปที่ 10 แสดงการบิด และ งอ และ ถอดคลิบสายเบรก

1. หากสายเบรกมีการบิด งอ หรือรั่ว ให้เปลี่ยนสายเบรก (A) มิฉะนั้นจะมีการรั่วไหล
2. ใช้ประแจท่อน้ำ 10 มม. ถอดสายเบรกออกจากท่อเบรก (B)
3. ถอดคลิปลายเบรก (B) ออกจากสายเบรก (A) และทิ้งไป (ดูภาพด้านล่าง)



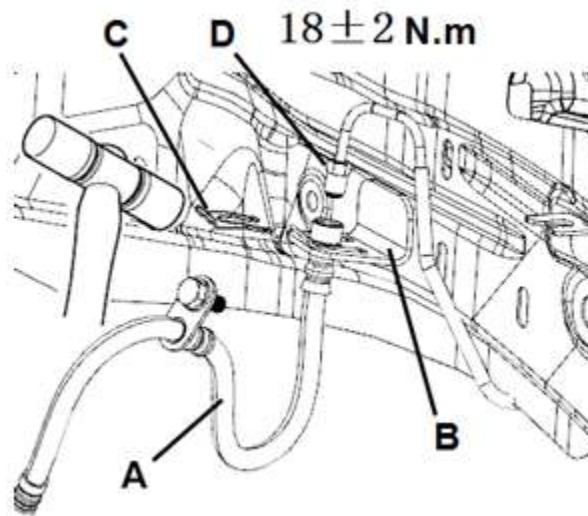
รูปที่ 11 แสดงการถอดท่อเบรกออกจากโช้คอัพ

4. ถอดท่อเบรก (A) และแยกท่อเบรกออกจากคาลิเปอร์เบรก
5. ถอดท่อเบรกออกจากโช้คอัพ (ดูภาพด้านบน)
6. ก่อนอื่นใช้สลักเกลียว (D) ติดท่อเบรก (A) เข้ากับโช้คอัพ จากนั้นใช้สลักเกลียวเชื่อมต่อ (B) และปะเก็นใหม่ (C) เชื่อมต่อท่อเบรกกับคาลิเปอร์เบรก (ดูภาพด้านล่าง)



รูปที่ 12 แสดงการถอดสลักเกลียว และ) เข้ากับโช้คอัพ

7. ใช้คลิป E ใหม่ (C) ยึดท่อเบรก (A) เข้ากับขา (B) ของท่อเบรก (ดูรูปด้านล่าง)



รูปที่ 13 แสดงการเปลี่ยนคลิปยึดท่อเบรก

8. เชื่อมต่อท่อเบรก (D) กับสายยางเบรก

9. เมื่อติดตั้งสายยางเบรกเสร็จแล้ว ให้ระบายอากาศในระบบเบรก

10. ทำการตรวจสอบดังต่อไปนี้:

1. ตรวจสอบว่าสายยางเบรกและข้อต่อท่อไม่มีการรั่วซึม หากจำเป็นให้ขันให้แน่น

2. ตรวจสอบว่าสายยางเบรกไม่ชนกันหรือบิดเบี้ยวแรงบิดที่ต้องการ:

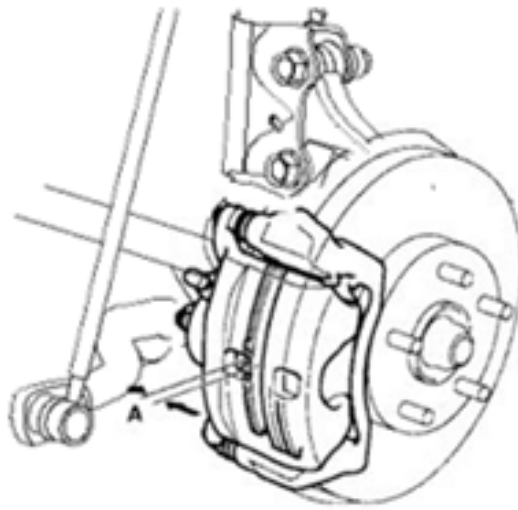
*จากท่อเบรกแข็งไปยังสายยางเบรก: 18 ± 2 N.m จาก IPB ถึงท่อเบรก: 18 ± 2 N.m แรงบิดของสายยางเบรกที่
คาลิปเปอร์ (สกรูเชื่อมต่อ): 35 ± 3 N.m เชื่อมต่อสายยางเบรกกับโช้คอัพ: 25 ± 2 N.m

1.1.8 การตรวจสอบและเปลี่ยนผ้าเบรกหน้า

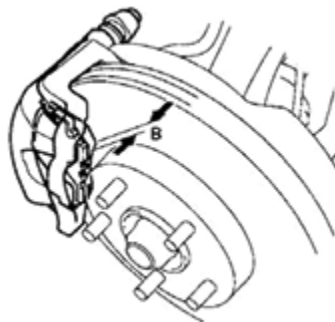
1. ตรวจสอบ

1.1 ยกรถขึ้นด้านหน้า ใช้การรองรับความปลอดภัย สนับสนุนในตำแหน่งที่เหมาะสมและถอดล้อหน้าทิ้ง

1.2 ตรวจสอบความหนาของผ้าเบรกด้านในและด้านนอก (ไม่รวมความหนาของแผ่นรอง) ความหนาของผ้าเบรก: มาตรฐาน: 8 มม. ขีดจำกัดการซ่อมแซม: 2 มม. และ การตรวจสอบผ้าเบรกด้านใน



รูปที่ 14 แสดงการตรวจสอบตรวจสอบผ้าเบรกด้านใน



รูปที่ 15 แสดงการตรวจสอบตรวจสอบผ้าเบรกด้านนอก

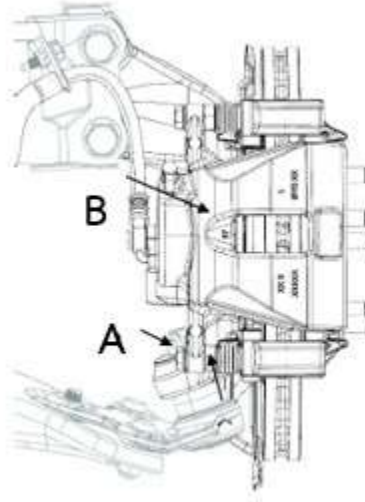
1.3 ถ้าความหนาของแผ่นเบรกล้นน้อยกว่าขีดจำกัดการซ่อมแซม ควรเปลี่ยนชุดแผ่นเบรคทั้งหมด

2. การเปลี่ยน

2.1 ยกรถด้านหน้าใช้ที่รองรับหาตำแหน่งรองรับที่เหมาะสมและ ถอดล้อหน้าออก

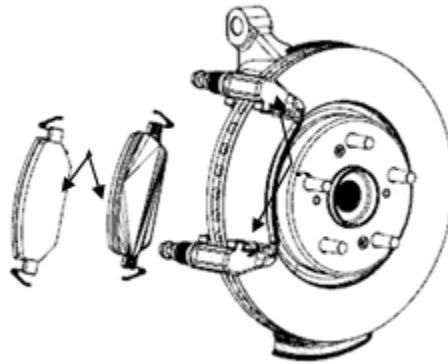
2.2 ถอดสกรูติดตั้งท่อน้ำมันเบรคที่ข้อต่อพวงมาลัยออก

2.3 ใช้ประแจขันหมุด C ให้แน่น แล้วถอดสกรูขอบฟลาน (A) ออก ต้องระวังในการขันหมุดเพื่อป้องกันไม่ให้ที่หุ้มหมุดเสียหาย หมุนปีกผ brakes (B) ขึ้น ตรวจสอบท่อและที่หุ้มหมุดว่ามี การเสียหายหรือเสื่อมสภาพหรือไม่.



รูปที่ 16 แสดงการขันหมดยึดสกรู

2.4 ถอดจานเบรก (A) ออก ตรวจสอบว่าสปริง (B) มีการบิดเบี้ยวหรือเสียหายหรือไม่.

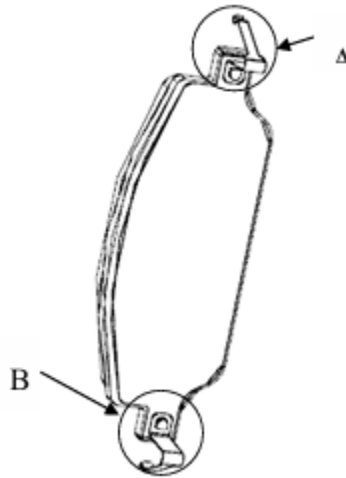


รูปที่ 17 แสดงการถอดผ้าเบรก และตรวจสอบสปริง

2.5 ทำความสะอาดปัมเบรกให้สะอาดหมดจด ขจัดสนิมทั้งหมด และตรวจสอบว่ามีร่องรอย และรอยแตกหรือไม่

2.6 ตรวจสอบจานเบรกว่ามีความเสียหายหรือมีรอยแตกหรือไม่

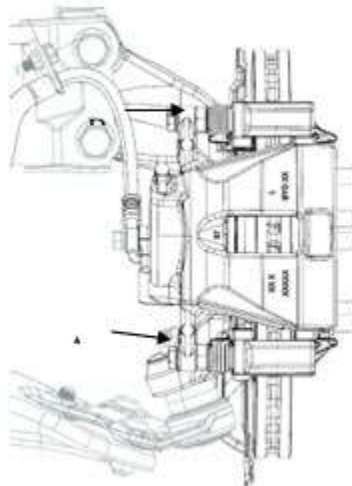
2.7 ทาน้ำมันหล่อลื่นที่ด้านข้างของผ้าเบรก (A) และ (B) (ตามที่ระบุในภาพด้านล่างที่ล้อมรอบหุ) เช็ดน้ำมันหล่อลื่นส่วนเกินออกจากผ้าเบรก น้ำมันหล่อลื่นไม่ควรสัมผัสกับจานเบรกหรือเบรกล้อ จะทำให้ประสิทธิภาพการเบรกลดลง อย่าให้จานเบรกและผ้าเบรคสัมผัสกับน้ำมันหล่อลื่น.



รูปที่ 17 แสดงการทาน้ำมันหล่อลื่นที่ด้านข้างของผ้าเบรก

2.8 ติดตั้งผ้าเบรกให้ถูกต้อง โดยติดตั้งผ้าเบรกที่มีเซ็นเซอร์เตือนการสึกหรอ (B) ที่ด้านใน

2.9 ดันลูกสูบเข้าไปเพื่อให้ตัวคาลิปเปอร์ติดเข้าที่ตามทิศทางลูกศร ยืนยันว่าปลอกลูกสูบอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แล้วใช้ประแจขนาด 10 มม. ชันให้แน่น.



รูปที่ 18 แสดงการดันลูกสูบ

2.10 ติดตั้งน็อตยึดสายเบรกให้แน่นด้วยแรงบิดที่กำหนด

2.11 เหยียบเบรกลงไปหลายครั้งเพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบเบรกทำงานปกติ จากนั้นให้นำรถทดลองขับหมายเหตุ: เมื่อเปลี่ยนผ้าเบรกชุดใหม่ทั้งชุด การทำงานของเบรกอาจต้องใช้เวลาเหยียบที่มีระยะทางมากขึ้น การเหยียบเบรกหลายครั้งจะช่วยให้ปรับตัวกลับมาได้ กลับไปสู่การทำงานของแป้นเหยียบตามปกติ

2.12 หลังจากการติดตั้งเสร็จสิ้น ให้ตรวจสอบว่ามีการรั่วซึมที่ท่อและจุดเชื่อมต่อหรือไม่ ถ้าจำเป็นให้ขันให้แน่นอีกครั้ง.

1.2 การเปลี่ยนระบบควบคุมเบรก

1.2.1 IPB การจัดการล่วงหน้าสำหรับปัญหาหลังการขายของระบบควบคุมเบรกแบบบูรณาการ

1.2.1.1 IPB กระบวนการจัดการรถที่มีปัญหาของระบบควบคุมเบรก

สำหรับรถยนต์ที่มีปัญหากับระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB เมื่อรถเข้าสู่ศูนย์บริการ ศูนย์บริการควรเก็บข้อมูลด้านต่างๆ ต่อไปนี้และส่งคืนไปยังแผนกบริการหลังการขายของ BYD:

- 1) มีการดำเนินการอย่างไร ก่อนและหลังเกิดปัญหา
- 2) ในขณะที่เกิดปัญหามีข้อความเตือนหรือไฟสัญญาณเตือนที่ติดขึ้นหรือไม่
- 3) ความถี่ในการเกิดปัญหาเป็นอย่างไร สามารถคืนสภาพได้หรือไม่หลังจากเปิดสวิตช์และสตาร์ทรถอีกครั้งจากนั้นทำการวินิจฉัยปัญหาผ่าน VDS และวิเคราะห์ผลการวินิจฉัย ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้:

- 1) เชื่อมต่อ VDS กับพอร์ต OBD
- 2) ตรวจสอบการเปิดไฟของรถจนเสร็จสิ้น
- 3) สร้างการสื่อสาร อ่านและบันทึกรหัสข้อผิดพลาด
- 4) วิเคราะห์ว่ารหัสข้อผิดพลาดนั้นเป็นข้อผิดพลาดปัจจุบันหรือประวัติ
- 5) ตรวจสอบมาตรการแก้ไขตามรหัสข้อผิดพลาด

1.2.1.2 วิธีการดึงและขนย้ายระบบควบคุมการเบรกแบบรวม

IPB การเคลื่อนย้ายชุดควบคุมมีดังนี้

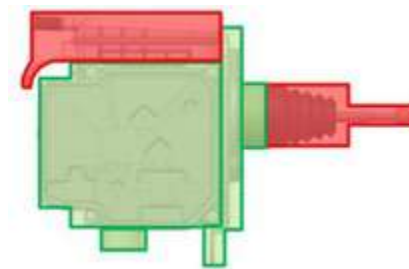


(A)



(B)

รูปที่ 19 จับมอเตอร์และพื้นที่เสริมเพื่อย้ายจับแผ่นติดตั้ง (A) และพื้นที่สนับสนุนเพื่อเคลื่อนย้าย (B)



รูปที่ 20 แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่อนุญาตให้มือข้างที่สองสัมผัสคือพื้นที่สีเขียว

หมายเหตุ*

ห้ามใช้วิธีการที่ไม่ถูกต้องในการเคลื่อนย้ายระบบควบคุมเบรก IPB รวมตามภาพด้านล่าง:



(A)



(B)

รูปที่ 21 ห้ามขยับแผ่นติดตั้งจับมอเตอร์ (A) และ ห้ามขยับมอเตอร์ (B)



(A)



(B)

รูปที่ 22 ห้ามจับถังน้ำมันเบรก (A) และห้ามจับหรือเคลื่อนย้าย (B)



รูปที่ 23 ห้ามจับหรือเคลื่อนย้ายพอร์ต ECU

1.3 IPB การเปลี่ยนและการปรับโปรแกรมซอฟต์แวร์ของระบบควบคุมเบรกแบบรวม

1.3.1 IPB การเปลี่ยนระบบควบคุมเบรกแบบรวม

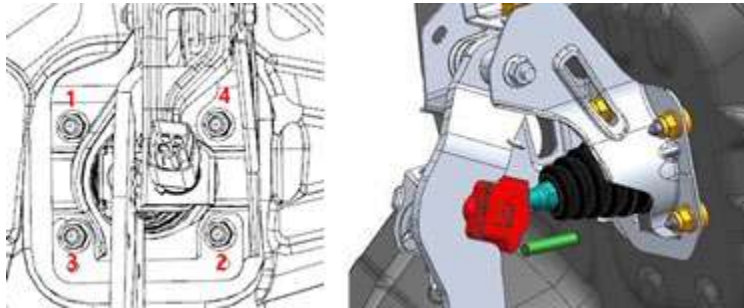
ข้อควรระวัง:

1. อย่าให้ของเหลวเบรกกระเด็นใส่รถ; มิฉะนั้นอาจทำให้สีเสียหาย หากของเหลวเบรกกระเด็นลงบนสีแล้ว ควรล้างด้วยน้ำทันที
2. อย่าดึงแป้นเหยียบขึ้นหลังจากที่เชื่อมต่อกัน IPB และแป้นเหยียบเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายต่อโครงสร้างภายในของ IPB
3. หลังจากเปลี่ยน IPB ต้องปรับช่องว่างของสวิทช์ไฟเบรกตามข้อกำหนดในหมวด

ขั้นตอนการเปลี่ยนชุดระบบควบคุมเบรกแบบรวม IPB มีดังนี้

- 1) เปิดไฟฟ้ารถทั้งหมด
- 2) ปฏิบัติตามขั้นตอนการตั้งค่าระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB เป็น "โหมดการติดตั้ง"
- 3) ปิดไฟฟ้ารถทั้งหมด
- 4) ถอดชุดฝาครอบระบายอากาศ ชุดกรองอากาศ ชุดที่ปิดน้ำฝน ชุดมอเตอร์ปิดน้ำฝน ชุดอ่างล้าง และชิ้นส่วนรอบข้าง IPB อื่นๆ (ขึ้นอยู่กับสถานการณ์)
- 5) ถอดปลั๊กเชื่อมต่อของสายไฟในห้องเครื่องกับระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB รวมถึง: ตัวเตือนระดับน้ำ และ ECU ของระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB
- 6) ถอดท่อเชื่อมระหว่างระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB กับถังของเหลวระยะไกล เพื่อลดการหกหล่น ต้องดูของเหลวเบรกออกจากถังของเหลวระยะไกลและปิดปากท่อเชื่อม
- 7) ถอดชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับการลงจอดของระบบขับเคลื่อนล่วงหน้า จากนั้นลดระบบขับเคลื่อนห้องโดยสารให้เหมาะสม ต้องระงับการตัดการเชื่อมต่อระหว่างระบบขับเคลื่อนและชิ้นส่วนรอบข้าง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของชิ้นส่วน (ตามสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจง)
- 8) ตัดการเชื่อมต่อระหว่างท่อเบรกแข็งกับระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB เพื่อป้องกันการหกของของเหลวเบรก ต้องใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดหรือปลั๊กกันฝุ่นอุดที่ปากท่อและข้อต่อท่อแข็ง
- 9) ถอดสวิตช์ไฟเบรกออก จากนั้นถอดน็อตสี่ปีกที่เชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB กับแป้นเบรก ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะในการถอดที่เชื่อมต่อระหว่างแกนแป้นเบรกกับระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB (หมายเหตุ: ต้องป้องกันไม่ให้ IPB ตกจากห้องโดยสารด้านหน้าและต้องระวังไม่ให้โครงแป้นเบรกบิดเบี้ยว)
- 10) ถอดระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB ออก ต้องระวังไม่ให้ท่อเบรกแข็งเสียรูปหรือเสียหาย
- 11) นำชิ้นส่วนสำรอง IPB ออกจากกล่อง วิธีการนำออกและเคลื่อนย้าย IPB) หากชิ้นส่วนสำรอง IPB ตกจากที่สูงจะไม่สามารถใช้งานต่อไปได้อีกต่อไป
- 12) เปลี่ยนถังของเหลวเบรกใกล้ IPB วิธีการเปลี่ยนถังของเหลวเบรกใกล้ IPB)
- 13) หลังจากตรวจสอบให้แน่ใจว่าตำแหน่งของแต่ละชิ้นส่วนของ IPB ถูกต้องแล้ว จึงใส่สกรูสี่ตัวเข้ากับรูติดตั้งและขันน็อตติดตั้งให้แน่นด้วยมือ รอจนตำแหน่งเสถียรอย่างสัมพันธ์กัน แล้วใช้เครื่องมืออัดลมหรือไฟฟ้าขันให้แน่นถึง 25N.m (หมายเหตุ: ตรวจสอบให้แน่ใจว่า IPB จะไม่ถูกกระแทกในระหว่างการติดตั้ง และพื้นผิวติดตั้งของ IPB และตัวรถต้องสะอาดและไม่มีสิ่งแปลกปลอม)

14) กดที่พื้นผิวของแป้นเบรกเบา ๆ เพื่อให้หัวลูกบอลของแกนดัน IPB ดันเข้าไปในช่องเก็ตของแขนแป้นเหยียบ ในระหว่างการเชื่อมต่อควรหลีกเลี่ยงการดันแกนดัน IPB จากด้านข้าง (หลังการติดตั้งแล้วมุมของแกนดันในทุกทิศทางต้องน้อยกว่า 3°)



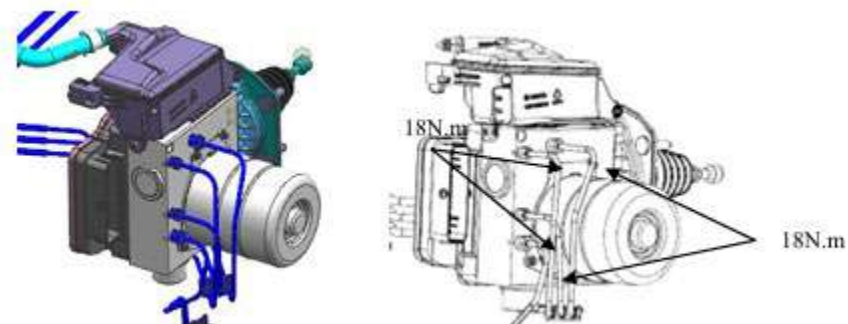
รูปที่ 24 แสดงการติดตั้งแกนดัน IPB

15) ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการถอดปลั๊กซีลที่หัวออกของระบบควบคุมการเบรกแบบรวม IPB และท่อแข็งของเบรก เพื่อหลีกเลี่ยงการทำให้เกลียวและบริเวณซีลเสียหาย

16) ใช้แรงบิดที่กำหนดในการเชื่อมต่อท่อแข็งของเบรกกับหัวออกที่เหมาะสมของ IPB (ดูตามภาพที่แสดงด้านล่าง) โพรตระวังติดท่อแข็งของเบรกผิด

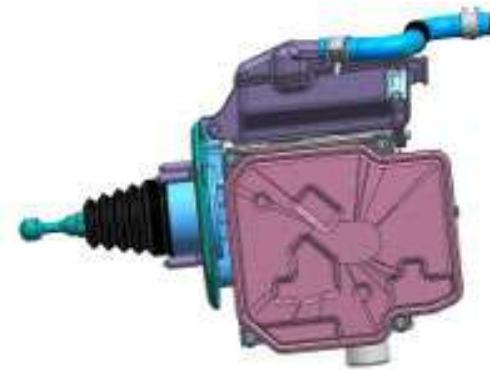
ข้อกำหนดแรงบิดในการประกอบ :

- M10 การเชื่อมต่อท่อแข็ง : 18 ± 2 Nm
- M12 การเชื่อมต่อท่อแข็ง : 20 ± 2 Nm



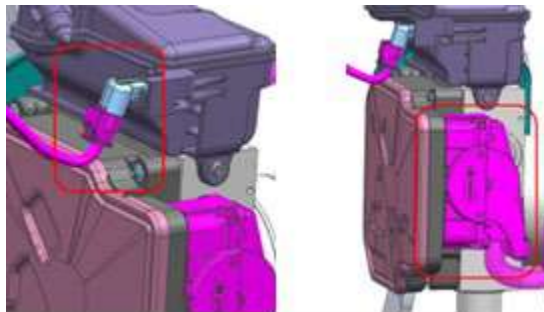
รูปที่ 25 แสดงการกำหนดแรงบิด

17) ถอดการอุดตันของช่องเติมน้ำมันของถังเบรกใกล้ IPB และเชื่อมต่อท่อของถังเบรกเข้ากับถังเบรกใกล้ IPB และขันด้วยคลิปล็อก



รูปที่ 26 แสดงจุดเชื่อมต่อท่อถังเบรก

18) เชื่อมต่อสายไฟหน้าห้องโดยสารกับ ECU และเซนเซอร์ระดับน้ำของชุดควบคุมการเบรก IPB



รูปที่ 27 เชื่อมต่อสายไฟกับ ECU และเซนเซอร์ระดับน้ำของชุดควบคุมการเบรก

19) ติดตั้งส่วนประกอบของระบบควบคุมเบรก IPB โดยทำตามลำดับที่ตรงกันข้ามกับการถอด; หมายเหตุ: เมื่อถึงจุดนี้การเปลี่ยน IPB เสร็จสมบูรณ์แล้ว

20) เปิดไฟรถเพื่อเข้าสู่โหมดติดตั้งของระบบควบคุมเบรก IPB

21) ระบายอากาศของระบบเบรกตามวิธีการระบายอากาศแบบแห้ง หลังจากการระบายอากาศเสร็จสิ้น เขียนการกำหนดค่ารถยนต์ IPB และทำการสอบเทียบเซ็นเซอร์และ เปิดไฟอีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่าสัญญาณเตือนระบบเบรกในมาตรวัดทั้งหมดดับลงหรือไม่

หลักสูตรการติดตั้งและบำรุงรักษาและทดสอบ

ทดสอบก่อนการอบรม





— แนวทางการส่งเสริม —
ยานยนต์ไฟฟ้า (EV)
ของประเทศ
ตามนโยบาย 30@30

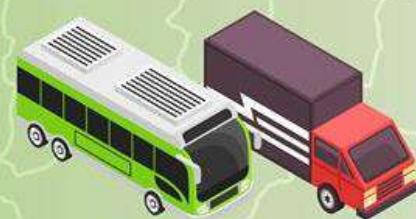
ตั้งเป้าผลิตรถ ZEV (Zero Emission Vehicle)
รถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30%
ของการผลิตรถยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030

เป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า



รถยนต์นั่งและรถกระบะ
725,000 คัน

รถจักรยานยนต์
675,000 คัน



รถบัสและรถบรรทุก
34,000 คัน

ส่งเสริมการผลิต



รถไฟฟ้า
ระบบราง

รถ
สามล้อ

เรือ
โดยสาร

เป้าหมายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า



รถยนต์นั่งและรถกระบะ
440,000 คัน

รถจักรยานยนต์
650,000 คัน



รถบัสและรถบรรทุก
33,000 คัน

การส่งเสริมสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า

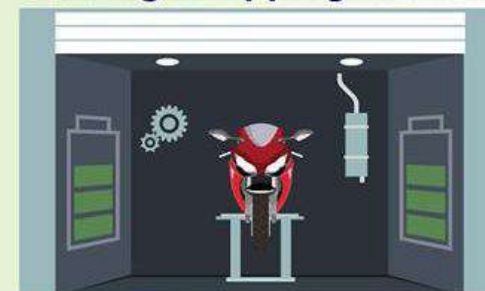
IIUU Fast charge

12,000
หัวจ่าย



สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่
สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
1,450 สถานี

Battery Swapping Station



การส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน



เพื่อให้ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญ

การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า



ทั้งมาตรการทางภาษีและที่ไม่ใช่ภาษี

มาตรการส่งเสริม ZEV

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า



เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า การพัฒนากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องและส่งเสริมเทคโนโลยีสมาร์ตกริด รวมถึงการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าและการใช้แบตเตอรี่ที่ผลิตในประเทศ



ภาพรวมยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า รถนั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน ณ กรกฎาคม พ.ศ. 2567

สถิติยอดจดทะเบียนสะสม รถไฟฟ้า100% ในไทย

- ปี 2020 : เดือน มกราคม – ธันวาคม 2563 รวม 1,056 คัน
- ปี 2021 : เดือน มกราคม – ธันวาคม 2564 รวม 1,935 คัน
- ปี 2022 : เดือน มกราคม – ธันวาคม 2565 รวม 9,729 คัน
- ปี 2023 : เดือน มกราคม – ธันวาคม 2566 รวม 76,314 คัน
 - เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้า 66,585 คัน เติบโต +684.4%
- ปี 2024 : เดือน มกราคม – กรกฎาคม 67 รวม **43,411 คัน**

ยอดรวม 132,445 คัน





สรุปยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า 100%
ปี 2024 | 2567 : 70,137 คัน

www.autolifethailand.tv



อันดับ 1 RANK
BYD Dolphin
13,386 คัน (19.1%)



BYD Atto 3
7,747 คัน

NETA V
6,587 คัน

MG4 Electric
5,403 คัน

BYD Seal
5,156 คัน

Deepal S07
4,874 คัน



Aion Y Plus
3,874 คัน

Tesla Model 3
3,238 คัน

ORA Good Cat
2,426 คัน

MG EP
1,886 คัน

NETA X
1,382 คัน

Aion ES
1,088 คัน

Volvo EX40
958 คัน



Volvo EC40
982 คัน

Tesla Model Y
881 คัน

GWM ORA 07
805 คัน

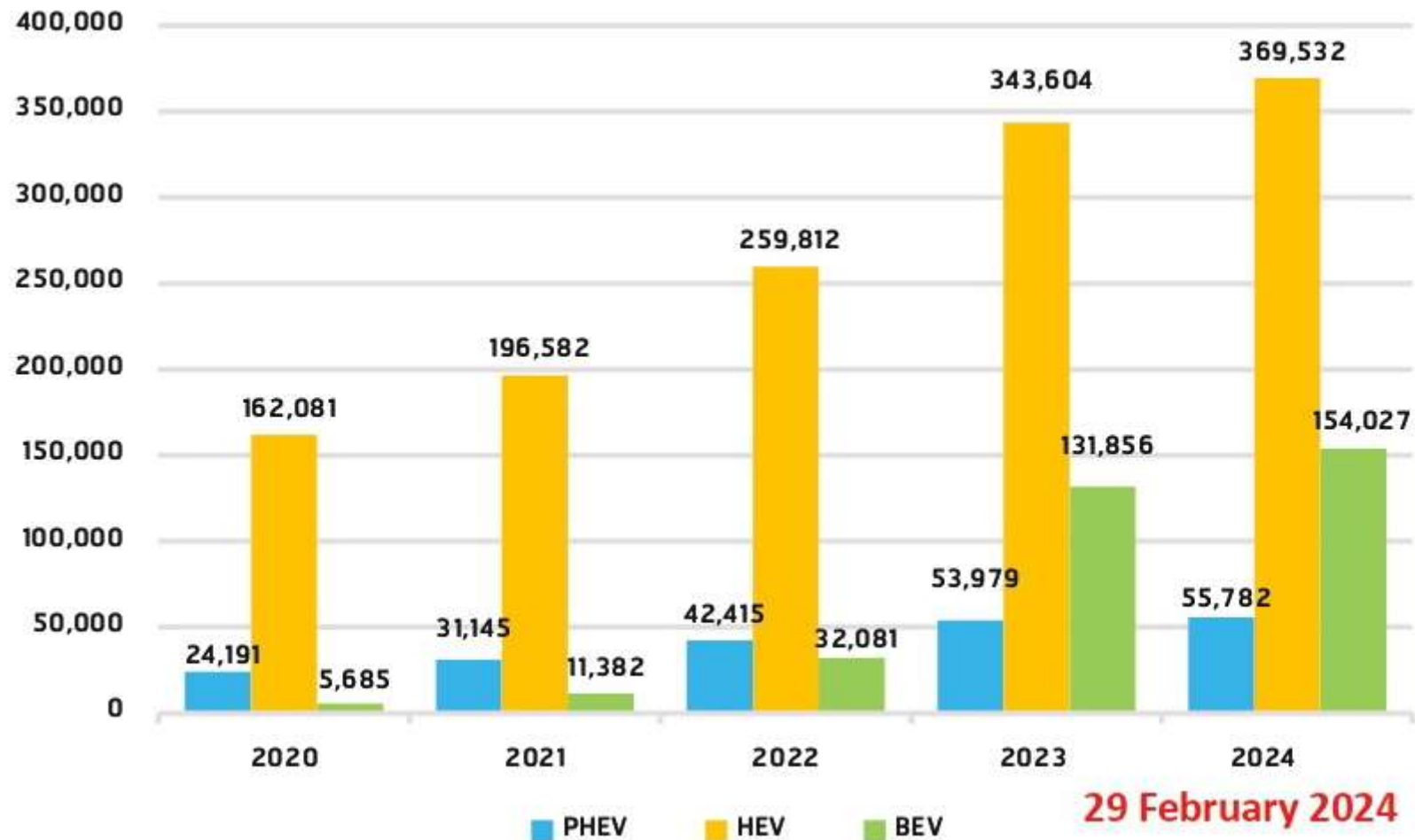
BMW iX3
764 คัน

MG ZS EV
758 คัน

Deepal L07
743 คัน

MG Maxus 9
670 คัน

จำนวนยานยนต์ไฟฟ้า ที่จดทะเบียนสะสม ย้อยหลัง 5 ปี (2520-2524)

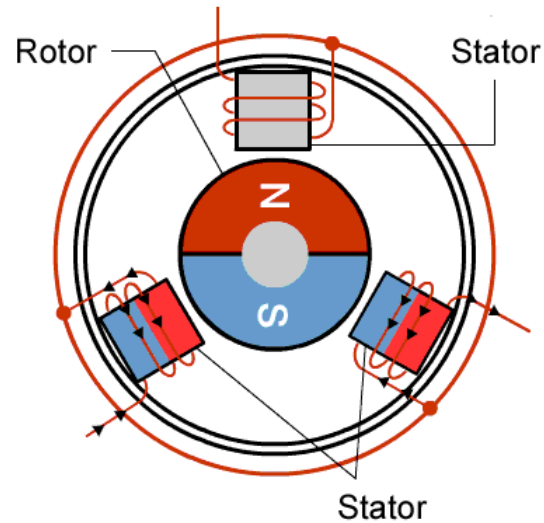
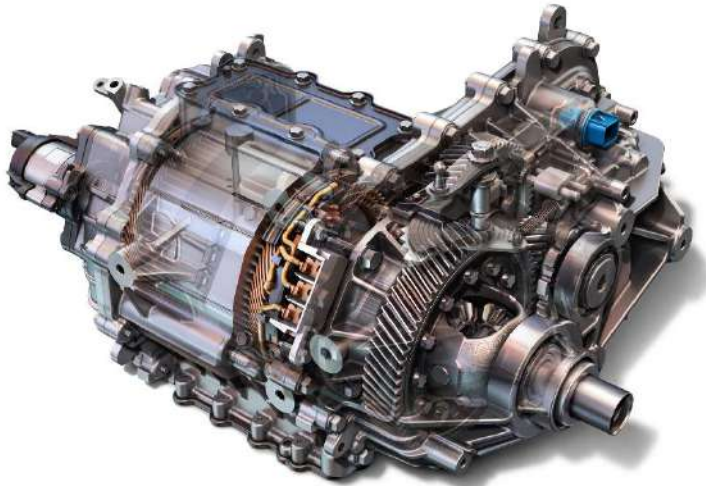


วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เข้าใจความแตกต่างระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
2. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของยานยนต์ไฟฟ้า
3. ใช้อุปกรณ์ PPE และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าอย่างถูกต้องและปลอดภัย
4. ปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงดันสูงของยานยนต์ไฟฟ้าอย่างถูกต้องและปลอดภัย
5. ตรวจสอบแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูงของยานยนต์ไฟฟ้าได้
6. ใช้เครื่องมือตรวจวัดและซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้าได้

What is electric vehicle?

“An electric vehicle (EV) is a vehicle that uses one or more electric motors for propulsion”



การเปรียบเทียบ Systems and Components



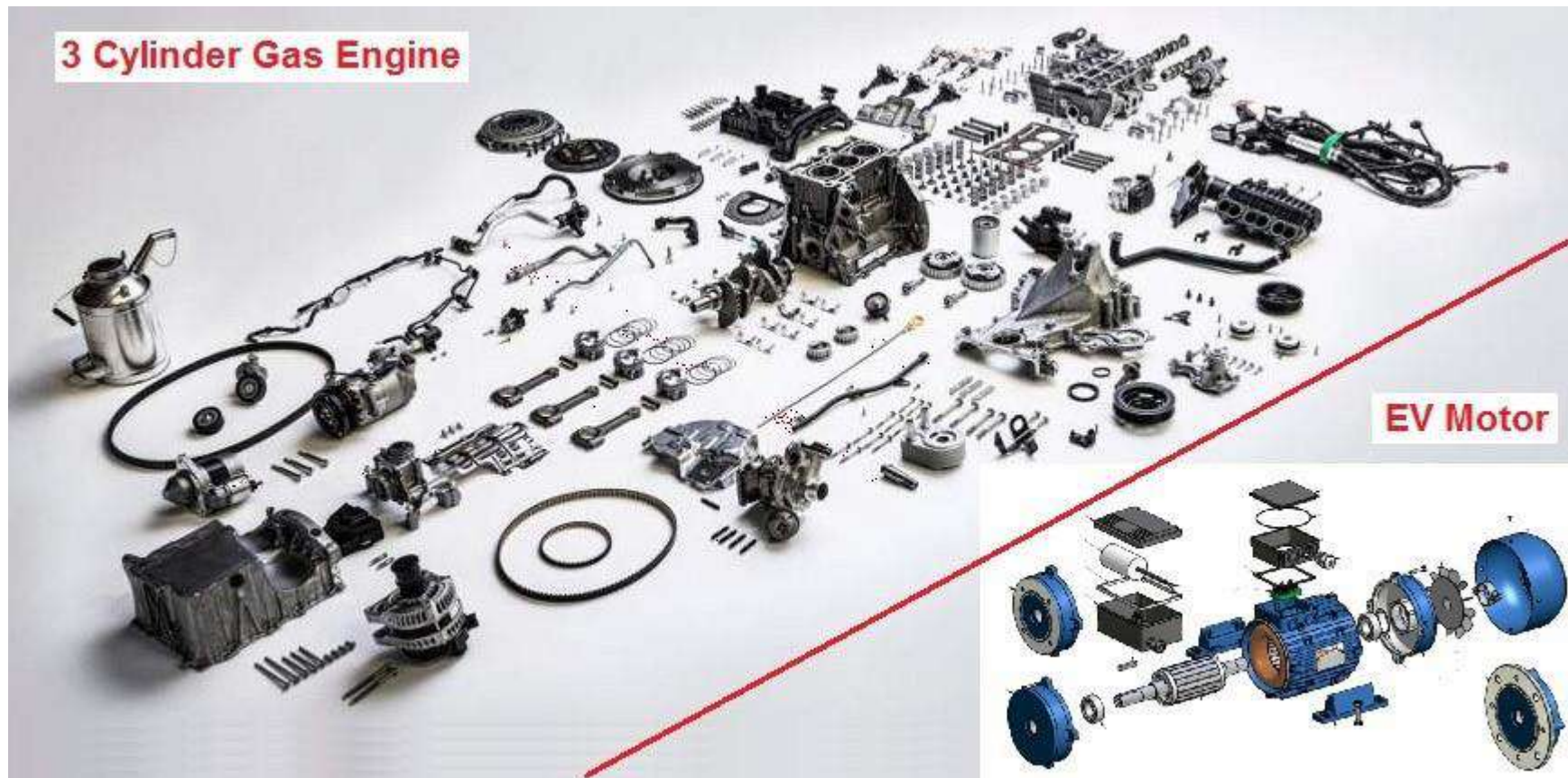
Advantage

- Regenerative Braking
- Weight Distribution
- Acceleration
- Use of Space
- Noise And Exhaust Pollution
- Refueling
- Low Cost Maintenance

Disadvantage

- Less Driving Range/Charge
- Recharging Take Time
- Charge Station Limitation
- High Initial Cost
- Limited Option

ชิ้นส่วนระบบขับเคลื่อนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกับรถยนต์ไฟฟ้า



Type of electric vehicle

- Hybrid Electric Vehicle (HEV)
- Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)
- Battery Electric Vehicle (BEV)
- Extended Range Electric Vehicle (EREV)
- Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

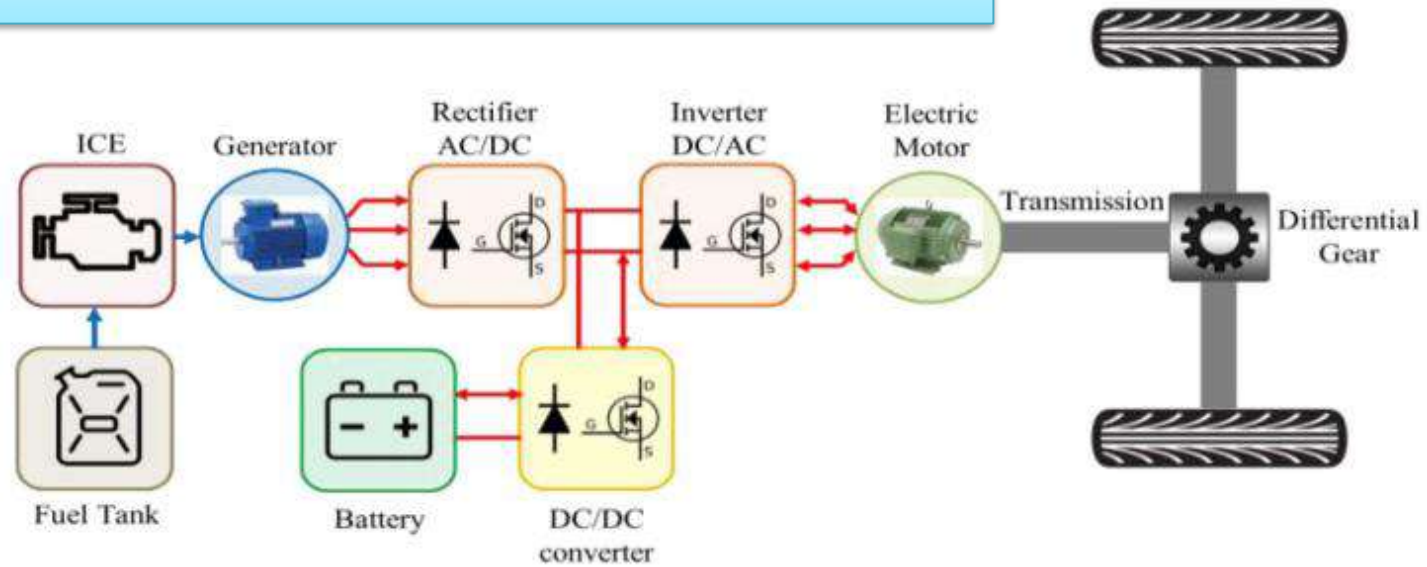
HEV = PHEV = BEV = EREV = FCEV = Electric Vehicle

TYPE OF HEV

- Series hybrid electric vehicle
- Parallel hybrid electric vehicle
- Series-Parallel hybrid electric vehicle



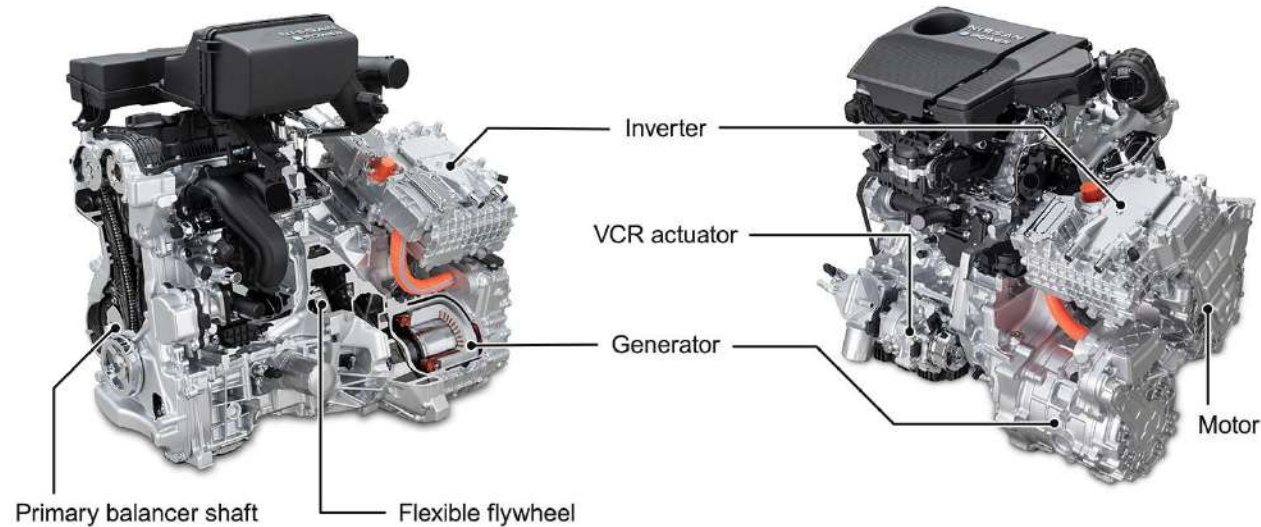
Series-Hybrid electric vehicle



ICE-based series-HEV configuration.



Series-Hybrid electric vehicle : e – Power System

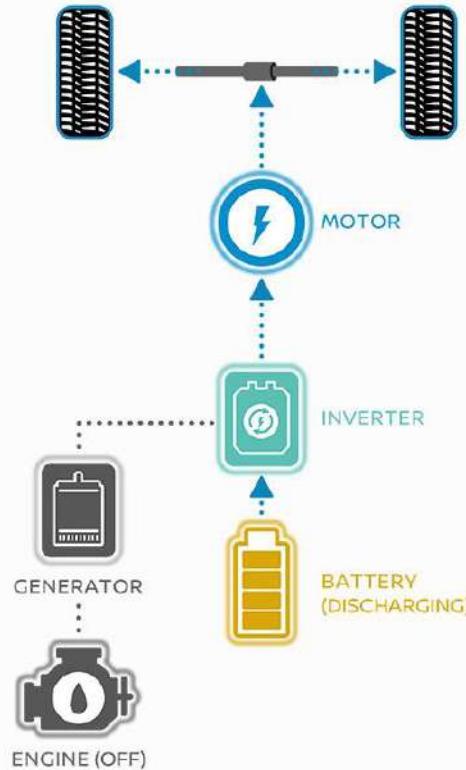


e-POWER system with an HR14DDe dedicated engine

e-POWER system with a KR15DDT VC Turbo engine

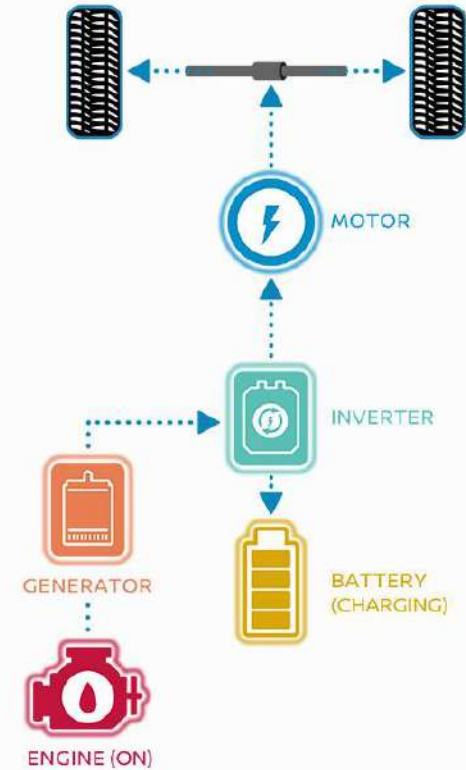
Start to Low/Medium Speeds

Driven by battery power



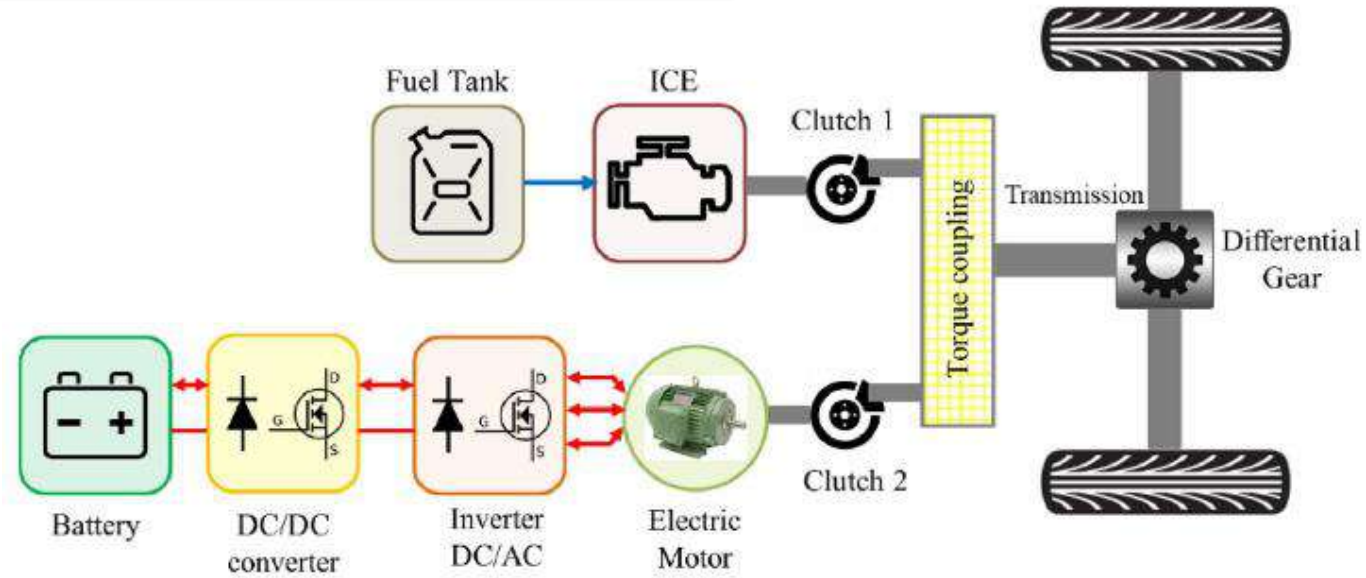
Driving at High Speeds

Driven by generated power while also charging the battery

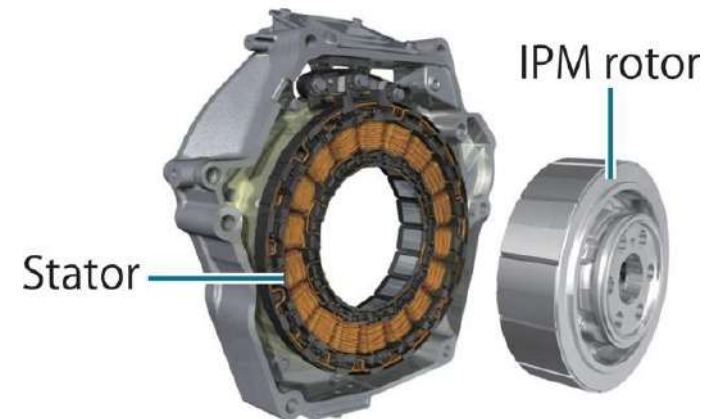




Parallel-Hybrid electric vehicle

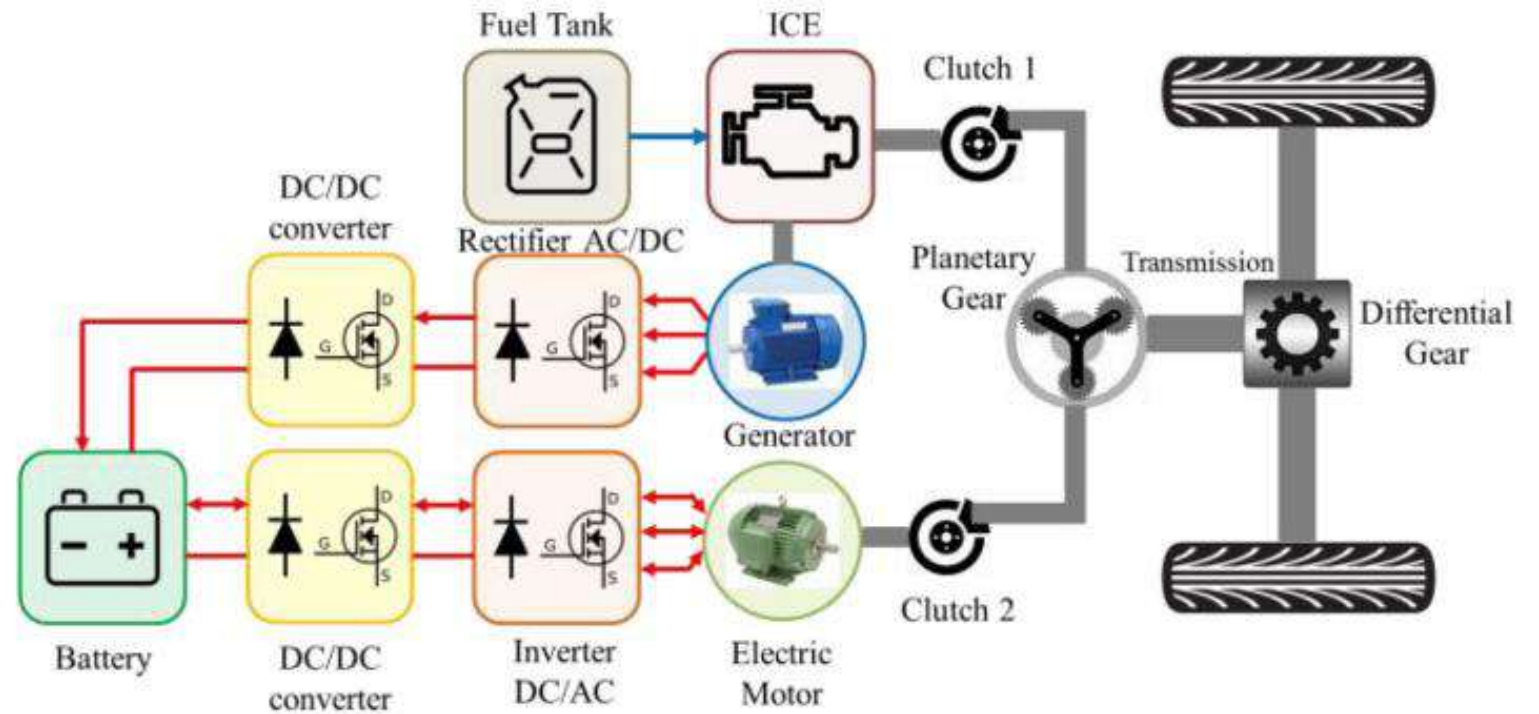
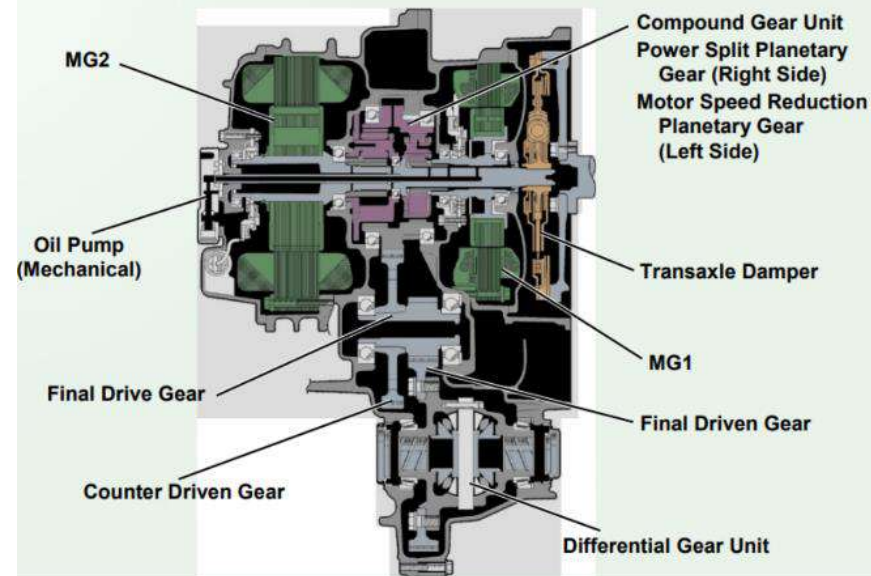


ICE-based parallel-HEV configuration.

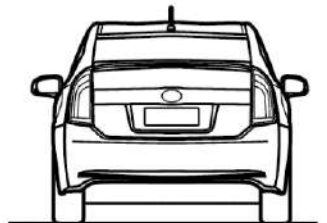
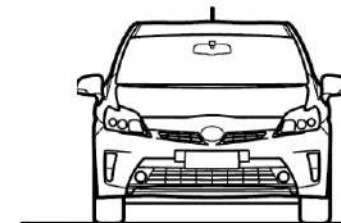
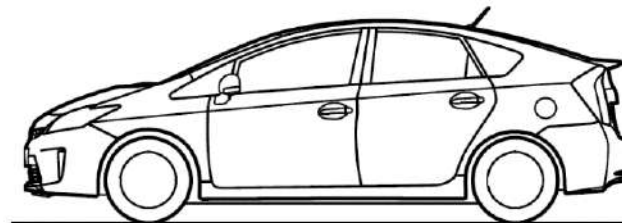


Series-Parallel Hybrid electric vehicle

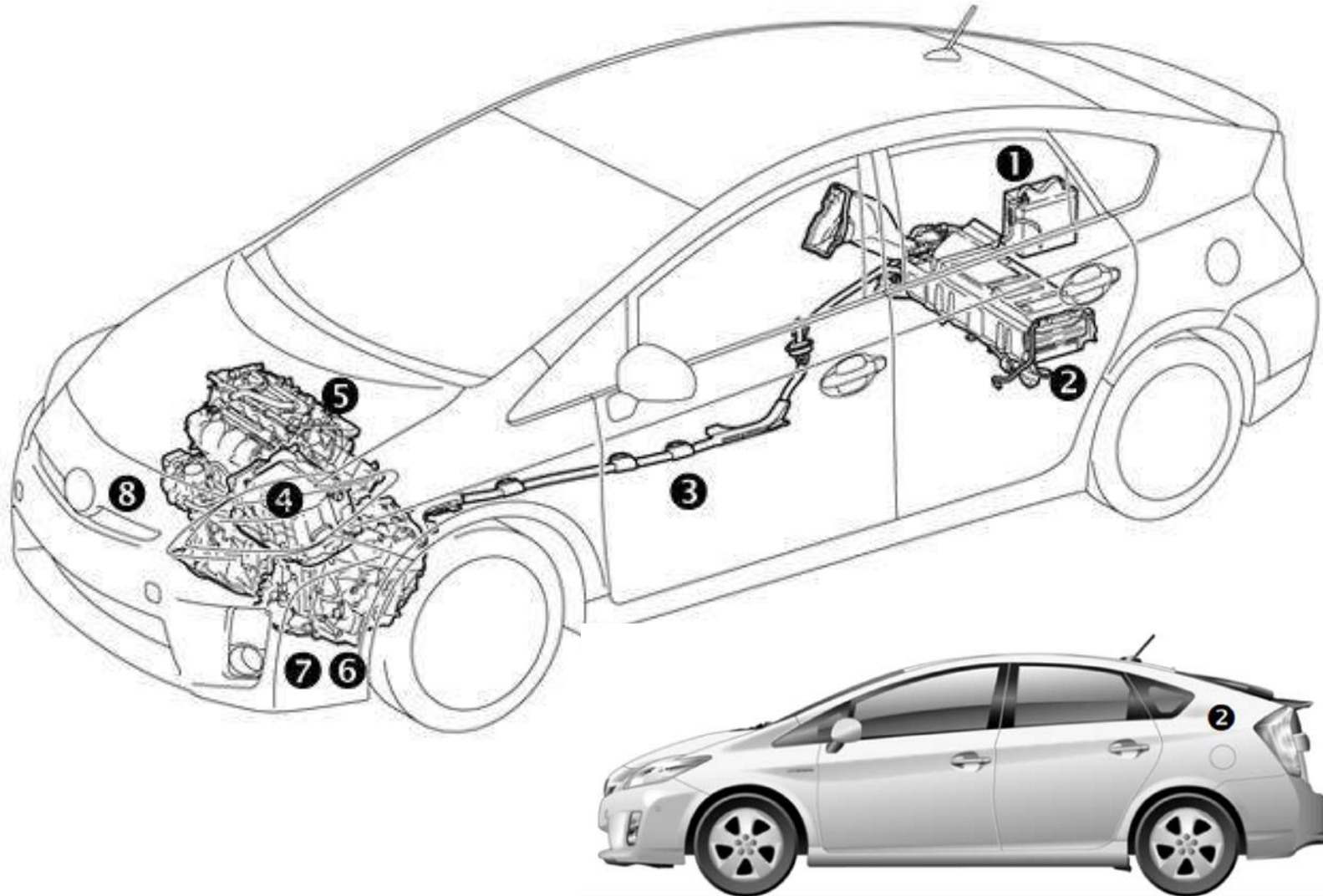
2010 Prius



ICE-based series-parallel HEV (complex type) configuration.



Hybrid electric vehicle (HEV)



Toyota Prius hybrid

1 = 12 V Battery

2 = HVB

3 = Power cable

4 = Inverter with converter

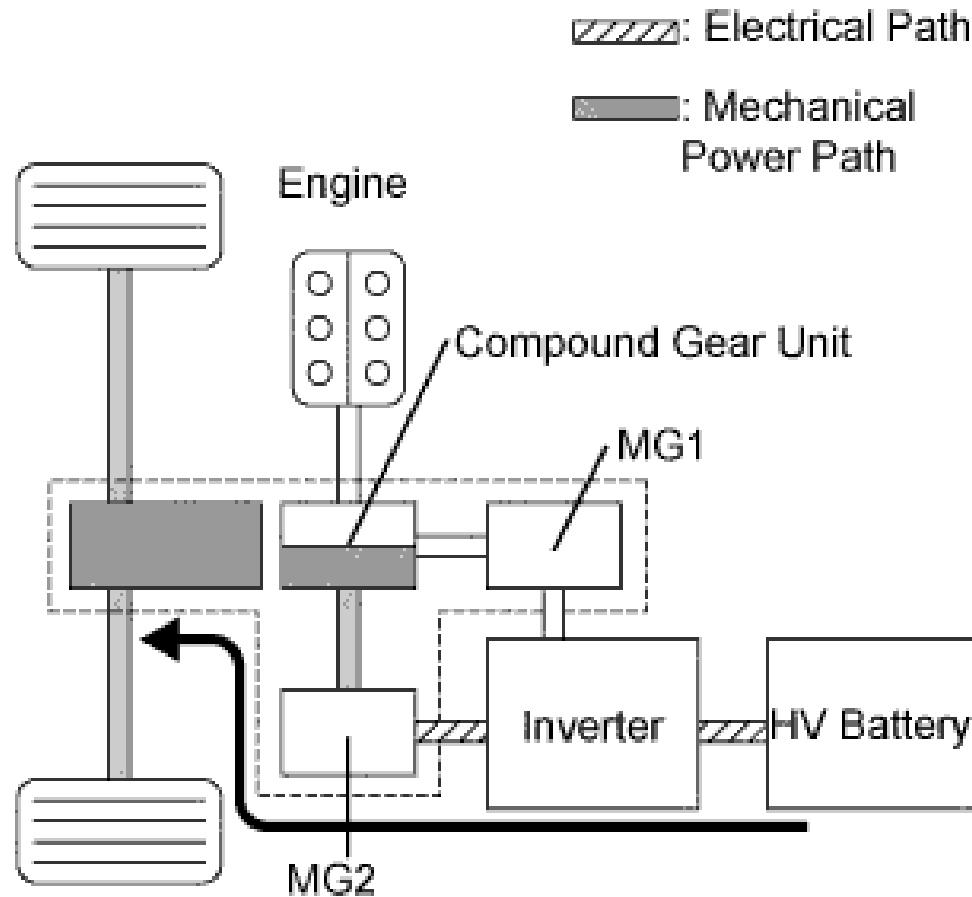
5 = Engine

6 = Electric motor

7 = Electric generator

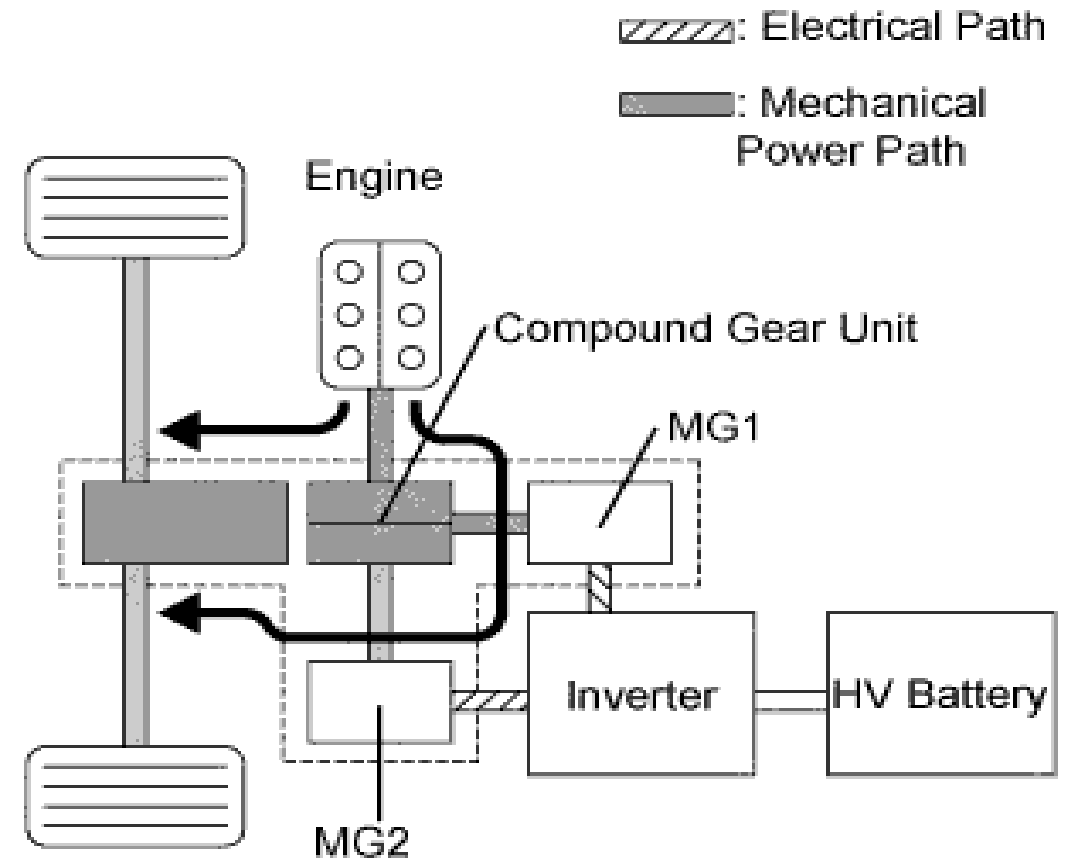
8 = Electric motor compressor

HEV BASIC OPERATION



HV battery to MG2

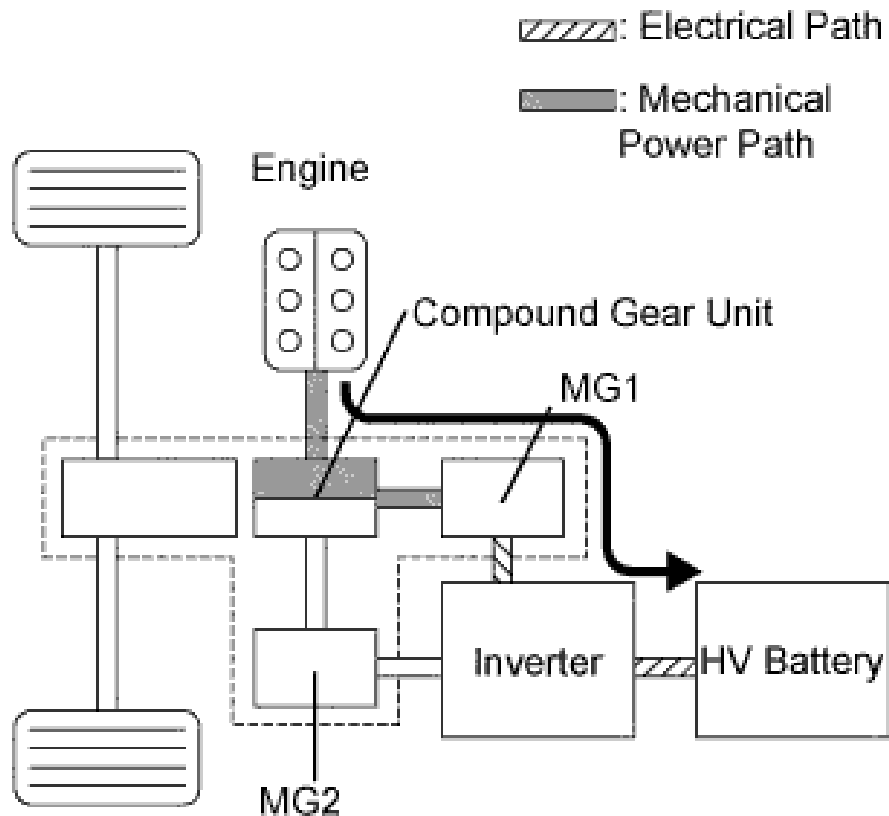
Supply of electrical power from the HV battery to MG2 provides force to drive the front wheels.



MG1 generated electricity to MG2.

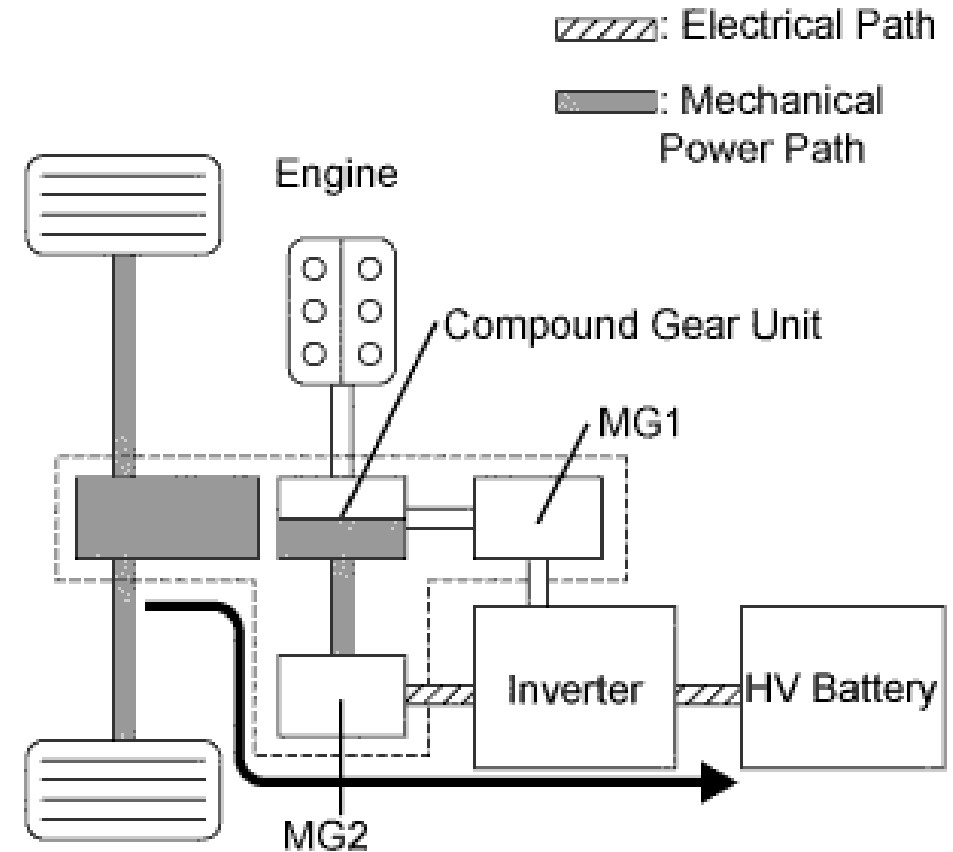
While the front wheels are being driven by the engine via the planetary gears, MG1 is driven by the engine via the planetary gears, in order to supply the generated electricity to MG2.

HEV BASIC OPERATION CONT.



MG1 Generate Electric

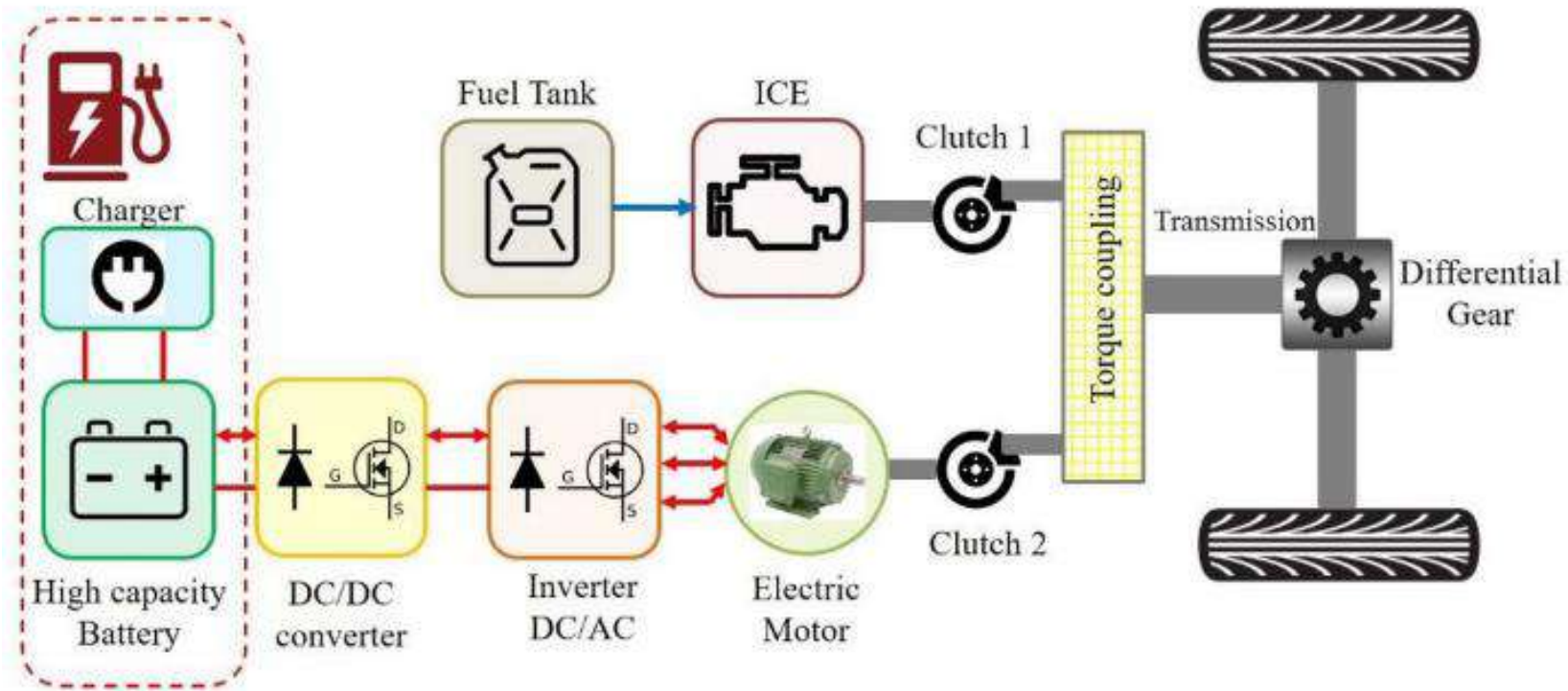
MG1 is rotated by the engine via the planetary gears, in order to charge the HV battery.



Regeneration Braking

When the vehicle is decelerating, kinetic energy from the front wheels is recovered and converted into electrical energy and used to recharge the HV battery by means of MG2.

Plug-in Hybrid electric vehicle:PHEV



ICE-based plug-in HEV configuration.



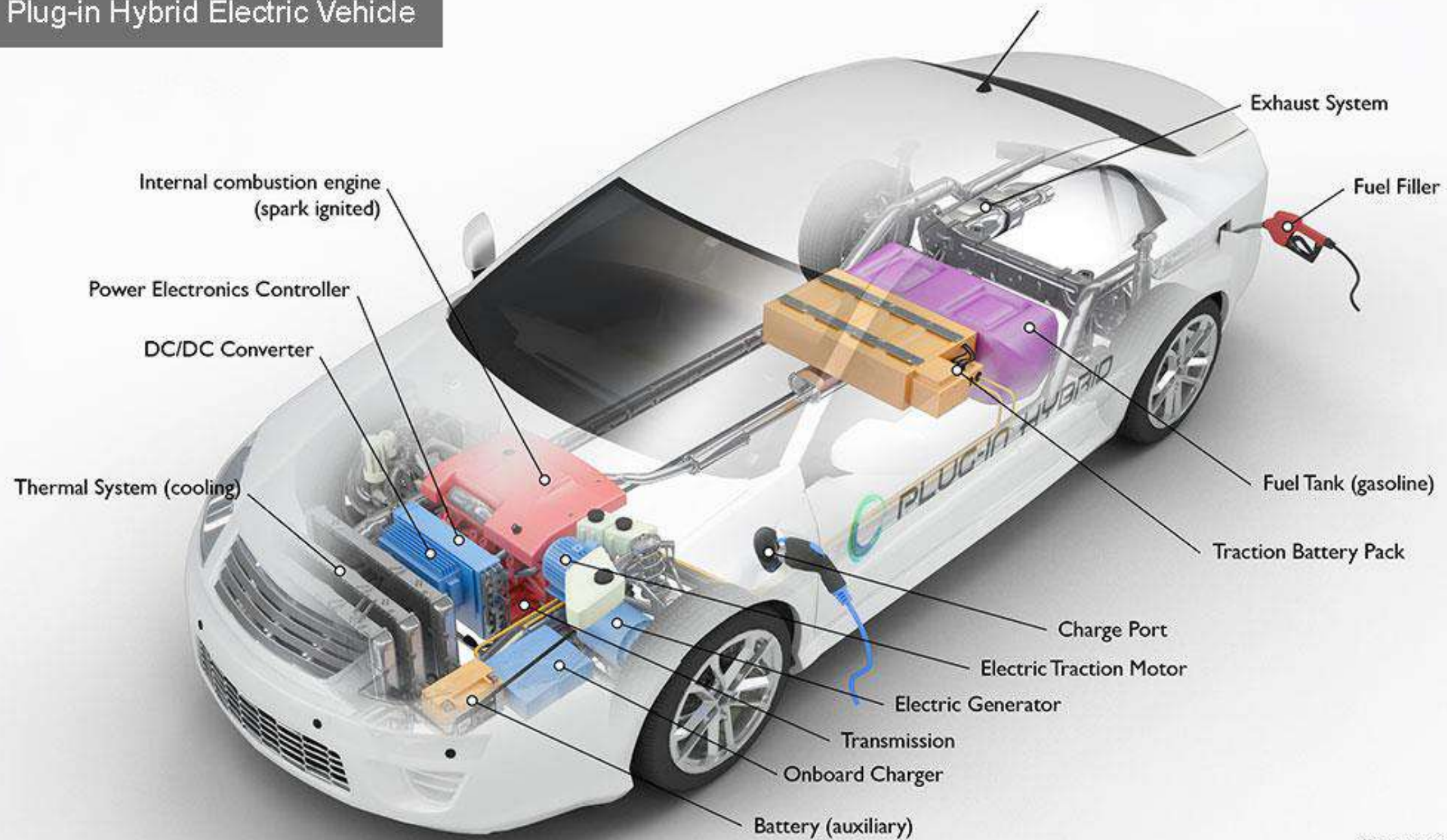
Mercedes Benz C300



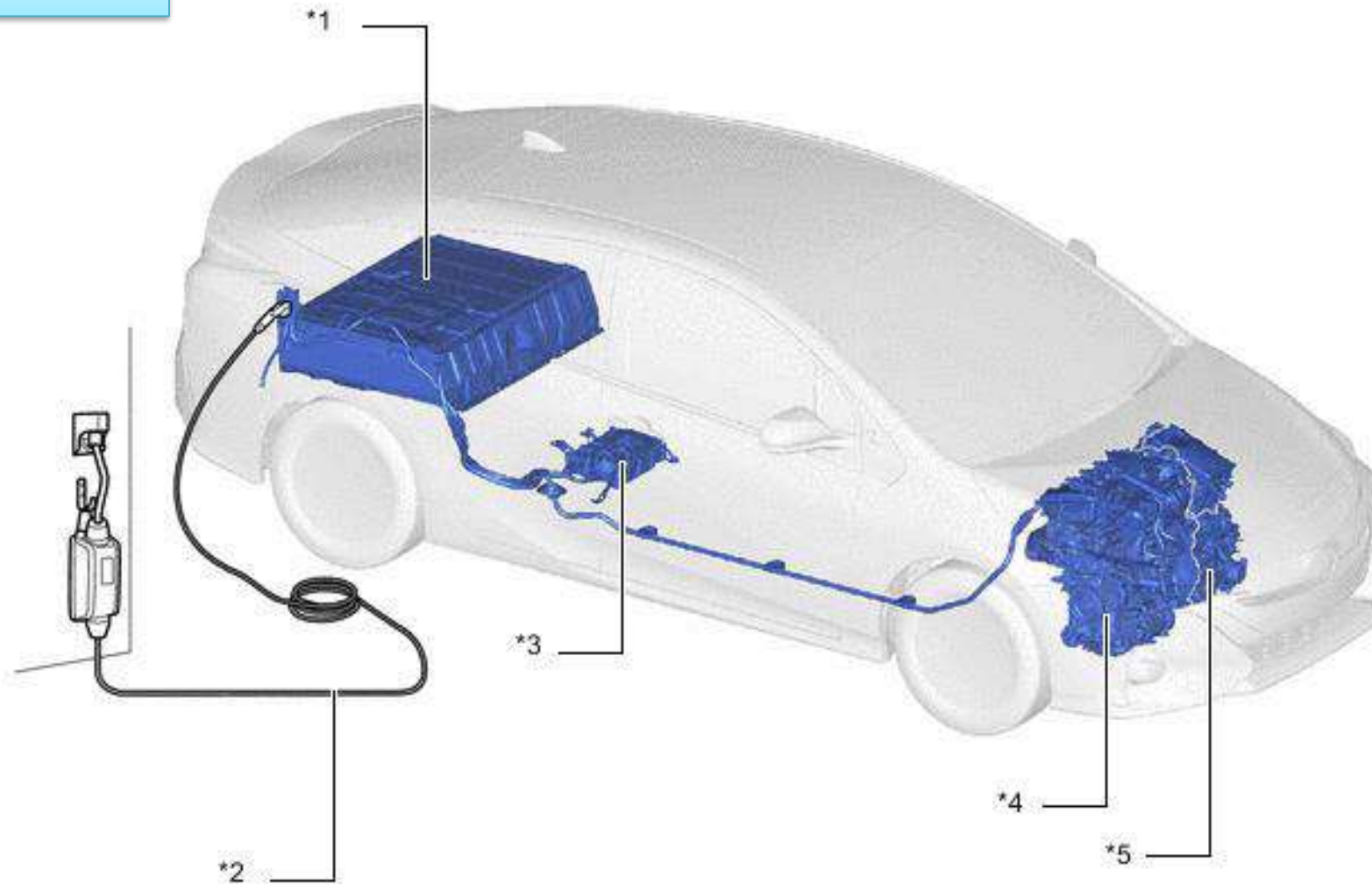
BMW 330e



Plug-in Hybrid Electric Vehicle



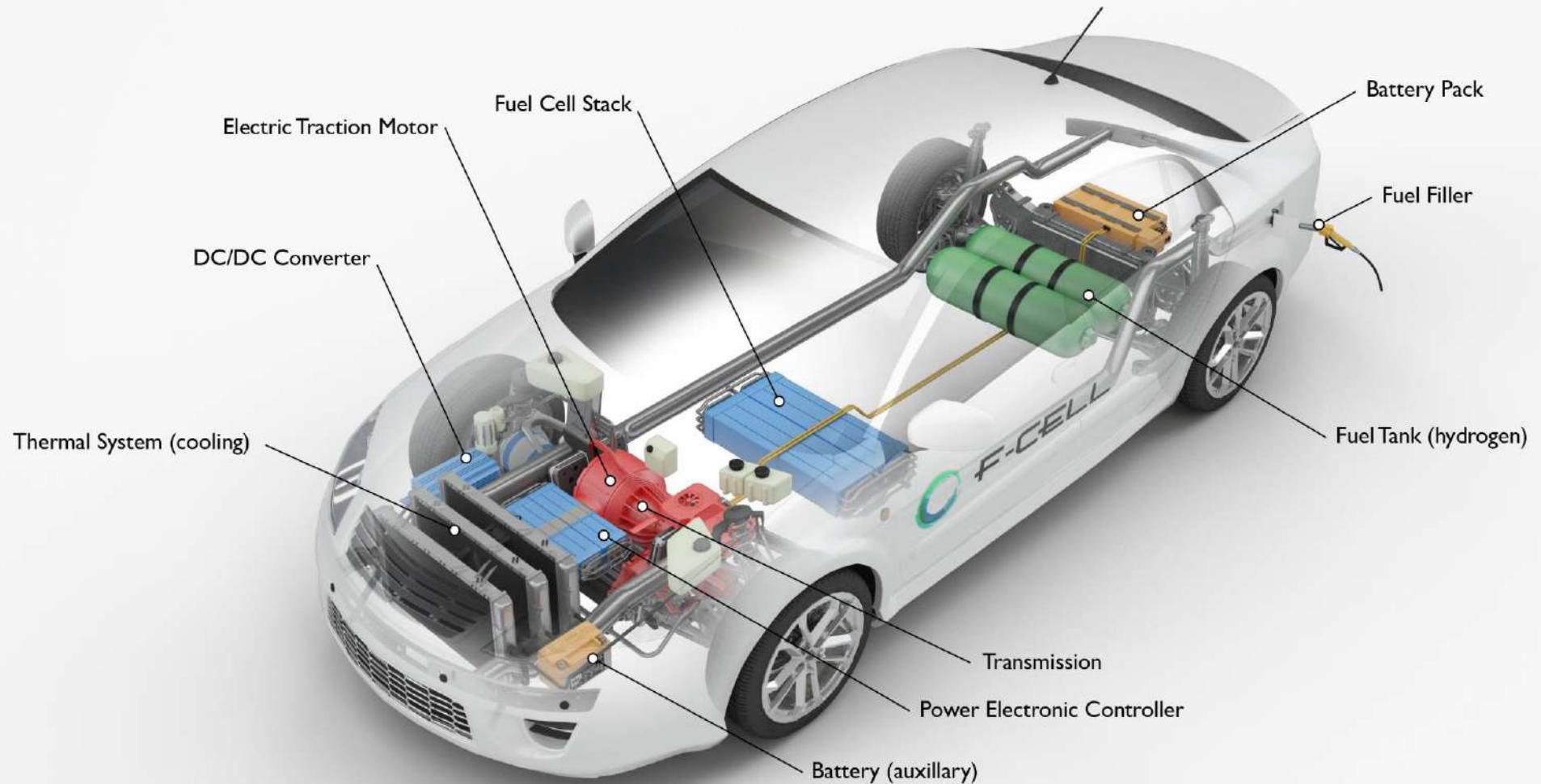
PHEV Components



- 1.HV Battery *2.Charge Cable (Electric Vehicle Charger Cable Assembly)
*3.Electric Vehicle Charger Assembly *4.Engine
*5.Hybrid Vehicle Transaxle Assembly

Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle

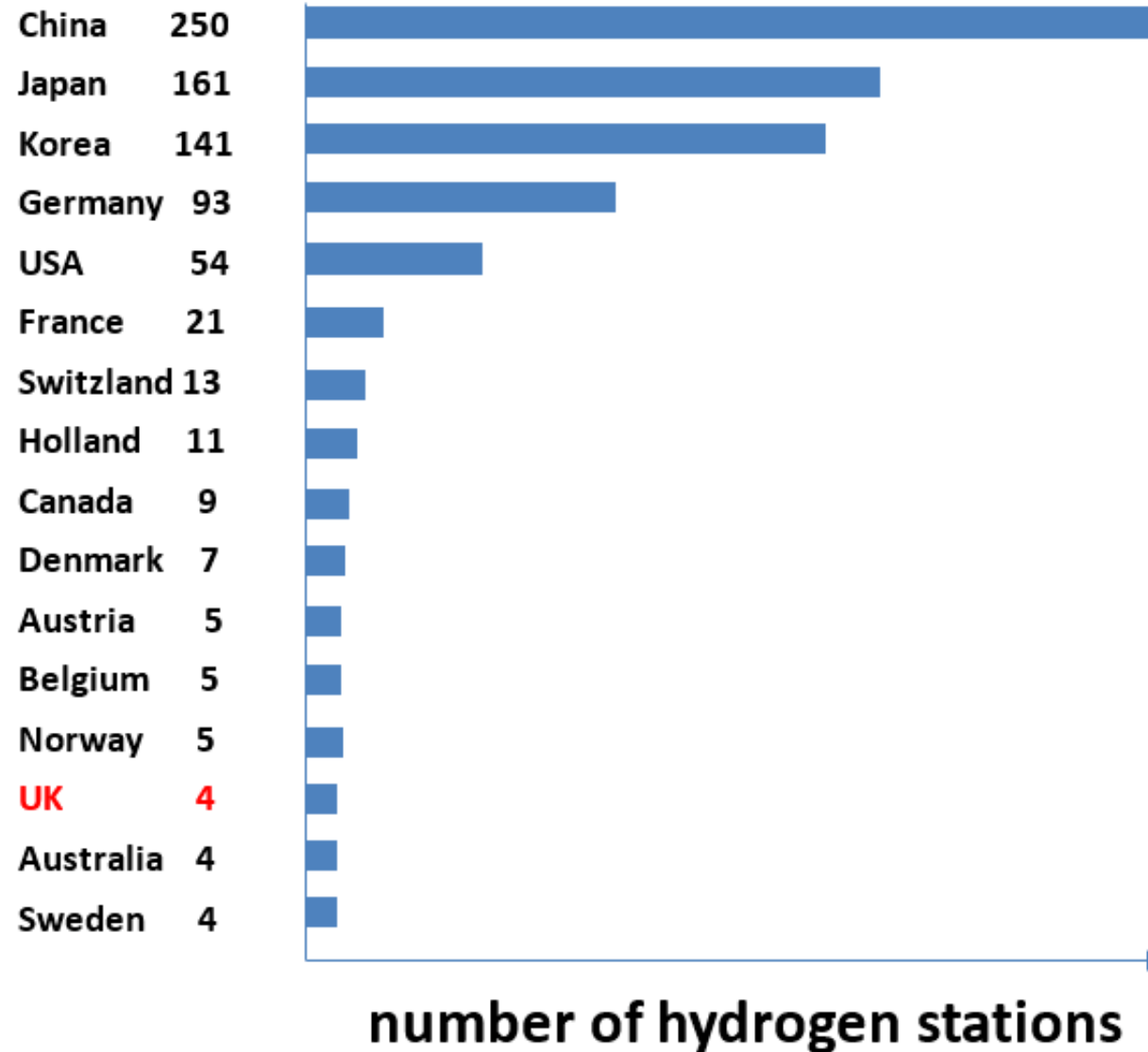


TOYOTA Mirai FECV



Fuel Cell Main Components Electric Vehicle (FCEV)

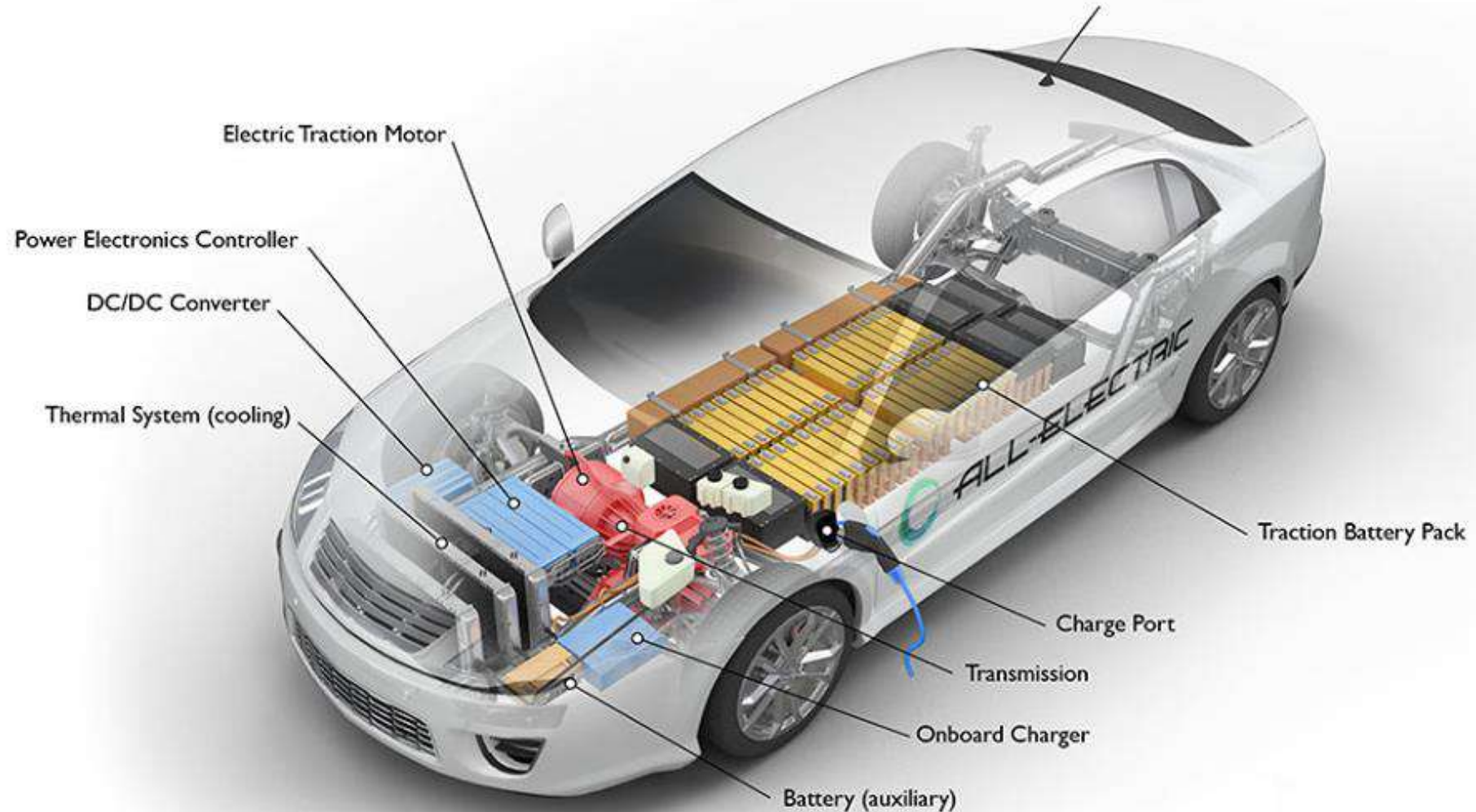
Hydrogen refilling station in the world 2023



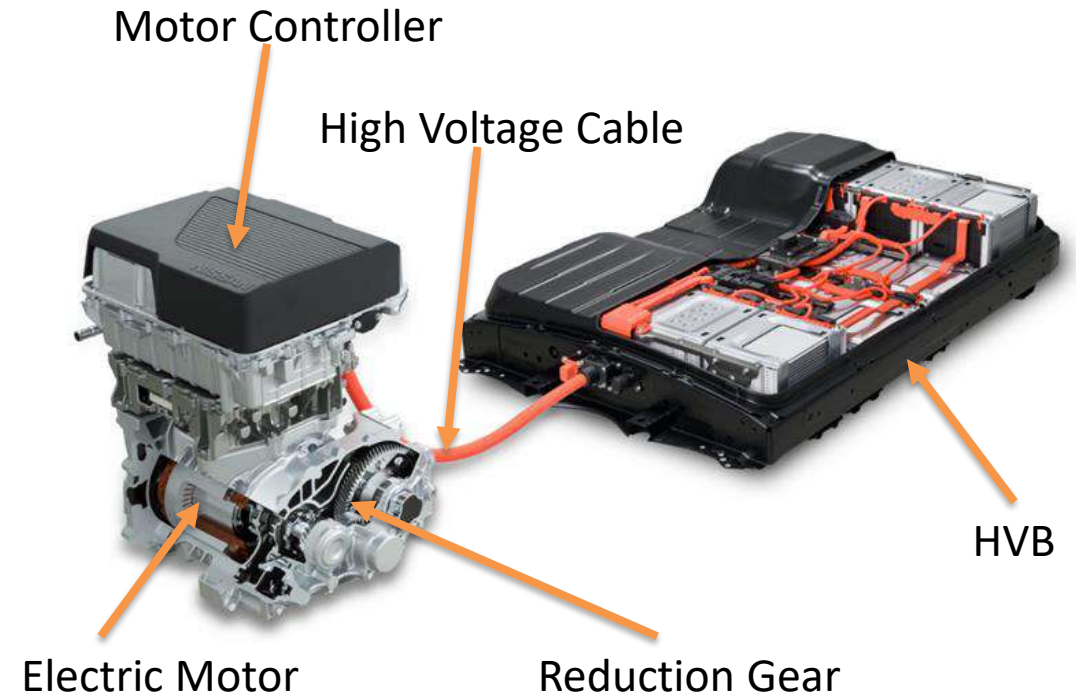
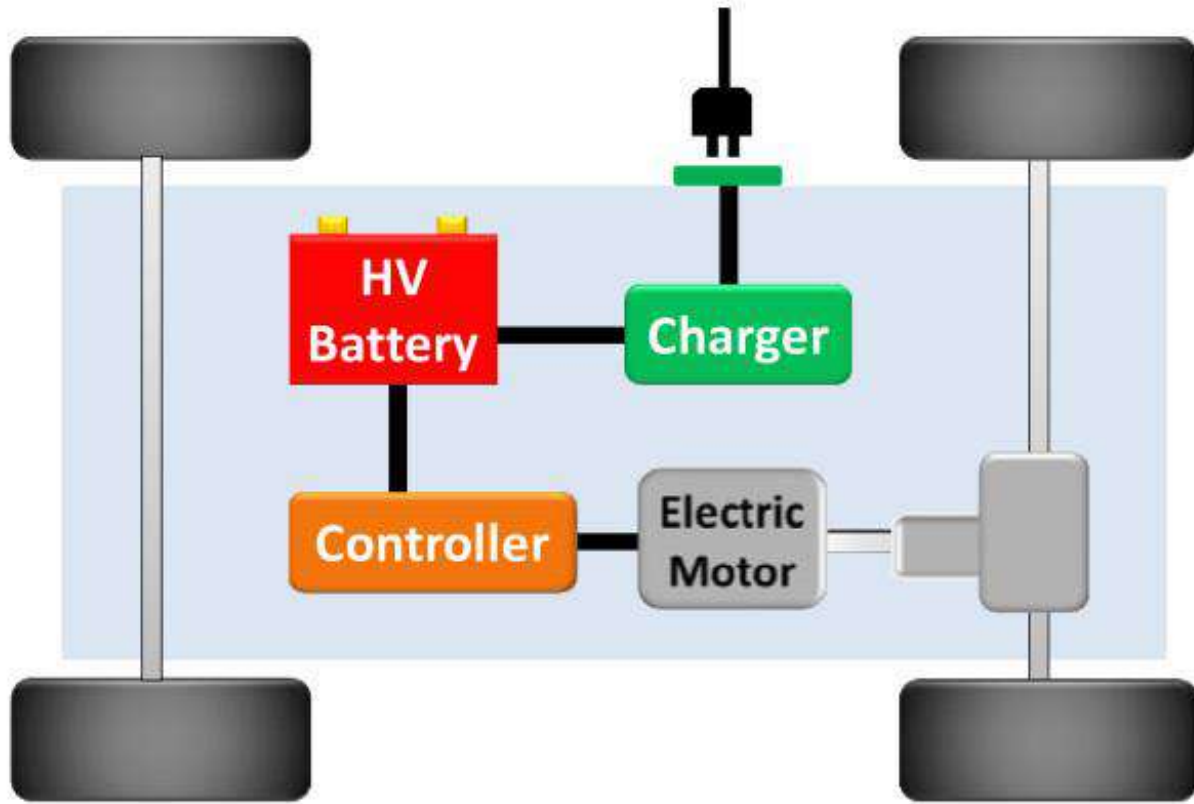


BEV Components

All-Electric Vehicle

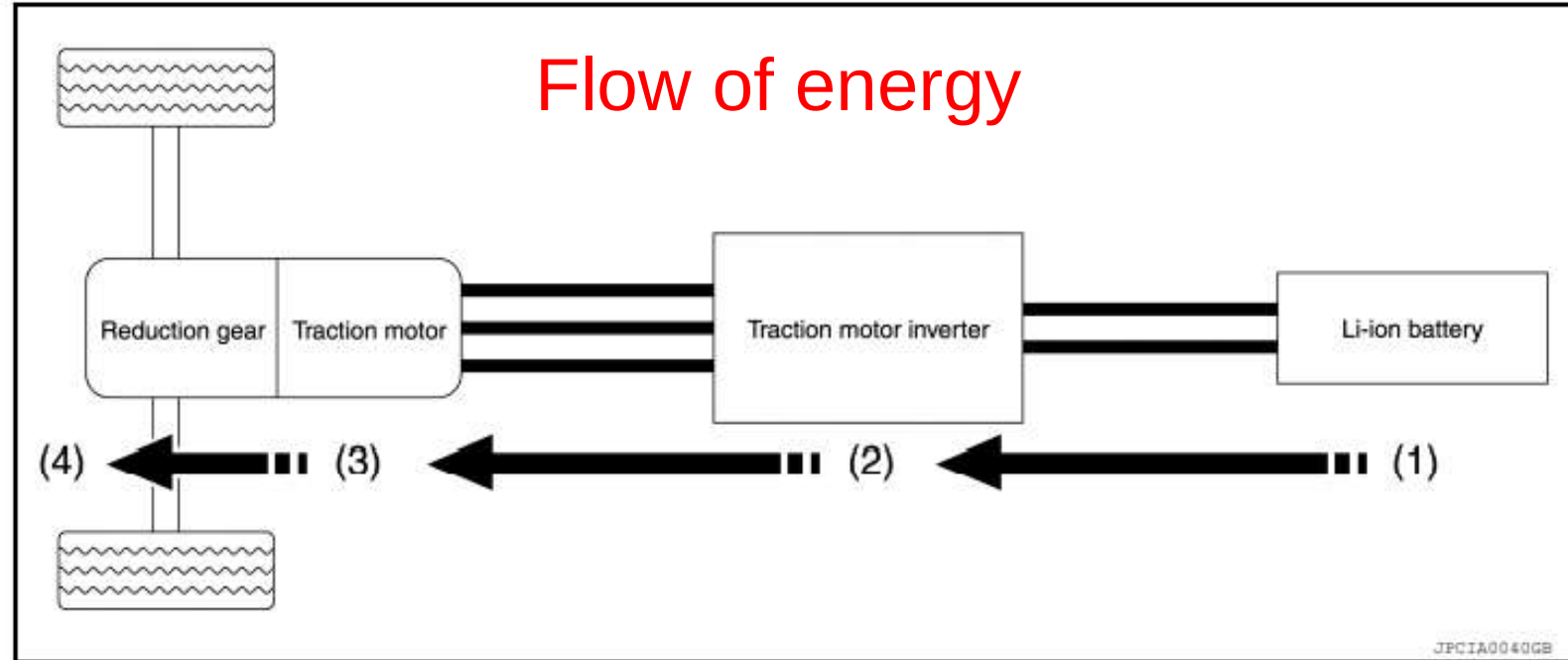


Battery Electric Vehicle



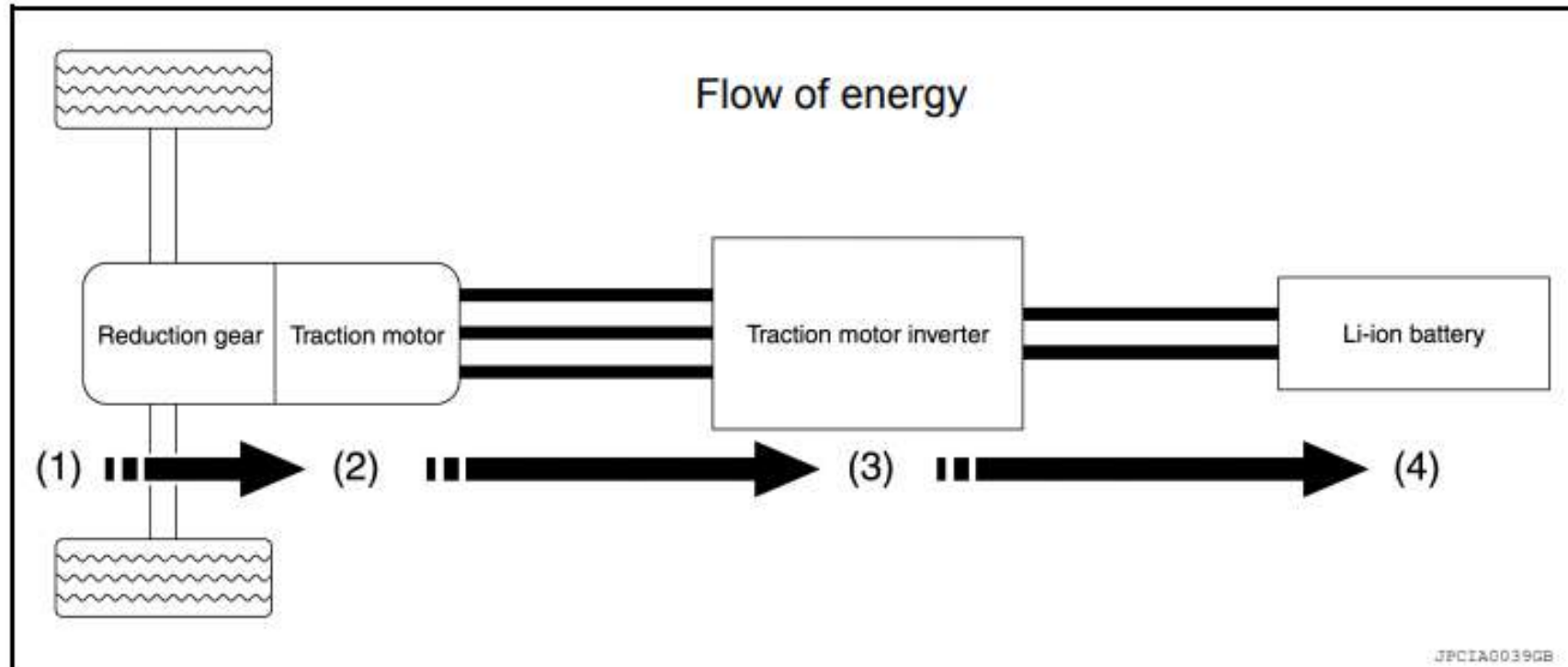
https://www.researchgate.net/figure/Important-components-of-an-electric-car-HV-high-voltage_fig2_257885030

MOTOR POWER CONTROL : Operating Principle



(4)		(3)		(2)		(1)
The drive torque from the traction motor is output as kinetic energy.	⇐	The AC power from the traction motor inverter is converted to magnetic energy and a rotating magnetic field is created in order to generate drive torque.	⇐	The traction motor inverter (IGBT) switches in order to convert the DC power from the Li-ion battery to AC power.	⇐	The DC power from the Li-ion battery is input to the traction motor inverter.

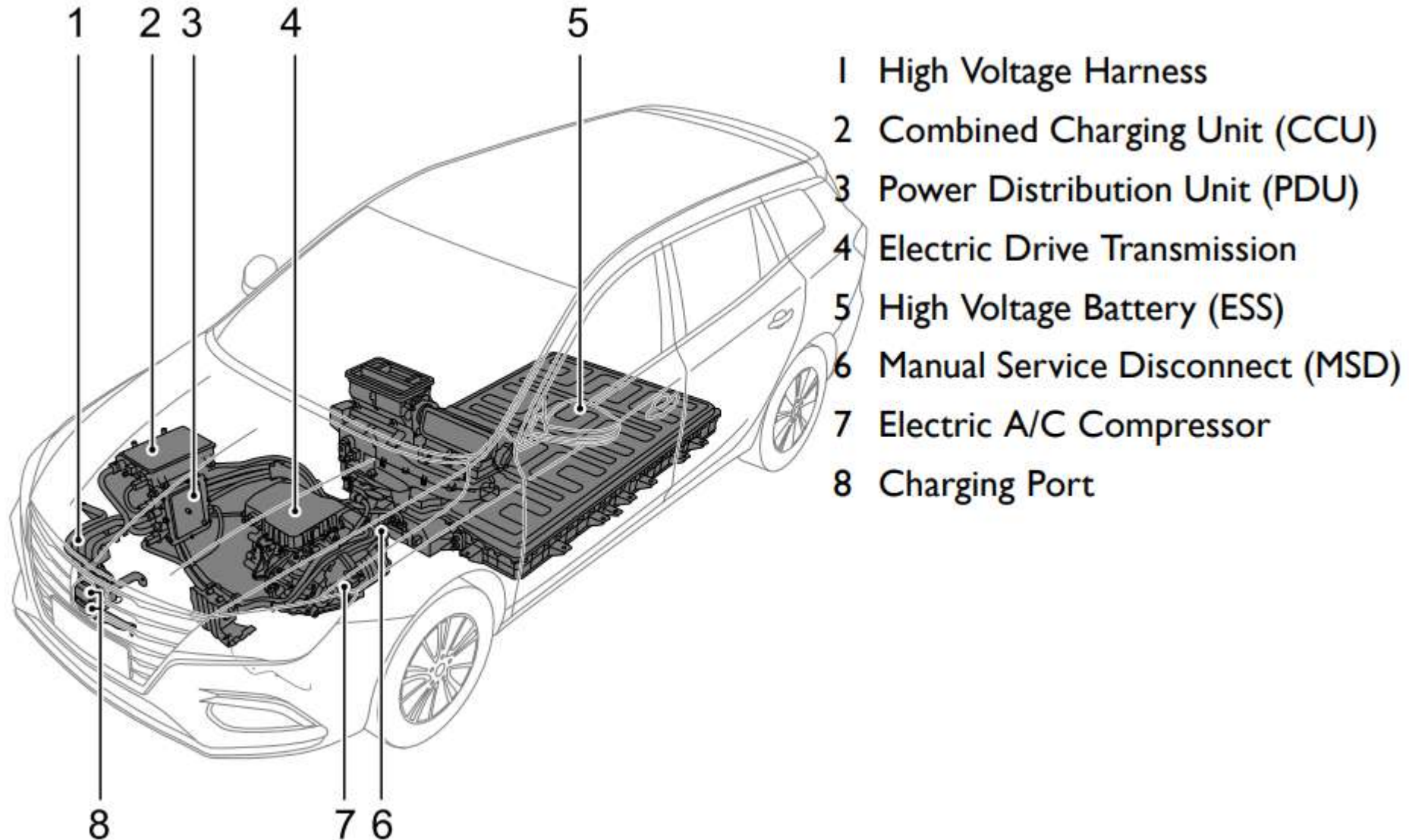
MOTOR REGENERATION CONTROL : Operating Principle



(1)		(2)		(3)		(4)
The kinetic energy generated by rotation of the tires operates the traction motor as a generator.	⇒	Rotation of the traction motor generates AC power.	⇒	The traction motor inverter (IGBT) switches in order to convert the AC power from the traction motor to DC power.	⇒	The DC power regenerated by the traction motor inverter is used to charge the Li-ion battery.

Structure Of Electric Vehicle

High Voltage System Component



High Voltage System Component

A/C Electric motor compressor

PTC heater

Battery Module

Charge Port

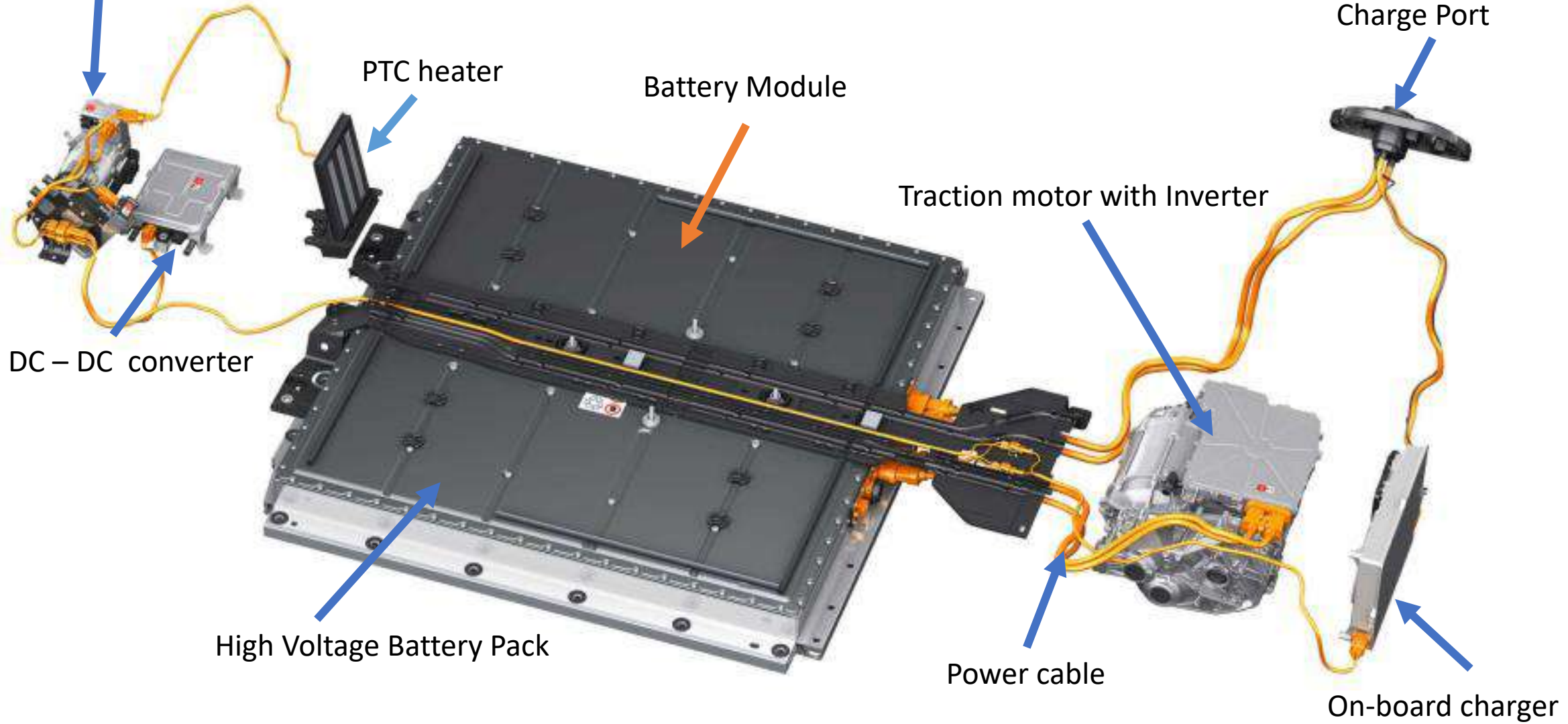
Traction motor with Inverter

DC – DC converter

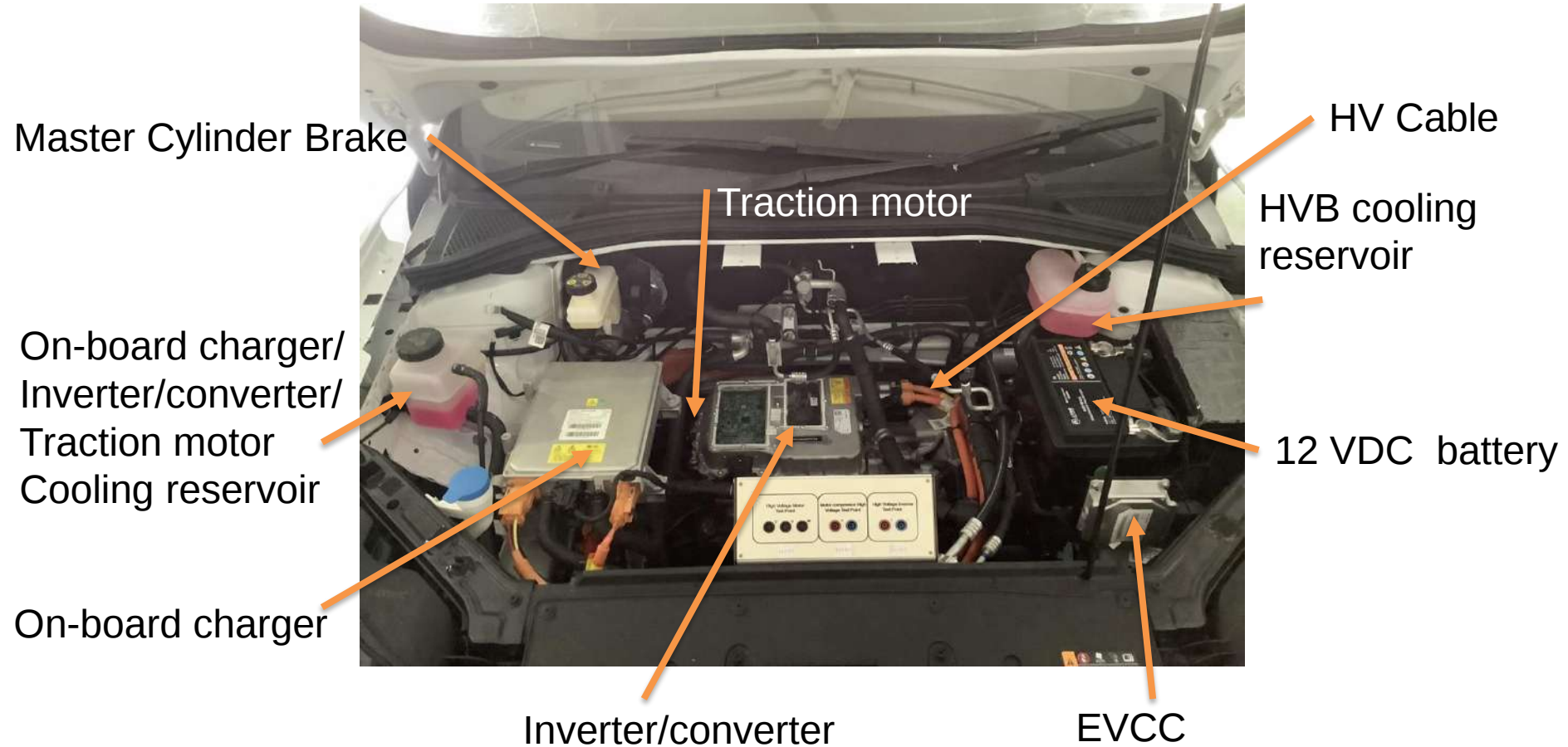
High Voltage Battery Pack

Power cable

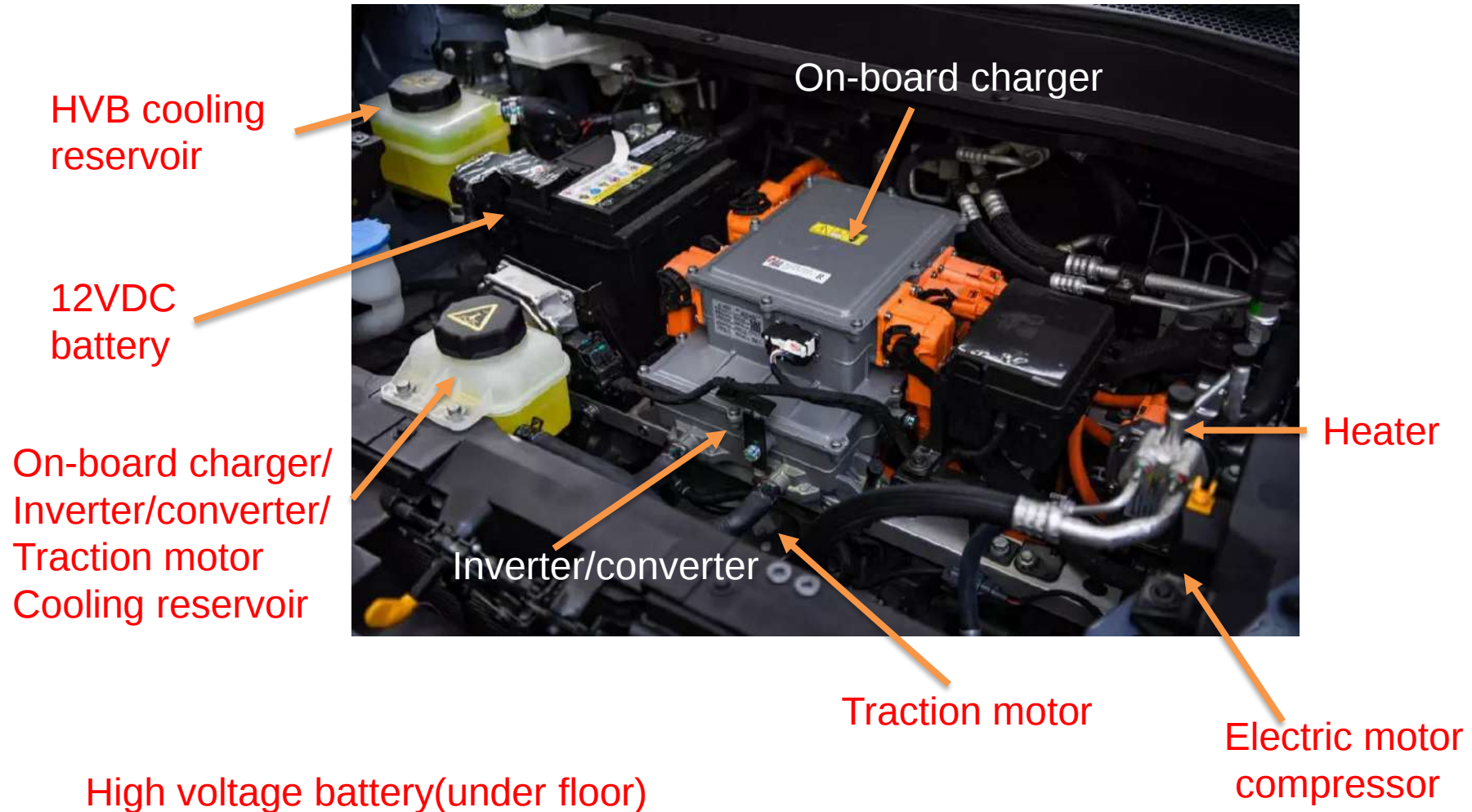
On-board charger



MG EP:High Voltage Components



BEV Components : ORA GOOD CAT(GWM)



BYD ATTO 3

Coolant Reservoir



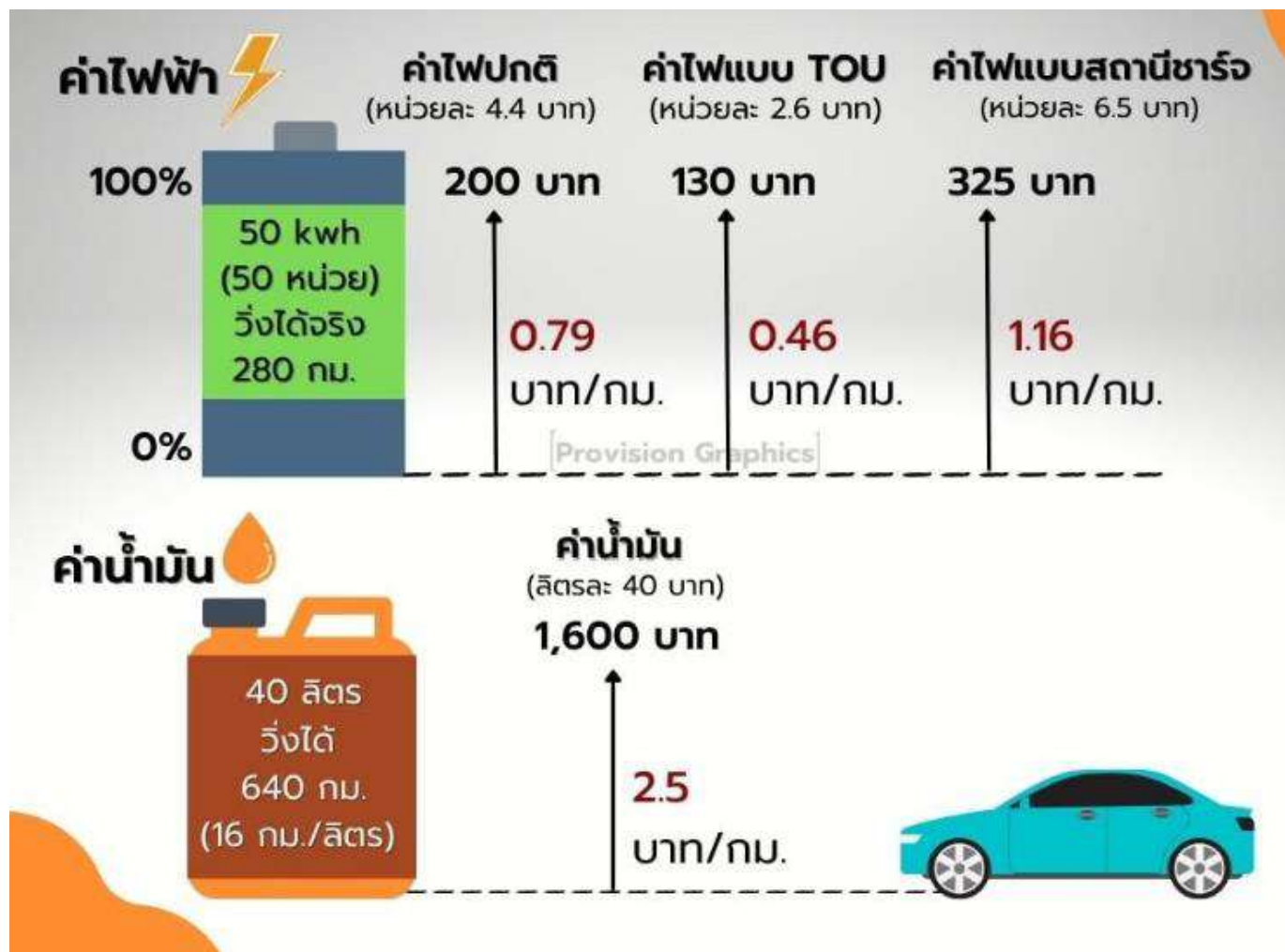
Integrate Thermal
Management Module

Fuse Box

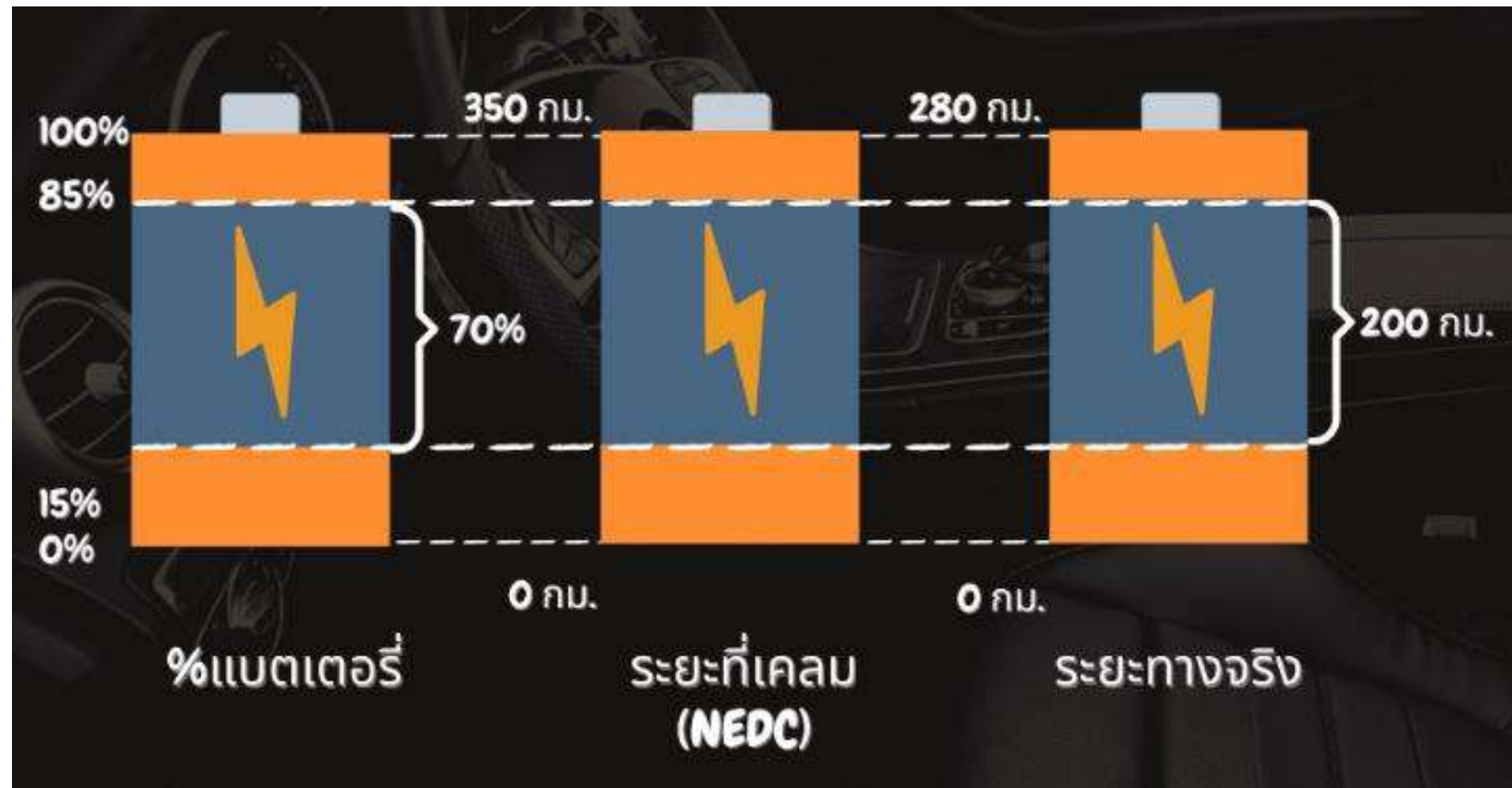
Integrated Power
Domain Controller

Auxiliary Battery

ค่าไฟฟ้า รถ EV เปรียบเทียบกับ ค่าน้ำมัน



ระยะทางที่วิ่งได้ของรถ EV เทียบกับพลังงานแบตเตอรี่



มาตรฐานระยะทางรถไฟฟ้า

1. มาตรฐาน NEDC (New European Driving Cycle) ทดสอบกับสภาพถนน สภาพอากาศ และลักษณะการขับขี่ในยุโรป โดยผลทดสอบจะวัดทั้งระยะทางที่ได้ ค่ามลพิษที่ปล่อยออกมา ฯลฯ สำหรับรถ EV มักจะได้ระยะทาง ที่เกินกว่าจะในการขับขี่จริงมากถึง **25-30%**
2. มาตรฐาน WLTP (Worldwide harmonised Light vehicle Test Procedure) ซึ่งมาตรฐานล่าสุดออกมาในปี 2015 ตัวเลขที่ทดสอบได้ยังคง สูงกว่าตัวเลขจริงทั่วๆ ไป **10-20%**
3. มาตรฐาน EPA (Environmental Protection Agency) การทดสอบทำภายในห้องแลปทั้งหมด เริ่มจากการชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าให้เต็ม แล้วจอดรถทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำรถขึ้นวิ่งบนไดโน (Dyno) โดยใช้วิธีการจำลองการวิ่งในแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบวิ่งในเมือง (UDDS) และการทดสอบวิ่งนอกเมือง (HWFET) ซึ่งจะทำสลับกันไปเรื่อยๆ จนกว่าแบตเตอรี่จะหมด **range ที่ได้มักจะต่ำกว่า WLTP**
4. มาตรฐาน CLTC (China Light duty vehicle Test Cycle) พยายามสะท้อนการใช้งานของผู้ขับขี่และสภาพแวดล้อมในจีน โดยมีการควบคุมเงื่อนไขการทดสอบอย่างรัดกุม ตัวเลข **range ออกมาสูงกว่า NEDC**

ระยะทางที่วิ่งได้ของรถ EV ตามมาตรฐาน ต่างๆ

Brand & Model	NEDC	WLTP	EPA	CLTC
Tesla Model 3	429	381	354	675
Volvo XC40 Recharge	450	418	359	529
MG EP	380	344	285	n/a
ORA Good Cat 400	400	336	n/a	n/a

วิธีแปลงค่า NEDC to WLTP

นำค่าระยะทางตามมาตรฐาน NEDC หารด้วย 1.27 จะได้ระยะทางตามมาตรฐาน WLTP (มีโอกาสดคลาดเคลื่อน 8%)

ตัวอย่าง NETA V วิ่งได้ไกลสุด 384 กม.(NEDC)

$$\therefore 384 \div 1.27 \approx 302 \text{ กม. (WLTP)}$$

ความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงรถยนต์ไฟฟ้า (Work Safety)

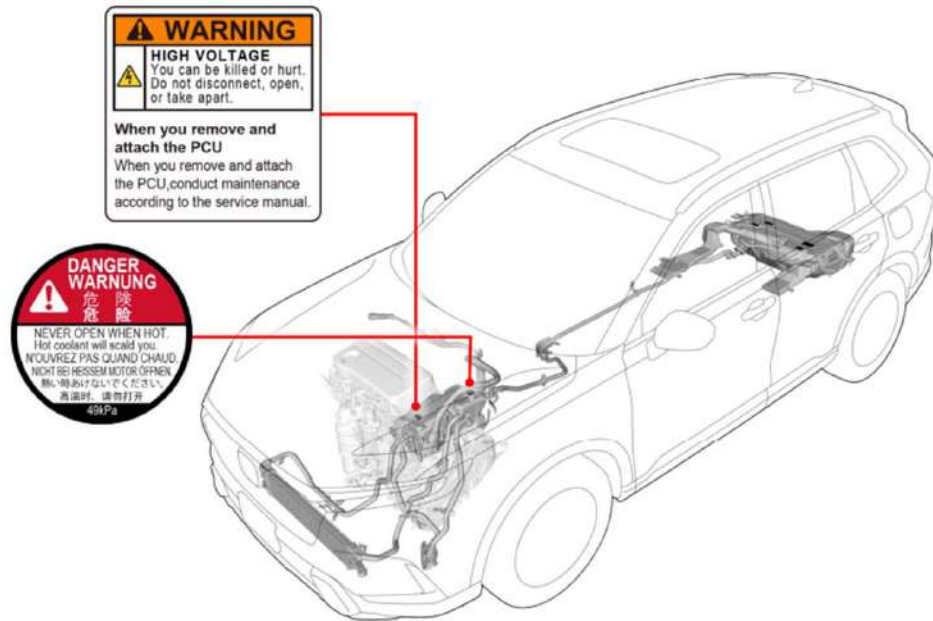


<https://www.catuelec.com/en/Home/Solutions/Hybrid-and-all-Electric-Vehicles>

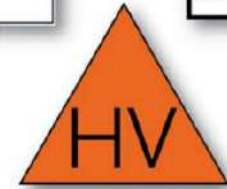
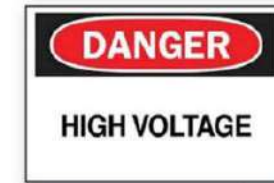


อันตรายอันอาจเกิดจากรถยนต์ไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าแรงดันสูงของรถยนต์ไฟฟ้าอาจเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่และช่างซ่อมรถยนต์ อาจได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือถึงแก่ชีวิตได้ หากไม่ใช้ อุปกรณ์ PPE และไม่รู้วิธีการปฏิบัติงานในการซ่อมบำรุงที่ถูกต้องและปลอดภัย



High-voltage Precautions



ป้ายเตือนนี้ สำคัญ

High Voltage Dangerous

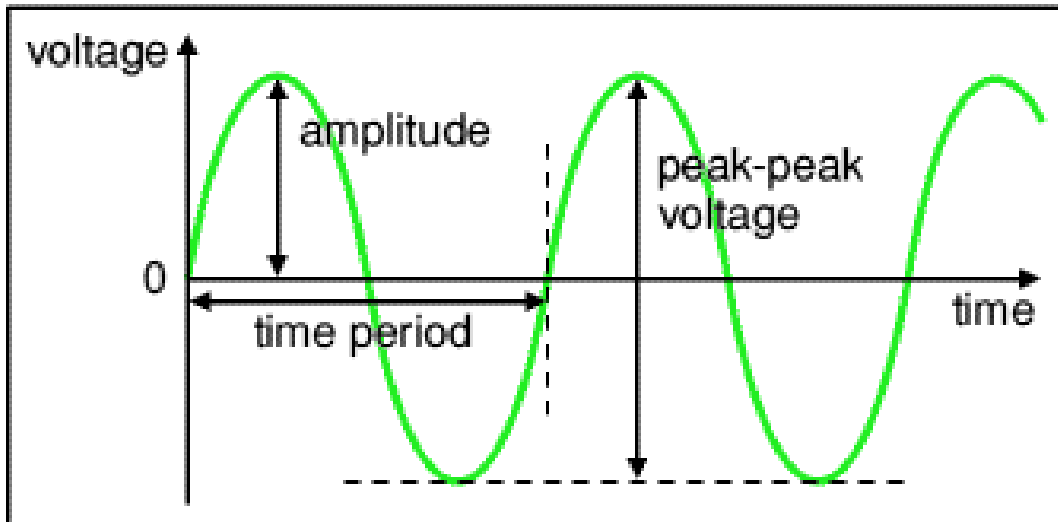
Effect of current on the human body

Voltage exceeding

AC 25 V(rms), DC 60 V are considered dangerous

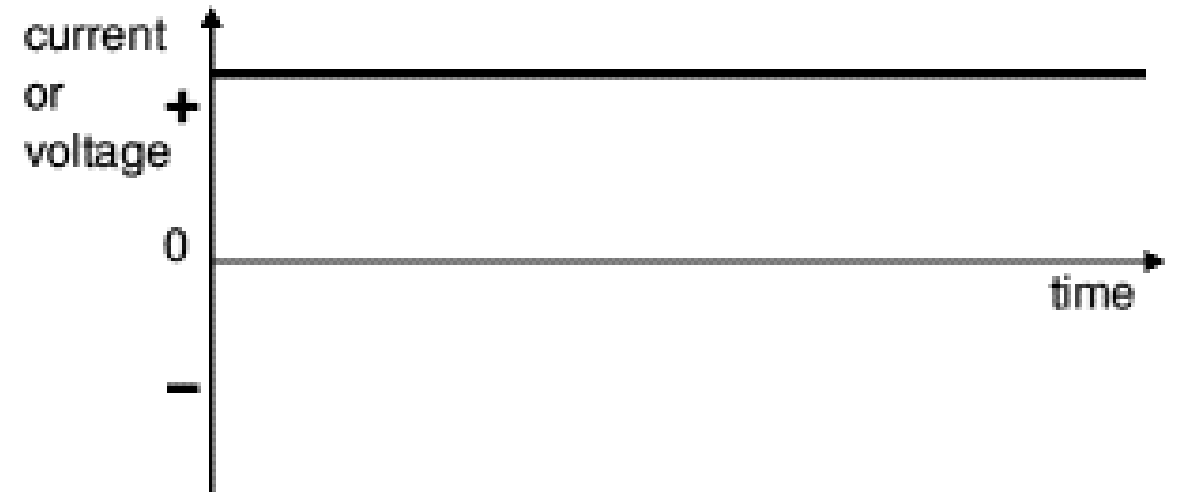
Current flow between 100-200 mA through a human body are usually fatal

Safe voltage limits : AC 25 V ,DC 60 V



AC Voltage

AC current 50–60 Hz,



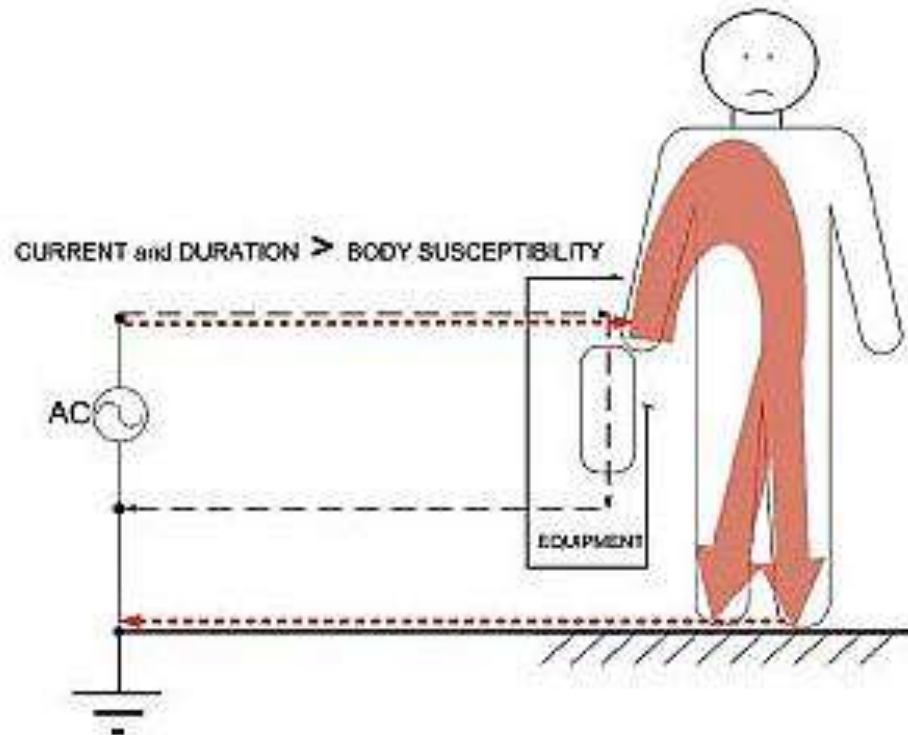
DC Voltage

Direct currents (DC) have zero frequency

ไฟฟ้าดูด (Electric shock)

Dangerous from electric up to

- size of the current
- duration
- frequency



ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เป็นอันตราย

ปริมาณกระแสไฟฟ้า

- | | |
|--------------------|---|
| 1 mA หรือน้อยกว่า | ไม่มีผลกระทบต่อร่างกาย |
| มากกว่า 5 mA | ทำให้เกิดการช็อก และเกิดความเจ็บปวด |
| มากกว่า 15 mA | กล้ามเนื้อบริเวณที่ถูกกระแสไฟดูดหดตัว และร่างกายเกิดอาการเกร็ง |
| มากกว่า 30 mA | การหายใจติดขัด และสามารถทำให้หมดสติ |
| 50 ถึง 200 mA | ขาดเลือดไปเลี้ยงหัวใจ และอาจเสียชีวิตภายในไม่กี่วินาที |
| มากกว่า 200 mA | เกิดการไหม้บริเวณผิวหนังที่ถูกกระแสไฟฟดูด และหัวใจจะหยุดเต้นภายในไม่กี่วินาที |
| ตั้งแต่ 1 A ขึ้นไป | ผิวหนังที่ถูกกระแสไฟฟดูดถูกทำลายอย่างถาวร และหัวใจจะหยุดเต้นภายในไม่กี่วินาที |

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protection Equipment (PPE))

OROVEL

Battery

Battery Protective Equipment PPE

- Risks = Short-circuit, Flash Arc (#EV55), Fire, Toxic gases...
- Death and injuries = Electrocution, blindness, skin, ear damage...
- Be aware of risks and always assess required equipment depending on tasks
- Ideal PPE often includes (but is not limited to):

In collaboration with
Santiago Baptista
from Ecole des
Métiers de
l'Équipement
Matériel de
Montréal



Facial protection including flash arc protection

Ear protection

No Jewels allowed

Gloves Class 0 (up to 1500 V) + usually over and under gloves (#EV54)

Insulating / Arc Rated clothing (T-shirt, trousers...)

Dr Jim Hooper

Dielectric Insulating Safety Shoes



Insulating tools



Insulating Blankets and Mats



#EV53

Copyright © 2022 OROVEL Ltd All rights reserved.

ทำไมต้องสวมใส่ PPE

PPE ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความมั่นใจในความปลอดภัยจากไฟฟ้าแรงสูง

สิ่งที่ต้องปฏิบัติ

- ผู้ปฏิบัติงานต้องไม่สวมเครื่องประดับ
- ต้องสวมชุด ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าช็อค (PPE)
- ตรวจสอบการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่จะสวมใส่ทุกครั้งก่อนใช้

สำคัญมาก

ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับงานไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น

ป้องกันไฟฟ้าแรงสูง

- 1,000 VAC

- 1,500 VDC



ถุงมือฉนวนป้องกันไฟฟ้าแรงสูง

หมวกป้องกันไฟฟ้าแรงสูง Arc Flash

ถุงมือฉนวนป้องกันไฟฟ้า (High-voltage insulated gloves)

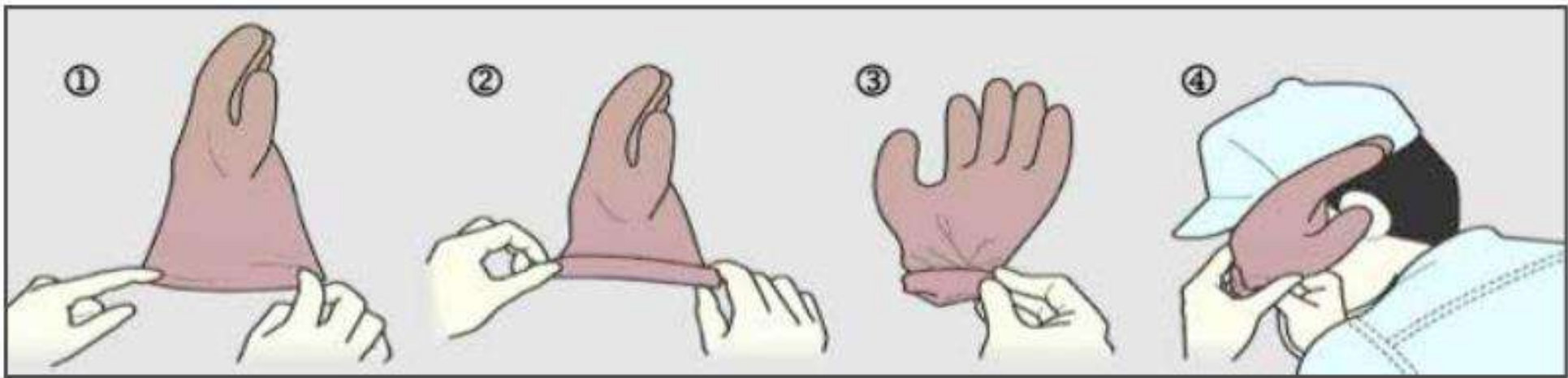
ถุงมือต้องมีมาตรฐาน Class 0 เป็นอย่างต่ำ สำหรับการปฏิบัติงานรถยนต์ไฟฟ้า

- ป้องกันไฟฟ้ากระแสสลับได้ไม่น้อยกว่า 1,000 V
- ป้องกันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า 1,500 V

Class of Glove	AC Proof-Test Voltage, rms, V	Maximum AC Use Voltage ac rms, V	DC Proof-Test Voltage, avg, V	Maximum DC Use Voltage, avg, V
00	2,500	500	10,000	750
0	5,000	1,000	20,000	1,500
1	10,000	7,500	40,000	11,250
2	20,000	17,000	50,000	25,500
3	30,000	26,500	60,000	39,750
4	40,000	36,000	70,000	54,000



ถุงมือฉนวนป้องกันไฟฟ้า ต้องตรวจสอบการรั่วก่อนใช้งานทุกครั้ง

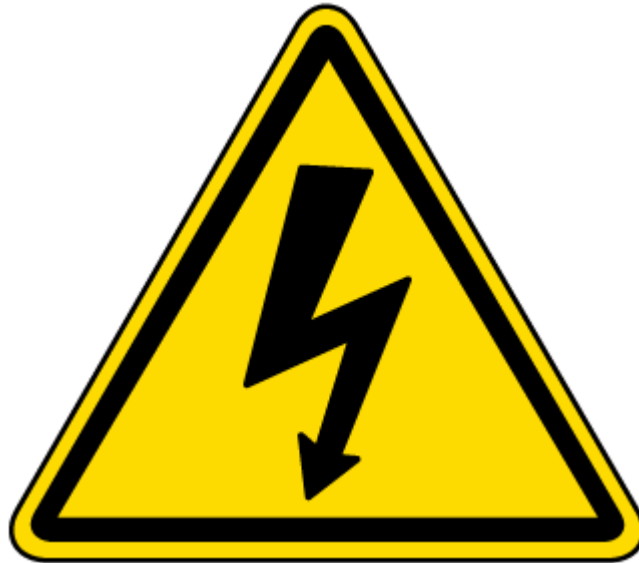


Insulated Boots and Shoes

- When water, oil, or other substances cannot be cleaned off the floor, insulated boots must be worn to prevent electrical shock



Electric Safety Boots



สำคัญมาก

ต้องเป็นรองเท้าเซฟตี้ที่ใช้กับงานไฟฟ้าเท่านั้น

Electrical hazard (EH) rated safety boots



Electric Safety Shoes

ถุงมือหนังสำหรับสวมทับถุงมือยาง(Leather Protectors)

- Used to prevent damage to the rubber lineman's gloves from sharp edges and corners
- Be sure the rubber lineman's glove extends at least 2 in. (50 mm) beyond the leather protector
- Arc flash clothing or 100% cotton clothing with long sleeves should be worn
- The sleeves should be tucked into the rubber insulating glove



Insulated Rubber Mat

- Place on the floor when exposure to high voltage is possible
- Place on workbench before placing lithium-ion battery on the workbench
- May be used when EH rated safety shoes are not available



VDE Tools And Electrical Measurements Safety Equipments

Digital Multimeters



Clamp Meter



เครื่องวัดค่าความต้านทาน Insulation Tester



วิธีใช้งานเครื่องวัดค่าความต้านทาน Insulation Tester หรือ เมกะโอห์มมิเตอร์



1. ตรวจสอบเมกะโอห์มมิเตอร์ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
2. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัด
เพื่อกำหนดแรงดันไฟฟ้าในการทดสอบได้ถูกต้อง
3. นำสายสีดำไปเชื่อมต่อกับบริเวณกราวด์
และสายสีแดงไปต่อกับสาย Line ที่ต้องการวัด
4. ตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าการทดสอบ
5. กดปุ่ม Test หรือ Measure
6. รอจนค่านิ่งแล้วอ่านค่าที่ได้

แรงดันในการทดสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า

แรงดันทดสอบทั่วไป		มาตรฐาน IEEE 43-2000 แรงดันทดสอบสำหรับมอเตอร์	
พิกัดแรงดันอุปกรณ์ไฟฟ้า AC	ค่าแรงดันทดสอบ DC	พิกัดแรงดันอุปกรณ์ไฟฟ้า AC	ค่าแรงดันทดสอบ DC
อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 VAC	500 VDC	มอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 VAC	500 VDC
อุปกรณ์ไฟฟ้า 1,000 – 3,300 VAC	500 – 1,000 VDC	มอเตอร์ไฟฟ้า 1,000 – 2,500 VAC	500 – 1,000 VDC
อุปกรณ์ไฟฟ้า 3,300 – 6,600 VAC	2,500 – 5,000 VDC	มอเตอร์ไฟฟ้า 2,501 – 5,000 VAC	1,000 – 2,500 VDC
อุปกรณ์ไฟฟ้ามากกว่า 6,600 VAC	5,000 VDC	มอเตอร์ไฟฟ้า 5,001 – 12,000 VAC	2,500 – 5,500 VDC
		มอเตอร์ไฟฟ้ามากกว่า 12,000 VAC	5,000 – 10,00 VDC

ค่ามาตรฐานความต้านทานฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEC 60364

แรงดันไฟฟ้าปกติที่ใช้งาน	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ	ค่าต่ำสุดของค่าความต้านทานฉนวน
SELV ถึง PELV	250 VDC	0.25 M Ω
LV ถึง 500V	500 VDC	0.5 M Ω
มากกว่า 500V	1,000 VDC	1.0 M Ω

SELV (แรงดันไฟฟ้าต่ำชั้นปลอดภัย)

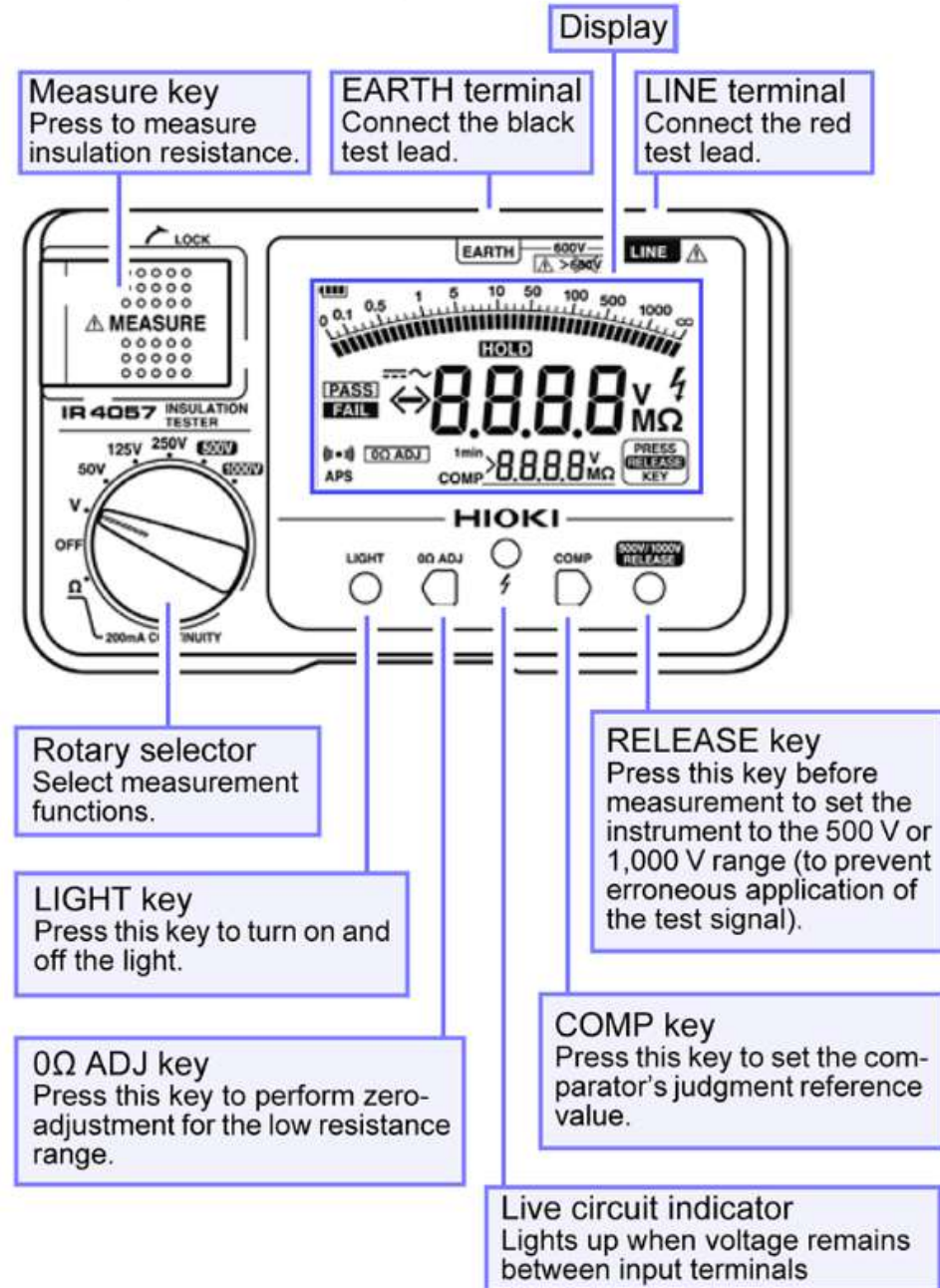
PELV (แรงดันไฟฟ้าต่ำชั้นป้องกัน)

LV (แรงดันไฟฟ้าต่ำ)

Insulation tester

เครื่องมือทดสอบความเป็นฉนวนของสาย
ไฟฟ้าแรงสูงของรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบ
การเสื่อมสภาพของฉนวนสายไฟฟ้า สเกลที่ใช้
ในการทดสอบที่ 500 V มีหน่วยวัด เป็น $M\Omega$

(*This figure is model IR4057.)





การตรวจสอบความเป็นฉนวนด้วยเครื่องวัดความเป็นฉนวน



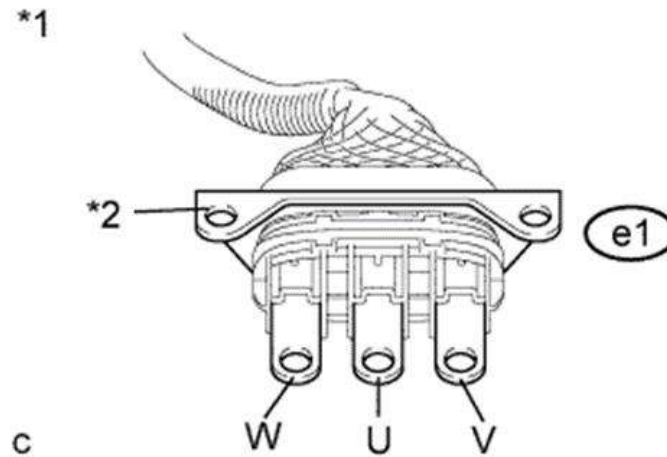
- ค่าความต้านทานต้องสูงมากๆ
- หรืออ้างอิงตามคู่มือบริการ



การวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟแรงสูง



Insulation tester



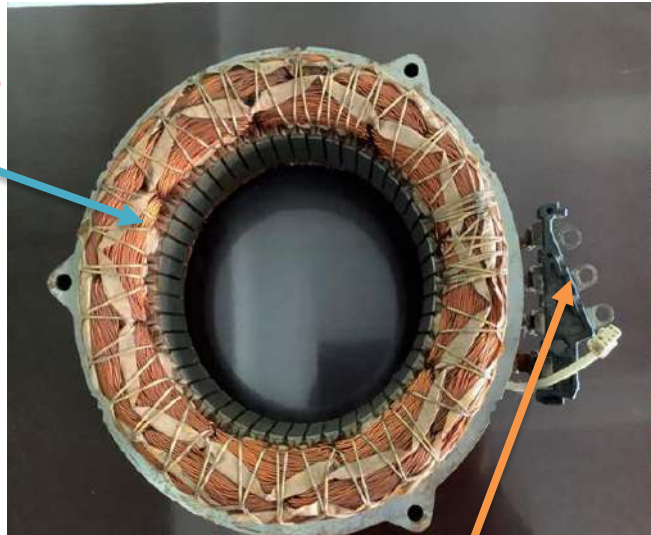
*1 Motor Cable

*2 Shielded Wire Ground

Tester Connection	Specified Condition
e1-3 (V) - Body ground and shielded wire ground	100 M Ω or higher
e1-2 (U) - Body ground and shielded wire ground	100 M Ω or higher
e1-1 (W) - Body ground and shielded wire ground	100 M Ω or higher

การวัดค่าความต้านทานของมอเตอร์

Motor stator



U,V,W connector



Tester Connection	Specified Condition
U - Motor frame	100 M Ω or higher
V - Motor frame	100 M Ω or higher
W - Motor frame	100 M Ω or higher

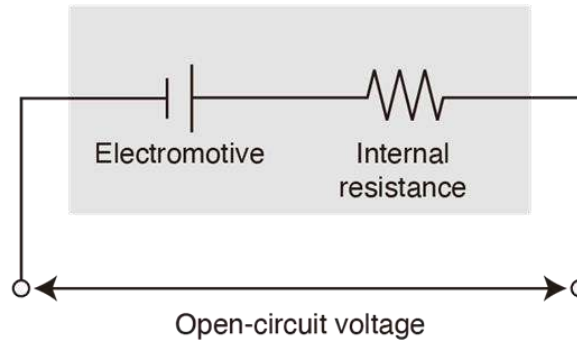
เครื่องมือวัดค่าความต้านทานภายในเซลล์แบตเตอรี่ (IR Meter)



4-terminal resistance measurement method



Battery Tester
BT3554



4-terminal method measurement probes

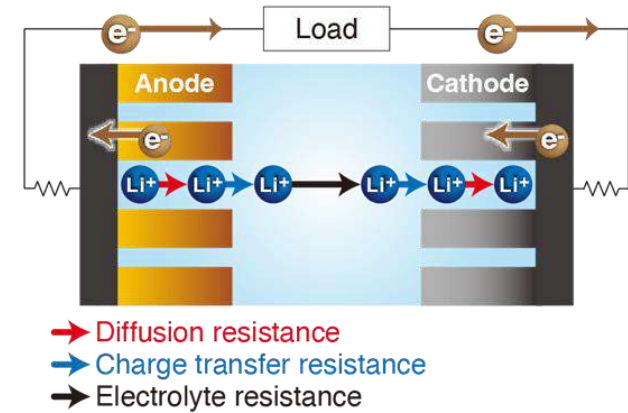
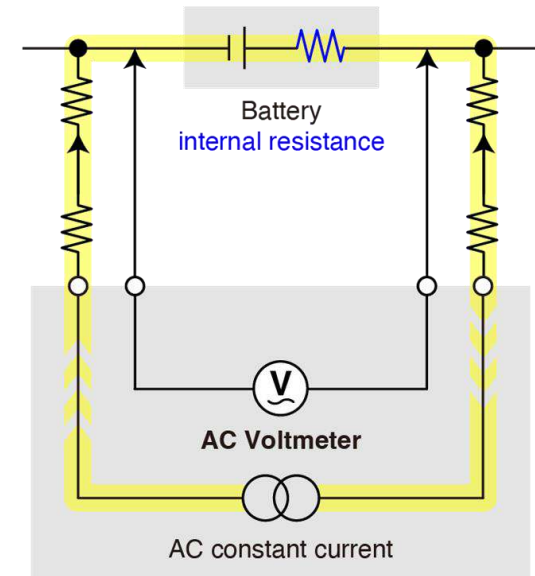
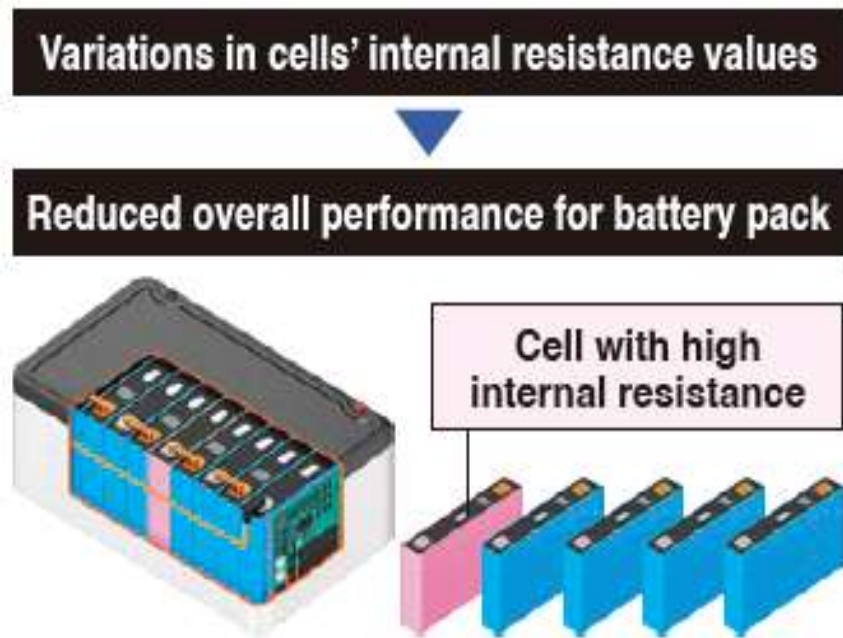


Diagram of a discharging battery



การกำหนดโดยใช้ความต้านทานภายในช่วยให้แบตเตอรี่มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามข้อกำหนด มีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพของแบตเตอรี่ในระหว่างการผลิต



ก่อนที่จะประกอบเซลล์เป็นโมดูลและแพ็ค สิ่งสำคัญคือ เซลล์ทั้งหมดในชุดแบตเตอรี่ต้องมีความต้านทานภายในที่เท่ากัน หากเซลล์อย่างน้อยหนึ่งเซลล์มีความต้านทานภายในสูงหรือเสื่อมสภาพ เซลล์เหล่านั้นจะกลายเป็นคอขวดและจำกัดความจุของแบตเตอรี่

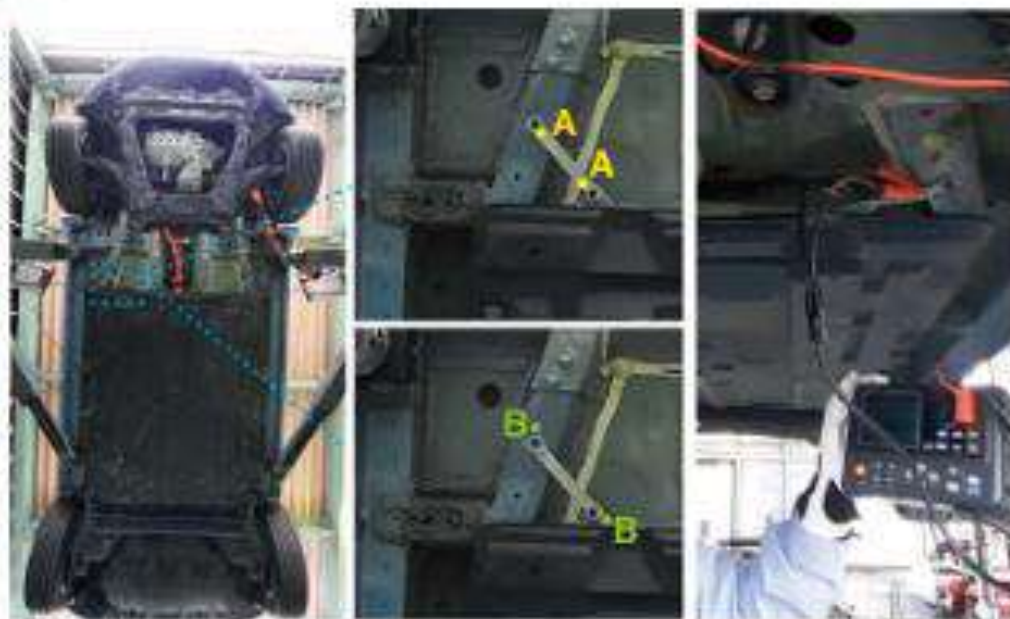
ดิจิตอลมิลลิโอห์มมิเตอร์



เครื่องมือที่ถูกออกแบบมาเพื่อวัดค่าความต้านทานโดยเฉพาะ โดยต่างจากเครื่องมือวัดความต้านทานอื่นทั่วไป คือ มีความละเอียด และความถูกต้องสูง



การตรวจวัดความนำด้วยมิลลิโอห์มมิเตอร์



UNR100

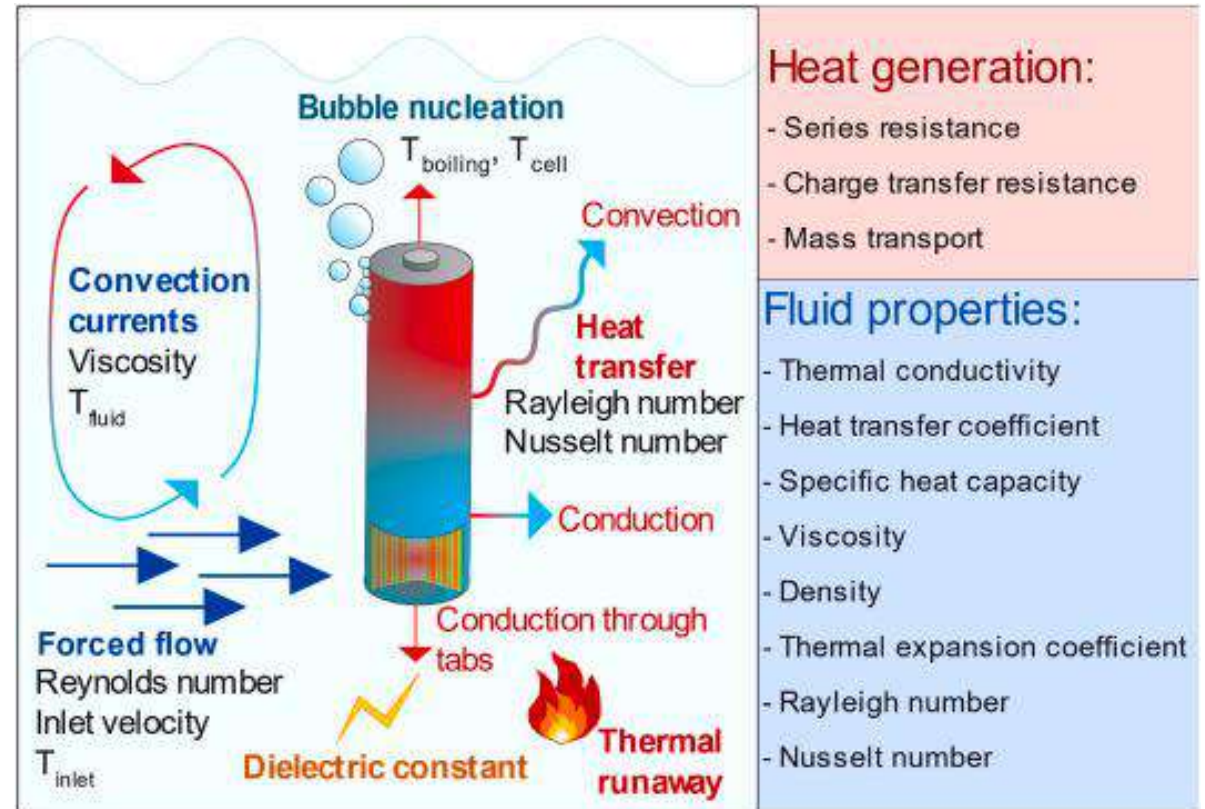
ค่าความต้านทานที่วัดได้ในการทดสอบนั้นจะให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 0.1 โอห์มหรือน้อยกว่า ดังนั้นจึงใช้มิเตอร์ DC มิลลิโอห์มที่ใช้วิธีการวัดแบบสี่ขั้ว (เคลวินแบบสี่สาย) เพื่อวัดอย่างเคร่งครัด

Bonding issue	Measured value A	Measured value B
No	0.6032 mΩ	0.7010 mΩ
Yes	0.6035 mΩ	25.670 mΩ



กล้องถ่ายภาพความร้อน(THERMAL IMAGING CAMERA)

ใช้วัดค่าอุณหภูมิที่สูงผิดปกติ หรือหาแหล่ง
ความร้อนที่ผิดปกติ



ปรากฏการณ์ความร้อนลุ้ไม่กลับ (Thermal runaway)
จะทำให้แบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูงเกิดไฟลุกไหม้หรือระเบิด

VDE Insulation tools kits

The VDE mark (from the original name, Verband Deutscher Elektrotechniker) is meant to indicate safety and quality in electrical, information, and medical technologies. The VDE Testing and Certification Institute in Offenbach, Germany,



Certified to 1000 Volt AC or 1500 Volt DC



- socket 7mm insulated 1000V 3/8"
- socket 8mm insulated 1000V 3/8"
- socket 10mm insulated 1000V 3/8"
- socket 12mm insulated 1000V 3/8"
- socket 14mm insulated 1000V 3/8"
- socket 15mm insulated 1000V 3/8"
- socket 17mm insulated 1000V 3/8"
- socket 19mm insulated 1000V 3/8"
- socket 22mm insulated 1000V 3/8"
- insulated ratchet 1000V 3/8"
- insulated extension 1000V 3/8"

