WHITE PAPER

มองโอกาสในวิกฤต “EV CONVERSION” คือ TRANSITION STRATEGY หรือไม่?

MARCH, 2023

NECTEC
a member of NSTDA

SMC

MIT

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร 2

1. สถานภาพปัจจุบัน KEY PLAYERS แนวโน้มราคาและผลกระทบ 7

1.1 สถานภาพ EV CONVERSION ประเทศไทยในปัจจุบัน 7

1.2 KEY PLAYERS ในประเทศไทย 11

1.3 ราคาหรือความคุ้มค่า และแนวโน้มที่สำคัญ 14

1.4 ผลกระทบจากการรักษาสิ่งแวดล้อม 15

2. ความหมาย ประเภท และความเป็นมาของ EV CONVERSION 16

3. วิธีการ CONVERSE "รถยนต์สันดาปภายใน" ให้เป็น "รถยนต์พลังงานไฟฟ้า 17

4. ด้านความปลอดภัย สามารถทำได้จริงหรือไม่ 30

5. ปัจจัยแห่งความสำเร็จเพื่อ BREAKTHROUGH ให้เกิดอุตสาหกรรม EV CONVERSION ในประเทศไทย 33

6. สถานภาพงานวิจัยทางด้าน EV CONVERSION ของเนคเทค 36

7. จุดยืนของเนคเทค (NECTEC POSITIONING) และข้อเสนอแนะในการขับเคลื่อน 39

บทสรุปผู้บริหาร

การยกระดับอุตสาหกรรมการดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงหรือ EV Conversion นั้นถือว่าเป็นยุทธศาสตร์ในการเปลี่ยนผ่าน (Transition Strategy) ที่เป็นการเตรียมความพร้อมภายในประเทศไปสู่การผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต และสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้ประกอบการและผู้บริโภคผ่านการสร้างอุปสงค์ (Demand) ความต้องการยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เกิดอุปทาน (Supply) ความต้องการในการลงทุนผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นภายในประเทศ โดยมีนโยบายสนับสนุนจากสภาพัฒน์ฯ ตั้งเป้าหมายรถไฟฟ้าดัดแปลง จำนวนอย่างน้อย 40,000 คัน ภายใน พ.ศ. 2570 ตลอดจนการสนองตอบต่อนโยบายรัฐบาลไทย 30@30 ภายในปี ค.ศ. 2030 จะต้องมีรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมด

การจะเปลี่ยนผ่านอุตสาหกรรมรถยนต์ใช้น้ำมันไปสู่รถยนต์ไฟฟ้าแบบฉับพลัน อาจจะกลายเป็น Disruption ต่ออุตสาหกรรมดั้งเดิม ทำลาย supply chain ในอุตสาหกรรมนี้ที่ไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ดังนั้น อุตสาหกรรม EV conversion จึงเป็นทางออกหนึ่งที่ควรได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในระยะเวลาไม่เกิน 5-10 ปี ดังนั้นการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมนี้ถือเป็นก้าวสำคัญในเชิงยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่านให้เกิดการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายภายในประเทศ การกระตุ้นให้เกิดการสร้างอุตสาหกรรมนี้จะส่งผลกระทบให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง สร้างองค์ความรู้ ความพร้อม และยกระดับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ

“EV conversion หรือ อุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง คือ การนำรถเก่าที่ใช้น้ำมัน มาเปลี่ยนระบบขับเคลื่อนใหม่ เพื่อเปลี่ยนจากการเติมน้ำมันมาเป็นระบบไฟฟ้า 100%” เปลี่ยนทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ จำนวนชิ้นส่วน จากชิ้นส่วนรถน้ำมัน 30,000 ชิ้น เมื่อเป็น EV จะลดลงเหลือเพียง 3,000 ชิ้น หัวใจสำคัญของ EV conversion อยู่ที่ EV Kit หรือชุดมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง โดยมีราคาตั้งแต่ 400,000 - 800,000 บาทขึ้นไป แล้วแต่รุ่นรถยนต์และอุปกรณ์ชิ้นส่วน ซึ่งยังถือว่าสูงอยู่มากเมื่อเทียบกับผลการสำรวจที่พบว่าผู้ใช้งานสามารถจ่าย EV conversion ประมาณ 300,000 บาท เท่านั้น โดยมีรายงานว่าถ้าได้รับการสนับสนุน อาจจะสามารถลดราคาเหลือ 300,000 บาทต่อคันได้

สำหรับความคุ้มทุนคุ้มค่าของการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า รถเล็กสี่ล้อสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าเมื่อเทียบกับน้ำมันได้ดีกว่ารถใหญ่ขนาดหกล้อและสิบล้อ ทั้งนี้อุตสาหกรรม EV conversion ควรมุ่งเน้นไปที่ Niche market ที่เป็น Commercial vehicle จะมี Demand และคุ้มค่าต่อต้นทุนการ Conversion มากกว่า โดย Optimum price ในปัจจุบันควรอยู่ที่ไม่เกิน 300,000 บาทต่อคัน ในมิติผลกระทบเชิงเศรษฐกิจ พิจารณาจากการที่รถกระบะทั่วประเทศอายุ 10 ปีขึ้นไป มีประมาณ 4 ล้านคัน ถ้าสามารถนำมา conversion เพียง 10% (4 แสน

คัน) จะเกิดเงินหมุนเวียนในประเทศกว่า 120,000 ล้านบาท ไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนและอู่ในทั่วประเทศ ทั้งยังลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมด้วยการปล่อยมลภาวะที่ลดลงได้ 560 ล้านบาท

ในด้านความปลอดภัย ขณะนี้มีมาตรฐาน มอก.เอส ในอุตสาหกรรม “การบริการดัดแปลงรถยนต์และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า” เพื่อให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ จำนวน 2 มาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานที่ EEC กำลังจะประกาศใช้เป็น guideline 3 เล่ม ทั้งนี้จากประเด็นความกังวลด้านความปลอดภัย guideline ต่างๆ ถือเป็นคำตอบเบื้องต้นในการสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของการใช้ EV Conversion แต่อย่างไรก็ตามก็ยังไม่ได้มีบทบังคับแต่อย่างใด โดยขณะนี้ภาครัฐกำลังดำเนินการกำหนดมาตรฐาน การทดสอบ การรับรองคุณภาพ ตลอดจนเตรียมประกาศมาตรการการช่วยเหลือด้านความปลอดภัยต่อไป

ปัจจัยความสำเร็จที่จะ Breakthrough ให้เกิดอุตสาหกรรม EV Conversion ที่สำคัญคือการสนับสนุนด้านยุทธศาสตร์ นโยบาย และมาตรการจากภาครัฐ มิติด้านความปลอดภัยของการใช้รถยนต์ EV Conversion ด้วยการกำหนดมาตรฐานและการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ นอกจากนี้ การสามารถรวมกลุ่มแบบ Public-Private-Partnership (PPP) โดยการจัดตั้งสมาคมหรือ consortium ก็เป็นอีกแนวทางสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมนี้อย่างยั่งยืน

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา เนคเทคร่วมกับ กฟผ. ดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนาชุดประกอบการดัดแปลงและคู่มือการดัดแปลง (EV kit and blueprints) สำหรับ EV conversion ด้วยวิธีการแบบ e-Engine ซึ่งแตกต่างไปจากการดัดแปลงตามปกติ และถือเป็นที่แรกในโลกที่ทำสำเร็จ ด้วยหลักการสร้างเครื่องยนต์เสมือน โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า และกล่องอิเล็กทรอนิกส์สำหรับจำลองสัญญาณ (Engine Emulating Unit หรือ EEU) ทำให้กล่อง ECU เดิมของรถสามารถทำงานได้ต่อไป นอกจากนี้ ยังมีผลงานวิจัยยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง 4 โครงการ โดยดัดแปลงในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถโดยสาร และเรือโดยสาร นอกจากนี้กำลังดำเนินโครงการพัฒนาข้อแนะนำการผลิตเชิงอุตสาหกรรมและมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ทุนสนับสนุนจาก บพข.

ทั้งนี้ จุดยืนและบทบาทของเนคเทค มุ่งเน้นด้านการวิจัยและพัฒนาวิธีการดัดแปลง ชุดประกอบและคู่มือการดัดแปลง วิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนหลัก ทดสอบมาตรฐานของชิ้นส่วนหลัก พัฒนาข้อแนะนำการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ร่วมทำงานภายใต้คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนการดำเนินงานยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงภายใต้บอร์ดอีวีแห่งชาติ ตลอดจนสร้างความรู้ความเข้าใจด้าน EV Conversion แก่บุคคลทั่วไป โดยมีข้อเสนอแนะการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมนี้ใน 3 มิติหลัก โดยเริ่มจากมิติด้านการวิจัยและพัฒนา และ integration ระหว่างภาครัฐและเอกชน มิติด้านการฝึกอบรมเพื่อพัฒนากำลังคน และมิติด้านการทดสอบและรับรองมาตรฐาน เพื่อสนับสนุนการสร้าง ecosystem ของการทดสอบและรับรองมาตรฐาน

Executive Summary

Do you view the opportunity in the crisis that the "EV Conversion" could be a transition strategy?

Upgrading the automotive industry from internal combustion engine (ICE) vehicles to electric vehicle (EV) conversion can be considered a transition strategy to prepare for the full-scale production and use of EVs in the future. This also creates confidence among entrepreneurs and consumers by generating demand for EVs, which will lead to a supply of investment in the production of EV components within the country. This is supported by Office of the National Economics and Social Development Council (NESDC) which targets EV conversion of at least 40,000 vehicles by 2027 and responds to Thailand's 30@30 policy, which aims to have zero-emission vehicles represent at least 30% of all cars produced by 2030.

Rapidly shifting from ICE vehicles to EVs may cause disruption to the traditional industry, destroying the supply chain that cannot adapt quickly enough. Therefore, supporting the EV conversion industry should be a government priority for no more than 5-10 years. This will be a critical step in the strategic transition towards widespread use of EVs in the country. Stimulating the creation of this industry has a positive impact on related industries, knowledge development, and technological advancement within the country.

"EV conversion is the process of retrofitting an old gasoline-powered car with a new propulsion system to replace the reliance on gasoline with a 100% electric system." The conversion involves changing the entire technology used and the number of components required, reducing the number of gasoline components from 30,000 to just 3,000 when converted to an EV. The heart of EV conversion lies in the EV Kit or motor kit and related electrical systems, which cost between 400,000 and 800,000 baht depending on the model and the components of the car. This is considered high when compared to a survey that found that users are willing to pay only about 300,000 baht for an EV conversion. It is reported that the price may be reduced to 300,000 baht per car with government subsidization.

For the cost-effectiveness of EV conversion, small four-wheeled cars are more cost-effective when using electricity compared to larger six or ten-wheeled vehicles. In this regard, the EV conversion industry should focus on the niche market of commercial vehicles, which have more demand and are more cost-effective to convert. The optimum price currently should not exceed 300,000 baht per car. In terms of the economic impact, considering that pickup trucks in the country are over 10 years old and there are about 4 million of them if only 10% (400,000) were converted, it would generate currency circulation of more than 120 billion baht for component manufacturers and garages throughout the country. It would also reduce the environmental impact by reducing emissions by 560 million baht.

In terms of safety, there are currently “Thai Industrial Standard S” set by the Ministry of Industry in the industry of "car and motorcycle EV Conversion services" to certify the quality of products and services, with two standards in place. In addition, there are EEC standards that will soon be announced as 3 guidelines. Based on safety concerns, these guidelines provide a preliminary answer to building confidence in the safety of using EV Conversion, but there are currently no mandatory regulations in place. The government is currently working on setting standards, testing, certifying quality, and preparing safety measures.

A key factor for breakthrough success in the EV Conversion industry is support from the government in terms of strategy, policy, and measures, as well as setting standards and certifying product and service quality. In addition, forming associations or consortia through Public-Private-Partnerships (PPP) is another important way to support the sustainable development of this industry.

Over the past 5 years, NECTEC has collaborated with the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) to conduct research and development of EV kits and blueprints for EV conversions using the e-Engine method, which differs from conventional conversions and is the first successful implementation in the world. This is achieved through the principle of creating a simulated engine using electric motors and an Engine Emulating Unit (EEU) to allow the original ECU of the vehicle to continue functioning. In addition, there have been four projects on EV conversions for cars, motorcycles, passenger vehicles, and passenger boats. Furthermore, a project is underway to

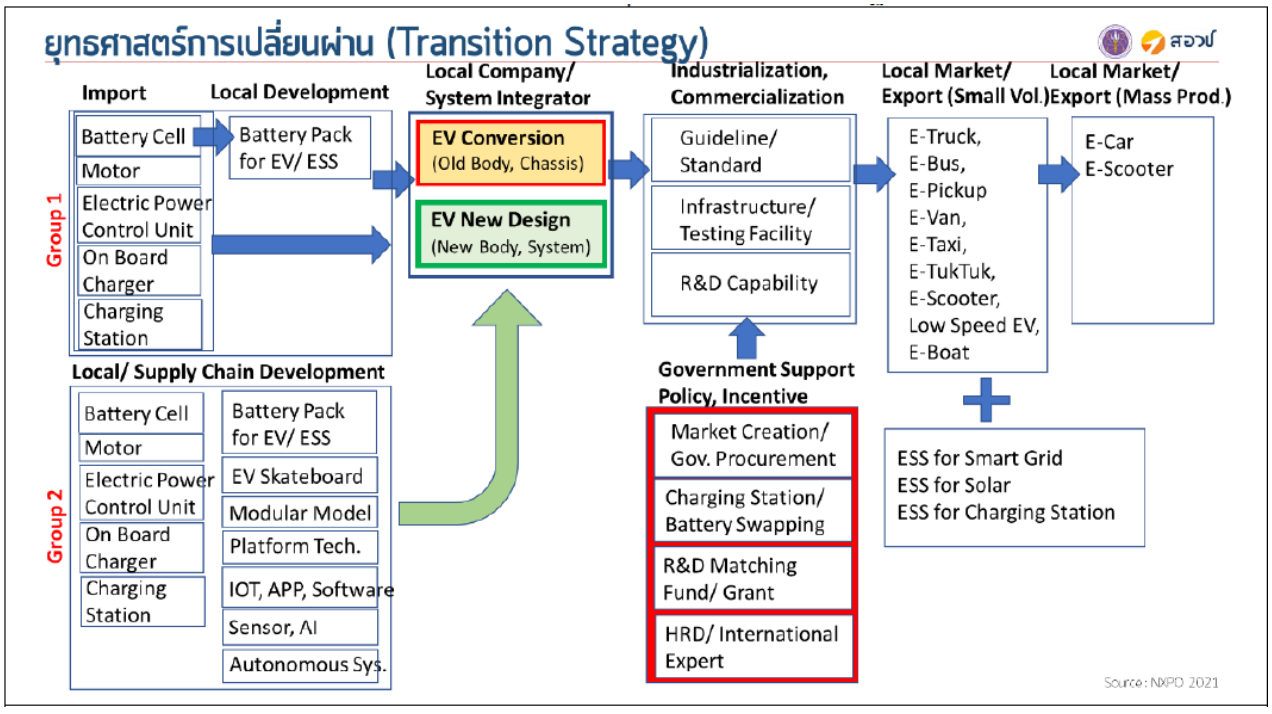
develop industrial production recommendations and inspection standards for EV conversions with funding support from Program Management Unit for Competitiveness Enhancement (PMU-C).

The standpoint and role of NECTEC are on research and development of conversion methods, kits, and manuals, research and development of major components, testing of component standards, development of industrial production recommendations, and inspection standards for EV conversions. NECTEC works with the National EV Board to operate the EV conversion program and promote understanding of EV conversion to the general public. This is done by providing suggestions for driving this industry in three main dimensions, starting with research and development and integration between the government and private sectors, training and development of human resources, and testing and certification standards to support the creation of an ecosystem for testing and certification standards.

1. สถานภาพปัจจุบัน Key Players แนวโน้มราคาและผลกระทบ

1.1 สถานภาพ EV conversion ประเทศไทยในปัจจุบัน[1]

ข้อมูลจาก (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงภายในประเทศได้ เนื่องจากมีความต้องการและความเหมาะสมหลายประการ การยกระดับอุตสาหกรรมการดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงนั้น ถูกมองว่าเป็นยุทธศาสตร์ในการเปลี่ยนผ่าน (Transition Strategy) ที่จะเตรียมความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมในประเทศ ไปสู่การผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต และสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้ประกอบการและผู้บริโภคผ่านการสร้างอุปสงค์ (Demand) ความต้องการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ซึ่งจะทำให้เกิดอุปทาน (Supply) ความต้องการในการลงทุนผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นภายในประเทศ นำไปสู่การผลิตยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ได้ เช่น รถบรรทุกไฟฟ้า รถโดยสารไฟฟ้า เป็นต้น หรือในกลุ่มที่มีความพร้อมที่สามารถออกแบบและผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่มีการออกแบบใหม่ทั้งคัน (ดังแสดงในรูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้า (Transition Strategy) เพื่อสร้างอุตสาหกรรมภายในประเทศ (ที่มา: สอวช. 2564)

[1] (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและระบบกักเก็บพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร, พ.ศ. 2565

โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ หรือสภาพัฒน์ฯ ได้กำหนดเป้าหมายในการดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปไปเป็นรถไฟฟ้าดัดแปลง จำนวน อย่างน้อย 40,000 คัน ภายใน พ.ศ. 2570 ส่งผลให้การยกระดับและสร้างอุตสาหกรรมนี้กลายเป็นมาตรการสำคัญที่ต้องดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามแผนกำหนดไว้ ตลอดจนการสนองตอบต่อนโยบายของรัฐบาลไทย 30@30 ตั้งเป้าหมายว่าภายในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 จะต้องมีรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมด

การจะเปลี่ยนผ่านอุตสาหกรรมรถยนต์ใช้น้ำมันไปสู่รถยนต์ไฟฟ้าเต็มรูปแบบแบบฉับพลัน อาจจะกลายเป็น Disruption ต่ออุตสาหกรรมดั้งเดิม ทำลาย supply chain ในอุตสาหกรรมนี้ เช่น ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อู่ซ่อมรถยนต์ ที่ไม่สามารถปรับตัวได้ภายในเวลาอันใกล้นี้ ดังนั้น อุตสาหกรรม EV conversion จึงเป็นทางออกและทางรอดหนึ่งที่ควรได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในระยะเวลาไม่เกิน 5-10 ปี โดยมุ่งเน้นไปที่การดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปที่มีอายุมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป เพราะเป็นกลุ่มรถยนต์ที่ปลอดหนี้ และมีเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน เพื่อสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นตลอดห่วงโซ่อุปทาน (รูปที่ 1.2)

รูปที่ 1.2 EV Conversion Supply Chain in Thailand

ที่มา https://www.salika.co/2022/09/11/evcon-ev-conversion-burapha-university/

การสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรม EV conversion จึงถือเป็นก้าวสำคัญในเชิงยุทธศาสตร์ของการสร้างการเปลี่ยนผ่านให้เกิดการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายภายในประเทศตามเป้าหมายของรัฐบาล โดยจะส่งผล

กระทบให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง สร้างฐานองค์ความรู้ สร้างความพร้อม และยกระดับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของไทยให้สูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

โอกาสและความท้าทายสำคัญของประเทศไทยที่อุตสาหกรรม EV Conversion จะเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหา ทั้งในมิติของอุปสงค์และอุปทาน มีประเด็นหลัก[2] ได้แก่

- วิกฤติค่าพลังงานเชื้อเพลิงราคาสูง หากมีการดัดแปลงรถยนต์เป็นรถไฟฟ้า จะช่วยประหยัดค่าน้ำมันได้ถึง 5 เท่า และประหยัดค่าซ่อมรถ 15 เท่าต่อปี
- หนี้ครัวเรือน 90% ของจีดีพี แบกภาระซื้อรถไฟฟ้าใหม่ไม่ไหว เนื่องจากราคายังค่อนข้างสูง ถึงแม้รัฐบาลจะสนับสนุนส่วนลดให้คันละ 1.7 แสนบาท สำหรับรถใหม่ก็ตาม
- ประเทศไทยตั้งเป้าหมายในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 111 ล้านตัน ให้ได้ภายใน 8 ปี โดยมาจากภาคขนส่ง 41 ล้านตัน ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ในกรุงเทพฯ 80% มาจากภาคขนส่ง
- ประเทศไทยมีผู้ประกอบการ Tier 3 จำนวนกว่า 2,000 บริษัทที่ไม่มีเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่เป็นบริษัทรับจ้างผลิตภายใต้คำสั่งซื้อของบริษัทผลิตรถยนต์ บริษัทเหล่านี้จึงมีขีดจำกัดในการเปลี่ยนผ่านสู่รถยนต์ไฟฟ้า ทำให้เสี่ยงต่อการปิดตัวลง
- ประเทศไทยมีอู่จดทะเบียน 20,000 อู่ และอู่ที่ไม่ได้จดทะเบียนที่ 50,000 อู่ ซึ่งอู่เหล่านี้ซ่อมรถไฟฟ้าไม่ได้ ถ้าเปลี่ยนผ่านฉับพลันจะทำให้พวกเขาตกงาน แต่ถ้าเปลี่ยนส่วนประกอบให้เป็นรถไฟฟ้าบางชิ้น อู่จะสามารถซ่อมและเรียนรู้ได้
- รถยนต์น้ำมันในอดีตมีชิ้นส่วนประมาณ 30,000 ชิ้น ส่วนที่มีชิ้นส่วนมากที่สุดคือระบบเครื่อง ซึ่งพอเป็นรถยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่จะเหลือ 3,000 ชิ้น ประเด็นที่น่ากังวลคือเมื่อชิ้นส่วนหายไปแล้วผู้ประกอบการชิ้นส่วนจะปรับตัวอย่างไรต่อสถานการณ์นี้
- อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละปีมีมูลค่า 1.7 ล้านล้านบาท จะสามารถรักษาอุตสาหกรรมนี้ไว้อย่างไร ถ้าเปลี่ยนโดยฉับพลัน แต่ถ้าเป็นยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน โดยนำรถเก่าที่มีมาดัดแปลง ผู้ประกอบการชิ้นส่วนยังพอมีเวลาปรับตัวได้ทัน[3]
- บุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย 95% มีทักษะด้านเครื่องกล มีเพียง 5% ที่มีทักษะด้านไฟฟ้า
- ความต้องการอะไหล่ที่มีราคาไม่แพงในตลาดหลังการขาย (After market) ของรถไฟฟ้าที่มีอายุ 7 ปีขึ้นไป มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ซึ่งไทยมีศักยภาพและกำลังคนที่สามารถผลิตชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านี้ได้

[2] https://www.nxpo.or.th/th/14430/

[3] https://www.salika.co/2022/03/13/ev-conversion-new-thailand-ev-industry/

- ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในรูปแบบรถกระบะ ถ้าได้รับการสนับสนุนจะมีราคาเหลือ 300,000 บาทต่อคัน รถกระบะทั่วประเทศมี 7 ล้านคัน อายุ 10 ปีขึ้นไป 4 ล้านคัน ถ้านำมาดัดแปลงแค่ 10% คือ 4 แสนคัน จะทำให้มีเงินหมุนในประเทศหรือเกิดผลกระทบเชิงเศรษฐกิจกว่า 120,000 ล้านบาท ไปที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนและอู่ในประเทศ

โอกาสการพัฒนาเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์เป้าหมายใช้ในประเทศและส่งออก มี 4 กลุ่ม (รูปที่ 1.3) ได้แก่

1. กลุ่ม Battery : อุตสาหกรรมแบตเตอรี่มีความสำคัญต่อการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า โดยมีผู้ผลิตแบตเตอรี่ 2 กลุ่ม คือ (1) ผลิต Battery Cells ขึ้นเองภายในประเทศ และนำมาผลิต Battery Pack (มีผู้ประกอบการในประเทศทำได้เพียง 1-2 รายในปัจจุบัน) และ (2) นำเข้า Battery Cells มาจากต่างประเทศ และนำมาผลิต Battery Pack (มีผู้ประกอบการในประเทศ ไม่น้อยกว่า 5 ราย ที่มีศักยภาพที่จะผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรม)

อุตสาหกรรม Battery Pack เป็นหนึ่งในชิ้นส่วนสำคัญที่เรามีโอกาสสูง เนื่องจากมีผลิตเพื่อ Supply ให้ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ และมีตลาดผู้ใช้งานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มแรก (เช่น รถ Bus, Pickup, Truck, Motorcycle) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ควรมีการสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้ไทยสามารถออกแบบและผลิต Battery Pack ได้เอง และมีกระบวนการทดสอบให้มีคุณภาพมาตรฐานสูงขึ้น ตลอดจนทำให้ราคาถูกลงอย่างต่อเนื่อง

2. กลุ่ม EV Conversion : การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง โดยการใช้โครงรถเดิมและเปลี่ยนระบบขับเคลื่อนเป็นไฟฟ้าเพื่อสร้าง Demand/Local Content ในประเทศให้สูงขึ้น ให้เกิดอุตสาหกรรม Battery/Battery Pack และ Parts/components ให้มีราคาถูกลงทำให้แข่งขันได้

3. กลุ่ม EV New Design : การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าใหม่ทั้งคัน โดยการพัฒนาตัวรถเอง/นำชิ้นส่วนเข้ามาประกอบภายในประเทศ

4. กลุ่ม EV OPEN Platform : ดำเนินการโดยบริษัทขนาดใหญ่ และเปิดโอกาสให้เกิดบริษัท Startup เข้ามาร่วมลงทุนในอนาคต

รูปที่ 1.3 โอกาสในการพัฒนา ZEV และ ACES Product Champions ของประเทศไทย (ที่มา: สอวช. 2564)

1.2 Key Players ในประเทศไทย

Key player ในประเทศไทย ประกอบด้วยทั้ง 3 ภาคส่วนหลัก ภาครัฐ ภาคเอกชน และสมาคมองค์กรต่าง ๆ ดังนี้

1. ภาครัฐ

- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) นำโดย
  - สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) ซึ่งรับผิดชอบการศึกษาเชิงนโยบายและวิเคราะห์ภาพรวมอุตสาหกรรม EV Conversion และร่วมจัดทำ (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion)
  - สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) มีแผนการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรม EV Conversion โดยได้ให้ทุนเพื่อให้เกิดโมเดลต้นแบบที่จะขยายผล ร่วมกับมหาวิทยาลัยภาคตะวันออก ร่วมกับอูโซน EEC โดยมีอู่เข้าร่วม 7 อู่ มีแผนขยายผลเพิ่มเติม 70-100 อู่ เน้นการขยายผล

ชิ้นส่วนภายในประเทศ โดยเลือกชิ้นส่วนที่มีความสามารถในการพัฒนาเองได้[4] นอกจากนั้นได้ให้ทุนสำหรับโครงการพัฒนาข้อแนะนำการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง แก่เนคเทค สวทช.

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มุ่งเน้นบทบาทในการวิจัยและพัฒนาและข้อเสนอแนะมาตรฐาน EV conversion (รายละเอียดอยู่ในส่วนที่ 6. สถานภาพงานวิจัยทางด้าน EV Conversion ของเนคเทค)

- เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ขับเคลื่อนหลักโดยคณะทำงานพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและบุคลากรในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก EEC – HDC (Eastern Economic Corridor – Human Development Center)
  - EEC – HDC ได้กำหนดให้สถาบันการศึกษาในพื้นที่ EEC ประกอบด้วย มหาวิทยาลัย 3 แห่ง คือ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์พัทยา และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ทำการถ่ายทอดองค์ความรู้ EV Conversion ให้แก่วิทยาลัยอาชีวศึกษาในเครือข่าย 8 แห่ง โดยตั้งเป็น “ศูนย์เชี่ยวชาญรถยนต์พลังงานไฟฟ้าดัดแปลง” (EV Conversion Excellence Center) ในเบื้องต้นกำหนดให้ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษา : 10 อู่รถยนต์ (จะได้ทั้งสิ้น 80 อู่) เพื่อทำการดัดแปลง “รถยนต์สันดาปภายใน” ให้เป็น “รถยนต์พลังงานไฟฟ้า” นำร่องต่อไป

- คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง และระบบกักเก็บพลังงาน และคณะอนุกรรมาธิการการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง โดรน และชลยานไร้คนขับเพื่อการพัฒนา และคณะกรรมาธิการความมั่นคงแห่งรัฐ กิจการชายแดนไทย ยุทธศาสตร์ชาติและการปฏิรูปประเทศ สภาผู้แทนราษฎร

- คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนการดำเนินงานยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) โดยกระทรวงอุตสาหกรรม แต่งตั้งโดยคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ที่ประชุมครั้งที่ 1/2566 เมื่อวันที่ 2 ก.พ. 2566 ภายใต้บอร์ด EV ซึ่งประกอบไปด้วย 29 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เป็นเลขานุการในคณะอนุกรรมการฯ[5]

[4] สรุปจากงานสัมมนา NECTEC ACE 2564 จากหัวข้อ มองโอกาสในวิกฤต...ถึงเวลาปั้นอุตสาหกรรมใหม่ “EV Conversion”

[5] https://www.thaipost.net/economy-news/328236/

2. กลุ่มผู้ประกอบการยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง เช่น

- บริษัท ช ทวี จำกัด (มหาชน)
- บริษัท พนัส แอสเซมบลีย์ จำกัด
- บริษัท อีซียู ช็อป 1 จำกัด
- บริษัท อีวี คาร์ (ไทยแลนด์) จำกัด ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทางการพัฒนา EV Conversion และความต้องการความช่วยเหลือจากภาครัฐ จากการ live Facebook Fanpage สอวช. หัวข้อ Future Talk by NXPO ตอนที่ 15 ประเด็น “โอกาสของประเทศไทยกับ EV Conversion” วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2566 โดยสังเขป ดังนี้
  - ขอให้ภาครัฐช่วยให้มี certificate รับรองคุณภาพของอู่ที่ทำ EV Conversion
  - คุณภาพจากการนำเข้าจากต่างประเทศยังไม่ดีพอ ควรมีการประกอบแบตเตอรี่ที่ดีขึ้น โดยกำลังมีแผนร่วมกับ partners จะตั้งโรงงานประกอบแบตเตอรี่ เป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำ คาดว่าจะสามารถทำให้ราคาภายในประเทศลดลงได้สูงถึง 50%
  - มุ่งเน้นการจัดอบรมให้คนทั่วไปและสถาบันการศึกษา เพื่อถ่ายทอดความรู้ ขยายความสามารถการทำ EV Conversion ได้มากขึ้น กระตุ้นทั้ง Supply และ Demand ทำให้ต้นทุนลดลงในที่สุด โดยให้ความรู้เรื่องการดัดแปลงให้เพียงพอ กระจายวงกว้างทั่วประเทศ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการดัดแปลงและใช้งานได้อย่างสบายใจ
  - วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้รถยนต์ที่แม่นยำขึ้น เพื่อช่วยเลือกอุปกรณ์ชิ้นส่วนให้เหมาะกับพฤติกรรมการใช้งาน ช่วยปรับลดต้นทุนการทำ EV Conversion ได้
  - เน้น Economy of scale หรือการผลิตขนาดใหญ่ เพื่อช่วยลดต้นทุนอีกทางหนึ่ง
- สัมพันธ์ยนต์ ออโต้ เซอร์วิส จำกัด โดยคุณวีรธร เอกอมรพันธ์ (ร่วมโครงการ กฝผ.และ สวทช.)
- บริษัท ลิงค์เทค (ประเทศไทย) จำกัด

3. สมาคมและศูนย์ต่างๆ

- สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย
- สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
- ศูนย์เชี่ยวชาญยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง อีอีซี
- ศูนย์วิจัยและพัฒนา มูลนิธิสถาบัน พลังงานทางเลือก แห่งประเทศไทย

- สอวช.ร่วมกับและคณะกรรมาธิการความมั่นคงแห่งรัฐ กิจการชายแดนไทย ยุทธศาสตร์ชาติและการปฏิรูปประเทศ สภาผู้แทนราษฎร กำลังร่วมกันกับผู้ประกอบการต่าง ๆ ตัดตั้ง “สมาคมรถยนต์ดัดแปลงไฟฟ้าแห่งประเทศไทย” ในเร็ว ๆ นี้ เพื่อรวมกลุ่มผนึกกำลังร่วมกันเชื่อมโยงการทำงานร่วมกัน[6]

1.3 ราคาหรือความคุ้มค่า และแนวโน้มที่สำคัญ

หัวใจสำคัญของ EV conversion อยู่ที่ EV Kit หรือชุดมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง รวมถึงชุดอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น ซึ่งในต่างประเทศมีหลายยี่ห้อ เช่น EV West ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยราคาของ EV West อยู่ที่ประมาณ 250,000 บาท (ไม่ร่วมราคาแบตเตอรี่)

ปริมาณรถยนต์ใช้น้ำมันที่มีการใช้งานอยู่ทั่วโลก จำนวนกว่า 1,400 ล้านคัน พบว่าตลาดของ EV conversion มีแนวโน้มของการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยยังมีบริษัทขนาดใหญ่ที่ได้หันมาจับตลาดนี้อยู่จำนวนจำกัด[7] ทั้งนี้ในกรณีตัวอย่างจากต่างประเทศ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย รัฐบาลตั้งเป้าหมาย EV conversion จำนวน 6 ล้านคัน โดยรัฐให้การสนับสนุน 180,000 บาทต่อคัน สำหรับรถ passenger car สนับสนุนเท่ากับรถใหม่ และสนับสนุนสำหรับจักรยานยนต์ไฟฟ้า 15,500 บาทต่อคัน[8]

การแปลง EV ที่ฝรั่งเศสทำเป็นธุรกิจจริงจัง มีบริษัทที่เสนอในราคาเพียง 5,000 ยูโร หรือประมาณ 180,000 บาท โดยมีการอุดหนุนจากรัฐบาล 220,000 บาทต่อคัน สำหรับรถ passenger car บริษัทที่ทำชุดดัดแปลงนี้คือ Transition One และมีเป้าหมายเพื่อให้การทำ EV conversion สามารถเข้าถึงผู้คนให้มากที่สุด ซึ่งปัจจุบันยังเป็นรถต้นแบบทดลองประกอบและวิ่งเพื่อเก็บข้อมูล เพื่อเป็นการลดต้นทุนจะมีการแปลง EV ให้น้อยที่สุด บริษัทนี้จะเก็บลูกเกียร์ของยานพาหนะเดิมติดรถ และพยายามรักษาโครงสร้างตัวถังของต้นฉบับ[9]

โดยในไทย EV conversion มีราคาตั้งแต่ 400,000 - 800,000 บาทขึ้นไป ขึ้นอยู่กับรุ่นรถยนต์และอุปกรณ์ชิ้นส่วน[10] ซึ่งยังถือว่าสูงอยู่มากเมื่อเทียบกับผลการสำรวจที่พบว่าผู้ใช้งานสามารถจ่ายค่าทำ EV conversion ที่ประมาณ 300,000 บาทเท่านั้น สอดคล้องกับมีรายงานว่าถ้าได้รับการสนับสนุนจากภาคส่วนต่าง ๆ จะสามารถลดราคาเหลือ 300,000 บาทต่อคันเช่นกัน

---

[6] สรุปจากการ live Facebook Fanpage สอวช. หัวข้อ Future Talk by NXPO ตอนที่ 15 ประเด็น “โอกาสของประเทศไทยกับ EV Conversion” วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2566

[7] (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง และระบบกักเก็บพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร

[8] สรุปจากงานสัมมนา NSTDA Annual Conference 2023 จากหัวข้อ “เส้นทางสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์”

[9] https://www.autofun.co.th/news/ev-conversion-that-only-costs-180000-thb-in-europe-47513

[10] https://www.matichonweekly.com/column/article_460901

นอกจากนี้ ราคาของแบตเตอรี่ถือเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อราคาดัดแปลงโดยรวม ในขณะนี้แบตเตอรี่แพ็กขนาด 30 kWh ราคาขายปลีกอยู่ที่ 500,000-600,000 บาท ซึ่งเป็นราคาที่สูงมาก นอกจากนี้ยังไม่รวมต้นทุนที่ต้องใช้ในการทดสอบแบตเตอรี่แพ็กตามมาตรฐาน UN-R100 ซึ่งมีราคาประมาณ 2 ล้านบาท ดังนั้น การควบคุมต้นทุนของแบตเตอรี่เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างมาก จึงต้องผลักดันให้เกิดการประกอบแบตเตอรี่แพ็กขึ้นภายในประเทศ เพื่อช่วยลดต้นทุนดังกล่าวให้สามารถดำเนินการในเชิงธุรกิจได้

สำหรับความคุ้มทุนคุ้มค่าของการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า ขออ้างอิงจากบทสัมภาษณ์จากบริษัท พนัส แอสเซมบลีย์ จำกัด ให้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบของรถ EV Conversion และรถใช้น้ำมันได้อย่างน่าสนใจ โดยพบว่า รถเล็กสี่ล้อ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าเมื่อเทียบกับน้ำมันได้ดีกว่ารถใหญ่ขนาดหกล้อและสิบล้อ ดังนี้[11]

- รถยนต์สี่ล้อ ประหยัดต้นทุนไฟฟ้าต่อน้ำมัน เหลือ 1 ใน 5
- รถยนต์หกล้อ ประหยัดต้นทุนไฟฟ้าต่อน้ำมัน เหลือ 1 ใน 3
- รถยนต์สิบล้อ ประหยัดต้นทุนไฟฟ้าต่อน้ำมัน เหลือ 1 ใน 2

กล่าวโดยสรุปคือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรถยนต์ EV conversion และรถยนต์ใช้น้ำมัน เห็นได้ชัดเจนว่ามีการประหยัดค่าใช้ได้หลายเท่าตัว โดยเฉพาะรถยิ่งเล็ก ก็ยิ่งประหยัดกว่า แต่ทั้งนี้จากผลการศึกษา สำหรับอุตสาหกรรม EV conversion ควรมุ่งเน้นไปที่ Niece market ที่เป็น Commercial viecle จะมี Demand และคุ้มค่าต่อต้นทุนการ Converson มากกว่า ตลอดจนจากการศึกษาก็พบว่าราคาที่เป็น Optimun price ในปัจจุบันควรอยู่ที่ไม่เกิน 300,000 บาทต่อคัน และควรจะมีแนวโน้มของราคาลดลงเรื่อยๆ ตามการสนับสนุนภาครัฐและการพัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนภายในประเทศที่เพิ่มขึ้น เช่น แบตเตอรี่แพ็ก เป็นต้น แต่ก็ควรมีการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

1.4 ผลกระทบจากการรักษาสิ่งแวดล้อม[12]

อุตสาหกรรม EV conversion สามารถสร้างผลกระทบจากการรักษาสิ่งแวดล้อมได้โดยสรุป ดังนี้

1. ตอบโจทย์รัฐบาลด้านการเป็นกลางทางคาร์บอน Carbon Neutralization ในปี 2050 และ Net Zero Carbon ภายในปี 2065 โดยนายกรัฐมนตรีได้ประกาศเป้าหมายนี้ หลังเข้าร่วมงาน COP26[13] โดยจะช่วยลดการ

[11] สรุปจากการ live Facebook Fanpage สอวช. หัวข้อ Future Talk by NXPO ตอนที่ 15 ประเด็น “โอกาสของประเทศไทยกับ EV Conversion” วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2566

[12] (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและระบบกักเก็บพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร

[13] https://www.nxpo.or.th/th/9651/

ปล่อยก๊าซ CO2 (โดยสามารถลดการปล่อยก๊าซ CO2 ลงได้ 2.3 ตันต่อคันต่อปี ในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล, 6.2 ตันต่อคันต่อปี ในรถกระบะ, 42.8 ตัน ต่อคันต่อปี ในรถรถบรรทุก และ 0.2 ตัน ต่อคันต่อปี ในรถจักรยานยนต์)

2. ลด PM2.5 ได้ทันที ไม่ต้องรอให้เกิดการผลิตรถใหม่ (โดยสามารถลดการปล่อย PM2.5 ลงได้ 3.6 kg ต่อคันต่อปี ในรถกระบะ, 44.3 kg ต่อคันต่อปี ในรถรถบรรทุก)

3. ประมาณการการปล่อยมลภาวะที่ลดลง ในรอบหนึ่งปี (ตัน/ปี) (ตามประเภทรถ) จากการสร้างให้เกิดอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง จำนวน 40,728 คัน (0.25% ของรถอายุมากกว่า 10 ปี) รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ รถบรรทุก รถจักรยานยนต์ ลดต้นทุนสิ่งแวดล้อม 559,416,762 บาท

ที่มา : คำนวณโดยคณะผู้วิจัย สอวช. โดยอ้างอิงวิธีคำนวณจากการศึกษาของ TDRI (2562)

2. ความหมาย ประเภท และความเป็นมาของ EV Conversion

การเปลี่ยนแปลงจากรถยนต์ใช้น้ำมันหรือรถยนต์สันดาปภายในมาเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่ใช้ จำนวนชิ้นส่วนเมื่อเป็น EV ลดลงเหลือเพียง 3,000 ชิ้น นอกจากนี้สิ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในภาพใหญ่ ๆ เชิงโครงสร้างอุตสาหกรรม ได้แก่ Cost structure, Ecosystem, Supply chain, Businnes model, และ Battery business ทั้งนี้ การเปลี่ยนผ่านสู่รถ EV ย่อมส่งผลกระทบต่อไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นกระทบต่อการส่งออกรถยนต์แบบดั้งเดิม ซึ่งเราเคยผลิตได้เฉลี่ยปีละ 2 ล้านคัน การเพิ่มความต้องการใช้ EV แต่ความสามารถในการผลิตจะสามารถรองรับได้หรือไม่ ตลอดจนการนำเข้ารถไฟฟ้าจากจีนยังกระทบต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมรถยนต์ไทย โดยเฉพาะผู้ประกอบการชิ้นส่วน OEMs มีผลต่อ Strategic position ในเอเชียของไทย ความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมพลังงาน โดยเฉพาะแบตเตอรี่ กระทบต่อ Geo-politic ของประเทศไทย การกีดกันทางการค้าต่าง ๆ ตลอดจนกระทบต่ออุตสาหกรรมการบริการ Businnes model และตลาดการเงิน เป็นต้น[14]

Electric Vehicle หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า EV แบ่งออกเป็น 4 ชนิดดังนี้[15]

1. HEV (Hybrid Electric Vehicle) หรือ “รถยนต์ Hybrid” คือการจับคู่กันระหว่างเครื่องยนต์สันดาปภายในกับมอเตอร์ไฟฟ้า

2. PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) หรือ “รถยนต์ Hybrid แบบเสียบปลั๊ก” โดยพื้นฐานไม่แตกต่างจาก HEV เพียงแต่สามารถชาร์จไฟได้

[14] สรุปจากงานสัมมนา NECTEC ACE 2564 จากหัวข้อ มองโอกาสในวิกฤต...ถึงเวลาปั้นอุตสาหกรรมใหม่ “EV Conversion”

[15] https://www.matichonweekly.com/column/article_460901

3. FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) หรือ “รถยนต์เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง” ที่มีการติดตั้ง Fuel Cell Stack ใช้การสร้างปฏิกิริยาไฮโดรเจนเพื่อส่งไฟไปแบตเตอรี่และมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อน

4. BEV (Battery Electric Vehicle) หรือ PEV (Pure Electric Vehicle) หมายถึง “รถยนต์พลังงานไฟฟ้า” ที่ใช้แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน 100% จากการชาร์จไฟ

“EV conversion หรือ อุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง คือ การนำรถเก่าที่ใช้น้ำมัน มาเปลี่ยนระบบขับเคลื่อนใหม่ เพื่อเปลี่ยนจากการเติมน้ำมันมาเป็นระบบไฟฟ้า 100%”[16]

EV conversion เกิดขึ้นมานานกว่า 10 ปีแล้ว ทั้งนี้รถคันแรกของเทสลาก็คือรถ EV conversion โดยเทสลาทำรถยนต์ต้นแบบด้วยการนำรถยนต์สันดาปเปลี่ยนเครื่องยนต์ นำระบบไฟฟ้าใส่เข้าไปแทน ก่อนจะก้าวสู่การเป็นผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้ารายใหญ่ของโลก ส่วนค่ายรถญี่ปุ่นอย่าง Nissan ก็มีการทำ EV conversion กับรถยนต์ เช่น Cube และ Tiida เพื่อหารูปแบบในการออกแบบรถยนต์ไฟฟ้า และต่อมาได้เปิดตัว Nissan Leaf ซึ่งเป็นยนต์ไฟฟ้ารุ่นแรก ในปี 2010

ข้อจำกัดของ EV conversion เมื่อ 10 ปีก่อนมีค่อนข้างมาก โดยเฉพาะแบตเตอรี่ที่ยังเป็นแบบตะกั่วกรด ซึ่งมีน้ำหนักมาก และเก็บพลังงานไฟฟ้าได้น้อย ประสิทธิภาพของการใช้งานยังไม่ค่อยดีนัก รวมถึงข้อจำกัดของสถานีชาร์จไฟฟ้ายังมีไม่มากนัก ทั้งนี้ในปัจจุบันเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ก้าวหน้าขึ้นมาก กลายเป็นแบตเตอรี่ลิเธียมน้ำหนักน้อย สามารถเก็บพลังงานได้มากขึ้น ตลอดจนมีสถานีชาร์จไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ดังนั้น รถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในปัจจุบัน เริ่มมีโอกาสเพิ่มขึ้น โดยค่ายรถยนต์กลุ่มรถหรู เช่น ปอร์เช่ เริ่มนำรถที่มีอยู่แล้วมาดัดแปลงเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ไม่ได้เน้นขาย แต่เพื่อศึกษาเป็น prototype พร้อมกับศึกษาความต้องการของตลาดไปด้วย เพื่อเป็นกลยุทธ์การเปลี่ยนผ่านก่อนจะก้าวไปสู่การผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเต็มรูปแบบต่อไป

บริษัทผลิตรถยนต์ บีวายดี ออโต้ ในประเทศจีน ก็ก้าวเข้าสู่กระบวนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าด้วยวิธีการที่น่าสนใจคือ ใช้สายการผลิตแบบบอดี้เดียว เดินการผลิต EV คู่กับรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน สามารถเลือกได้ว่าล็อตนั้นจะผลิตเป็นรถยนต์แบบใช้น้ำมันหรือรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อเลี่ยงความเสี่ยงในช่วงแรกที่ดีมานด์ EV อาจจะยังไม่มากพอ หลักการดังกล่าว เป็นหลักการเดียวกับ EV conversion แต่เป็นการดัดแปลงในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งทำกับรถใหม่จากโรงงาน[17]

3. วิธีการ Converse “รถยนต์สันดาปภายใน” ให้เป็น “รถยนต์พลังงานไฟฟ้า

วิธีการ Converse เป็นกลไกการทำงานพื้นฐานสำหรับการดัดแปลงรถยนต์ ที่มีตัวอย่างมากมายในต่างประเทศ เช่น Volkswagen หรือ “โฟล์กเต่า” และขึ้นไประดับ BMW, Aston Martin, Porsche แม้กระทั่งรถ

[16] https://www.salika.co/2021/11/29/thailand-ev-conversion-industry/

[17] https://www.salika.co/2021/11/29/thailand-ev-conversion-industry/

เล็กอย่าง Fiat นำไปสู่การก่อตั้งกลุ่มคนรักรถคลาสสิค ที่สนใจดัดแปลง “รถยนต์สันดาปภายใน” ให้เป็น “รถยนต์พลังงานไฟฟ้า” กันอย่างแพร่หลาย โดย EV Kit หรือชุดมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง รวมถึงชุดอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น ประกอบด้วย มอเตอร์ ตัวควบคุม หน้าจอแสดงผล Shunt ตัวแปลงชุดเกียร์ ชาร์จเจอร์ ระบบระบายความร้อน ตัวควบคุมความเร็ว ตัวแปลงไฟกระแสตรง ตัวติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม Vacuum Pump สำหรับหม้อลมเบรก และปั๊มน้ำไฟฟ้า

สรุปขั้นตอนการดัดแปลง

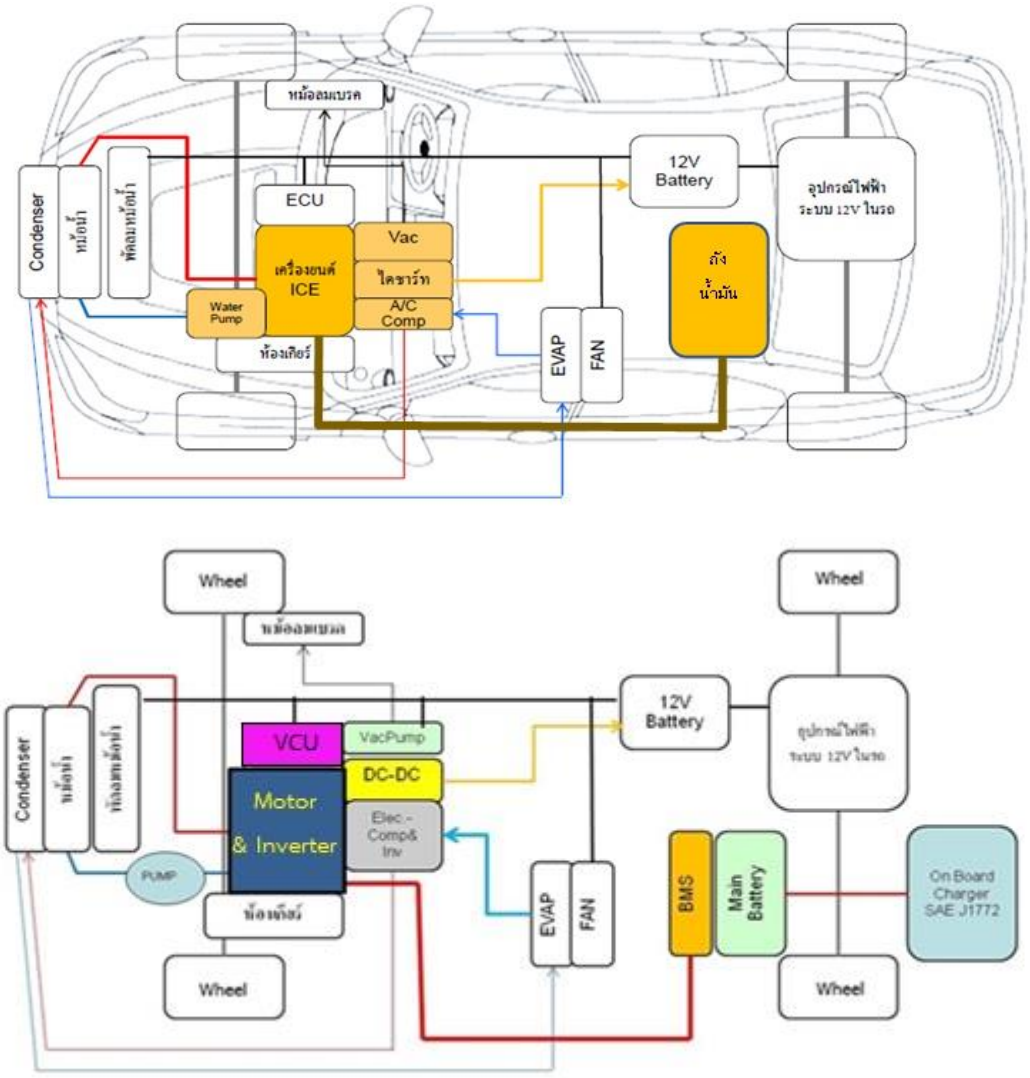
ขั้นตอนของการดัดแปลงอาจแตกต่างกันไปตามรูปแบบของการดัดแปลง และอุปกรณ์ที่เลือกนำมาใช้ในการดัดแปลง แต่เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพของการดัดแปลงได้ชัดเจนขึ้น ขั้นตอนการดัดแปลงอาจสามารถสรุปได้คร่าวๆ ดังนี้ โดยเริ่มต้นจาก

- การถอดรื้อเครื่องยนต์สันดาปภายใน และอุปกรณ์/ชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป เช่น สตาร์ทเตอร์ หม้อกรองอากาศ ท่อไอเสีย และถังน้ำมันออก
- จากนั้นเป็นขั้นตอนการติดตั้ง traction motor เข้ากับระบบส่งกำลัง ซึ่งอาจเป็นชุด transmission เดิมของรถ หรือ reduction gear ที่ออกใหม่ ขึ้นอยู่กับลักษณะการดัดแปลงตามที่ได้กล่าวไป แล้วจึงทำการติดตั้ง traction inverter และเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์
- จากนั้นจึงเป็นการติดตั้งอุปกรณ์ auxillary เช่น DC-DC converter, คอมเพรสเซอร์แอร์ ปั้มลม ปั้มน้ำ และปั้มไฮดรอลิกส์ หรือติดตั้งระบบสายพาน หากเลือกทำการดัดแปลงโดยใช้อุปกรณ์ auxillary เดิม
- ถัดมาจึงเป็นการติดตั้ง on-board charger และเต้าเสียบชาร์จ
- หลังจากนั้นจะเป็นการเชื่อมต่อท่อน้ำในระบบนำระบายความร้อน ท่อลมในระบบเบรค และท่อน้ำยาแอร์สำหรับระบบปรับอากาศ
- ถัดมาจะเป็นการติดตั้งกล่อง VCU และกล่องเชื่อมต่อทางไฟฟ้า (junction box) ซึ่งมักใช้เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ตัดต่อทางไฟฟ้า และเป็นใช้เป็นจุดศูนย์กลางของการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า
- ต่อมาจึงเริ่มทำการต่อสายสัญญาณ และสายสื่อสาร (โดยส่วนใหญ่จะใช้ CAN bus) และสายไฟ power
- สุดท้ายจึงเป็นขั้นตอนการติดตั้งแพ็กแบตเตอรี่เข้ากับตัวรถ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้ในพื้นที่ว่าง เช่น ในกระโปรงท้าย ใต้เบาะนั่งหลัง หรือบริเวณถังน้ำมันเดิม และทำการเดินสายไฟจากแพ็กมายังกล่องเชื่อมต่อไฟฟ้า (junction box) เพื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้กับระบบ

สำหรับรายละเอียดวิธีการ Converse “รถยนต์สันดาปภายใน” ให้เป็น “รถยนต์พลังงานไฟฟ้า มีดังนี้

ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ในรถยนต์สันดาปภายใน

รูปที่ 1 (บน) แสดงส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในรถยนต์สันดาปภายในโดยทั่วไป และสำหรับรถยนต์สมัยใหม่ (ประมาณตั้งแต่หลังปี คศ 2000 เป็นต้นมา) การทำงานเครื่องยนต์และระบบต่างๆในรถจะถูกควบคุมโดยกล่อง ECU (Electronics Control Unit) เสมือนสมองของรถทั้งคัน



รูปที่ 1 บน) ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ในรถยนต์สันดาปภายใน

ล่าง) อุปกรณ์ที่นิยมติดตั้งในการดัดแปลง

ส่วนที่แรเงาสีส้มในรูปที่ 1 (บน) คือชิ้นส่วนที่ติดอยู่บนเครื่องยนต์ และมักจะถูกถอดไปพร้อมกับตัวเครื่องยนต์ในระหว่างการดัดแปลง นอกเหนือจากชิ้นส่วนต่างๆที่แรเงาแล้วยังมีชิ้นส่วนใดที่จะถูกถอดเพิ่มเติมอีก

หรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับแนวคิดและวิธีการดัดแปลงที่เลือกใช้ ซึ่งจะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆประกอบกัน ทั้งในด้านงบประมาณ ระยะเวลา และความซับซ้อนของการดัดแปลง

เราจะสังเกตได้ว่าในรถยนต์รุ่นใหม่ที่ใช้กล่อง ECU เมื่อเครื่องยนต์ถูกถอดออกไปเพื่อแทนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สัญญาณจากเซ็นเซอร์ต่างๆที่ถูกติดตั้งอยู่โดยรอบตัวเครื่อง ซึ่งใช้สำหรับตรวจจับการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น สัญญาณตรวจจตำแหน่ง crankshaft และ camshaft เป็นต้น ก็จะถูกถอดออกไปด้วย กล่อง ECU จะไม่สามารถประเมินผลการทำงานของเครื่องยนต์ได้และแจ้งเตือนความผิดปกติบนหน้าจอและหยุดทำงาน ส่งผลทำให้ระบบบางระบบที่ต้องการข้อมูลการทำงานของเครื่องยนต์จาก ECU ไม่สามารถทำงานต่อไปได้ โดยเฉพาะระบบการปรับเปลี่ยนเกียร์อัตโนมัติ พวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้า และหน้าจอคอนโซลในรถยนต์ แต่สำหรับรถยนต์รุ่นเก่าที่ไม่มีกล่อง ECU ผลกระทบอาจมีเพียงหน้าจอคอนโซลที่ไม่แสดงรอบความเร็วเครื่อง ซึ่งสามารถจัดการได้ง่ายกว่า จึงทำให้รถยนต์รุ่นเก่าได้รับความนิยมในการนำมาดัดแปลงให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้ามากกว่า

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันประเทศไทยสามารถทำการดัดแปลงรถยนต์และรถกระบะโดยอาศัยวิธีการจำลองสัญญาณของเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์บนเครื่องยนต์ที่ถูกถอดออกไปด้วยการใช้โปรแกรมในกล่องควบคุมที่ติดตั้งใหม่ ซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่า Vehicle Control Unit หรือกล่อง VCU ดังนั้นเมื่อได้รับชุดสัญญาณจำลองที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสม กล่อง ECU เดิมของรถจึงยังสามารถทำงานต่อไปได้แม้ภายหลังการถอดเปลี่ยนเครื่องยนต์ จึงทำให้ชุดเกียร์อัตโนมัติ พวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้า หน้าจอคอนโซล และระบบต่างๆในรถยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ท่านที่สนใจสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก https://www.nectec.or.th/research/research-unit/acerg-ipp.html

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดแปลง

รูปที่ 1 (ล่าง) แสดงอุปกรณ์ที่นิยมติดตั้งโดยทั่วไปในการดัดแปลงรถไฟฟ้า (ส่วนที่ระบายสี) ซึ่งในการดัดแปลงจริง อุปกรณ์บางตัวอาจถูกทดแทนได้ด้วยอุปกรณ์ในรูปแบบอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการดัดแปลงที่เลือกใช้ ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

- Traction motor สำหรับการสร้างแรงขับเคลื่อนให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ โดย มอเตอร์ที่นิยมนำใช้งานใน EV จะมีด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป แต่โดยภาพรวมจะเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถทำงานในย่านความเร็วที่กว้าง ให้แรงบิดสูง ความน่าเชื่อถือสูง ทนทานต่อการทำงานที่ผิดปกติ ต้นทุนการผลิตต่ำ ดังนั้นการเลือกมอเตอร์สำหรับการใช้งานในแต่ละประเภทจึงจำเป็นต้องมีการเลือกจุดเด่นในด้านต่างๆ อย่างเหมาะสม

- Traction inverter ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้า ควบคุมความเร็ว และการทำงานทั้งหมดของมอเตอร์ โดยอินเวอเตอร์จะมีการทำงานที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ที่เลือกใช้ ดังนั้นการเลือกอินเวอเตอร์จะต้องมีความเหมาะสมกับมอเตอร์นำมาใช้ด้วย
- Battery pack ใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักในรถไฟฟ้าดัดแปลง โดยแพ็กแบตเตอรี่จะต้องถูกออกแบบให้มีโครงสร้างและระบบระบายความร้อนที่ถูกต้อง มีขนาดกำลัง (kWh) ที่เหมาะสมโดยอาจพิจารณากำลังขับของมอเตอร์และ ระยะทางที่ต้องการ เนื่องจากในปัจจุบันการประกอบแพ็กแบตเตอรี่จะนิยมใช้เซลล์แบบลิเธียมไอออน ซึ่งเป็นเซลล์ประเภทที่มีค่าพลังงานต่อน้ำหนักสูงที่สุด แต่มีความเสี่ยงต่อการปะทุไฟ และการระเบิด ดังนั้นการใช้งานแพ็กแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนจำเป็นต้องอาศัยวงจรควบคุม ซึ่งเรียกว่า BMS (battery management system)
- On-board charger ทำหน้าที่สื่อสารกับตู้ charge และแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่ได้รับมาจากตู้ charge ไปเป็นไฟตรง (DC) เพื่อประจุพลังงานให้กับแพ็กแบตเตอรี่
- DC-DC converter ทำหน้าที่คล้าย alternator เดิมของรถเพื่อจ่ายพลังงานให้ระบบไฟฟ้า 12V และชาร์จแบตเตอรี่ 12V DC-DC converter จะทำงานโดยอาศัยพลังงานจากแพ็กแบตเตอรี่เป็นหลัก สำหรับอุปกรณ์ดัดแปลงในปัจจุบัน DC-DC converter อาจรวมอยู่กับ On-board charger ในอุปกรณ์เดียวซึ่งเรียกว่า PCU (power control unit)
- VCU (vehicle control unit) ทำหน้าที่เป็น central controller รวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์แต่ละตัวที่ติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อมาประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถทำงานสอดประสานกันได้ นอกจากนี้ VCU ยังมีหน้าที่รวบรวมข้อมูลสถานะการทำงานของระบบและอุปกรณ์ต่างๆในรถดัดแปลงเพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบ

วิธีการในการดัดแปลงระบบส่งกำลัง

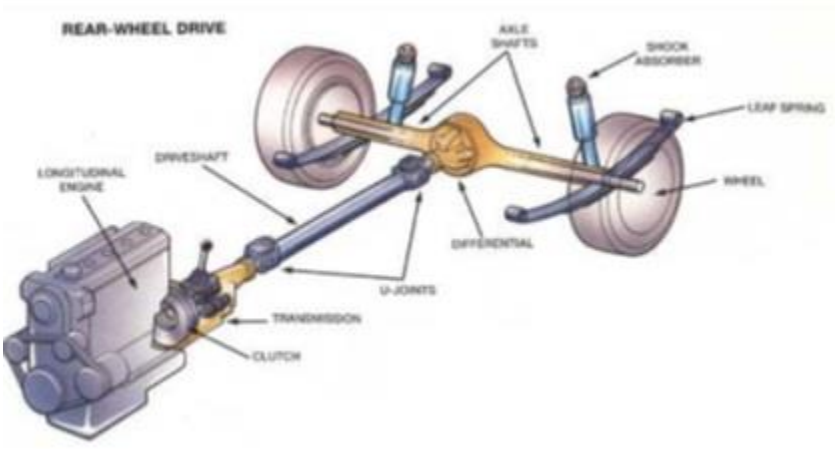
ด้วยวิธีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีหลากหลายรูปแบบในปัจจุบัน อาทิ การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงตัวเดียว (single motor drive) การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว (dual motor drive) หรือการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบติดตั้งในล้อ (in-wheel drive) ทำให้วิธีการที่ใช้ในการดัดแปลงอาจมีได้หลากหลายวิธี ในทีนี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพียงตัวเดียว ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย โดยวิธีการดัดแปลงชุดส่งกำลังสำหรับการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ตัวเดียวสามารถทำได้ใน 2 ลักษณะดังนี้

1. การดัดแปลงโดยอาศัยชุดเกียร์เดิม

เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการดัดแปลงที่นิยมใช้กับรถยนต์ที่เป็นเกียร์ธรรมดา (เกียร์ manual) เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเกียร์ไม่ได้ถูกควบคุมโดยกล่อง ECU จึงยังสามารถใช้งานได้แม้เครื่องยนต์ถูกถอดออกไป

1.1 รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง (รถกระบะ)

สำหรับรถกระบะโดยทั่วไป ระบบส่งกำลังจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นชุดเกียร์สำหรับปรับเปลี่ยนอัตราทด ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของรถติดกับเครื่องยนต์ และส่วนชุดเฟืองท้าย ซึ่งติดตั้งรวมอยู่บนเพลาล้อหลัง ภายในประกอบด้วยชุดเกียร์ differential ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ระบบส่งกำลังสำหรับรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง

เพื่อลดภาระในของการออกแบบชิ้นงานทางกล

การดัดแปลงรถกระบะจึงสามารถทำได้ทั้งแบบที่เก็บระบบส่งกำลังเดิมไว้ทั้งชุด ด้วยการประกบมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับชุดเกียร์เดิมโดยอาศัย adapter plate ที่ออกแบบขึ้นใหม่ หรือในแบบที่เก็บไว้แต่เฟืองท้ายและออกแบบเพลากลาง (drive shaft) ใหม่ให้สามารถประกบกับมอเตอร์ไฟฟ้าได้

รูปที่ 3 การดัดแปลงรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลังโดยนำมอเตอร์มาประกบกับชุดเกียร์ด้วย adapter plate

1.2 รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า (รถยนต์ส่วนบุคคล)

สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าโดยทั่วไป ชุดเกียร์ differential จะเป็นส่วนเดียวกันกับชุดเกียร์ manual และไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ซึ่งแตกต่างจากรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง ซึ่งจะมีเฟืองท้ายที่เป็นเฉพาะชุด differential แยกออกมาจากชุดเกียร์ manual ที่อยู่ด้านหน้ารถ ดังนั้นเพื่อลดภาระในของการออกแบบระบบส่งกำลังใหม่ ในการดัดแปลงจะนิยมเก็บชุดเกียร์ manual เดิมไว้ทั้งชุด โดยการใช้ adapter plate เพื่อประกบมอเตอร์เข้ากับชุดเกียร์ manual เดิม

รูปที่ 4 การประกบมอเตอร์กับชุดเกียร์ด้วย adapter plateในรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า

ข้อดีของการดัดแปลงแบบใช้ชุดเกียร์เดิม มีหลายประการ ดังนี้

- ลดความยุ่งในการออกแบบชุดเกียร์ใหม่สำหรับส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังล้อ
- สามารถใช้ระบบเพลาล้อเดิมได้
- ชุดเกียร์เดิมมี differential เกียร์
- ไม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนระบบช่วงล่าง (หรืออาจปรับไปไม่มาก)

ข้อเสียของการดัดแปลงแบบใช้ชุดเกียร์เดิม

- ประสิทธิภาพการขับเคลื่อนต่ำกว่า เนื่องจากแรงเสียดทานและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเก็บชุดเกียร์ไว้

2. การดัดแปลงแบบไม่อาศัยชุดเกียร์เดิม

2.1 รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง (รถกระบะ)

สำหรับรถกระบะขับเคลื่อนล้อหลัง การดัดแปลงสามารถทำได้โดยการถอดชุดเกียร์ manual เดิมออก แต่ยังเก็บเฟืองท้ายที่เป็น differential ไว้ และทำการออกแบบเพลากลาง (drive shaft) ใหม่ให้สามารถประกบกับมอเตอร์ไฟฟ้าได้โดยตรง การดัดแปลงในวิธีที่กล่าวมาจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากการไม่ใช้ชุดเกียร์ manual เดิมทำให้ไม่มีกำลังงานสูญเสียที่เกิดจากแรงเสียดทานในชุดเกียร์

นอกจากนั้นแล้วสำหรับรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลังที่ต้องการประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนที่สูงขึ้น การดัดแปลงยังสามารถทำได้โดยอาศัยชุดมอเตอร์พร้อมเกียร์ differential สำเร็จในตัว ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีวางจำหน่าย

ทั้งในรูปแบบที่เป็นชุดที่ถอดมาจากรถยนต์ไฟฟ้าของบริษัท Tesla Motor หรือในรูปแบบที่เป็นชุดประกอบใหม่ แต่เนื่องจากระยะของเพลาล้ออาจต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สัมพันธ์กับชุดมอเตอร์สำเร็จที่ติดตั้งใหม่ ในการดัดแปลงจึงอาจต้องทำการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนระบบช่วงล่างใหม่ด้วย

รูปที่ 5 ซ้าย) การติดตั้งชุดมอเตอร์ Tesla พร้อมเกียร์ differential สำเร็จในตัว

ขวา) ชุดมอเตอร์ใหม่พร้อมเกียร์ differential สำเร็จในตัวจากบริษัท Swindon

2.2 รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า (รถยนต์ส่วนบุคคล)

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน การติดตั้งมอเตอร์ในรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าสามารถทำโดยไม่ใช้ชุดเกียร์ manual ได้โดยการออกแบบชุดเกียร์ differential ใหม่เพื่อใช้ส่งผ่านการหมุนของมอเตอร์ไปยังเพลาล้อหน้าโดยตรง หรืออาจเลือกซื้อชุดเกียร์แบบ single ratio สำเร็จรูป ซึ่งปัจจุบันเริ่มมีการจำหน่าย มาใช้งานร่วมกับมอเตอร์ที่ต้องการ หรือในอีกทางเลือกหนึ่ง การดัดแปลงยังสามารถทำได้โดยการซื้อชุดมอเตอร์พร้อมเกียร์ differential สำเร็จในตัวมาใช้งานทั้งชุด

รูปที่ 6 ชุดเกียร์สำเร็จรูปแบบ single ratio ที่มี differential ในตัว

ข้อดีของการดัดแปลงแบบไม่ใช้ชุดเกียร์เดิม

- เพิ่มประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน โดยการลดให้เหลือเพียงเกียร์ differential

ข้อเสียของการดัดแปลงแบบไม่ใช้ชุดเกียร์เดิม

- ความซับซ้อนของการออกแบบชุดเกียร์ differential ใหม่ (กรณีออกแบบใหม่)

- ความลำบากในการหา sourcing ที่เชื่อถือได้ (กรณีซื้อมาใช้งาน)
- ความทนทานของชุดเกียร์ใหม่ ซึ่งยังต้องการเวลาในการพิสูจน์
- การติดตั้งชุดเกียร์ใหม่ อาจทำให้ต้องมีการดัดแปลงระบบช่วงล่าง
- ต้นทุนการดัดแปลงสูง

วิธีในการดัดแปลงระบบ auxiliary

ระบบ auxiliary ในรถยนต์สมัยปัจจุบันประกอบไปด้วยระบบต่างๆ ดังตารางที่ 1 ซึ่งโดยทั่วไปจะทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์ผ่านทางสายพานเป็นหลัก ตามปกติระบบ auxiliary ต่างๆเหล่านี้จะยังมีความจำเป็นต้องใช้แม้ภายหลังการดัดแปลง

ตารางแสดงระบบ auxiliary ซึ่งจะทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์

ระบบ	**อุปกรณ์ต้นกำลัง**
พวงมาลัยเพาวเวอร์	ปั๊มน้ำมันพวงมาลัย
ระบบช่วยเบรค	ปั๊มลม
ระบายความร้อน	ปั๊มน้ำ
ระบบประจุแบตเตอรี่ 12 V	ไดชาร์จ (alternator)
ระบบทำความเย็นห้องโดยสาร	คอมเพรสเซอร์แอร์

การดัดแปลงระบบต่างๆเหล่านี้สามารถทำได้ใน 2 รูปแบบ

1. การดัดแปลงโดยสายพานขับเคลื่อนระบบ auxiliary

สำหรับระบบ auxiliary ซึ่งตามปกติจะทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์ผ่านทางสายพาน การดัดแปลงจะสามารถทำได้โดยการรักษาระบบการทำงานเช่นเดิมไว้ แต่เปลี่ยนจากการอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์มาอาศัยการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าแทน โดยการต่อเชื่อมกับระบบสายพานเดิมจะต้องมีการออกแบบใหม่พูลเล่ย์และชุดประกอบที่จะติดตั้งกับมอเตอร์ไฟฟ้าในลักษณะดังรูป

รูปที่ 7 การขับสายพาน auxiliary system ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

เพื่อสร้างการหมุนสำหรับขับสายพายให้อุปกรณ์ต่างๆสามารถทำงานได้ โดยทั่วไปมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในลักษณะดังกล่าวสามารถเลือกได้จาก

- การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าเพิ่มอีกหนึ่งตัว นอกเหนือจากมอเตอร์ traction

ข้อดี การควบคุมการทำงานของระบบต่างๆสามารถทำได้อิสระจากการขับเคลื่อนของตัวรถ

ข้อเสีย การติดตั้งมอเตอร์จะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มทั้งในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะติดตั้งเพิ่ม และอาจรวมถึงอินเวอเตอร์สำหรับขับเคลื่อน หากมอเตอร์ที่ติดตั้งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า AC

- การใช้มอเตอร์ traction แบบที่ออกแบบเป็นพิเศษให้มีแกนหมุน (shaft) ยื่นออกจากมาทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมอเตอร์

ข้อดี ประหยัดงบประมาณในการดัดแปลง

ข้อเสีย การควบคุมการทำงานของระบบ auxiliary ไม่แยกอิสระจากการขับเคลื่อนของตัวรถ อาจต้องมีชุดเกียร์เพื่อทดรอบของมอเตอร์ traction ให้อยู่ในช่วงรอบการทำงานของเครื่องยนต์เดิม และจะต้องตั้งให้มอเตอร์ traction มีรอบเดินเบา (700-1000 rpm ตามรอบเดินเบาของรถที่นำมาดัดแปลง) ในขณะรถจอดนิ่งเพื่อให้สามารถขับเคลื่อนระบบเหล่านี้ให้ทำงานได้ตลอดเวลา

รูปที่ 8 การใช้มอเตอร์ traction เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนสายพานระบบ auxiliary

แม้จะมีประสิทธิภาพด้อยกว่าการเปลี่ยนระบบ auxiliary systems ให้เป็นไฟฟ้าทั้งหมด แต่การใช้สายพานขับสามารถหลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ ทำให้สามารถลดต้นทุนของการดัดแปลงลงได้มาก ทั้งยังช่วยให้การดัดแปลงสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นด้วย

2. การดัดแปลงโดยเปลี่ยนเป็นระบบ auxiliary ไฟฟ้า

เนื่องจากการใช้สายพานขับจะทำให้เกิดพลังงานสูญเสียโดยจะสังเกตได้จากความร้อนที่เกิดขึ้นบนสายพาน ทั้งยังต้องคอยทำการบำรุงรักษา และเปลี่ยนสายพานตามระยะ ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน เพิ่มระยะทางในการขับขี่และลดความยุ่งยากในการบำรุงรักษา การดัดแปลงระบบ auxiliary สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ต้นกำลังเดิมให้เป็นไฟฟ้าดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ปั๊มพวงมาลัยไฟฟ้า

เพื่อให้สร้างแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้กับระบบพวงมาลัยพาวเวอร์เดิมแทนที่ปั๊มพวงมาลัยที่ทำงานโดยอาศัยการหมุน การดัดแปลงสามารถทำได้โยการติดตั้งปั๊มไฮดรอลิกส์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟฟ้า 12V แทน

รูปที่ 9 ปั๊มไฟฟ้าสำหรับขับน้ำมันไฮดรอลิกส์ของระบบพวงมาลัยพาวเวอร์

2.2 ปั๊มสุญญากาศไฟฟ้า

เพื่อให้สร้างแรงดันสุญญากาศสำหรับเก็บในหม้อลมเบรกเพื่อใช้ในการผ่อนแรงเบรก แทนที่ปั๊มลมที่ทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์ หรือลมสุญญากาศที่สร้างจากตัวเครื่องยนต์เอง การดัดแปลงสามารถทำได้โดยการติดตั้งปั๊มสุญญากาศไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟฟ้า 12V

รูปที่ 10 ปั๊มลมสุญญากาศไฟฟ้าทำงานด้วยไฟแบตเตอรี่ 12V

2.3 ปั๊มน้ำไฟฟ้า

แม้จะมีประสิทธิภาพสูง แต่ระบบไฟฟ้าบางจุดในรถยนต์ไฟฟ้า เช่น ระบบขับเคลื่อน ก็ยังต้องการการระบายความร้อนด้วยน้ำเช่นเดียวกับรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน เพียงแค่ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจะไม่ทำให้

หม้อน้ำมีอุณหภูมิสูงเท่ากับในรถยนต์เดิม และเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของน้ำหล่อเย็นจากหม้อน้ำระบายความร้อนไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในจุดต่างๆ การดัดแปลงสามารถทำได้โดยการติดตั้งปั๊มน้ำไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟฟ้า 12V ดังภาพ แทนที่ปั๊มน้ำเดิมที่ทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์

รูปที่ 11 ปั๊มน้ำไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟแบตเตอรี่ 12V

2.4 DC-DC converter

เพื่อให้สร้างแรงดันไฟฟ้าสำหรับประจุพลังงานให้กับแบตเตอรี่ 12V แทนที่ไดชาร์จหรือ alternator เดิมที่ทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์ การดัดแปลงสามารถทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ DC-DC converter ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าสูง (HV-high voltage) ลงมาเป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำ (LV-low voltage) ขนาด 12V หรือ 24V แล้วแต่รถที่นำมาดัดแปลง

รูปที่ 12 DC-DC converter ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป

2.5 คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของน้ำยาทำความเย็น (สำหรับรถยนต์โดยทั่วไปนิยมใช้น้ำยา R134a) แทนที่คอมเพรสเซอร์เดิมที่ทำงานโดยอาศัยการหมุนของเครื่องยนต์ และควบคุมความเย็นโดยการตัดต่อคอมเพรสเซอร์ด้วยคลัทช์ไฟฟ้า การดัดแปลงสามารถทำได้โดยการติดตั้งคอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท

- คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟฟ้า 12V

<u>ข้อดี</u> ทำงานโดยอาศัยไฟจากแบตเตอรี่ 12V
ลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากไฟแรงดันไฟสูงของแพ็คแบตเตอรี่

<u>ข้อเสีย</u> ประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากต้องการกระแสไฟสูงในการทำงาน

- คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยไฟฟ้า HV

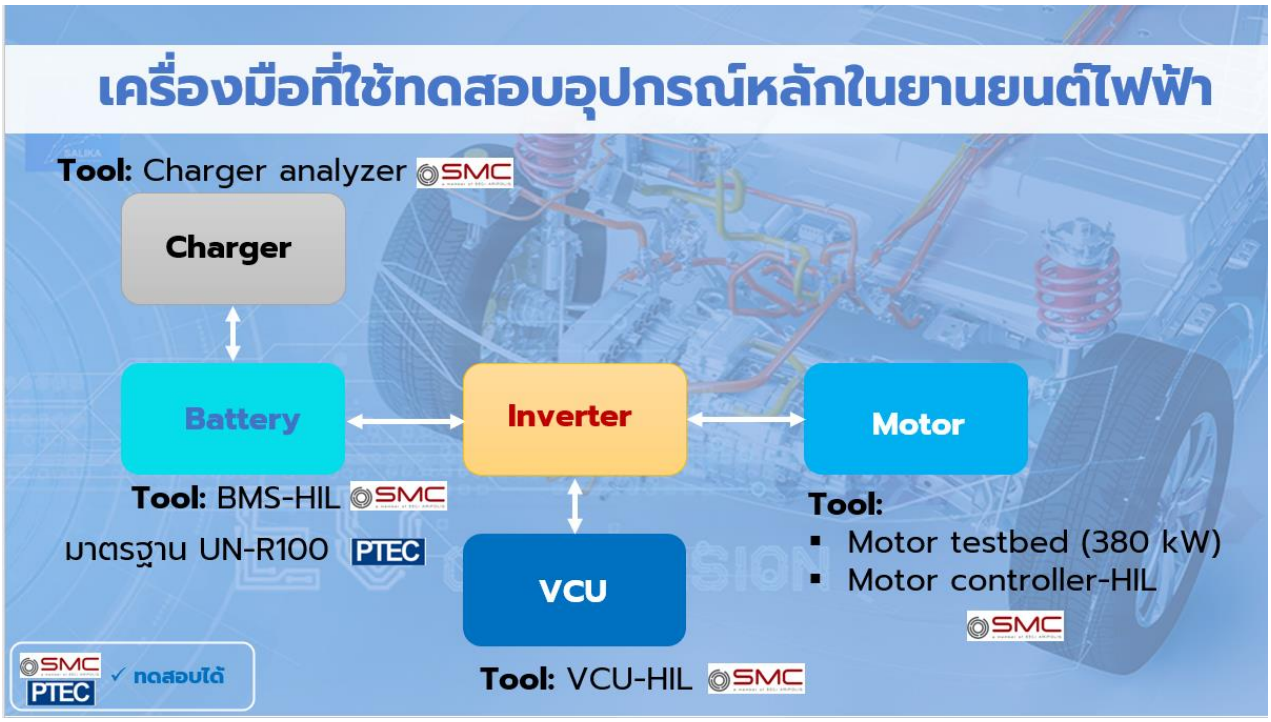
ข้อดี ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากใช้แรงดันไฟ HV จากแพ็คแบตเตอรี่โดยตรง ทำให้กระแสในการทำงานต่ำ

ข้อเสีย มีราคาสูง และต้องใช้งานควบคู่กับอินเวอเตอร์เพื่อแปลงไฟจากแพ็คมาเนไฟ AC ที่ควบคุมความถี่ได้

รูปที่ 13 ซ้าย) คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วยแบตเตอรี่ไฟฟ้า 12V

ขวา) คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า AC ที่ทำงานด้วยไฟ HV จากแพ็คแบต

ทั้งนี้ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ทดสอบอุปกรณ์หลักในยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ charger, battery, inverter, VCU, motor และหน่วยงานที่สามารถรับทดสอบได้ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบอุปกรณ์หลักในยานยนต์ไฟฟ้า

4. ด้านความปลอดภัย สามารถทำได้จริงหรือไม่

การสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยและมีมาตรฐานของรถยนต์ EV conversion จำเป็นต้องมีการออกมาตรฐานรับรองว่าผู้ประกอบการชิ้นส่วนยานยนต์รายย่อย หรือ SMEs และอู่ซ่อมรถ ที่เป็นผู้ให้บริการมีมาตรฐานเชื่อถือได้ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค โดย มอก. หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ออกโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) คือมาตรฐานที่จะกำหนดหลักเกณฑ์สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ว่ามีมาตรฐานเชื่อถือได้ สมอ. จึงได้ออกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อผู้ประกอบการ SMEs หรือวิสาหกิจชุมชนที่ต้องการเครื่องหมายการันตีสินค้าที่ผลิตมาจำหน่าย เพื่อเป็นเครื่องรองรับและให้ความมั่นใจต่อผู้ซื้อ โดยให้ชื่อว่า “มอก.เอส” ในปี 2566 นี้ สมอ. เตรียมประกาศมาตรฐาน มอก.เอส ใหม่ อีก 50 มาตรฐาน รวมทั้งแก้ไขทบทวนมาตรฐานเดิมอีก 30 มาตรฐาน รวมเป็น 80 มาตรฐาน รวมถึงมาตรฐาน มอก.เอส ในอุตสาหกรรม “การบริการดัดแปลงรถยนต์และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า” เพื่อให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการของผู้ประกอบการ SMEs หรือวิสาหกิจชุมชน ที่ต้องการเครื่องหมายการันตีสินค้าหรือบริการดัดแปลงรถยนต์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค จำนวน 2 มาตรฐาน[18] ได้แก่

1. การบริการดัดแปลงรถยนต์ไฟฟ้า มอก. เอส 221-2566 มีผู้ประกอบการยื่นขอการรับรองแล้ว จำนวน 3 ราย
2. การบริการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า มอก. เอส 222-2566 มีผู้ประกอบการยื่นขอการรับรองแล้ว จำนวน 1 ราย

มาตรฐาน มอก.เอส เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ประกอบการ SMEs โดยเฉพาะ โดยมาตรฐานนี้จะครอบคลุมการบริการดัดแปลงรถเพื่อให้สามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเป็นเครื่องกำเนิดพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน แต่ไม่ครอบคลุมถึงบริการทดสอบ บริการตรวจสอบ บริการออกหนังสือรับรองความมั่นคงแข็งแรงของรถและส่วนควบคุมหรือเครื่องอุปกรณ์ของรถ และบริการยื่นขออนุญาตให้ใช้รถที่ทำการแก้ไขเพิ่มเติมหรือดัดแปลงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก เพื่อให้สถานประกอบการที่ให้บริการดัดแปลงรถยนต์ไฟฟ้าหรือรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า มีระบบการจัดการคุณภาพการบริการที่มีมาตรฐาน ซึ่งจะสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้บริโภคมากขึ้น และยกระดับมาตรฐานการให้บริการให้แก่ผู้ประกอบการ SMEs อีกด้วย[19]

นอกจากนี้ ยังมีมาตรฐานที่ EEC กำลังจะเตรียมประกาศ guideline จำนวน 3 เล่ม[20] ได้แก่

1. วิศกรรมการออบแบบและการคัดเลือกอุปกรณ์ชิ้นส่วนรถยนต์
2. รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นส่วนรถยนต์

[18] https://www.greennetworkthailand.com/ev-conversion/

[19] https://www.salika.co/2022/12/12/ev-conversion-for-thai-smes/

[20] สรุปจากงานสัมมนา NECTEC ACE 2564 จากหัวข้อ มองโอกาสในวิกฤต...ถึงเวลาปั้นอุตสาหกรรมใหม่ “EV Conversion”

3. ขั้นตอนการทดสอบอุปกรณ์ชิ้นส่วนรถยนต์

ซึ่งเมื่อมีคู่มือ 3 เล่มนี้แล้ว จะสามารถป้องกันเหตุต่างๆ และเมื่อเกิดเหตุแล้ว ก็จะสามารถจำกัดความเสี่ยงได้ ทั้งนี้คาดหวังว่าเมื่อบริษัทประกันภัยยอมรับ guideline นี้ ก็จะสามารถสร้างเป็น new business model ได้ ซึ่งต้องการการผลักดันให้เกิด ecosystem ให้ครบถ้วนต่อไป

ตารางเปรียบเทียบแนวทางการทำ EV conversion และการสร้าง EV ใหม่

การทำ EV conversion	การสร้าง EV ใหม่
ธรรมชาติด้านธุรกิจ: low scale รถที่นำมาทำการดัดแปลง มีหลากหลายรุ่น แต่ละรุ่นอาจมีจำนวนไม่มาก	ธรรมชาติด้านธุรกิจ: high scale รถที่ผลิตมีน้อยรุ่น แต่ผลิตขายจำนวนมาก
ไม่สามารถทำเป็น production line ได้	ทำเป็น production line ได้
ต้นทุนอุปกรณ์ต่อคันสูงกว่า	ต้นทุนอุปกรณ์ต่อคันต่ำกว่า
profit ไม่สูง ค่ายรถยนต์ไม่สนใจ	profit สูง ค่ายรถยนต์สนใจ
ใช้แรงงานคน เริ่มต้นทำได้ง่าย ใช้เงินลงทุนไม่สูง บริษัทขนาดกลางถึงขนาดเล็กสามารถทำได้	ใช้ระบบ automation ต้องติดตั้งเครื่องจักร จึงต้องใช้เงินลงทุนสูง บริษัทขนาดกลางทำไม่ได้
ธรรมชาติทางกล: อาศัยโครงสร้างรถเดิม	ธรรมชาติทางกล: ใช้โครงสร้างซึ่งออกแบบใหม่
Circular economy ประหยัดทรัพยากร ลดการปล่อย CO2 และไม่เสียเวลาผลิตโครงสร้าง	ต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มเพื่อทำการผลิตโครงสร้าง
อาจมีเกณฑ์ควบคุมสภาพของรถได้บ้าง โดยรถรุ่นปีเดียวกันก็อาจมีสภาพต่างกันได้ การดัดแปลงจึงต้องอาศัยการ customize conversion ที่แตกต่างกัน	ควบคุมคุณภาพของโครงสร้างได้ การผลิตจึงมีกระบวนการที่แน่นอน และสามารถทำเป็น production line ได้
พื้นที่ในการติดตั้งแบตเตอรี่มีจำกัด มักติดตั้งในที่ว่าง เช่น ในกระโปรงท้าย หรือที่วางถังน้ำมัน การบาลานซ์และการกระจายน้ำหนักทำได้จำกัด	มีอิสระในการเลือกตำแหน่งติดตั้งแบต มักติดใต้ท้องรถ และสามารถบาลานซ์และกระจายน้ำหนักได้ง่าย

จากตารางได้อธิบายถึงธรรมชาติความแตกต่างระหว่างธุรกิจ EV conversion และการสร้างรถยนต์ EV ใหม่ โดยแสดงถึงขนาดธุรกิจและส่วนแบ่งการตลาด (market size and market share) และความสามารถขยายขนาดธุรกิจ (scale up) ที่แตกต่างระดับกันมากระหว่าง EV conversion ที่เป็น local scale และการสร้าง EV ใหม่ ที่เป็น global scale ดังนั้นในประเด็นเรื่องความปลอดภัยย่อมมีระดับที่แตกต่างกันตามขนาดธุรกิจและการ

ลงทุนดังกล่าว หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ไม่สามารถคาดหวังถึงระดับความปลอดภัยของ EV conversion ให้เท่าเทียบกับธุรกิจการสร้าง EV ใหม่ได้

ทั้งนี้ความพยายามที่จะให้ผู้ประกอบการธุรกิจ EV conversion ใช้กฎระเบียบด้านความปลอดภัยในระดับเดียวกันกับรถ EV ใหม่ ซึ่งมีเงินลงทุนสูง ส่งผลทำให้มีเงินลงทุนในการทดสอบความปลอดภัยสูงตามไปด้วย อาจจะเป็นไปไม่ได้ในระดับเดียวกัน ในทางตรงกันข้าม หากมีการบังคับตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยอย่างเข้มงวด ต้นทุนการทดสอบมาตรฐานก็จะตามมาเป็นเงาตามตัว ซึ่งอาจจะก่อให้เกิด side effect ให้ผู้ประกอบการแอบทำธุรกิจ แอบวิ่งรถ EV conversion ก็จะยิ่งส่งผลให้เกิดอันตรายเพิ่มขึ้นมากกว่า

ในทางปฏิบัติความปลอดภัยในการทำ EV conversion นั้นอาจสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ โดยเริ่มต้นนำร่องจากตลาดการดัดแปลง fleet รถยนต์ของเชิงพาณิชย์ เช่น รถสองแถว รถส่งของ รถแท็กซี่ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการใช้งานรุ่นรถที่ใกล้เคียงกัน สภาพและอายุการใช้งานใกล้เคียงกัน ทั้งยังมีลักษณะการใช้งานที่เหมือนกัน ทำให้ปัญหาด้านความหลากหลายของการดัดแปลงลดลง โดยเฉพาะใน fleet ที่มีจำนวนรถมาก ๆ ต้นทุนในการดัดแปลงอาจสามารถทำได้ดีกว่า ผ่านทางการจัดหาชิ้นส่วนใน lot ใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้นการทดสอบมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดแปลง หรือแม้แต่การทดสอบ performance ของตัวรถหลังดัดแปลง ยังอาจสามารถทำได้โดยยังคงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผ่านการทดสอบเป็นการทดสอบแบบ type test ซึ่งจะส่งผลทำให้ราคาการทดสอบต่อตัวลดลงได้ ผลกระทบต่อตลาด EV conversion โดยรวมที่อาจเกิดขึ้นตามมาจากการนำร่องของตลาดการดัดแปลง fleet รถยนต์ คือ ผู้บริโภคหรือประชาชนทั่วไปที่ต้องการทำ EV conversion จะมีทางเลือกเพิ่มขึ้นในการจัดหาชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่มีราคาถูกลง และมีความปลอดภัยสูงขึ้น เพราะได้รับการทดสอบแบบ type test

แต่อย่างไรก็ตาม EV conversion ก็ยังคงจะต้องสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานในระดับที่สามารถรับความเสี่ยงในการใช้งานได้ ทั้งนี้ หากสามารถวางระบบต่าง ๆ ตาม guileline ที่ภาครัฐประกาศใช้ตามตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว เช่น มอก.เอส ก็จะทำให้เพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นกว่าที่ในปัจจุบัน

จากประเด็นความกังวลด้านความปลอดภัยดังที่กล่าวมาแล้ว มอก.เอส 2 มาตรฐาน โดย สมอ.ที่จะลงรายละเอียดมากขึ้นในปี 2566 และมาตรฐานของ EEC จำนวน 3 เล่มที่จะประกาศใช้ หรือผลการวิจัยและจัดทำมาตรฐานจาก สวทช. ถือเป็นคำตอบเบื้องต้นต่อการสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของการใช้บริการ EV Conversion แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังถือว่าเป็นเพียง guideline แต่ยังไม่ได้มีบทบังคับหรือควบคุมมาตรฐานชิ้นส่วนหลักหรือแม้กระทั่งกับอู่หรือผู้ประกอบการใดๆ แต่อย่างใด โดยขณะนี้เรายังฝากความหวังไว้กับภาครัฐที่กำลังดำเนินการกำหนดมาตรฐาน การทดสอบ การรับรองคุณภาพ ตลอดจนเตรียมประกาศมาตรการการช่วยเหลือด้านความปลอดภัยตลอด Ecosystem ของอุตสาหกรรม EV Conversion ต่อไป

5. ปัจจัยแห่งความสำเร็จเพื่อ Breakthrough ให้เกิดอุตสาหกรรม EV Conversion ในประเทศไทย

ปัจจัยสำคัญที่จะ Breakthrough ให้เกิดอุตสาหกรรม EV Conversion ในประเทศไทย ย่อมหนีไม่พ้นการสนับสนุนด้านยุทธศาสตร์ นโยบาย และมาตรการจากภาครัฐ มิติด้านความปลอดภัยของการใช้รถยนต์ EV Conversion ด้วยการกำหนดมาตรฐานและการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ นอกจากนี้ การสามารถรวมกลุ่มแบบ Public-Private-Partnership หรือ PPP โดยการจัดตั้งสมาคมหรือ consortium ก็เป็นอีกแนวทางสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมนี้อย่างยั่งยืน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านยุทธศาสตร์ นโยบาย และมาตรการ จากภาครัฐ

จาก (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุน การสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) ของ สอวช.และสภาพผู้แทนราษฎร ได้มีข้อเสนอแนะมาตรการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรม EV Conversion แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ มาตรการทางการเงินและมาตรการที่ไม่ใช่การเงิน เน้นสนับสนุนใน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ทำการดัดแปลง กลุ่มผู้ใช้งาน และกลุ่มโครงสร้างพื้นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้[21]

1. มาตรการสนับสนุนทางการเงิน (Financial)

- สำหรับกลุ่มนิติบุคคลที่ทำการดัดแปลงยานยนต์เป็นไฟฟ้าหรือ EV Conversion เช่น การยกเว้นภาษีนำเข้า ยกเว้นภาษีสรรพสามิต ในระยะ 5 ปี การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมด้านยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง สนับสนุนเงินลงทุนเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในสถานประกอบการ สนับสนุนค่าใช้จ่ายในส่วนของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง เป็นต้น
- ในกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะ และผู้เดินรถ (Vehicles Users and Fleet Operator) เช่น มาตรการช่วยอุดหนุนค่าใช้จ่ายในการประกันภัย อุดหนุนค่าใช้จ่ายทางด่วน เป็นต้น
- กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสายส่งและระบบอัดประจุไฟฟ้า (Infrastructure) เช่น สนับสนุนค่าไฟฟ้าในการอัดประจุ สนับสนุนค่าติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประจำบ้าน สนับสนุนให้หน่วยงานเอกชนติดตั้งสถานีอัดประจุบนพื้นที่จอดรถและให้ผู้บริการ เป็นต้น

2. มาตรการสนับสนุนที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-Financial)

- สำหรับกลุ่มนิติบุคคลที่ทำการดัดแปลงยานยนต์เป็นไฟฟ้าหรือ EV Conversion เช่น การเปิดอู่รถดัดแปลงพร้อมมีประกาศนียบัตร จะได้ลดหย่อนภาษี ภาครัฐสนับสนุนการฝึกอบรม โดยสามารถนำค่าใช้จ่ายมาหักภาษีได้ 200%

[21] https://www.nxpo.or.th/th/14430/

- ในกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะ และผู้เดินรถ (Vehicles Users and Fleet Operator) เช่น การกำหนดให้หน่วยงานของรัฐนำรถที่ใช้งานอยู่มาดัดแปลงให้เป็นรถไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 50% ภายในเวลา 2 ปี อนุญาตให้ข้าราชการที่ใช้รถไฟฟ้าดัดแปลงสามารถนำรถมาอัดประจุได้ที่หน่วยงานราชการที่สังกัดอยู่ เป็นต้น และ
- ในส่วนโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสายส่งและระบบอัดประจุไฟฟ้า (Infrastructure) เช่น การปรับระบบและอนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามพื้นที่สาธารณะได้

ทั้งนี้ข้อเสนอดังกล่าว ยังเป็นเพียงร่างและกำลังเสนออนุมัติจากภาครัฐเพื่อเตรียมประกาศใช้ต่อไป

นอกจากนี้ ในช่วงแรก การกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนจะสามารถช่วยให้เกิดจำนวนรถดัดแปลงที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน ทำให้เกิด Economy of Scale ในการลดต้นทุนของอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้ง ลดต้นทุนการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้มาตรฐานที่ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบแบตเตอรี่ซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนที่สูงที่สุด ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการดัดแปลงมากที่สุด

ตารางแสดงตัวอย่างราคาค่าทดสอบแบตเตอรี่

จำนวนรถ (คัน)	ค่าทดสอบแบตเตอรี่* (บาท)	ค่าแบตเตอรี่** (บาท)		ค่าทดสอบรวม (บาทต่อคัน)	
		ปัจจุบัน	คาดการณ์	ปัจจุบัน	คาดการณ์
1	2,000,000	600,000x4	200,000x4	4,400,000	2,800,000
100	2,000,000	600,000x4	200,000x4	44,000	28,000
1000	2,000,000	600,000x4	200,000x4	4,400	2,800
1	1,000,000	600,000x4	200,000x4	3,400,000	1,800,000
100	1,000,000	600,000x4	200,000x4	34,000	18,000
1000	1,000,000	600,000x4	200,000x4	3,400	1,800

หมายเหตุ: * ราคามาตรฐานของ PTEC ณ ปัจจุบัน ประมาณ 1.99 ล้านบาท

** บริษัทต้องเตรียมแบตเตอรี่แพ็ก 4 ชุด สำหรับการทดสอบแบตเตอรี่ตามมาตรฐาน UN-R100

จากตาราง ยกตัวอย่างบริษัทหนึ่งมีรถกระบะที่ใช้ในการขนส่งประมาณ 100 คัน ถ้าหากต้องการใช้แบตเตอรี่ที่มีคุณภาพและผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UN-R100 จะมีค่าใช้จ่ายในการทดสอบแบตเตอรี่ประมาณ 44,000 บาทต่อคัน (คิดราคาแบตเตอรี่ 600,000 บาท) และจะเหลือค่าใช้จ่ายประมาณ 28,000 บาทต่อคัน (ในกรณีที่ราคาแบตเตอรี่เหลือ 200,000 บาท) ซึ่งเป็นราคาต่อคันที่ไม่สูงมากนัก อีกทั้ง หากราคาทดสอบแบตเตอรี่สามารถลดลงเหลือเพียง 1 ล้านบาท (จาก 2 ล้านบาท) จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแบตเตอรี่ต่อคันเหลือเพียง 34,000 บาท และ 18,000 บาท ตามลำดับ ดังแสดงในตารางด้านบน จากสมมติฐานนี้ หากมีการรวมกลุ่มของรถดัดแปลงที่ใกล้เคียงได้เพิ่มขึ้น ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบแบตเตอรี่ลงได้อีก ดังนั้น การกำหนดกลุ่มเป้าหมายนี้จะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการดัดแปลงเพิ่มมากขึ้น

ด้านการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ

การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของผู้ใช้งาน EV conversion เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ควรได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างยิ่ง โดยมี “มอก.เอส” ในอุตสาหกรรมการบริการดัดแปลงรถยนต์และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 มาตรฐาน ประกอบกับมีมาตรฐานที่ EEC จะประกาศใช้เป็น guideline 3 เล่ม ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ด้านการรวมกลุ่มแบบ Public-Private-Partnership หรือ PPP

นอกจากนี้ การสามารถรวมกลุ่มแบบ Public-Private-Partnership หรือ PPP โดยการจัดตั้งสมาคม (ที่กำลังมีคามพยายามจัดตั้งอยู่ขณะนี้) หรือ consortium ที่มีหน่วยงานเข้าร่วมครบ supply chain ของอุตสาหกรรม EV conversion ซึ่งขณะนี้ได้มีแต่งตั้ง “คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนการดำเนินงานยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion)” ภายใต้บอร์ด EV มีหน่วยงานเข้าร่วม 29 หน่วยงาน โดยมี สมอ. เป็นเลขานุการในคณะอนุกรรมการ ก็เป็นอีก Key Success Factors (KSFs) หนึ่งของการสร้างและพัฒนา Ecosystem ของอุตสาหกรรมนี้ให้สำเร็จได้เพื่อเตรียมพร้อมเป็นกลยุทธ์การเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ Full EV ต่อไป

นอกจากนี้จากผลการสัมมนาเพื่อรับฟังความเห็น ครั้งที่ 2 เรื่อง “ข้อเสนอแนวทางการสนับสนุนการสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) เพื่อการขับเคลื่อนนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงของประเทศไทย” เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2566 ซึ่งมีผู้เข้าร่วมให้ความคิดเห็นจากทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย วิทยาลัยและอาชีวศึกษา และหน่วยงานภาคเอกชน เข้าร่วมกว่า 145 หน่วยงาน กว่า 250 คน ได้ระบุถึงปัญหาอุปสรรค และสิ่งที่ต้องการให้ภาครัฐสนับสนุนเพิ่มเติม ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจและสะท้อนทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นเสียงจาก Stakeholders ที่อยู่ใน Ecosystem นี้ โดยสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 7 กลุ่ม และเรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้

1. การสนับสนุนทางการเงิน การลดภาษีในระยะแรกเริ่ม เช่น ภาษีสรรพสามิต ภาษีศุลกากร ภาษีประกอบแบตเตอรี่ และภาษีประกอบตัวรถ จะสนับสนุนการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ให้เกิดขึ้น เนื่องจากปัจจุบันรถไฟฟ้าดัดแปลงหลายกลุ่มจะแพงกว่ารถไฟฟ้าใหม่ที่นำเข้าจากจีน เช่น รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงซึ่งเป็นรถขนาดเล็กเมื่อคิดภาษี จะมีราคาใกล้เคียงกับรถที่นำเข้าจากจีนทั้งคัน เนื่องจาก FTA และมาตรการสนับสนุนการนำเข้าและผลิตรถไฟฟ้าใหม่ที่มีในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงควรมีราคาถูกกว่าค่าซ่อมบำรุงของยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ จึงเสนอให้มีการสนับสนุนเงินทุนด้านการสร้างความรู้และช่วยเหลือเรื่อง Finance และลดดอกเบี้ยในการซื้อ EV Conversion การลดค่าการจดทะเบียน การลดค่าไฟฟ้า และในระยะยาวภาษีนำเข้าชิ้นส่วนควรจะคงไว้เพื่อช่วยเหลือผู้ประกอบการชิ้นส่วนในประเทศ

2. การมีหน่วยงานรัฐเป็นเจ้าภาพเป็นศูนย์กลาง จะสามารถทำให้เกิดการรวบรวมความต้องการที่เพียงพอที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนได้ ให้มีการ certify อู่ที่ปลอดภัย จัดให้มี Leasing สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ตลอดจนจัดให้มี Sandbox ตลอดจนมีหน่วยงานกลางในการสนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านการทดสอบให้มีราคาถูกลง มีการแบ่งและรวมกลุ่มผู้ประกอบการที่ช่วยเหลือกันได้ตาม value chain และภาครัฐสามารถกำหนดว่าเรื่องนี้จะให้ใครรับผิดชอบและสามารถให้การสนับสนุนเป็นกลุ่ม ทั้งนี้ปัจจุบันผู้ประกอบการต้องทำทุกอย่างด้วยตัวเองทั้งหมด อีกทั้ง ขอให้รัฐเป็นศูนย์กลางในการจับคู่ business matching กับผู้ประกอบการจากทั่วโลก
3. คุณภาพมาตรฐานความปลอดภัย การบูรณาการมาตรฐานชิ้นส่วน โดยเฉพาะ battery และสายไฟ
4. การผลิตชิ้นส่วนสำคัญ ให้สามารถ scale up ได้ และเพื่อให้ผู้ลงทุนเกิดการผลิต ควรพัฒนา technology และนวัตกรรมร่วมกับผู้ประกอบการ และสนับสนุนการโรงงานแบตเตอรี่แห่งชาติในประเทศไทยที่ผลิตขายให้ผู้ประกอบการรายย่อยด้วย
5. การพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ ผู้ประกอบการยังมีความรู้ไม่เพียงพอ ควรมีการ upskill และ reskill เปิดรับนักศึกษา ปวช. ปวส. ที่จบใหม่ และภาคเอกชนช่วยพัฒนาหลักสูตรเพื่อผลิตกำลังคนที่ตรงกับความต้องการ
6. การวิจัยและพัฒนา ภาครัฐสนับสนุนการพัฒนาชิ้นส่วนหลักๆ ที่มีอยู่ไม่เกิน 10 ชิ้นให้มีคุณภาพดีและราคาที่จับต้องได้และสามารถแข่งขันด้านราคาได้ ตลอดจนสามารถผลิตเพื่อการส่งออกได้ด้วย
7. การสร้างความเชื่อมั่นและการยอมรับ แม้ว่าคนไทยจะออกแบบและผลิตชิ้นส่วนได้เองและใช้งานได้ดี เช่น board electronic แต่เนื่องจาก EV และ EV Conversion ถือว่าเป็นเรื่องใหม่ จึงยังขาดความเชื่อมั่นต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาและผลิตโดยคนไทย ดังนั้นจึงขอให้ภาครัฐเป็นผู้ใช้งานและผลักดันให้อุตสาหกรรมนี้เป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับการยอมรับในระดับประเทศ และผลักดันให้สามารถส่งออกไปสู่ต่างประเทศได้ด้วย

6. สถานภาพงานวิจัยทางด้าน EV Conversion ของเนคเทค

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ทีมวิจัยผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (IPP) ของเนคเทคร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือ กฟผ. ดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาชุดประกอบการดัดแปลงและคู่มือการดัดแปลง (EV kit and blueprints) สำหรับดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้า ด้วยวิธีการแบบ e-Engine ซึ่งแตกต่างไปจากการดัดแปลงตามปกติ และผลการดำเนินงานถือได้ว่าเป็นที่แรกในโลกที่ทำสำเร็จ ด้วยหลักการสร้างเครื่องยนต์เสมือน โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า และกล่องอิเล็กทรอนิกส์สำหรับจำลองสัญญาณ (Engine Emulating Unit หรือ EEU) ทำให้กล่อง ECU เดิมของรถสามารถทำงานได้ต่อไป แม้ภายหลังการถอดเปลี่ยนเครื่องยนต์ เป็นผลให้ระบบอำนวยความสะดวก และระบบความปลอดภัยเดิมของรถ เช่น เกียร์อัตโนมัติ, เบรค ABS, ระบบกระจายแรงเบรค, พวงมาลัยไฟฟ้า, ระบบกันขโมย, และ หน้าปัทม์ สามารถถูกนำมากลับมาใช้งานต่อ

ได้ในรถไฟฟ้าดัดแปลง ซึ่งความแตกต่างของวิธีการดัดแปลงแบบ e-Engine ที่พัฒนาโดยเนคเทค กับวิธีการดัดแปลงที่นิยมทำกันโดยทั่วไปคือ

1. อาศัยระบบอำนวยความสะดวก และระบบความปลอดภัยเดิมของรถ เนื่องจากระบบต่าง ๆ ของรถยนต์เดิม นั้นได้ผ่านการตรวจสอบตามมาตรฐานความปลอดภัยมาอย่างเข้มงวดและได้รับการพิสูจน์ในด้านความทนทานมาแล้วในระดับหนึ่ง การดัดแปลงโดยพิจารณาถึงความปลอดภัยเป็นหลัก จึงควรนำระบบเหล่านี้มาใช้งานให้มากที่สุด และควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ เพื่อลดความจำเป็นในการดัดแปลงโครงสร้างของรถเดิม
2. สามารถดัดแปลงได้ทั้งรถยนต์เกียร์ auto และ manual โดยการดัดแปลงด้วยวิธีการโดยทั่วไปจะไม่สามารถทำให้เกียร์ auto ทำงานได้ จึงทำให้เกิดเป็นข้อจำกัดที่สำคัญ เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยนิยมใช้รถยนต์เกียร์ auto เป็นส่วนใหญ่

สำหรับกล่อง Engine Emulating Unit หรือกล่อง EEU ซึ่งเป็นหัวใจของวิธีการดัดแปลงแบบ e-Engine นั้น ในปัจจุบันทีมวิจัยได้พัฒนาในรูปแบบของ platform ทำให้สามารถรองรับการดัดแปลงรถยนต์ได้ 2 รุ่นคือ Toyota Altis และ Nissan Almera และอยู่ระหว่างการเตรียมแผนเพื่อหาเอกชนที่สนใจมาร่วมพัฒนา firmware ของกล่อง เพื่อรองรับการดัดแปลงรถยนต์รุ่นอื่น ๆ ต่อไป

นอกเหนือไปจากการวิจัยพัฒนาอุปกรณ์สำหรับการดัดแปลงแล้ว ในอีกด้านหนึ่ง เนคเทคยังมีการดำเนินการเพื่อสนับสนุนให้เกิดการดัดแปลงที่มีมาตรฐานเชิงวิศวกรรม เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรม EV conversion ควบคู่กันไป โดยสถาบันประเมินและรับรองเทคโนโลยีดิจิทัล (DTEC) ทีมวิจัยมอเตอร์และการแปลงผันกำลังงาน (MAP) และทีมวิจัยผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (IPP) ของเนคเทคได้ร่วมกันดำเนินโครงการพัฒนาข้อแนะนำการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ภายใต้เงินทุนสนับสนุนจาก บพข. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ในการดัดแปลง และนำเสนอในรูปแบบข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่เอกสารข้อแนะนำการออกแบบและคัดเลือกชิ้นส่วนเชิงวิศวกรรมสำหรับดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า เอกสารข้อแนะนำการติดตั้งสำหรับดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า และมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง เพื่อเตรียมความพร้อม และสร้างสภาวะแวดล้อมเพื่อนำไปสู่การวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในประเทศให้ก้าวไปสู่การพัฒนาต้นแบบในระดับอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ต่อไป

นอกจากยังมีผลงานวิจัยที่ผ่านมาอีก 4 โครงการ ดังนี้

1. โครงการรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงร่วมกับ EGAT

2. โครงการรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงร่วมกับ PEA

3. โครงการรถโดยสารไฟฟ้าดัดแปลง ขสมก. (ร่วมกับ ENTEC, MTEC)

4. โครงการเรือโดยสารไฟฟ้าทางทะเลร่วมกับบริษัทสกุลฎ์ซี (ร่วมกับ ENTEC, MTEC)

7. จุดยืนของเนคเทค (NECTEC Positioning) และข้อเสนอแนะในการขับเคลื่อน

ในการผลักดันงานวิจัยและพัฒนา จะต้องพึงระลึกอยู่เสมอว่า EV conversion เป็นเพียง transitional technology เพื่อเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อสำหรับรองรับการพัฒนา EV เต็มรูปแบบในอนาคตข้างหน้า โดยมีจุดยืนของเนคเทค (NECTEC Positioning) และข้อเสนอแนะเพื่อการอุตสาหกรรมต่อไป ดังนี้

จุดยืนของเนคเทค (NECTEC Positioning)

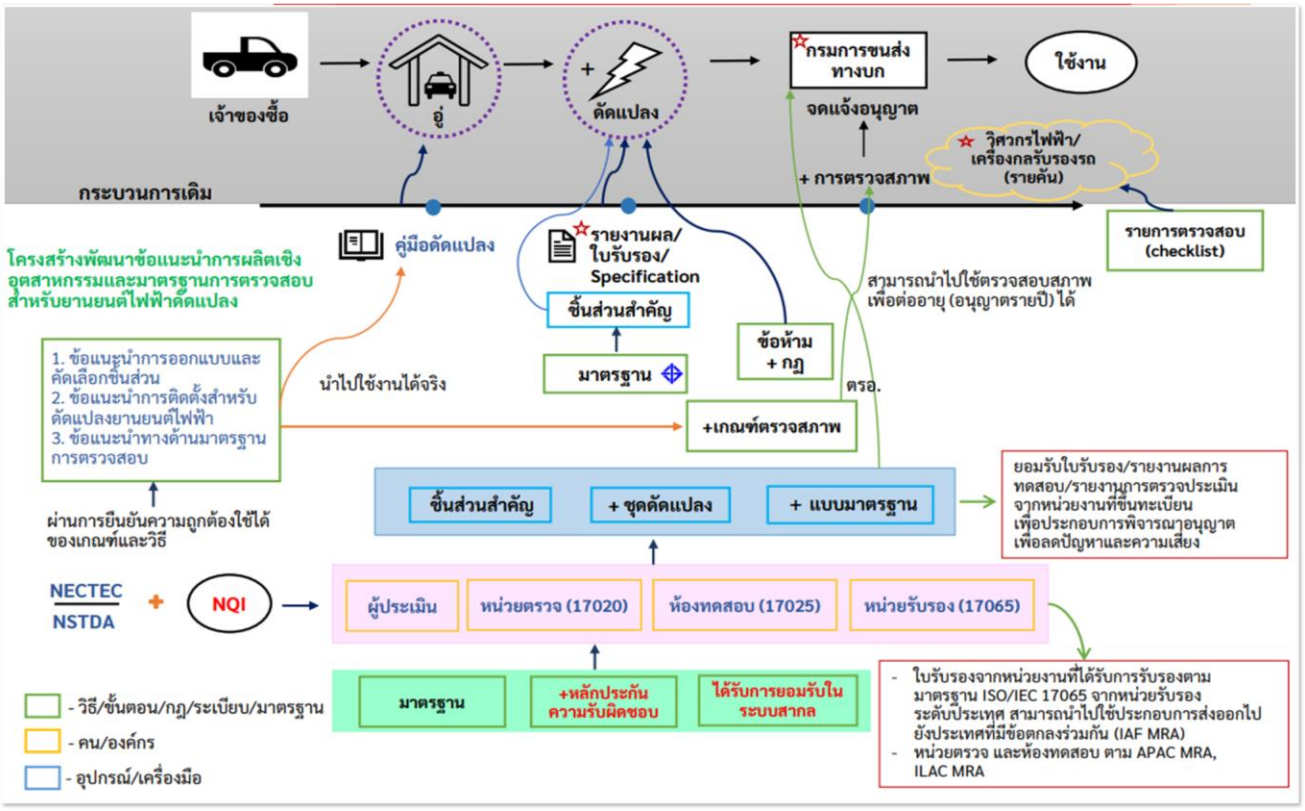
1. วิจัยและพัฒนาวิธีการดัดแปลง ชุดประกอบและคู่มือการดัดแปลง วิธีการดัดแปลงในแนวทางใหม่, ชุดประกอบการดัดแปลงตามแนวทาง, และคู่มือการดัดแปลง
2. วิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนหลัก ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดขับเคลื่อน, ชุดควบคุมหลัก (VCU), ระบบอัดประจุไฟฟ้า, ระบบจัดการแบตเตอรี่ (ทำงานร่วมกับศูนย์ ENTEC/NSTDA)
3. ทดสอบมาตรฐานของชิ้นส่วนหลัก ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดขับเคลื่อน, ชุดควบคุมหลัก (VCU), ระบบอัดประจุไฟฟ้า, ระบบจัดการแบตเตอรี่ (ทำงานร่วมกับศูนย์ ENTEC/NSTDA)
4. พัฒนาข้อแนะนำการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และมาตรฐานการตรวจสอบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ซึ่งเป็นโครงการได้รับการสนับสนุนจาก บพข.
5. ร่วมทำงานภายใต้คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนการดำเนินงานยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงภายใต้บอร์ดอีวีแห่งชาติ
6. สร้างความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับ EV Conversion แก่บุคคลทั่วไป เช่น การจัดทำ clip VDO สั้นๆ ให้ความรู้ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม EV Conversion

1. มิติด้านการวิจัยและพัฒนาและ integration ระหว่างภาครัฐและเอกชน
   - ควรมีการผลักดันให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปทดสอบใช้งานกับ fleet รถยนต์เชิงพาณิชย์ ร่วมกับเอกชน
   - ผลักดันให้เกิดงานวิจัยในแนวทางเพื่อส่งเสริมการ consolidate demand เพิ่มความเป็นไปได้ของ EV conversion ในเชิงเศรษฐศาสตร์
   - ผลักดันให้เกิดกระบวนการความปลอดภัยในการวิจัยพัฒนา
   - มีการร่วมกลุ่มความร่วมมือภาครัฐและเอกชนที่เป็นสมาคมหรือ consortium ที่เข้มแข็งร่วมขับเคลื่อนให้มีหน่วยงานเข้าร่วมครบ supply chain ของอุตสาหกรรม EV conversion
2. มิติด้านการฝึกอบรมเพื่อพัฒนากำลังคน
   - อบรมบุคคลากร หรือหน่วยงานให้มีความสามารถในการดัดแปลง (สร้าง integrator)

- อบรมบุคคลากร หรือหน่วยงานให้มีความสามารถในการซ่อมบำรุง (สร้าง integrator)
- จัดถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เอกชน หรือร่วมกับเอกชน เพื่อ develop สำหรับการพัฒนาชิ้นส่วนและอุปกรณ์
- สนับสนุนให้นักวิจัยออกไปเผยแพร่องค์ความรู้แก่สถาบันการศึกษา และมหาวิทยาลัย

3. มิติด้านการทดสอบและรับรองมาตรฐาน เนื่องจากมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เพียงพอจึงสามารถจัดตั้งศูนย์ทดสอบ เพื่อสนับสนุนการสร้าง ecosystem ของการทดสอบและรับรองมาตรฐาน ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 การสร้าง ecosystem ของการทดสอบและรับรองมาตรฐาน

นอกจากนี้ควรจะมุ่งเป้าการทำ EV conversion โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน โดยจากตารางเปรียบเทียบด้านล่างนี้ จะเห็นได้ชัดเจนว่า ด้วยบริบทต่าง ๆ ประเทศไทยควรจะมุ่งเป้าทำ conversion ในกลุ่มรถยนต์เชิงพาณิชย์มากกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล จึงจะสามารถ maximize profit สำหรับ conversion ได้มากกว่า

ตารางเปรียบเทียบลักษณะของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถยนต์เชิงพาณิชย์

รถยนต์ส่วนบุคคล	รถยนต์เชิงพาณิชย์
○ จำนวนรถจดทะเบียน = **11** ล้านคัน ○ อายุเกิน 10 ปี = **4.4** ล้านคัน	○ จำนวนรถจดทะเบียน = **8.3** ล้านคัน* ○ อายุเกิน 10 ปี = **5.2** ล้านคัน
ความหลากหลายของรุ่นรถที่ใช้งาน	การใช้งานรุ่นรถที่ใกล้เคียงกันอยู่จำนวนนึง
ไม่สามารถควบคุมความต้องการใช้งานได้	ควบคุมความต้องการใช้งานได้ดีกว่า
ไม่สามารถควบคุมมาตรฐานชิ้นส่วนได้	ควบคุมมาตรฐานชิ้นส่วนได้ (ส่งชิ้นหลักไปทดสอบตามมาตรฐาน)
ควบคุมมาตรฐานบริการดัดแปลงได้ยากกว่า	ควบคุมมาตรฐานบริการดัดแปลงได้ดีกว่า
โอกาสขยายผลได้จำกัด	โอกาสขยายผลได้มาก

หมายเหตุ: รถยนต์เชิงพาณิชย์ หมายรวมถึง รถกะบะ รถบรรทุก และรถโดยสาร

ทีมที่ปรึกษา

1. ดร.ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
2. ดร.พนิตา พงษ์ไพบูลย์ รองผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
3. ดร.กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์ ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยการควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง (ACERG)

ทีมผู้เขียน

1. ดร.ดวิษ กิระชัยวนิช ทีมวิจัยผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (IPP)
   กลุ่มวิจัยการควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง (ACERG)
2. ดร.บุรินทร์ เกิดทรัพย์ ทีมวิจัยมอเตอร์และการแปลงผันกำลังงาน (MAP)
   กลุ่มวิจัยการควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง (ACERG)
3. ดร.จิรพรรณ เชาวนพงษ์ ฝ่ายกลยุทธ์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี (SPD)