แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า รหัสวิชา 20143-2003

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชา ยานยนต์ไฟฟ้า

สาขางาน เครื่องกลและยานยนต์

ภาคการเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2568

วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า รหัสวิชา 20143-2003

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชา ยานยนต์ไฟฟ้า

สาขางาน เครื่องกลและยานยนต์

ภาคการเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2568

วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อวิชา 20101-2004 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
Electric Vehicle Technology

2. สภาพรายวิชา เครื่องกลและยานยนต์

3. ระดับรายวิชา ปวช. ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

4. วิชาบังคับก่อน ไม่มี

5. เวลาเรียน 36 ชั่วโมง เรียนตลอด 18 สัปดาห์ 2-0-2 ทฤษฎี 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

6. จำนวนหน่วยกิต 2-0-2 หน่วยกิต

7. จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่และหลักการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้า
2. มีทักษะในการจำแนกประเภทของระบบยานยนต์ไฟฟ้า
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ
4. มีความสามารถในการประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้า

8. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า ยานยนต์ไฮบริด ยานยนต์ปลั๊กอินไฮบริด ยานยนต์พลังงานแบตเตอรี่ ยานยนต์พลังงานเซลล์เชื้อเพลิง การบำรุงรักษาเบื้องต้น และระบบความปลอดภัยตามคู่มือ

9. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักการเบื้องต้น โครงสร้าง ชิ้นส่วน การจำแนกประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า ยานยนต์ไฮบริด ยานยนต์ปลั๊กอินไฮบริด ยานยนต์พลังงานแบตเตอรี่ ยานยนต์พลังงานเซลล์เชื้อเพลิง การบำรุงรักษาเบื้องต้น และระบบความปลอดภัยตามคู่มือ

กำหนดการจัดการเรียนรู้

ลำดับ	รายการ	สัปดาห์	เวลา (ชั่วโมง)		หมายเหตุ
			ท	ป	
1	หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	4	-	เวลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
2	หน่วยที่ 2 โครงสร้างและหลักการทำงาน	2-3	10	-	
3	หน่วยที่ 3 ระบบคลัตช์	4-6	10	-	
4	หน่วยที่ 4 ระบบเกียร์	7-12	4	-	
5	หน่วยที่ 5 เพลากลาง	13-14	2	-	
6	หน่วยที่ 6 ระบบเฟืองท้าย	15-17	2	-	
ประมินผลลัพธ์การเรียนรู้			4	-	
รวม			36	-	
รวมทั้งสิ้น			36		

การแบ่งหน่วยเรียน/บทเรียน/หัวข้อ

หน่วยที่ 1 วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า

1.1 ประวัติความเป็นมาของยานยนต์ไฟฟ้า

1.2 ยุคใหม่ของยานยนต์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีสำคัญ

หน่วยที่ 2 โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า

2.1 แบตเตอรี่แรงดันสูง

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.3 อินเวอร์เตอร์

2.4 ระบบชาร์จไฟฟ้า

2.5 ระบบระบายความร้อน

หน่วยที่ 3 ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า

3.1 การควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุมสำหรับ BLDC และ PMSM

3.2 ลักษณะทั่วไปของมอเตอร์ BLDC และ PMSM

3.3 ระบบควบคุมมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

3.4 อัลกอริธึมการควบคุมมอเตอร์

3.5 การเปรียบเทียบการควบคุมมอเตอร์ BLDC แบบมีเซ็นเซอร์และแบบไม่มีเซ็นเซอร์

3.6 ตัวควบคุมมอเตอร์ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วยที่ 4 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

4.1 รถยนต์ไฟฟ้าล้วน

4.2 รถยนต์ไฮบริด

4.3 ไฮบริดชนิดเสียบปลั๊ก

4.4 รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานไฮโดรเจน

หน่วยที่ 5 ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า

5.1 มาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้า

5.2 มาตรฐานความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

5.3 ประเด็นสำคัญทางเทคนิคด้านความปลอดภัย

5.4 ระบบความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้าแรงสูง

5.5 ระบบความปลอดภัยทั่วไป

หน่วยที่ 6 การบำรุงรักษาเบื้องต้น

6.1 ตรวจสอบแบตเตอรี่

6.2 ตรวจสอบมอเตอร์

6.3 ตรวจสอบอุปกรณ์ชาร์จ

6.4 ตรวจสอบของเหลวต่าง ๆ

6.5 ตรวจสอบยางรถยนต์

6.5 ควรจอดรถไว้ในที่ร่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

หน่วยที่ 1 วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า

ด้านความรู้

1) เข้าใจเกี่ยวกับประวัติของยานยนต์ไฟฟ้า

2) เข้าใจความแตกต่างยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละยุคสมัย

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

หน่วยที่ 2 โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า

ด้านความรู้

1) อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้าได้

2) อธิบายเกี่ยวกับระบบระบายความร้อนได้

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

หน่วยที่ 3 ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า

ด้านความรู้

1) อธิบายหลักการควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุม BLDC และ PMSM ได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

หน่วยที่ 4 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

ด้านความรู้

1) อธิบายเกี่ยวกับประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

หน่วยที่ 5 ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า

ด้านความรู้

1) อธิบายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

หน่วยที่ 6 การบำรุงรักษาเบื้องต้น

ด้านความรู้

1) อธิบายเกี่ยวกับอธิบายการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) ใส่ใจในการเรียน

2) มีเจตคติที่ดีในการทำความสะอาดห้องเรียนอย่างเป็นระเบียบให้พร้อมใช้

ด้านประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ

1) มาเรียนตรงเวลา

2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

การประเมินผลรายวิชา

รายวิชานี้แบ่งเป็น 6 หน่วยเรียน แยกได้ - บทเรียน การวัดและประเมินผลรายวิชาให้ดำเนินการ ดังนี้

1. วิธีการ

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผล แยกเป็น 3 ส่วน โดยแบ่งแยกคะแนน แต่ละส่วนจากคะแนนเต็ม ทั้งรายวิชา 100 คะแนน

1.1 ผลงานที่มอบหมาย 20 คะแนน หรือร้อยละ 20

1.2 พิจารณาจิตพิสัย 10 คะแนน หรือร้อยละ 10

1.3 การทดสอบแต่ละหน่วยเรียน 70 คะแนน หรือร้อยละ 70 โดยจัดแบ่งน้ำหนักคะแนนในแต่ละหน่วยตามตารางหน้าถัดไป

2. เกณฑ์ผ่านรายวิชา ผู้ที่จะผ่านรายวิชานี้จะต้อง

2.1 มีเวลาเข้าชั้นเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียน

2.2 ได้คะแนนรวมทั้งรายวิชาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม

3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน กำหนดค่าระดับคะแนนร้อยละตามเกณฑ์ ดังนี้

3.1 พิจารณาตามเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2 ผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนน 0 หรือ F

3.2 ผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนร้อยละ	80 ขึ้นไป	ได้	4.0	หรือ	A
คะแนนร้อยละ	75 – 79	ได้	3.5	หรือ	B^+
คะแนนร้อยละ	70 – 74	ได้	3.0	หรือ	B
คะแนนร้อยละ	65 – 69	ได้	2.5	หรือ	C^+
คะแนนร้อยละ	60 – 64	ได้	2.0	หรือ	C
คะแนนร้อยละ	55 – 59	ได้	1.5	หรือ	D^+
คะแนนร้อยละ	50 – 54	ได้	1.0	หรือ	D

ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนน

เลขที่หน่วย	คะแนนรายหน่วยและน้ำหนักคะแนน / ชื่อหน่วย	น้ำหนักคะแนน							คะแนนรวมรายหน่วย	ลำดับความสำคัญ
		พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย		
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า			
1	วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	4	3						7	3
2	โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	5	5	3					13	1
3	ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	5	4	3					12	2
4	ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	5	5	3					13	1
5	ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	5	4	3					12	2
6	การบำรุงรักษาเบื้องต้น	5	4	4					13	1
คะแนนรวมรายพฤติกรรม		29	25	16					**70**	
ลำดับความสำคัญ		1	2	3						
ก	**คะแนนภาควิชาการ**	**70**								
ข	**คะแนนภาคผลงาน**	**20**								
ค	**คะแนนภาคจิตพิสัย**	**10**								
	รวมทั้งสิ้น	**100**								

	ใบเนื้อหา Information Sheet No 1	หน้าที่ 1

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 240 นาที
ชื่อหน่วยเรียน วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 1 วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

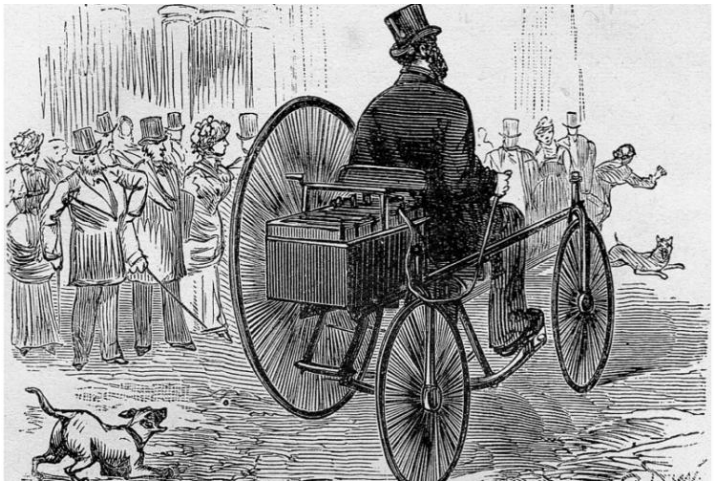
1) เข้าใจเกี่ยวกับประวัติของยานยนต์ไฟฟ้า
2) เข้าใจความแตกต่างยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละยุคสมัย

1 ประวัติของยานยนต์ไฟฟ้า

ต้นกำเนิดรถยนต์ไฟฟ้า ไม่ใช่ของที่เพิ่งมี แต่มันถูกคิดค้นขึ้นมาก่อนหน้านี้นับร้อยปีแล้ว โดยประวัติศาสตร์รถยนต์ไฟฟ้าครั้งแรก ซึ่งการเล่าประวัติศาสตร์รถยนต์ไฟฟ้าอย่างง่ายนั้น เราขอแบ่งเป็นยุคสมัยดังนี้

รถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลก

ปี ค.ศ. 1881 Gustave Trouve ได้นำเสนอรถยนต์ไฟฟ้าภายในงานแสดงสินค้านานาชาติ d'Électricité de Paris ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส



ปี ค.ศ. 1884 Thomas Parker วิศวกรไฟฟ้า ได้สร้างรถยนต์ไฟฟ้าแบบชาร์จแบตเตอร์รี่ได้ ในเมืองวูฟเวอร์แฮมพ์ตัน โดยมีหลักฐานภาพถ่ายของรถยนต์ไฟฟ้าคันนี้ เป็นหลักฐานด้วย จุดเด่นของรถยนต์ไฟฟ้าคันนี้นั้นคือเป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่มีความจุแบตเตอร์รี่สูง และสามารถชาร์จไฟฟ้ากลับเข้าไปได้

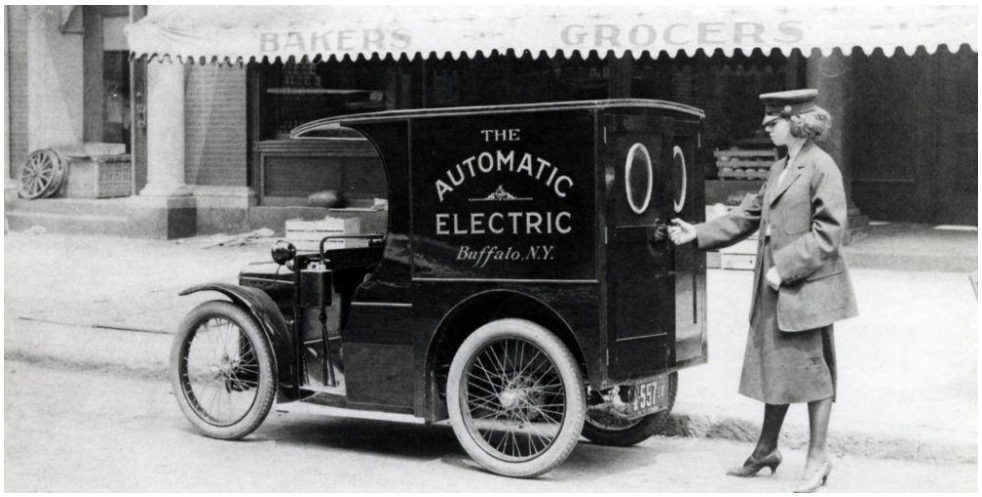
ปี ค.ศ. 1888 Andreas Flocken นักประดิษฐ์ชาวเยอรมัน ได้ทำการออกแบบรถยนต์ไฟฟ้าที่มีชื่อว่า Flocken Elektrowagen โดยรถคันนี้ถูกยกให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลกอย่างแท้จริง ซึ่งปัจจุบันยังสามารถพบตัวจริงได้ในพิพิธภัณฑ์ PS.SPEICHER ในเมือง Einbeck ประเทศเยอรมัน

รถยนต์ไฟฟ้าถูกใช้งานจริงครั้งแรก

แม้รถยนต์ไฟฟ้าจะถูกคิดค้นได้ก่อนหน้านั้นแล้ว แต่มันถูกใช้งานครั้งแรกจริงๆ ในปี ค.ศ. 1897 ในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษและเมืองนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมันถูกใช้งานในฐานะ "แท็กซี่" โดยมันถูกนำเข้ามาใช้งานแทนที่รถม้าแบบเดิม ที่มีมลภาวะจาก "ขี้ม้า" ค่อนข้างสูง

ในช่วงศตวรรษที่ 20 รถยนต์ไฟฟ้าถูกใช้งานอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น โดยในยุคนั้นรถยนต์ไฟฟ้าถือว่าใช้งานได้ง่ายกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ในช่วงเวลานั้นมีการบันทึกไว้ว่ารถยนต์ไฟฟ้าได้ถูกจำหน่ายไปมากกว่า 30,000 คันเลยทีเดียว ข้อดีของรถยนต์ไฟฟ้านั่นคือใช้งานได้ง่ายกว่า และไม่ต้องเปลี่ยนเกียร์ก็สามารถขับได้ อีกทั้งไม่มีเสียงดังแบบเครื่องยนต์เบนซินด้วย

โดยในยุคนั้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ Anthony Electric, Baker, Columbia, Anderson, Edison, Riker, Milburn, Bailey Electric, และ Detroit Electric โดยในยุคนั้น รถยนต์ไฟฟ้าทำความเร็วสูงสุดได้ที่ 105.88 กม./ชม.



จุดจบของรถยนต์ไฟฟ้ายุคแรก

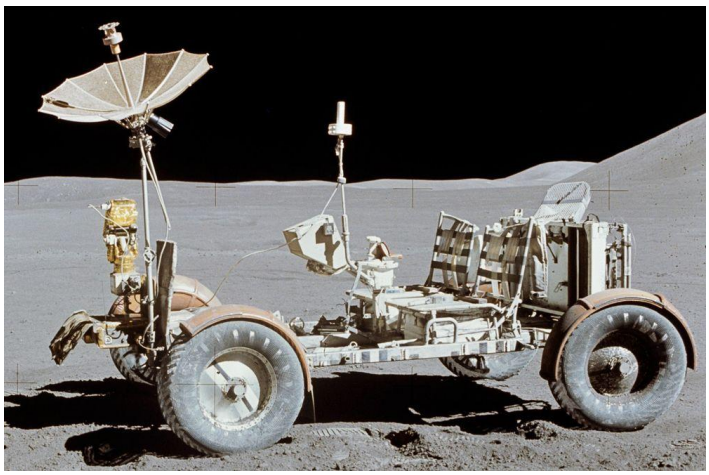
จุดจบของรถยนต์ไฟฟ้ายุคแรก เกิดขึ้นจากการพัฒนารถยนต์เครื่องเบนซินที่ถูกพัฒนาให้ผลิตได้รวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าเดิม และมีราคาที่ถูกลงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งสามารถเติมพลังงานได้รวดเร็วกว่าการชาร์จไฟฟ้าด้วย และจุดจบของรถยนต์ไฟฟ้าในยุคแรกก็มาถึง ด้วยการคิดค้นระบบมอเตอร์สตาร์ทเครื่องยนต์ ทำให้รถยนต์สันดาปสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ง่ายกว่าการสตาร์ทด้วยมือในยุคแรก

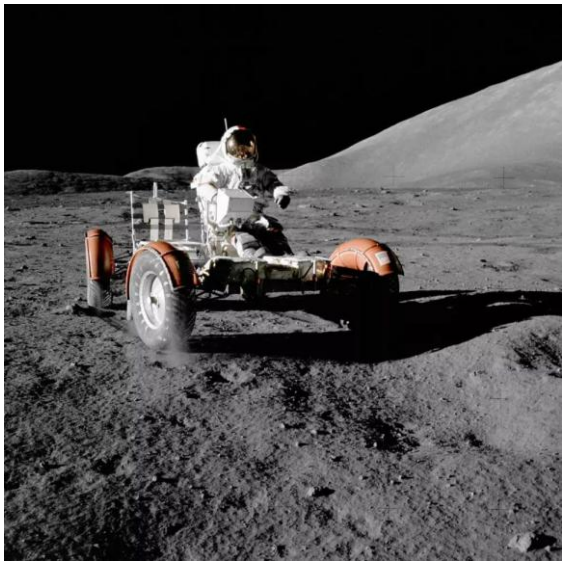
ด้วยข้อดีของรถยนต์สันดาปยุคนั้นได้แก่ เติมพลังงานเพื่อเดินทางต่อได้รวดเร็วกว่า อีกทั้งมีราคาที่ถูกกว่า ทำให้ความนิยมในรถยนต์ไฟฟ้าลดลงอย่างต่อเนื่อง และกลายเป็นว่ารถยนต์ที่ได้รับการยอมรับ ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกได้กลายเป็นรถสันดาปไป

แม้ว่ารถยนต์สันดาปจะเข้ามาแทนที่รถยนต์ไฟฟ้าในการใช้งานบนถนนแล้วนั้น การใช้งานบางรูปแบบก็ยังคงจำเป็นต้องใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอยู่ ไม่ว่าจะเป็นยานพาหนะที่ใช้งานในสถานที่ปิด, ที่ไม่ต้องการเสียงรบกวน, ที่ที่ไม่ต้องการไอเสีย

รถยนต์ไฟฟ้าคันแรกบนดวงจันทร์

ภารกิจที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของรถยนต์ไฟฟ้าก็หนีไม่พ้นการทำหน้าที่เป็น "รถสำรวจ" บนดวงจันทร์นั่นเอง เพราะรถยนต์ไฟฟ้ามันสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยไฟฟ้า ไม่ต้องใช้อากาศเหมือนกับรถสันดาป โดยเจ้า Lunar Rover รถยนต์ไฟฟ้าคันแรกบนดวงจันทร์ ออกไปปฏิบัติภารกิจเมื่อปี ค.ศ. 1972 ถูกสร้างขึ้นโดยความร่วมมือกันระหว่าง NASA, BOEING และ GM





จุดเริ่มต้นของรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน

จุดเริ่มต้นของความนิยมในรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1990 คณะกรรมการด้านคุณภาพอากาศของรัฐแคลิฟอเนีย เริ่มผลักดันเรื่องยานพาหนะที่ประหยัดเชื้อเพลิง และมีมลพิษต่ำ โดยตั้งเป้าหมายสูงสุดให้ยานพาหนะทุกรูปแบบต้องไม่มีมลพิษดังเช่นรถยนต์ไฟฟ้า

ในปี 2004 บริษัท Tesla Motors ได้เปิดตัวรถยนต์ไฟฟ้ารุ่นแรกของตน "Tesla Roadster" เริ่มส่งมอบให้กับลูกค้าครั้งแรกในปี 2008 โดย Tesla Roadster ถือเป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกที่สามารถขับบนท้องถนนหลวงได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย ตัวรถใช้แบตเตอร์รี่ลิเธียมไอออน สามารถทำระยะทางขับขี่ได้สูงสุด 320 กม. ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

ต่อมาในปี 2009 มีการเปิดตัว Mitsubishi i-MiEV ในประเทศญี่ปุ่น สามารถทำยอดขายได้มากกว่า 10,000 คัน และตามมาด้วย Nissan Leaf ในปี 2010 ซึ่งสามารถทำยอดขายได้มากกว่า Mitsubishi i-MiEV และขึ้นแท่นเป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ขายดีที่สุดในยุคนั้น

ในปี 2008 เรียกได้ว่าเป็นยุคฟื้นฟูรถยนต์ไฟฟ้าอย่างแท้จริง ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของแบตเตอร์รี่ และกระแสความต้องการลดก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก

ปี 2010 รัฐบาลจีนสนับสนุนให้มีการผลิตและใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง ทำให้เกิดผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าหลากหลายแบรนด์ในประเทศจีน รวมไปถึงบริษัทต่างชาติก็เข้ามาสร้างโรงงานผลิตรถยนต์ในประเทศจีนด้วย อย่าง Tesla เป็นต้น โดยแบรนด์รถยนต์ไฟฟ้าของจีนมีความหลากหลายมากๆ เริ่มต้นตั้งแต่รถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ไปจนถึงรถยนต์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ตอบโจทย์ทุกการใช้งานของผู้คนอย่างแพร่หลายมากขึ้น และที่สำคัญคือ "ราคาเข้าถึงได้ง่าย"

ประกอบกับนโยบายของภาครัฐที่สนับสนุนการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง ทั้งมาตรการส่วนลดการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า รวมไปถึงมาตรการทางด้านภาษี และสิทธิพิเศษต่างๆ สำหรับเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนเติบโตอย่างก้าวกระโดด

รถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน

ปัจจุบันนี้ถือว่ารถยนต์ไฟฟ้าได้รับการยอมรับกันในหลายประเทศแล้ว โดยเฉพาะในประเทศจีน, ทวีปยุโรป และประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย โดยมีการสำรวจการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกาช่วงไตรมาสที่ 3 ของปี 2021 ที่ผ่านมา พบว่าเป็นช่วงที่มีการจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าได้มากที่สุดเท่าที่เคยมีมา โดยจำหน่ายไปได้มากกว่า 187,000 คัน เติบโตเพิ่มขึ้น 11%

และเมื่อนำไปเทียบกับรถยนต์สันดาปแล้วพบว่ามีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นเพียง 1.3% เท่านั้น โดยรัฐที่มีการซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดได้แก่รัฐแคลิฟอเนีย เป็นสัดส่วนมากถึง 40% ตามมาด้วย ฟลอริดา 6%, เท็กซัส 5% และ นิวยอร์ค 4.4%

ทั้งหมดนี้คือความเป็นมาของรถยนต์ไฟฟ้าจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เห็นได้ว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีมาก่อนหน้านี้นานมากแล้ว แต่ด้วยเทคโนโลยีสมัยนั้นที่ยังไม่ตอบโจทย์การใช้งาน ผู้คนจึงหันไปหารถยนต์สันดาปก่อน แต่ถ้าพูดถึง ณ ตอนนี้แล้วเห็นได้อย่างชัดเจนว่า "รถยนต์ไฟฟ้า" มาแน่นอน

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... รถยนต์ไฟฟ้าเป็นยานยนต์ที่เพิ่งถูกคิดค้นขึ้นไม่นานมานี้

2. ..... Gustave Trouvé เป็นผู้ที่นำรถยนต์ไฟฟ้าไปแสดงในงานนิทรรศการที่กรุงปารีส

3. ..... Thomas Parker ได้สร้างรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จแบตเตอรี่กลับมาใช้งานได้

4. ..... รถยนต์ไฟฟ้า Flocken Elektrowagen ถูกยกย่องว่าเป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลก

5. ..... รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในรูปแบบรถแท็กซี่

6. ..... รถยนต์ไฟฟ้าในอดีตต้องเปลี่ยนเกียร์เหมือนรถยนต์ใช้น้ำมัน

7. ..... ระบบมอเตอร์สตาร์ททำให้รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

8. ..... รถยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้งานในพื้นที่ปิดที่ไม่ต้องการไอเสียได้

9. ..... Lunar Rover เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกใช้งานบนดวงจันทร์

10. ..... เทคโนโลยีแบตเตอรี่มีส่วนช่วยให้รถยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความนิยมในปัจจุบัน

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. รถยนต์ไฟฟ้ามีข้อดีอย่างไรเมื่อเทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปในอดีต

ตอบ.....

2. เพราะเหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าจึงเหมาะกับการใช้งานในสถานที่ปิด

ตอบ.....

3. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในยุคปัจจุบัน (ตอบอย่างน้อย 2 ข้อ)

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าเริ่มมีการพัฒนาครั้งแรกประมาณช่วงเวลาใด

ก. ศตวรรษที่ 21

ข. ศตวรรษที่ 20

ค. ปลายศตวรรษที่ 19

ง. ต้นศตวรรษที่ 18

2. บุคคลใดเป็นผู้นำเสนอรถยนต์ไฟฟ้าในงานแสดงสินค้านานาชาติที่กรุงปารีส

ก. Thomas Edison

ข. Andreas Flocken

ค. Gustave Trouvé

ง. Henry Ford

3. จุดเด่นของรถยนต์ไฟฟ้าที่ Thomas Parker พัฒนาขึ้นคือข้อใด

ก. ใช้น้ำมันเบนซิน

ข. ชาร์จแบตเตอรี่กลับมาใช้งานได้

ค. วิ่งได้เร็วกว่า 200 กม./ชม.

ง. ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

4. รถยนต์ไฟฟ้า Flocken Elektrowagen มีความสำคัญอย่างไร

ก. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่เร็วที่สุด

ข. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ราคาถูกที่สุด

ค. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลก

ง. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกในเอเชีย

5. รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในลักษณะใด

ก. รถแข่ง

ข. รถบรรทุก

ค. รถแท็กซี่

ง. รถทหาร

6. ข้อใดเป็นข้อดีของรถยนต์ไฟฟ้าในอดีต

ก. ต้องเปลี่ยนเกียร์ตลอดเวลา

ข. มีเสียงดังมาก

ค. ใช้งานง่ายและไม่มีไอเสีย

ง. เติมเชื้อเพลิงได้รวดเร็ว

7. สาเหตุสำคัญที่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ายุคแรกลดความนิยมลงคือข้อใด

ก. แบตเตอรี่มีราคาถูก

ข. รถยนต์สันดาปพัฒนาได้ดีกว่า

ค. รถยนต์ไฟฟ้าวิ่งเร็วเกินไป

ง. ขาดแคลนพลังงานไฟฟ้า

8. รถยนต์ไฟฟ้าคันแรกที่ถูกใช้งานบนดวงจันทร์มีชื่อว่าอะไร

ก. Space Car

ข. Moon Truck

ค. Lunar Rover

ง. Apollo Vehicle

9. ปัจจัยใดทำให้รถยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความนิยมในยุคปัจจุบัน

ก. ราคาน้ำมันลดลง

ข. เทคโนโลยีแบตเตอรี่ก้าวหน้า

ค. เครื่องยนต์สันดาปมีเสียงดัง

ง. ถนนมีคุณภาพดีขึ้น

10. ประเทศใดมีการสนับสนุนการผลิตและใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010

ก. ญี่ปุ่น

ข. เยอรมนี

ค. สหรัฐอเมริกา

ง. จีน

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าเริ่มมีการพัฒนาครั้งแรกประมาณช่วงเวลาใด

ก. ศตวรรษที่ 21

ข. ศตวรรษที่ 20

ค. ปลายศตวรรษที่ 19

ง. ต้นศตวรรษที่ 18

2. บุคคลใดเป็นผู้นำเสนอรถยนต์ไฟฟ้าในงานแสดงสินค้านานาชาติที่กรุงปารีส

ก. Thomas Edison

ข. Andreas Flocken

ค. Gustave Trouvé

ง. Henry Ford

3. จุดเด่นของรถยนต์ไฟฟ้าที่ Thomas Parker พัฒนาขึ้นคือข้อใด

ก. ใช้น้ำมันเบนซิน

ข. ชาร์จแบตเตอรี่กลับมาใช้งานได้

ค. วิ่งได้เร็วกว่า 200 กม./ชม.

ง. ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

4. รถยนต์ไฟฟ้า Flocken Elektrowagen มีความสำคัญอย่างไร

ก. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่เร็วที่สุด

ข. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ราคาถูกที่สุด

ค. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลก

ง. เป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกในเอเชีย

5. รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในลักษณะใด

ก. รถแข่ง

ข. รถบรรทุก

ค. รถแท็กซี่

ง. รถทหาร

6. ข้อใดเป็นข้อดีของรถยนต์ไฟฟ้าในอดีต

ก. ต้องเปลี่ยนเกียร์ตลอดเวลา

ข. มีเสียงดังมาก

ค. ใช้งานง่ายและไม่มีไอเสีย

ง. เติมเชื้อเพลิงได้รวดเร็ว

7. สาเหตุสำคัญที่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ายุคแรกลดความนิยมลงคือข้อใด

ก. แบตเตอรี่มีราคาถูก

ข. รถยนต์สันดาปพัฒนาได้ดีกว่า

ค. รถยนต์ไฟฟ้าวิ่งเร็วเกินไป

ง. ขาดแคลนพลังงานไฟฟ้า

8. รถยนต์ไฟฟ้าคันแรกที่ถูกใช้งานบนดวงจันทร์มีชื่อว่าอะไร

ก. Space Car

ข. Moon Truck

ค. Lunar Rover

ง. Apollo Vehicle

9. ปัจจัยใดทำให้รถยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความนิยมในยุคปัจจุบัน

ก. ราคาน้ำมันลดลง

ข. เทคโนโลยีแบตเตอรี่ก้าวหน้า

ค. เครื่องยนต์สันดาปมีเสียงดัง

ง. ถนนมีคุณภาพดีขึ้น

10. ประเทศใดมีการสนับสนุนการผลิตและใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010

ก. ญี่ปุ่น

ข. เยอรมนี

ค. สหรัฐอเมริกา

ง. จีน

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าเป็นยานยนต์ที่เพิ่งถูกคิดค้นขึ้นไม่นานมานี้
2. ..✓.. Gustave Trouvé เป็นผู้ที่นำรถยนต์ไฟฟ้าไปแสดงในงานนิทรรศการที่กรุงปารีส
3. ..✓.. Thomas Parker ได้สร้างรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จแบตเตอรี่กลับมาใช้งานได้
4. ..✓.. รถยนต์ไฟฟ้า Flocken Elektrowagen ถูกยกย่องว่าเป็นรถยนต์ไฟฟ้าคันแรกของโลก
5. ..✓.. รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในรูปแบบรถแท็กซี่
6. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าในอดีตต้องเปลี่ยนเกียร์เหมือนรถยนต์ใช้น้ำมัน
7. ..✓.. ระบบมอเตอร์สตาร์ททำให้รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปใช้งานได้สะดวกมากขึ้น
8. ..✓.. รถยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้งานในพื้นที่ปิดที่ไม่ต้องการไอเสียได้
9. ..✓.. Lunar Rover เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกใช้งานบนดวงจันทร์
10. ..✓.. เทคโนโลยีแบตเตอรี่มีส่วนช่วยให้รถยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความนิยมในปัจจุบัน

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

1. รถยนต์ไฟฟ้ามีข้อดีอย่างไรเมื่อเทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปในอดีต

ตอบ..รถยนต์ไฟฟ้าใช้งานง่าย ไม่มีเสียงดัง ไม่ต้องเปลี่ยนเกียร์ และไม่เกิดไอเสีย.....

2. เพราะเหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าจึงเหมาะกับการใช้งานในสถานที่ปิด

ตอบ..รถยนต์ไฟฟ้าไม่มีไอเสีย ไม่มีเสียงดัง และไม่ก่อให้เกิดมลพิษ.....

3. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในยุคปัจจุบัน (ตอบอย่างน้อย 2 ข้อ)

ตอบ..1.เทคโนโลยีแบตเตอรี่พัฒนามากขึ้น.....

.....2.ต้องการลดมลพิษและก๊าซเรือน.....

.....3.กระจกภาครัฐมีนโยบายสนับสนุนรถยนต์ไฟฟ้า.....

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ค
3	ข
4	ค
5	ค
6	ค
7	ข
8	ค
9	ข
10	ง

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ค
3	ข
4	ค
5	ค
6	ค
7	ข
8	ค
9	ข
10	ง

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 600 นาที
ชื่อหน่วยเรียน โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 2 โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) บอกโครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้าได้
2) อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้าได้
3) อธิบายเกี่ยวกับระบบระบายความร้อนได้

องค์ประกอบสำคัญของรถยนต์ไฟฟ้า

1. แบตเตอรี่ (Battery)

แหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่คือหัวใจของรถยนต์ไฟฟ้า ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อน โดยแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) ซึ่งมีน้ำหนักเบา เก็บพลังงานได้มาก และชาร์จได้หลายรอบโดยไม่เสื่อมง่าย

- แบตเตอรี่ที่มีความจุสูง ช่วยให้วิ่งได้ไกลต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง
- ควรชาร์จและดูแลตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อยืดอายุการใช้งาน
- ในอนาคตเทคโนโลยี Solid-State Battery จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยมากขึ้น

2. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) – เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังขับเคลื่อน

มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้กลายเป็นแรงหมุน เพื่อขับเคลื่อนล้อของรถยนต์

- ตอบสนองทันทีเมื่อเหยียบคันเร่ง ให้แรงบิดสูงในเวลาอันสั้น
- ทำงานเงียบ ไม่มีการสั่นสะเทือน และไม่ปล่อยมลพิษ
- รถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้มอเตอร์แบบ **Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM)** ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและดูแลง่าย

3. อินเวอร์เตอร์ (Inverter) – ตัวแปลงกระแสไฟให้มอเตอร์ทำงานได้

อินเวอร์เตอร์คือส่วนที่ทำหน้าที่**แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC)** จากแบตเตอรี่ให้เป็น**กระแสสลับ (AC)** เพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้

- ควบคุมแรงดันไฟและกระแสให้เหมาะสมกับการทำงานของมอเตอร์
- มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมความเร็วและแรงบิดของรถ
- อินเวอร์เตอร์รุ่นใหม่มีระบบ **Smart Control** ที่ช่วยประหยัดพลังงานและลดความร้อน

4. ระบบชาร์จ (Charging System) – เติมพลังให้รถยนต์ไฟฟ้า

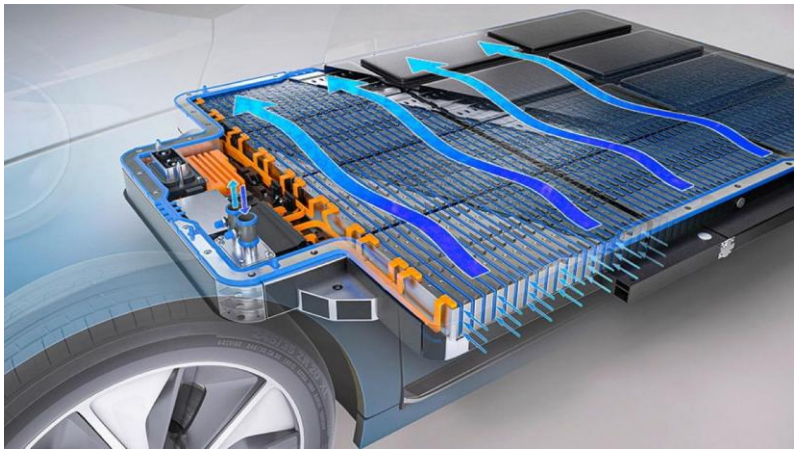
ระบบชาร์จทำหน้าที่นำพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกเข้าสู่แบตเตอรี่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

- AC Charging (ชาร์จแบบธรรมดา) เหมาะสำหรับชาร์จที่บ้านหรือคอนโด ใช้เวลาชาร์จ 4–8 ชั่วโมง
- DC Fast Charging (ชาร์จเร็ว) เหมาะสำหรับการเดินทางไกลหรือสถานีชาร์จสาธารณะ ใช้เวลาเพียง 30–60 นาที
-

5. ระบบระบายความร้อน (Thermal Management System) – ควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม

ระบบระบายความร้อนมีบทบาทในการรักษาอุณหภูมิของแบตเตอรี่ มอเตอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

- ป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ร้อนเกินระหว่างชาร์จหรือขับขี่
- ระบบระบายความร้อนบางรุ่นใช้ของเหลวหมุนเวียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
- ช่วยยืดอายุแบตเตอรี่และเพิ่มความปลอดภัยของระบบโดยรวม



6. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit: ECU) – สมองของรถยนต์ไฟฟ้า

ECU คือหน่วยควบคุมหลักที่เปรียบเหมือน **“สมอง”** ของรถยนต์ไฟฟ้า ทำหน้าที่สั่งงานและประมวลผลข้อมูลจากทุกระบบในรถ

- ควบคุมการจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่สู่มอเตอร์
- ตรวจสอบข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำงานสัมพันธ์กัน
- รถยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่มักมี ECU หลายตัว เพื่อควบคุมทั้งระบบขับเคลื่อน ความปลอดภัย และระบบอัจฉริยะ

7. ระบบเบรกไฟฟ้า (Regenerative Braking System) – เบรกที่ช่วยชาร์จพลังกลับ

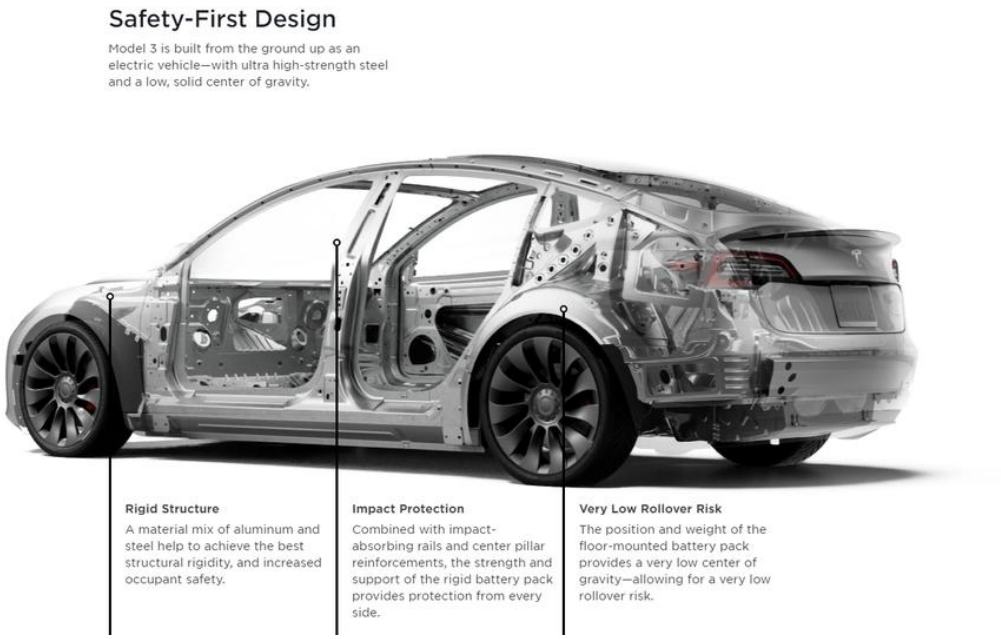
ระบบเบรกไฟฟ้าช่วยแปลงพลังงานจากการเบรกกลับมาเป็นไฟฟ้า ส่งกลับไปเก็บในแบตเตอรี่ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในทุกการขับขี่

- เมื่อเบรก มอเตอร์จะทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- พลังงานที่ได้จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน
- ยังช่วยลดการสึกหรอของผ้าเบรก ทำให้ระบบเบรกมีอายุยาวขึ้น

8. ตัวถังและโครงสร้าง (Chassis and Body) – โครงสร้างที่แข็งแรงและปลอดภัย

ตัวถังและโครงสร้างของรถยนต์ไฟฟ้าออกแบบมาเพื่อรองรับอุปกรณ์ทุกส่วน และปกป้องผู้โดยสารในกรณีเกิดอุบัติเหตุ

- ผลิตจากวัสดุน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง เช่น เหล็กกล้าแรงดึงสูง หรืออะลูมิเนียม
- โครงสร้างพื้นรถถูกออกแบบให้วางแบตเตอรี่ไว้ด้านล่าง ช่วยเพิ่มสมดุลและลดแรงกระแทก
- ช่วยให้ขับขี่มั่นคง ปลอดภัย และประหยัดพลังงานมากขึ้น

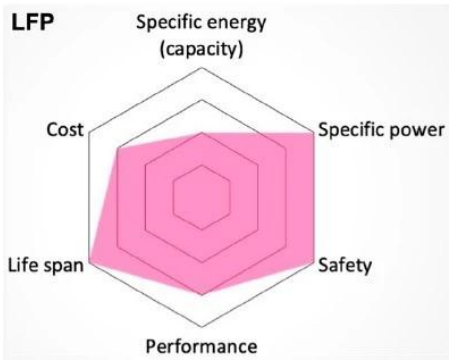


ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยม (Types of Lithium Battery)

ประเภทหรือชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนั้น ส่วนใหญ่เรียกชนิดตามองค์ประกอบของคาร์โธด แต่ก็มีที่เรียกตามองค์ประกอบของอาร์โนดด้วยเช่นกัน ดูจากภายนอกเราไม่สามารถจำแนกได้ ดังนั้นเราจึงควรตรวจสอบให้แน่ชัดและศึกษารายละเอียดให้แน่ใจก่อนเลือกซื้อและนำไปใช้งาน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย ประสิทธิภาพสูงสุด และมีคุณสมบัติตรงตามแต่ละประเภทการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือนั้นๆ ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมมี 6 ชนิดหลักๆ ได้แก่

1.แบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟต (Lithium Ion Phosphate : LFP)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟต หรือ LiFePO4 หรือ LFP ป็นแบตเตอรี่ลิเธี่ยมที่มีใช้ทั่วไปและใช้อยู่มากที่สุด ใช้ฟอสเฟตเป็นคาร์โธด ใช้กราไฟต์เป็นอาร์โนด แบต LFP มีรอบอายุการใช้งานที่นาน ไม่ค่อยมีปัญหาด้านความร้อน มีประสิทธิภาพด้านเคมีไฟฟ้าที่ดี แบต LFP 1 cell มีความต่างศักย์หรือแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3.2V ถ้าต้องการนำไปใช้งานเป็นระบบ 12V ต้องเอามาต่ออนุกรมกัน 4cell จะได้ 12.8V จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมจึงนำมาใช้อย่างแพร่หลายที่สุด รวมถึงไฟถนนโซล่าเซลล์ เพราะสามารถใช้ 4cell แล้วนำมาใช้แทนแบตแบบตะกั่วหรือแบบ deep cycle ได้



ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟต

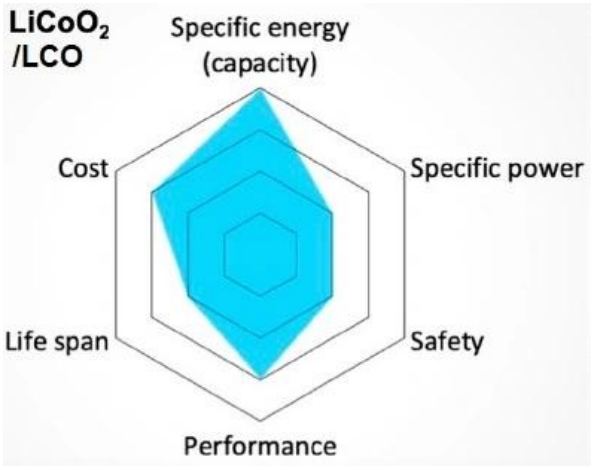
- อายุการใช้งานนาน ปกติแล้วแบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟตมีอายุการใช้งาน 2000 cycles หรือมากกว่า
- deep of discharge สูง ปกติแล้วแบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟตมี deep of discharge สูงประมาณ 80% สูงถึง 100% สำหรับผู้ผลิตบางรายโดยไม่ได้ทำให้แบตเตอรี่เสียหาย
- ปลอดภัยและทนต่ออุณหภูมิได้สูง

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟต

- แบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟตมีค่าพลังงานจำเพาะไม่สูง
- ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อใช้งานในที่ที่มีอุณภูมิต่ำ
- ไม่ค่อยเหมาะใช้งานที่มีการใช้งานแบบกระแสกระชากสูงๆ (high cranking applications) เป็นเพราะด้วยคุณสมบัติ ข้อด้อย2ข้างข้างบนจึงทำให้แบตเตอรี่ลิเธี่ยมฟอสเฟตไม่ค่อยเหมาะใช้งานที่มีการใช้งานแบบกระแสกระชากสูงๆ เช่น การสตาร์ทเครื่องยนต์

2.แบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Cobalt Oxide : LCO)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ หรือ LCO หรือที่บ้านเรานิยมเรียกว่า แบตลิเธี่ยมไออน (ซึ่งไม่ถูกต้องมากนัก เพราะว่าแบตลิเธี่ยมไออนเป็นคำที่กว้าง ที่กำลังกล่าวถึงทั้งหมดล้วนเป็นลิเธี่ยมไออน) มีค่าพลังงานจำเพาะ(specific power)สูงแต่มีกำลังงานจำเพาะ(specific power)ต่ำ กล่าวคือสามารถจ่ายไฟได้นานแต่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่กินไฟสูงได้ไม่ดี จึงเหมาะและมีใช้ในงานอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์มือถือ แทบเลต โน้ตบุ๊ค กล้องถ่ายรูป ที่ต้องการกำลังน้อยๆแต่อยู่ได้นานๆ โดยที่ แบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ 1cell มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3.7V



ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ LCO

- ข้อดีของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ คือมีค่าพลังงานจำเพาะสูง สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่กินไฟต่ำได้นาน

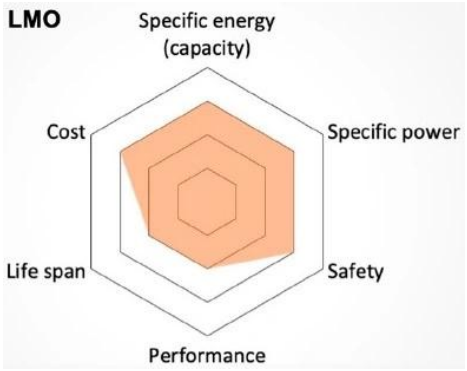
ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมโคบอลต์ออกไซด์ LCO

- มีอายุการใช้งานสั้น ประมาณ 500-1000cycles
- วัตถุดิบ โคบอลต์ มีราคาค่อนข้างสูง
- ทนความร้อนได้ต่ำจึงมีปัญหาเรื่องความความปลอดภัยอยู่พอสมควร
- ไม่เหมาะใช้งานกับอุปกรณ์ที่กินไฟสูง

3.แบตเตอรี่ลิเธี่ยมแมงกานิสออกไซด์ (Lithium Manganese Oxide : LMO)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมแมงกานิสออกไซด์ หรือ LMO ใช้ส่วนผสมของธาตุลิเธี่ยมแมงกานีสออกไซด์เป็นคาร์โธด ซึ่งองค์ประกอบของธาตุสามชนิดนี้ เมื่อรวมกันจะสร้างให้เกิดโครงสร้างแบบ 3 มิติ ทำให้การไหลของอิออนดีขึ้น มีความต้านทานภายในต่ำลง เพิ่มกระแสได้มากขึ้นและมีค่าการทนต่อความร้อนได้มากขึ้นด้วย การค้นพบแบตฯ LMO (ประมาณ ค.ศ.1981) ถือเป็นความสำเร็จก้าวสำคัญในวงการแบตเตอรี่ ด้วยความที่มีความต้านทานภายในเซลล์ต่ำจึงสามารถชาร์จแบบเร็ว(fast charge) และจ่ายกระแสสูง (high dis-charge current) ได้ แบตฯ LMO สามารถที่จ่ายกระแสได้ถึง 20-30A โดยที่ค่าความร้อนไม่ขึ้นสูงมากได้ แต่แบตฯ LMO ก็มีค่าการเก็บพลังงานได้น้อย และอายุการใช้งานที่ไม่ได้ยาวมากนัก

แบตเตอรี่ชนิด LMO มีใช้งาน ในอุปกรณ์ประเภทเครื่องมือไร้สาย (power tools) อุปกรณ์ทางการแพทย์ รถไฟฟ้าและรถไฮบริด บางรุ่น



ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมแมงกานิสออกไซด์

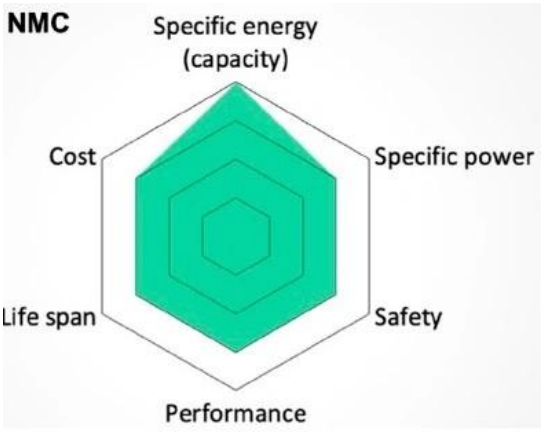
- ชาร์จเร็ว
- มีค่าพลังงานจำเพาะสูงกว่าแบตฯ LCO
- ขนาดเล็กกว่า LCO
- จ่ายกระแสได้สูง

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมแมงกานิสออกไซด์

- มีอายุการใช้งานได้สั้น เพียง 300-700cycles เท่านั้น และสั้นที่สุดในบรรดาแบตเตอรี่ลิเธี่ยมทั้งหมด

4.แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Nikel Manganese Cobalt Oxide:NMC)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ หรือ NMC ด้วยการเพิ่มนิเคิล Ni ซึ่งมีความจุพลังงานจำเพาะ(Specific Capacity;Ah/kg)สูง เข้าไปในส่วนประกอบของคาร์โธด ทำให้แบตฯ NMC มีค่าพลังงานจำเพาะสูงขึ้น ผลที่ได้คือได้เซลล์ที่มีความต่างศักดิ์หรือแรงดันไฟฟ้าสูงถึงประมาณ 4V/cell เดิมทีเดียวแบตฯ ชนิด NMC ไม่ได้มีส่วนผสมของแมงกานิส ต่อมานักวิจัยจึงได้เพิ่มแมงกานิสเข้าไปเพื่อเพิ่มความสเถียร ผลก็คือแบตฯ NMC มีทั้งความสเถียรและใช้งานได้ในงานแรงดันสูง (high voltage applications) การปรับเปลี่ยนส่วนผสมระหว่าง นิเคิล แมงกานีส และโคบอลต์ ทำให้เกิดชนิดย่อยและคุณสมบัติที่แตกต่างกันและยังคงเป็นจุดขายของผู้ผลิตแต่ละราย เช่น รุ่น NMC111 (ส่วนผสมเท่ากัน) รุ่นNMC442 รุ่น NMC622 หรือ รุ่น NM811 ในปัจจุบันแบตฯ NMC มีความต้องการสูงในอุตสาหกรรมรถยนต์ EV เพราะด้วยคุณสมบัติ มีค่าพลังงานสูง จ่ายกระแสได้สูง มีสเถียรภาพ และทนต่ออุณหภูมิได้ดีมาก มีใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าหลายรุ่น เช่น Tesla Model S, Nissan Leaf, Chevloret Volt, BMW i3



ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ NMC

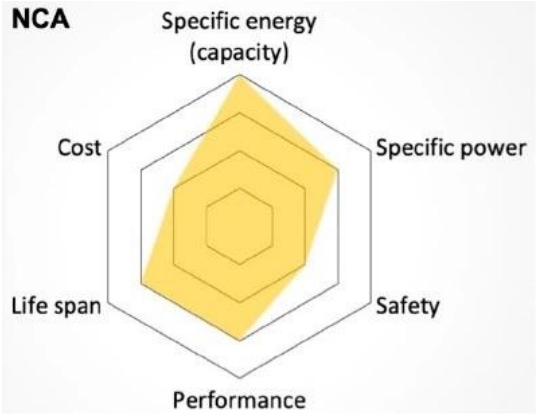
- มีค่าพลังงานจำเพาะสูง
- สามารถจ่ายกระแสได้มาก
- ชาร์จเร็ว
- มีอายุการใช้งานนาน
- และปลอดภัย

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ NMC

- ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ คือมีแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ต่ำกว่า LCO เล็กน้อย

5.แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ (Lithium Nikel Cobalt Aluminum Oxide : NCA)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ หรือ NCA มีคุณสมบัติคล้ายกับ NMC คือเก็บไฟได้มากและจ่ายไฟได้นาน แต่มีข้อเสียคือด้านความปลอดภัยยังไม่ค่อยสูงต้องมีระบบตรวจเช็คความปลอดภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อนำมาใช้ในรถ EV จนถึงปัจจุบันมี Tesla เพียงเจ้าเดียวที่ใช้แบตฯ NCA มีในรุ่น Model 3 และ Model S รุ่นแรก (2012)



ข้อดีแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ NCA

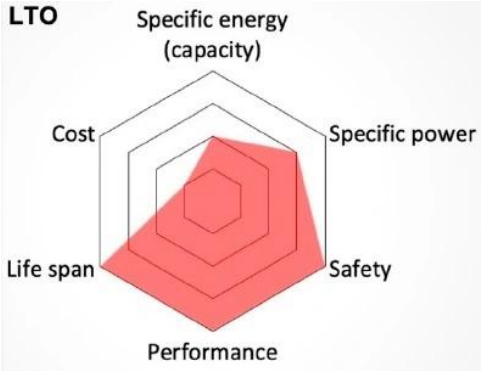
- มีค่าพลังงานจำเพาะสูง
- สามารถจ่ายกระแสได้มาก
- ชาร์จเร็ว
- มีอายุการใช้งานนาน

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ NCA

- ความปลอดภัยต่ำกว่าชนิดอื่น
- ราคาสูง

6.แบตลิเธี่ยมไททาเนต (Lithium Titanate : LTO)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมไททาเนต หรือ LTO ที่เปลี่ยนอาร์โนดจากกราไฟต์เป็นลิเธี่ยมไททาเนต ส่วนคาร์โธดมีทั้งเป็น LMO หรือ LMC ผลคือได้แบตฯที่ทั้ง ชาร์จเร็วกว่าแบตฯชนิดอื่นๆ อายุการใช้งานนาน และมีความปลอดภัยขึ้น แบตลิเธี่ยมไททาเนต (LTO) มีใช้ใน รถยนต์ EV เวอร์ชั่นที่มีใช้ภายในประเทศญี่ปุ่นเอง เช่น รถยนต์ไฟฟ้า Mitsubishi i-MiEV , Honda Fit EV , Tosa Electric Concept Bus นอกจากนี้ยังมีใช้ในเครื่องมือทางการทหาร ไฟถนนโซล่าเซลล์ รถ EV สถานีชาร์จรถ EV UPS เครื่องมือสื่อสาร รวมไปถึงอุปกรณ์ทางอวกาศ



ข้อดีแบตเตอรี่ลิเธี่ยมไททาเนต LTO

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมไททาเนต มีจุดเด่นหลายอย่าง

- ชาร์จเร็ว
- มีช่วงอุณหภูมิใช้งานที่กว้างมาก
- มีอายุการใช้งานนาน
- มีความปลอดภัยและความสเถียรสูงที่สุด

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ NCA

- มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำ แบตจึงมีขนาดใหญ่
- ราคาสูงมาก

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมในอนาคต (Lithium Battery in the future)

แบตเตอรี่โซลิดสเตท ลิเธี่ยมไอออน (Solid-state Li-ion Battery): มีค่าพลังงานจำเพาะสูงแต่จ่ายกระแสได้ไม่ดีและมีความปลอดภัยน้อย

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมซัลเฟอร์ (Lithium-Sulfur Battery) : มีค่าพลังงานจำเพาะสูงแต่มีอายุงานสั้นและจ่ายกระแสไม่ดี

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมอากาศ (Lithium-Air Battery) : มีค่าพลังงานจำเพาะสูงแต่จ่ายกระแสไม่ดี และต้องการอากาศบริสุทธิ์ไหลเวียน มีอายุงานสั้น

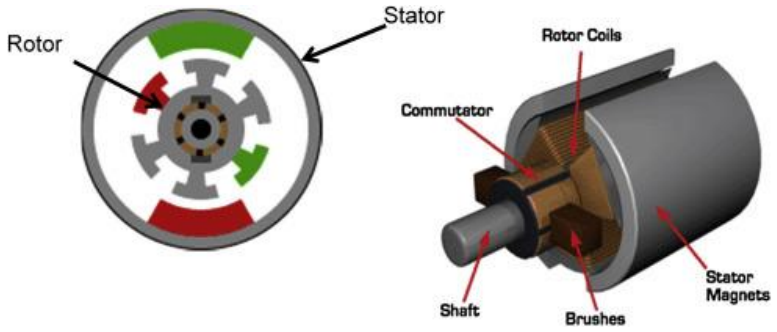
มอเตอร์ไฟฟ้า 8 แบบที่ใช้ในรถ EV

1. Brushed DC Motor

มอเตอร์แบบนี้จะมีชิ้นแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnets) อยู่ที่ Stator และแปรงถ่าน (Brush) กับคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คอยจ่ายไฟ อยู่ที่ Rotor โดยที่ จะใช้ไฟ DC ในการทำให้มอเตอร์หมุน

ข้อดีของ Brushed DC Motor คือราคาถูก ควบคุมง่ายและ ให้แรงบิดสูงขณะที่ความเร็วต่ำ

ข้อเสียของ Brushed DC Motor คือ มีรูปร่างเทอะทะ ประสิทธิภาพต่ำ ความร้อนขณะทำงานสูง ต้องซ่อมแซม หรือเปลี่ยนแปรงถ่านบ่อย ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้ไม่ถูกนิยมใช้ในรถ EV ในปัจจุบัน



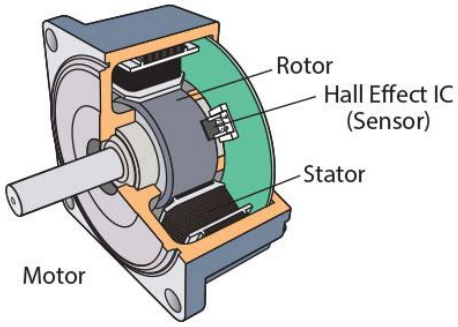
2. Brushless DC (BLDC) Motor

มอเตอร์แบบนี้จะมีชิ้นแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnets) อยู่ที่ Rotor และแหล่งจ่ายไฟ AC อยู่ที่ Stator โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) และ Commutator และเนื่องจากเมื่อก่อนนั้นแหล่งจ่ายไฟภายนอกจะเป็น DC แล้วผ่าน Inverter มาเป็น AC ทำให้การเรียกชื่อเป็น Brushless DC Motor นั่นเอง

ข้อดีคือ ไม่มี Copper Loss ที่ Rotor ทำให้ประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ Induction Motor (IM) มีน้ำหนักเบากว่า ประสิทธิภาพสูงกว่า แรงบิดมากกว่า และกำลังมากกว่าแบบ DC Motor และแบบ IM และไม่ต้องมีการซ่อมแซมบ่อยเหมือน DC Motor

ข้อเสียคือ ราคาของ Permanent Magnets ที่แพง การควบคุมที่ซับซ้อน และมีความกว้างของ Speed Range ที่ต่ำกว่า แบบ IM

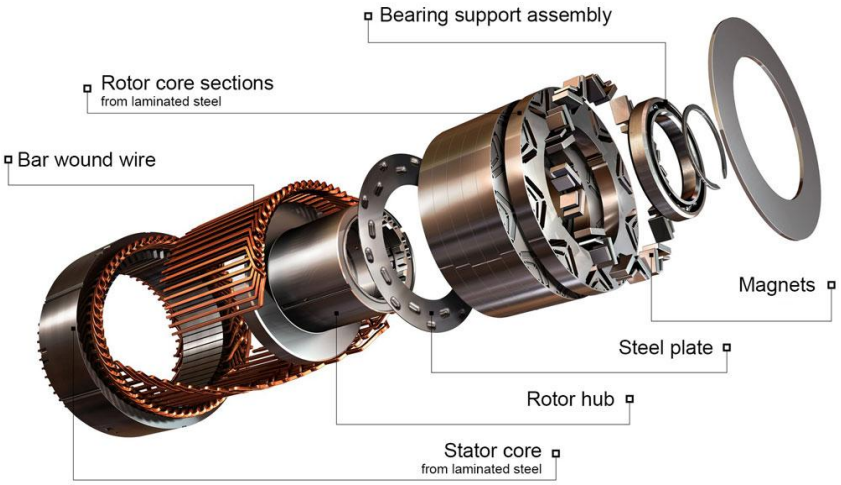
Toyota Prius ปี 2005 ใช้มอเตอร์ชนิดนี้อยู่



3. Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM)

มอเตอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายกับ BLDC แต่จะมีการควบคุม และโครงสร้างที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ข้อดีคือ PMSM แบบ Interior และ Surface จะสามารถให้แรงบิดที่มากกว่า BLDC ได้ และด้วยการควบคุมแบบ Field Weakening แล้วจะทำให้ Speed Range กว้างขึ้นได้

ข้อเสียคือ จะมี Core Loss ที่สูงโดยธรรมชาติ และ Copper Loss ที่สูงขณะอยู่ในโหมด Field Weakening ในความเร็วสูง แต่ประสิทธิภาพรวมก็ยังคงดีกว่ามอเตอร์แบบอื่นอยู่ดี มีปัญหาของ Demagnetization จากแกนเหล็กที่ทำให้คุณสมบัติของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ และปัญหาการเริ่มออกตัว Motor ผู้ผลิตหลายรายใช้ PMSM มอเตอร์ชนิดนี้ เช่น Nissan Leaf, Soul EV และ Toyota Prius ปัจจุบัน เป็นต้น



4. Induction Motor (IM)

เป็นมอเตอร์ที่ใช้การเหนี่ยวนำระหว่างขดลวดที่ Stator และ Rotor ในการทำให้ Rotor หมุน สามารถควบคุมได้ง่ายเหมือน DC Motor โดยใช้เทคนิคของ Vector Control (FOC) และสามารถใช้โหมด Field Weakening เพื่อขยาย Speed Range ได้เหมือน PMSM

ข้อดีคือ มีราคาถูกกว่า ทนกว่า การควบคุมง่ายกว่า และมีเสถียรภาพมากกว่า PMSM

ข้อเสียคือ มีประสิทธิภาพน้อยกว่า PMSM เนื่องจาก Copper Loss ที่ขดลวด Rotor

ผู้ผลิตที่ใช้ IM เช่น Tesla Model S, Tesla Model X, Toyota RAV4, GM EV1, LinktechEV เป็นต้น

Curtis HPEVS AC-51 [6]

DANA TM4 ASY-120 series, ASY-200 series [7]

5. Switched Reluctance Motor (SRM)

เป็นมอเตอร์ที่มีขั้วยื่น (Salient Pole) อยู่ที่ทั้ง Rotor และ Stator โดยเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าไปที่ Stator แล้ว จะทำให้ Rotor หมุนไปในแนวที่ทำให้ Reluctance ของเส้นทางการไหลของเส้นแรงแม่เหล็กน้อยที่สุด

ข้อดีคือ SRM มีความทนทาน มีโครงสร้างที่เรียบง่าย ราคาถูกในการผลิต มีระยะ Speed Range ที่กว้าง และกำลังส่งที่สูง ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในรถ EV

ข้อเสียคือ ถึงแม้ว่า โครงสร้างของ SRM จะง่าย แต่การควบคุมนี้ยากและซับซ้อน มอเตอร์ SRM จะมีเสียงรบกวนที่ดัง เนื่องจากแรงบิดที่เกิดจากความต้านทานแม่เหล็ก หรือ Reluctance Torque และมีประสิทธิภาพที่ต่ำเมื่อเทียบกับ PMSM หรือ IM

ผู้ผลิตที่ใช้ SRM ในปัจจุบันคือ Chloride Lucas เป็นต้น

6. Synchronous Reluctance Motor (SynRM)

เป็นมอเตอร์ที่ทำงานที่ความเร็ว Sychronous และเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กโดยการเซาะร่องที่ตัว Rotor ตามแนวการไหลของเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้ Reluctance มีค่าต่ำ

ข้อดีคือ มอเตอร์ SynRM ทนทาน และเสถียรเหมือน IM และมีประสิทธิภาพสูง และขนาดเล็กเหมือน PMSM

ข้อเสียคือ การออกแบบ Rotor นั้นทำยาก การควบคุมที่ยาก และการผลิตรูปแบบของ Rotor ที่ซับซ้อน ทำให้ ประสิทธิภาพนั้นต่ำ

7. PM Assisted Synchronous Reluctance Motor (PM-SynRM)

มอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับ SynRM แต่จะใส่ Permanent Magnet เข้าไปใน Rotor เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้รูปแบบนี้คล้ายกับแบบ Interior PMSM เพียงแต่ว่า SynRM จะใช้แม่เหล็กถาวรที่น้อยกว่า และจะไม่มีปัญหาของ Demagnitization เหมือนแบบ PMSM

ข้อดีคือ มีประสิทธิภาพหรือ Power Factor สูงกว่าแบบ SynRM และไม่มีปัญหา Demagnitization เหมือนแบบ PMSM

ข้อเสียจะคล้ายกับแบบ SynRM นั่นคือ การออกแบบ Rotor นั้นยาก และการผลิตรูปแบบของ Rotor ที่ซับซ้อน

ผู้ผลิตที่ใช้ PM-SynRM คือ BRUSA Elektronik AG, BMW i3 เป็นต้น

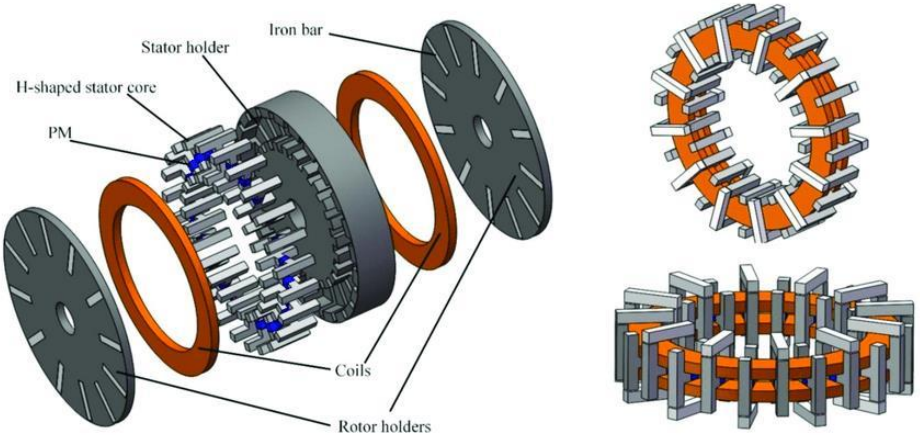
8. Axial Flux Ironless Permanent Magnet Motor

เป็นมอเตอร์ที่การวาง Rotor และ Stator ไม่เหมือนแบบที่กล่าวมาทั้งหมด นั่นคือ จะวางแนว Axial นั่นคือมี Rotor ที่เป็นจารบินอยู่ตรงกลาง แล้วมี Stator ที่เป็นจานบินครอบทั้งสองข้าง ทำให้สามารถลด Core Loss ลงได้อย่างมาก และน้ำหนักเบาขึ้น

ข้อดีคือ มอเตอร์ชนิดนี้ มีรูปแบบพิเศษที่สามารถฝังลงในตัวล้อของรถ EV ได้เลย และประสิทธิภาพที่สูงเนื่องจาก Core Loss และ Copper Loss ที่มอเตอร์นั้นลดลงอย่างมากเนื่องจากโครงสร้างแบบ Axial

ข้อเสียคือ เป็นมอเตอร์ชนิดใหม่ที่ยังไม่ค่อยมีการพัฒนา ทำให้เทคโนโลยีการควบคุมยังไม่เสถียรมากนัก และราคาการผลิตยังคงสูงอยู่ เนื่องจากปริมาณที่น้อย

ผู้ผลิตที่ใช้มอเตอร์ชนิดนี้คือ Renovo Coupe เป็นต้น



ระบบระบายความร้อน 5 ประเภทในรถยนต์ไฟฟ้า

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศในรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (HEV) จะใช้อากาศจากสิ่งแวดล้อมในการระบายความร้อน โดยระบบนี้จะดูดอากาศเย็นจากภายนอกเข้ามาหมุนเวียนในระบบแบตเตอรี่ ระบบจะดูดซับความร้อนและไล่อากาศร้อนออกไป ความเรียบง่ายและความคุ้มค่าของระบบนี้โดดเด่นเนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนที่ซับซ้อนหรือสารหล่อเย็นราคาแพง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนยังมีจำกัด เนื่องจากอากาศมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่า ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศจึงไม่สามารถรับมือกับความร้อนสูงจากแบตเตอรี่ประสิทธิภาพสูงในปัจจุบันได้ ทำให้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศไม่เหมาะกับรถยนต์ที่ต้องการกำลังขับสูง

ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว

ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวในรถยนต์ไฟฟ้า (EV) และรถยนต์ไฟฟ้ากำลัง (HEV) มีความก้าวหน้ากว่ามาก โดยใช้สารหล่อเย็น เช่น สารละลายไกลคอลเพื่อดูดซับความร้อน ระบบนี้มีเครือข่ายท่อเพื่อหมุนเวียนสารหล่อเย็นไปรอบๆ ส่วนประกอบที่สร้างความร้อน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยปั๊มสำหรับเคลื่อนย้ายสารหล่อเย็นและหม้อน้ำเพื่อระบายความร้อนของสารหล่อเย็นที่ถูกทำให้ร้อน ประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวขึ้นอยู่กับค่าการนำความร้อนและความจุความร้อนที่สูงขึ้นของของเหลว ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับและจัดการความร้อน แม้ว่าระบบนี้จะประกอบด้วยส่วนประกอบที่ซับซ้อนกว่าและมีราคาแพงกว่าการระบายความร้อนด้วยอากาศ แต่ก็ให้การจัดการความร้อนที่ดีกว่าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

ระบบระบายความร้อนแบบครีบ

ระบบระบายความร้อนแบบครีบระบายความร้อนในรถยนต์ไฟฟ้า (EV) และรถยนต์พลังงานสูง (HEV) ใช้ครีบระบายความร้อนเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน เซลล์แบตเตอรี่จะยึดครีบระบายความร้อนเพื่อถ่ายเทความร้อนจากแบตเตอรี่ไปยังครีบระบายความร้อนและอากาศโดยรอบ แม้ว่าระบบนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนด้วยพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ทำให้รถมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของรถ ดังนั้น ระบบระบายความร้อนแบบครีบระบายความร้อนจึงควรคำนึงถึงความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพและความเรียบง่าย แต่อาจไม่เหมาะสำหรับรถยนต์ที่น้ำหนักเป็นสิ่งสำคัญ

ระบบระบายความร้อนด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะ (PCM)

ระบบระบายความร้อน PCM ในรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์พลังงานสูง (HEV) ใช้คุณสมบัติของวัสดุเปลี่ยนสถานะที่ดูดซับความร้อนในระหว่างการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ดังนั้นจึงช่วยรักษาอุณหภูมิภายในชุดแบตเตอรี่ให้คงที่ แม้ว่าระบบ PCM จะดูดซับความร้อนและสามารถกระจายอุณหภูมิได้สม่ำเสมอ แต่ก็มีข้อจำกัด ความท้าทายหลักคือการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในระหว่างการเปลี่ยนสถานะและความสามารถของระบบในการถ่ายเทความร้อนออกไป ดังนั้นจึงอาจเป็นข้อบกพร่องในสถานการณ์ที่ต้องการการกระจายความร้อนอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง

ระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็น

ระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็นในรถยนต์ไฟฟ้า (EV) และรถยนต์ไฟฟ้ากำลังสูง (HEV) จะผสานรวมเข้ากับระบบปรับอากาศของรถยนต์ ระบบเหล่านี้ใช้สารทำความเย็นเพื่อดูดซับและถ่ายเทความร้อนจากเซลล์แบตเตอรี่ การผสานรวมนี้ช่วยให้สามารถจัดการอุณหภูมิของแบตเตอรี่ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยสอดคล้องกับความสามารถในการทำความเย็นของระบบ HVAC ที่มีอยู่ในรถยนต์ ประสิทธิภาพของระบบเหล่านี้โดดเด่นคือสามารถรักษาอุณหภูมิของแบตเตอรี่ให้อยู่ในระดับที่ดีที่สุดภายใต้สภาวะการทำงานที่ผันผวน อย่างไรก็ตาม ความซับซ้อนและการผสานรวมกับระบบ HVAC อาจมีความซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบทำความเย็นทั่วไป

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้า

2. ..... แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีน้ำหนักมากและเสื่อมสภาพเร็ว

3. ..... มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

4. ..... อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง

5. ..... ระบบชาร์จ DC Fast Charging ใช้เวลาชาร์จนานกว่า AC Charging

6. ..... ระบบระบายความร้อนช่วยป้องกันแบตเตอรี่ร้อนเกินไป

7. ..... ECU เปรียบเสมือนสมองของรถยนต์ไฟฟ้า

8. ..... ระบบเบรกไฟฟ้าไม่สามารถนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้

9. ..... โครงสร้างรถยนต์ไฟฟ้ามักวางแบตเตอรี่ไว้ใต้พื้นรถ

10. ..... ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบอากาศ

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. แบตเตอรี่มีความสำคัญต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ.....

2. หน้าที่ของอินเวอร์เตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าคืออะไร

ตอบ.....

3. ระบบระบายความร้อนมีประโยชน์ต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ส่วนใดทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า

ก. อินเวอร์เตอร์

ข. แบตเตอรี่

ค. มอเตอร์ไฟฟ้า

ง. ECU

2. แบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าปัจจุบันคือชนิดใด

ก. ลิเธียมไอออน

ข. ตะกั่วกรด

ค. อัลคาไลน์

ง. นิกเกิลแคดเมียม

3. มอเตอร์ไฟฟ้าในรถยนต์ไฟฟ้ามีหน้าที่ใด

ก. ควบคุมการทำงานของระบบ

ข. ระบายความร้อน

ค. แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ง. เก็บพลังงานไฟฟ้า

4. อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่ใดในรถยนต์ไฟฟ้า

ก. ชาร์จแบตเตอรี่

ข. แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ

ค. ระบายความร้อนมอเตอร์

ง. ควบคุมระบบเบรก

5. ระบบชาร์จไฟฟ้าแบบใดเหมาะสำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่บ้าน

ก. Wireless Charging

ข. DC Fast Charging

ค. Solar Charging

ง. AC Charging

6. ระบบใดช่วยควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ไม่ให้ร้อนเกินไป

ก. ECU

ข. ระบบชาร์จ

ค. ระบบระบายความร้อน

ง. อินเวอร์เตอร์

7. ECU ในรถยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญอย่างไร

ก. ขับเคลื่อนล้อรถ

ข. ควบคุมและสั่งงานระบบต่าง ๆ

ค. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ง. ระบายความร้อน

8. ระบบเบรกแบบชาร์จพลังงานกลับ (Regenerative Braking) มีประโยชน์อย่างไร

ก. เพิ่มเสียงขณะเบรก

ข. ลดน้ำหนักรถ

ค. ลดแรงเสียดทาน

ง. นำพลังงานกลับไปเก็บในแบตเตอรี่

9. การวางแบตเตอรี่ไว้ใต้พื้นรถยนต์ไฟฟ้ามีข้อดีอย่างไร

ก. ลดต้นทุนการผลิต

ข. เพิ่มความเร็วรถ

ค. เพิ่มความสมดุลและความปลอดภัย

ง. เพิ่มพื้นที่ห้องเครื่อง

10. ข้อใดคือข้อดีของระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว

ก. ไม่ต้องบำรุงรักษา

ข. ระบายความร้อนได้มีประสิทธิภาพสูง

ค. ราคาถูกที่สุด

ง. โครงสร้างง่าย

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ส่วนใดทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า

ก. อินเวอร์เตอร์

ข. แบตเตอรี่

ค. มอเตอร์ไฟฟ้า

ง. ECU

2. แบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าปัจจุบันคือชนิดใด

ก. ลิเธียมไอออน

ข. ตะกั่วกรด

ค. อัลคาไลน์

ง. นิกเกิลแคดเมียม

3. มอเตอร์ไฟฟ้าในรถยนต์ไฟฟ้ามีหน้าที่ใด

ก. ควบคุมการทำงานของระบบ

ข. ระบายความร้อน

ค. แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ง. เก็บพลังงานไฟฟ้า

4. อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่ใดในรถยนต์ไฟฟ้า

ก. ชาร์จแบตเตอรี่

ข. แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ

ค. ระบายความร้อนมอเตอร์

ง. ควบคุมระบบเบรก

5. ระบบชาร์จไฟฟ้าแบบใดเหมาะสำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่บ้าน

ก. Wireless Charging

ข. DC Fast Charging

ค. Solar Charging

ง. AC Charging

6. ระบบใดช่วยควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ไม่ให้ร้อนเกินไป

ก. ECU

ข. ระบบชาร์จ

ค. ระบบระบายความร้อน

ง. อินเวอร์เตอร์

7. ECU ในรถยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญอย่างไร

ก. ขับเคลื่อนล้อรถ

ข. ควบคุมและสั่งงานระบบต่าง ๆ

ค. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ง. ระบายความร้อน

8. ระบบเบรกแบบชาร์จพลังงานกลับ (Regenerative Braking) มีประโยชน์อย่างไร

ก. เพิ่มเสียงขณะเบรก

ข. ลดน้ำหนักรถ

ค. ลดแรงเสียดทาน

ง. นำพลังงานกลับไปเก็บในแบตเตอรี่

9. การวางแบตเตอรี่ไว้ใต้พื้นรถยนต์ไฟฟ้ามีข้อดีอย่างไร

ก. ลดต้นทุนการผลิต

ข. เพิ่มความเร็วรถ

ค. เพิ่มความสมดุลและความปลอดภัย

ง. เพิ่มพื้นที่ห้องเครื่อง

10. ข้อใดคือข้อดีของระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว

ก. ไม่ต้องบำรุงรักษา

ข. ระบายความร้อนได้มีประสิทธิภาพสูง

ค. ราคาถูกที่สุด

ง. โครงสร้างง่าย

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** โครงสร้างและชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ..✓.. แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้า
2. ..✗.. แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีน้ำหนักมากและเสื่อมสภาพเร็ว
3. ..✓.. มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
4. ..✗.. อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง
5. ..✗.. ระบบชาร์จ DC Fast Charging ใช้เวลาชาร์จนานกว่า AC Charging
6. ..✓.. ระบบระบายความร้อนช่วยป้องกันแบตเตอรี่ร้อนเกินไป
7. ..✓.. ECU เปรียบเสมือนสมองของรถยนต์ไฟฟ้า
8. ..✗.. ระบบเบรกไฟฟ้าไม่สามารถนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้
9. ..✓.. โครงสร้างรถยนต์ไฟฟ้ามักวางแบตเตอรี่ไว้ใต้พื้นรถ
10. ..✓.. ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบอากาศ

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

1. แบตเตอรี่มีความสำคัญต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ..แบตเตอรี่ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า.....

2. หน้าที่ของอินเวอร์เตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าคืออะไร

ตอบ..อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นกระแสสลับเพื่อให้มอเตอร์ทำงาน.....

3. ระบบระบายความร้อนมีประโยชน์ต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ..ช่วยควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ให้ร้อนเกินไป และยืดอายุการใช้งาน.....

ข้อที่	ข้อถูก
1	ข
2	ก
3	ค
4	ข
5	ง
6	ค
7	ข
8	ง
9	ค
10	ข

ข้อที่	ข้อถูก
1	ข
2	ก
3	ค
4	ข
5	ง
6	ค
7	ข
8	ง
9	ค
10	ข

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 600 นาที
ชื่อหน่วยเรียน ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 3 ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) เข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุม BLDC และ PMSM
2) อธิบายหลักการควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุม BLDC และ PMSM ได้ถูกต้อง

1.การควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุม BLDC และ PMSM

1.1 การควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าและชุดควบคุมสำหรับ BLDC และ PMSM

ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า Electric Vehicle (EV) และยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด Hybrid Electric Vehicle (HEV) มอเตอร์ไฟฟ้าถือเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เพื่อขับเคลื่อนล้อของยานยนต์ โดยมอเตอร์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ มอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน Brushless DC Motor (BLDC) และมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานที่สูง ขนาดกะทัดรัด และมีการบำรุงรักษาที่ต่ำเมื่อเทียบกับมอเตอร์ประเภทอื่น

1.2 ลักษณะทั่วไปของมอเตอร์ BLDC และ PMSM มอเตอร์ทั้งสองประเภทนี้มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ใช้แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ในโรเตอร์เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กถาวร ขณะที่สเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่เมื่อถูกป้อนไฟฟ้า จะสร้างสนามแม่เหล็กหมุนที่ใช้ในการผลักดันโรเตอร์ให้หมุนตาม

1.2.1 BLDC มีลักษณะของสัญญาณแรงดันที่ป้อนเข้าเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม(Trapezoidal Waveform) ซึ่งสามารถควบคุมได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงในช่วงความเร็วต่ำถึงปานกลาง

1.2.2 PMSM ใช้รูปคลื่นไซน์ (Sinusoidal Waveform) ในการควบคุมจึงให้การหมุนที่ราบรื่นและมีประสิทธิภาพสูงกว่า BLDC โดยเฉพาะในช่วงความเร็วสูงหรือโหลดเปลี่ยนแปลงบ่อย

1.3 ระบบควบคุมมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

การควบคุมมอเตอร์ BLDC และ PMSM จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมแรงดันและกระแสที่ป้อนเข้าสเตเตอร์อย่างแม่นยำ ซึ่งโดยทั่วไปจะอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือไมโครโปรเซสเซอร์ร่วมกับวงจรกำลัง (Power Electronics) และตัวขับทรานซิสเตอร์ (Gate Driver) เพื่อควบคุมการเปิด และปิดของทรานซิสเตอร์กำลัง เช่น MOSFET หรือ IGBT ที่เชื่อมต่อกับขดลวดของมอเตอร์ โดยเทคนิคที่นิยมใช้ในระบบควบคุม ได้แก่

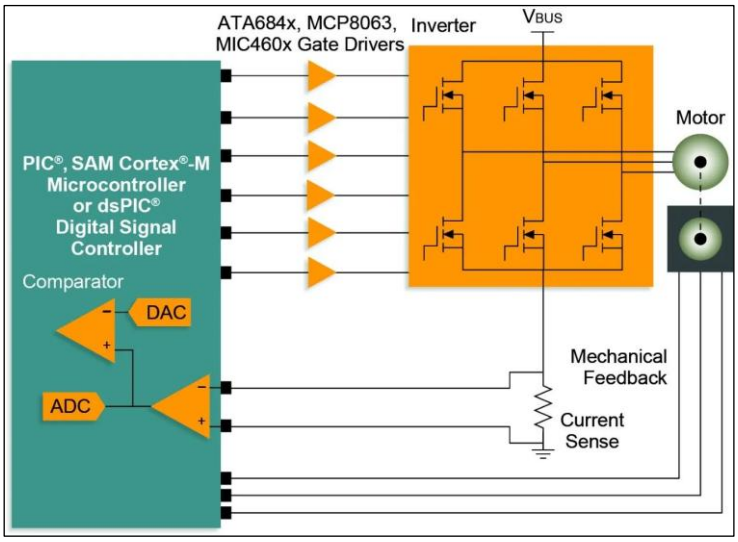
1.3.1 การควบคุมเวกเตอร์เชิงสนาม Field Oriented Control (FOC) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้การแปลงพิกัดทางคณิตศาสตร์ Clark & Park Transformation เพื่อนำพารามิเตอร์ 3 เฟสของมอเตอร์มาสู่ระบบพิกัด 2 แกน d-q axis ทำให้สามารถควบคุมแรงบิดและฟลักซ์ได้อย่างอิสระ และให้การตอบสนองที่รวดเร็ว

1.3.2 การควบคุมแบบไร้เซ็นเซอร์ (Sensorless Control) ที่ประเมินตำแหน่งโรเตอร์จากแรงเคลื่อนไฟฟ้าย้อนกลับ (Back EMF) หรือการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ แทนการใช้เซ็นเซอร์ทางกายภาพ เช่น Hall Effect หรือ Resolver ซึ่งช่วยลดต้นทุนและความซับซ้อนของระบบ

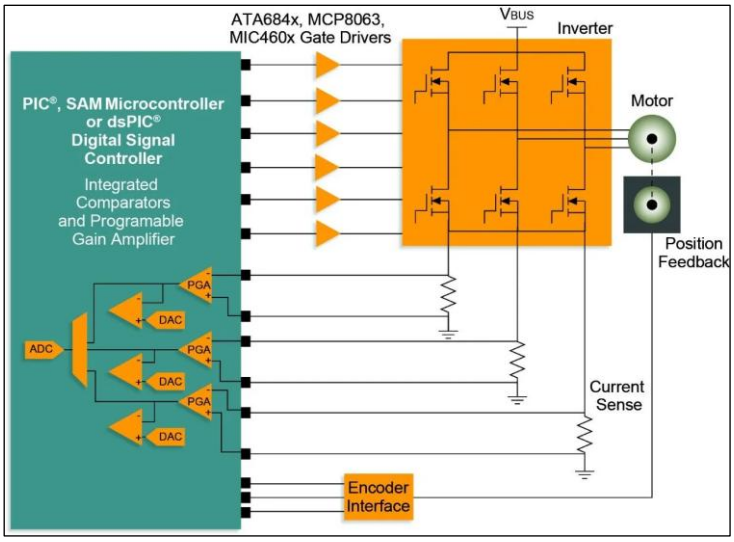
1.4 อัลกอริธึมการควบคุมมอเตอร์

แม้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้าจะมีอยู่หลากหลายประเภทในงานอุตสาหกรรมและระบบขับเคลื่อนแต่ในการประยุกต์ใช้งานกับยานยนต์ไฟฟ้า มอเตอร์ที่ได้รับความนิยมและถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย ได้แก่ มอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน Brushless DC Motor (BLDC) มอเตอร์แม่เหล็กถาวรซิงโครนัส Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) และมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) โดยประเภทของมอเตอร์ที่เลือกใช้นั้นจะมีผลโดยตรงต่ออัลกอริทึมการควบคุมที่เหมาะสม รวมถึงการออกแบบระบบควบคุมแบบวงจรเปิด (Open loop) หรือวงจรปิด (Closed loop) ในระบบควบคุมแบบวงจรปิด จำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งที่สามารถให้ข้อมูลตำแหน่งของโรเตอร์ได้อย่างแม่นยำตลอดเวลา เพื่อให้การควบคุมแรงบิดและความเร็วของมอเตอร์เป็นไปอย่างถูกต้องและราบรื่น ตารางที่แสดงต่อไปนี้ได้สรุปลักษณะของรูปแบบการควบคุมที่สำคัญสำหรับมอเตอร์ประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าหนึ่งในรูปแบบการควบคุมที่ง่ายและได้รับความนิยมสำหรับมอเตอร์ BLDC คือ การควบคุมแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Control) ซึ่งมีข้อดีในด้านต้นทุนต่ำและความง่ายในการนำไปใช้งาน รูปแบบการควบคุมดังกล่าวประสบปัญหาแรงบิดที่เกิดการกระเพื่อม (Torque Ripple) ในช่วงการสับเปลี่ยนสถานะการทำงานของขดลวด ส่งผลให้การทำงานไม่ราบรื่นเท่าที่ควร การควบคุมแบบไซน์ (Sinusoidal Control) ถือเป็นพัฒนาการต่อเนื่องจากการควบคุมแบบสี่เหลี่ยมคางหมู โดยใช้กระแส 3เฟสที่เป็นไซน์เวฟในการขับเคลื่อนขดลวดของมอเตอร์ทำให้เกิดแรงบิดที่ต่อเนื่องมากขึ้น เสียงรบกวนต่ำ และสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น โดยเฉพาะในช่วงความเร็วต่ำ ทั้งนี้ การควบคุมในลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการวัดตำแหน่งของโรเตอร์ที่แม่นยำ เช่น จากตัวเข้ารหัส (Encoder) หรือตัวแก้ปัญหา (Resolver) เพื่อให้การควบคุมกระแสเป็นไปอย่างถูกต้องสัมพันธ์กับตำแหน่งของโรเตอร์ การควบคุมแบบไซน์เริ่มมีข้อจำกัดเมื่อมอเตอร์ทำงานที่ความเร็วสูง เนื่องจากความถี่ของสัญญาณไซน์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แรงบิดลดลงและประสิทธิภาพของระบบลดต่ำลง เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการควบคุมที่เรียกว่า การควบคุมแบบเวกเตอร์ (Vector Control) หรือการควบคุมแบบอิงสนามแม่เหล็ก Field Oriented Control (FOC) ซึ่งเป็นเทคนิคการควบคุมที่มีความก้าวหน้าและถูกนำมาใช้กับมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) อย่างแพร่หลาย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับมอเตอร์ชนิด Brushless Direct Current (BLDC) และ Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดหลักของ FOC คือการแยกองค์ประกอบของฟลักซ์ (Flux) และแรงบิด (Torque) ออกจากกัน และทำการควบคุมองค์ประกอบทั้งสองแบบอิสระต่อกัน เพื่อให้การสร้างแรงบิดมีความต่อเนื่อง ราบรื่น และมีความแม่นยำสูง โดยเทคนิค FOC สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ Direct FOC เป็นการคำนวณมุมของฟลักซ์โดยตรงจากการวัดค่าหรือการประมาณค่าฟลักซ์ของโรเตอร์ Indirect FOC เป็นการประเมินมุมฟลักซ์ของโรเตอร์โดยอ้างอิงจากความเร็วรอบของมอเตอร์และค่าการลื่นไถล (Slip) การควบคุมแบบเวกเตอร์จำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองทางพลศาสตร์ของมอเตอร์ (Motor Dynamic Model) เพื่อใช้ในการคำนวณค่าที่เหมาะสมของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ปลายขดลวด โดยกระบวนการนี้ใช้อัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและต้องอาศัยหน่วยประมวลผลที่มีสมรรถนะสูง เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือหน่วยประมวลผลเฉพาะทาง (Dedicated Processor) ข้อได้เปรียบสำคัญของ FOC คือความสามารถในการประยุกต์ใช้ร่วมกันกับมอเตอร์ไฟฟ้าหลายประเภทภายในระบบเดียวกัน เช่น มอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) มอเตอร์แม่เหล็กถาวรแบบกระแสสลับ (PM AC Motor) และมอเตอร์ BLDC โดยใช้โครงสร้างการควบคุมที่เหมือนกันซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของมอเตอร์ได้สูงถึง ร้อยละ 95 ทั้งในช่วงความเร็วต่ำและความเร็วสูงนอกจากนี้ FOC ยังสามารถควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานที่ความเร็วต่ำมาก ได้โดยที่แรงบิดยังคงมีความคงที่และมีความแม่นยำสูง



แผนภาพการควบคุมทั่วไปของมอเตอร์ BLDC แบบ 3 เฟส ซึ่งประกอบด้วยฮาล์ฟบริดจ์สามชุดที่ใช้ทรานซิสเตอร์กำลังจำนวนหกตัวควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดโดยทรานซิสเตอร์จะได้รับสัญญาณควบคุมแบบ PWM จำนวนสามชุดซึ่งลำดับและช่วงเวลาของการกระตุ้นจะถูกกำหนดโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) หรือวงจรขับเฉพาะ (Driver IC) ทั้งนี้ เซ็นเซอร์ Hall จำนวนสามตัวจะทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งของโรเตอร์และส่งสัญญาณย้อนกลับให้กับระบบควบคุมเพื่อใช้ในการกำหนดลำดับการทำงานที่เหมาะสม



แผนภาพที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับการควบคุมมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบเวกเตอร์ ทั้งนี้ แผนภาพดังกล่าวถูกประยุกต์ใช้ในการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ Induction Motor (IM) โดยมีการรับข้อมูลตำแหน่งของโรเตอร์ผ่านทางอินเทอร์เฟซของตัวเข้ารหัสความละเอียดสูง (High Precision Encoder Interface) ซึ่งทำหน้าที่ให้สัญญาณตอบสนองตำแหน่งแบบเรียลไทม์เพื่อสนับสนุนอัลกอริทึมควบคุมแบบ Field Oriented Control (FOC) ที่ต้องการความแม่นยำในการระบุทิศทางของสนามแม่เหล็กและแรงบิดที่ต้องการผลิตในมอเตอร์ การประยุกต์ใช้ตัวเข้ารหัสในระบบควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำดังกล่าวทำให้สามารถควบคุมการหมุนของโรเตอร์ได้อย่างแม่นยำส่งผลให้แรงบิดที่ผลิตมีความต่อเนื่อง และประสิทธิภาพของมอเตอร์โดยรวมเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการทำงานที่ต้องการความแม่นยำของความเร็วและแรงบิด เช่น ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า

1.5 การเปรียบเทียบการควบคุมมอเตอร์ BLDC แบบมีเซ็นเซอร์และแบบไม่มีเซ็นเซอร์

ในการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน Brushless DC Motor (BLDC) จำเป็นต้องมีข้อมูลตำแหน่งของโรเตอร์เพื่อใช้ในการสับเปลี่ยนสถานะของขดลวดสเตเตอร์อย่างถูกต้องตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากมอเตอร์ BLDC ไม่สามารถดำเนินกระบวนการสับเปลี่ยนด้วยตนเองได้เหมือนกับมอเตอร์ที่มีแปรงถ่าน จึงจำเป็นต้องมีระบบควบคุมที่สามารถระบุตำแหน่งโรเตอร์ได้อย่างแม่นยำ โดยทั่วไปการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ BLDC แบบวงจรปิดจะอาศัยข้อมูลความเร็วรอบของมอเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ และสัญญาณพัลส์ความกว้างแปรผัน Pulse Width Modulation (PWM) เพื่อควบคุมพลังงานและแรงบิด ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้ระบบควบคุมสามารถตอบสนองต่อโหลดที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การควบคุมมอเตอร์ BLDC แบบมีเซ็นเซอร์ (Sensor based Control) อาศัยเซ็นเซอร์ตำแหน่งเพื่อตรวจจับตำแหน่งของโรเตอร์แบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้การควบคุมแรงบิดและความเร็วมีความแม่นยำสูง ระบบควบคุมในลักษณะนี้มีข้อเสียในด้านความซับซ้อนของวงจรเนื่องจากต้องมีการติดตั้งเซ็นเซอร์เพิ่มเติมรวมถึงสายสัญญาณและวงจรประมวลผล ส่งผลให้ต้นทุนโดยรวมของระบบสูงขึ้น ในทางกลับกัน การควบคุมมอเตอร์แบบไม่มีเซ็นเซอร์ (Sensorless Control) เป็นแนวทางที่ใช้เทคนิคการประมาณค่าตำแหน่งของโรเตอร์โดยอิงจากแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับ Back Electromotive Force (BEMF) ที่เกิดขึ้นในขดลวดมอเตอร์ระหว่างการหมุน โดยไม่จำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์ตำแหน่งทางกายภาพ วิธีการนี้สามารถลดต้นทุนของระบบและความซับซ้อนของการติดตั้งลงได้อย่างมาก และเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น พัดลม ปั๊มน้ำ ตู้เย็น และคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศ ซึ่งล้วนเป็นตัวอย่างของการใช้งานที่ต้องการมอเตอร์แบบความเร็วแปรผันในต้นทุนต่ำ เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับตำแหน่งของโรเตอร์ในระบบควบคุมแบบมีเซ็นเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ เซ็นเซอร์เอฟเฟกต์ฮอลล์ (Hall effect Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่มีโครงสร้างเรียบง่าย ต้นทุนต่ำ และสามารถให้สัญญาณตำแหน่งพื้นฐานได้เพียงพอสำหรับการควบคุมขั้นต้น เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีความละเอียดต่ำเมื่อเทียบกับเซ็นเซอร์ประเภทอื่น

ตัวเข้ารหัส (Encoder) ให้ความละเอียดในการตรวจจับตำแหน่งในระดับสูงกว่า Hall Sensor แต่มีต้นทุนสูงกว่า และจำเป็นต้องใช้วงจรประมวลผลแบบดิจิทัลเพื่อถอดรหัสสัญญาณ ตัวแก้ปัญหา (Resolver) เป็นเซ็นเซอร์ที่สามารถให้ค่าความละเอียดในการตรวจจับตำแหน่งได้สูงที่สุด และเหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำสูงมาก เช่น ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าหรือหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีต้นทุนสูง และต้องอาศัยวงจรประมวลผลขั้นสูงในการนำสัญญาณมาใช้งาน โดยสรุป การเลือกใช้การควบคุมแบบมีเซ็นเซอร์หรือแบบไม่มีเซ็นเซอร์ขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบในด้านความแม่นยำ ความซับซ้อน และต้นทุนของการประยุกต์ใช้งานทั้งนี้การควบคุมแบบไม่มีเซ็นเซอร์มีแนวโน้มได้รับความนิยมมากขึ้นในระบบที่ต้องการความคุ้มค่า และประสิทธิภาพในระดับที่เหมาะสม ขณะที่การควบคุมแบบมีเซ็นเซอร์ยังคงมีบทบาทสำคัญในระบบที่ต้องการความแม่นยำสูงและการตอบสนองที่รวดเร็ว

1.6 ตัวควบคุมมอเตอร์ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า

ในยุคที่เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตัวควบคุมมอเตอร์ (Motor Controller) ถือเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า โดยเฉพาะในยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในระดับผู้ใช้งานทั่วไป ผู้พัฒนายานยนต์รายใหม่ รวมถึงผู้สนใจในเทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนอัจฉริยะ ตัวควบคุมมอเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังมอเตอร์ เพื่อปรับเปลี่ยนความเร็วแรงบิดและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาวะการขับขี่ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการเร่ง การเบรก และการประหยัดพลังงานโดยรวมของยานยนต์ไฟฟ้า

1.6.1 ประเภทของตัวควบคุมมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า การเลือกใช้ตัวควบคุมมอเตอร์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ที่ใช้งานโครงสร้างของระบบไฟฟ้า และลักษณะการใช้งานของยานยนต์ โดยทั่วไปตัวควบคุมสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ดังนี้

1) ตัวควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ (AC Induction Motor Controller) ตัวควบคุมประเภทนี้ทำงานร่วมกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ซึ่งไม่ใช้แม่เหล็กถาวร แต่สร้างสนามแม่เหล็กโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำระหว่างสเตเตอร์และโรเตอร์ จุดเด่นของระบบนี้คือความทนทานต่อการใช้งานหนัก มีต้นทุนการผลิตต่ำ และมีความน่าเชื่อถือสูง แต่ระบบการควบคุมมีความซับซ้อนในด้านการควบคุมเวกเตอร์สนามแม่เหล็ก และต้องการการออกแบบระบบควบคุมที่แม่นยำเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

2) ตัวควบคุมมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน Brushless DC Motor Controller (BLDC) มอเตอร์ BLDC เป็นมอเตอร์แม่เหล็กถาวรที่ไม่ใช้แปรงถ่าน ทำให้มีอายุการใช้งานยาวนานและมีการบำรุงรักษาต่ำ ตัวควบคุมมอเตอร์ BLDC ทำงานโดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอินเวอร์เตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องอาศัยเซ็นเซอร์หรืออัลกอริทึม Sensorless เพื่อระบุตำแหน่งของโรเตอร์ระบบนี้ให้ประสิทธิภาพสูงการสูญเสียพลังงานต่ำ และมีการตอบสนองทางไดนามิกที่ดีเหมาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กถึงขนาดกลาง

3) ตัวควบคุมมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร Permanent Magnet Synchronous Motor Controller (PMSM) ตัวควบคุม PMSM ทำงานร่วมกับมอเตอร์แม่เหล็กถาวรชนิดซิงโครนัส โดยอาศัยการควบคุมเวกเตอร์สนามแม่เหล็ก Field Oriented Control (FOC) เพื่อควบคุมแรงบิดและความเร็วอย่างแม่นยำ ตัวควบคุมประเภทนี้ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าประเภทอื่นในแง่ของความต่อเนื่องของแรงบิด การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล และการตอบสนองต่อการเร่งหรือเบรก แต่มีข้อจำกัดในด้านต้นทุนการผลิตและความซับซ้อนของวงจรควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องใช้แม่เหล็กหายาก (Rare Earth Magnet)

1.6.2 คุณสมบัติสำคัญของตัวควบคุมมอเตอร์ที่ควรพิจารณา

การเลือกตัวควบคุมมอเตอร์ควรคำนึงถึงคุณสมบัติทางเทคนิคหลายประการ ดังนี้

1) กำลังไฟฟ้าและช่วงแรงดันไฟฟ้า ตัวควบคุมต้องสามารถรองรับกระแสและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่มอเตอร์ต้องการได้ โดยไม่เกิดความร้อนสะสมหรือความเสียหายต่อวงจร

2) ความเข้ากันได้กับประเภทมอเตอร์ ต้องเลือกตัวควบคุมที่สามารถทำงานร่วมกับมอเตอร์ BLDC, PMSM หรือ Induction Motor ได้อย่างเหมาะสม

3) ระบบการสื่อสาร ตัวควบคุมควรสามารถสื่อสารกับระบบควบคุมของยานยนต์ไฟฟ้าได้ เช่นผ่านโปรโตคอล CAN Bus, UART หรือ RS-485 เพื่อให้สามารถส่งผ่านข้อมูลเซ็นเซอร์ คำสั่งควบคุม และสัญญาณวิเคราะห์สถานะได้อย่างแม่นยำ

4) ระบบเบรกแบบสร้างพลังงานกลับคืน (Regenerative Braking) ตัวควบคุมที่มีความสามารถในการแปลงพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นในช่วงเบรกให้เป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งกลับเข้าสู่แบตเตอรี่ จะช่วยเพิ่มระยะทางการขับขี่ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง

5) ความสามารถในการปรับแต่งและตั้งค่า (Programmability) ระบบควบคุมที่สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้อย่างยืดหยุ่นจะเอื้อต่อการปรับสมรรถนะของมอเตอร์ให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานที่หลากหลาย

1.6.3 การประยุกต์ใช้งานของตัวควบคุมมอเตอร์

ตัวควบคุมมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในหลายรูปแบบของยานพาหนะ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ตัวควบคุมมีหน้าที่จัดการพลังงานและควบคุมแรงบิดได้อย่างแม่นยำ ช่วยให้ระบบขับเคลื่อนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อผู้ขับขี่ได้รวดเร็ว จักรยานไฟฟ้า (E bike) ตัวควบคุมช่วยควบคุมระดับพลังงานที่จ่ายไปยังมอเตอร์ตามแรงกดของผู้ขับขี่ เพื่อให้การปั่นมีความราบรื่น สกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า (Electric Scooter) ช่วยควบคุมความเร็วการเร่ง และการเบรกในสภาพแวดล้อมเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น เรือไฟฟ้าและยานพาหนะทางน้ำช่วยขับเคลื่อนด้วยแรงขับที่สม่ำเสมอและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ต้องการลดมลพิษทางเสียงตัวควบคุมมอเตอร์ในระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญทั้งในแง่ของประสิทธิภาพการทำงาน ความปลอดภัย และความสามารถในการควบคุมพลังงาน การทำความเข้าใจประเภท คุณสมบัติ และการประยุกต์ใช้งานของตัวควบคุมมอเตอร์จะช่วยให้นักวิจัย วิศวกร หรือผู้ใช้งานสามารถเลือกและออกแบบระบบขับเคลื่อนที่ตอบโจทย์ความต้องการได้อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านพลังงาน สมรรถนะ และความยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... มอเตอร์ BLDC และ PMSM นิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าเพราะมีประสิทธิภาพสูงและบำรุงรักษาต่ำ

2. ..... มอเตอร์ BLDC ใช้รูปคลื่นไซน์ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าเป็นหลัก

3. ..... มอเตอร์ PMSM ให้การหมุนที่ราบรื่นกว่า BLDC โดยเฉพาะที่ความเร็วสูง

4. ..... อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นกระแสสลับเพื่อขับมอเตอร์

5. ..... รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในรูปแบบรถแท็กซี่

6. ..... การควบคุมแบบ Field Oriented Control (FOC) สามารถควบคุมแรงบิดและฟลักซ์ได้อย่างอิสระ

7. ..... การควบคุมมอเตอร์แบบ Sensorless ต้องใช้ Encoder หรือ Resolver เสมอ

8. ..... Hall Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่มีต้นทุนต่ำและให้ข้อมูลตำแหน่งพื้นฐานของโรเตอร์

9. ..... ตัวควบคุมมอเตอร์ไม่มีผลต่อการเร่งและการเบรกของยานยนต์ไฟฟ้า

10. ..... ตัวควบคุม PMSM มักใช้เทคนิคการควบคุมแบบเวกเตอร์ (FOC)

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. เหตุใดมอเตอร์ BLDC และ PMSM จึงเหมาะกับยานยนต์ไฟฟ้า

ตอบ.....

2. การควบคุมแบบ Field Oriented Control (FOC) มีจุดเด่นอย่างไร

ตอบ.....

3. ความแตกต่างระหว่างการควบคุมแบบมีเซ็นเซอร์และแบบไม่มีเซ็นเซอร์คืออะไร

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มอเตอร์ชนิดใดนิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด

ก. DC มีแปรงถ่าน

ข. Stepper Motor

ค. BLDC และ PMSM

ง. Universal Motor

2. รูปคลื่นแรงดันที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ BLDC คือข้อใด

ก. ไซน์

ข. สี่เหลี่ยมคางหมู

ค. สามเหลี่ยม

ง. พัลส์ตรง

3. มอเตอร์ PMSM มีข้อดีเด่นด้านใด

ก. ราคาถูก

ข. โครงสร้างง่าย

ค. การหมุนราบรื่นและประสิทธิภาพสูง

ง. ไม่ต้องใช้ตัวควบคุม

4. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่แปลงไฟ DC เป็น AC เพื่อขับมอเตอร์

ก. แบตเตอรี่

ข. อินเวอร์เตอร์

ค. ECU

ง. Hall Sensor

5. การควบคุมแบบ FOC มีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร

ก. ลดต้นทุนระบบ

ข. เพิ่มเสียงมอเตอร์

ค. แยกการควบคุมแรงบิดและฟลักซ์

ง. ลดแรงดันไฟฟ้า

6. การควบคุมแบบ Sensorless ใช้หลักการใด

ก. การใช้ Encoder

ข. การใช้ Resolver

ค. การวัด Back EMF

ง. การใช้ Hall Sensor

7. ข้อใดเป็นข้อเสียของการควบคุมมอเตอร์แบบมีเซ็นเซอร์

ก. ความแม่นยำต่ำ

ข. วงจรซับซ้อนและต้นทุนสูง

ค. ไม่สามารถควบคุมความเร็วได้

ง. ใช้กับ PMSM ไม่ได้

8. เซ็นเซอร์ใดให้ความละเอียดในการตรวจจับตำแหน่งสูงที่สุด

ก. Hall Sensor

ข. Potentiometer

ค. Encoder

ง. Thermal Sensor

9. ตัวควบคุมมอเตอร์มีหน้าที่ใด

ก. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ข. ควบคุมแรงดัน กระแส และแรงบิดของมอเตอร์

ค. ระบายความร้อน

ง. แปลงไฟ AC เป็น DC

10. ตัวควบคุม PMSM มักใช้เทคนิคใด

ก. Trapezoidal Control

ข. Open Loop Control

ค. PWM อย่างเดียว

ง. Field Oriented Control

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มอเตอร์ชนิดใดนิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด

ก. DC มีแปรงถ่าน

ข. Stepper Motor

ค. BLDC และ PMSM

ง. Universal Motor

2. รูปคลื่นแรงดันที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ BLDC คือข้อใด

ก. ไซน์

ข. สี่เหลี่ยมคางหมู

ค. สามเหลี่ยม

ง. พัลส์ตรง

3. มอเตอร์ PMSM มีข้อดีเด่นด้านใด

ก. ราคาถูก

ข. โครงสร้างง่าย

ค. การหมุนราบรื่นและประสิทธิภาพสูง

ง. ไม่ต้องใช้ตัวควบคุม

4. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่แปลงไฟ DC เป็น AC เพื่อขับมอเตอร์

ก. แบตเตอรี่

ข. อินเวอร์เตอร์

ค. ECU

ง. Hall Sensor

5. การควบคุมแบบ FOC มีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร

ก. ลดต้นทุนระบบ

ข. เพิ่มเสียงมอเตอร์

ค. แยกการควบคุมแรงบิดและฟลักซ์

ง. ลดแรงดันไฟฟ้า

6. การควบคุมแบบ Sensorless ใช้หลักการใด

ก. การใช้ Encoder

ข. การใช้ Resolver

ค. การวัด Back EMF

ง. การใช้ Hall Sensor

7. ข้อใดเป็นข้อเสียของการควบคุมมอเตอร์แบบมีเซ็นเซอร์

ก. ความแม่นยำต่ำ

ข. วงจรซับซ้อนและต้นทุนสูง

ค. ไม่สามารถควบคุมความเร็วได้

ง. ใช้กับ PMSM ไม่ได้

8. เซ็นเซอร์ใดให้ความละเอียดในการตรวจจับตำแหน่งสูงที่สุด

ก. Hall Sensor

ข. Potentiometer

ค. Encoder

ง. Thermal Sensor

9. ตัวควบคุมมอเตอร์มีหน้าที่ใด

ก. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ข. ควบคุมแรงดัน กระแส และแรงบิดของมอเตอร์

ค. ระบายความร้อน

ง. แปลงไฟ AC เป็น DC

10. ตัวควบคุม PMSM มักใช้เทคนิคใด

ก. Trapezoidal Control

ข. Open Loop Control

ค. PWM อย่างเดียว

ง. Field Oriented Control

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ...✓..... มอเตอร์ BLDC และ PMSM นิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าเพราะมีประสิทธิภาพสูงและบำรุงรักษาต่ำ
2. ...✗..... มอเตอร์ BLDC ใช้รูปคลื่นไซน์ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าเป็นหลัก
3. ...✓..... มอเตอร์ PMSM ให้การหมุนที่ราบรื่นกว่า BLDC โดยเฉพาะที่ความเร็วสูง
4. ...✓..... อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นกระแสสลับเพื่อขับมอเตอร์
5. ...✗..... รถยนต์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในรูปแบบรถแท็กซี่
6. ...✓..... การควบคุมแบบ Field Oriented Control (FOC) สามารถควบคุมแรงบิดและฟลักซ์ได้อย่างอิสระ
7. ...✗..... การควบคุมมอเตอร์แบบ Sensorless ต้องใช้ Encoder หรือ Resolver เสมอ
8. ...✓..... Hall Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่มีต้นทุนต่ำและให้ข้อมูลตำแหน่งพื้นฐานของโรเตอร์
9. ...✗..... ตัวควบคุมมอเตอร์ไม่มีผลต่อการเร่งและการเบรกของยานยนต์ไฟฟ้า
10. ...✓..... ตัวควบคุม PMSM มักใช้เทคนิคการควบคุมแบบเวกเตอร์ (FOC)

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

1. เหตุใดมอเตอร์ BLDC และ PMSM จึงเหมาะกับยานยนต์ไฟฟ้า

ตอบ..เพราะมีประสิทธิภาพสูง ขนาดกะทัดรัด และบำรุงรักษาน้อย.....

2. การควบคุมแบบ Field Oriented Control (FOC) มีจุดเด่นอย่างไร

ตอบ..สามารถควบคุมแรงบิดและฟลักซ์ได้อย่างอิสระ ทำให้การทำงานราบรื่นและแม่นยำ.....

3. ความแตกต่างระหว่างการควบคุมแบบมีเซ็นเซอร์และแบบไม่มีเซ็นเซอร์คืออะไร

ตอบ..แบบมีเซ็นเซอร์ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งโรเตอร์โดยตรง ส่วนแบบไม่มีเซ็นเซอร์ใช้การคำนวณจาก Back EMF.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ชื่อหน่วยเรียน ประเภทของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ข
5	ค
6	ค
7	ข
8	ค
9	ข
10	ง

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ข
5	ค
6	ค
7	ข
8	ค
9	ข
10	ง

	ใบเนื้อหา Information Sheet No 4	หน้าที่ 1

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 240 นาที
ชื่อหน่วยเรียน ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 4 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

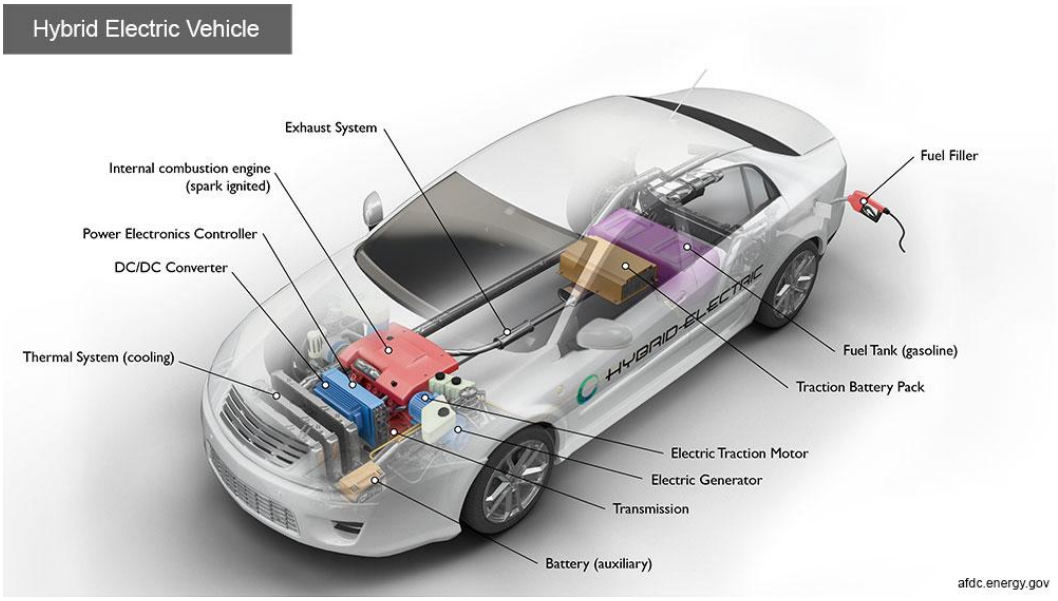
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) บอกประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2) อธิบายเกี่ยวกับประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้าถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

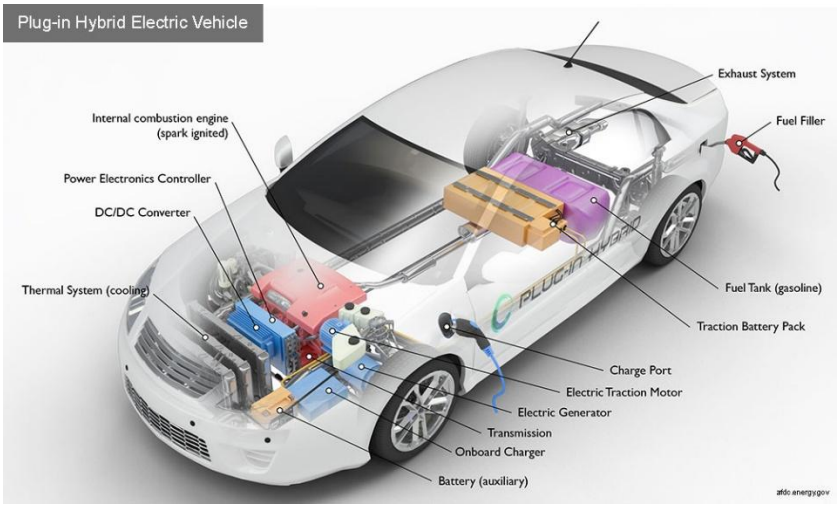
1. รถยนต์ไฮบริด หรือ รถ HEV (Hybrid electric vehicle)



รถยนต์ไฮบริด แปลความหมายได้แบบตรงตัว คือเป็นการผสมผสาน ระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เข้าไว้ด้วยกัน ส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันแบบ 100% และลดการปล่อยมลพิษ แต่รถยนต์ระบบนี้ จะไม่มีตัวเสียบชาร์จพลังงาน เหมือนรถยนต์ไฟฟ้าปกติ โดยระหว่างที่รถขับเคลื่อนไป ระบบจะสะสมพลังงาน และนำไปแปลงเป็นระบบไฟฟ้า เก็บในแบตเตอรี่นั่นเอง
ข้อดีของรถยนต์ไฮบริด

- ไม่ต้องชาร์จไฟฟ้า ไม่ต้องหาสถานีชาร์จ จึงช่วยประหยัดเวลา
- ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสูง
- ลดปล่อยไอเสียจากท่อไอเสียต่ำ

2. รถยนต์ไฮบริดปลั๊กอิน หรือ PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

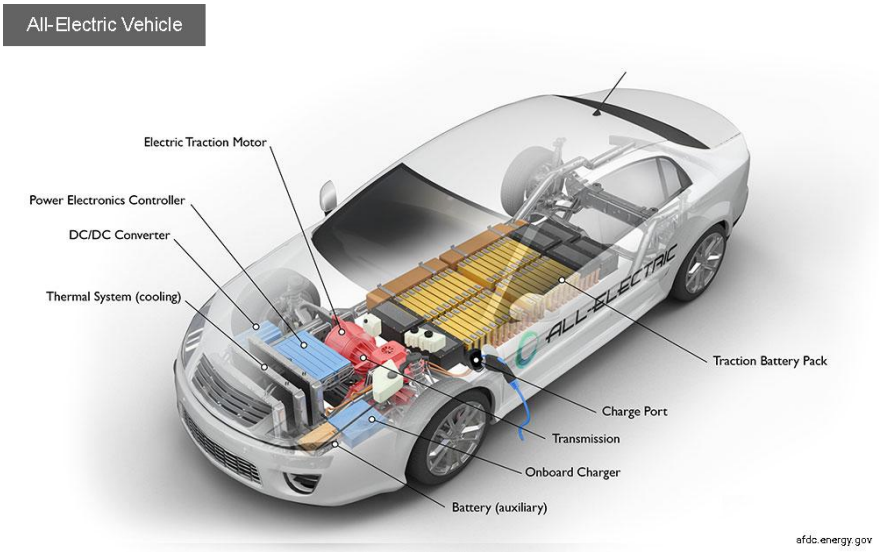


รถยนต์ไฮบริดปลั๊กอิน ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากรถยนต์ไฮบริด โดยเป็นการผสมผสาน ระหว่างเครื่องยนต์สันดาปที่ใช้เชื้อเพลิง และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รูปแบบการทำงานยังคงเหมือนกับ รถยนต์ไฮบริด แต่จะมีการเพิ่มระบบเสียบปลั๊กชาร์จไฟ หรือ plug-in เพื่อให้สามารถเสียบชาร์จไฟฟ้าได้ โดยใช้เต้ารับติดผนัง หรืออุปกรณ์ชาร์จนั่นเอง ซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าจากภายนอก และนำมาเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ จะส่งผลให้รถยนต์ PHEV วิ่งได้ระยะทางไกลกว่ารถยนต์ HEV

ข้อดีของรถยนต์ไฮบริด

- ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง
- สามารถเสียบชาร์จไฟฟ้า
- วิ่งได้ระยะทางไกลกว่ารถยนต์ไฮบริด

3. รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ หรือ BEV (Battery Electric Vehicle)

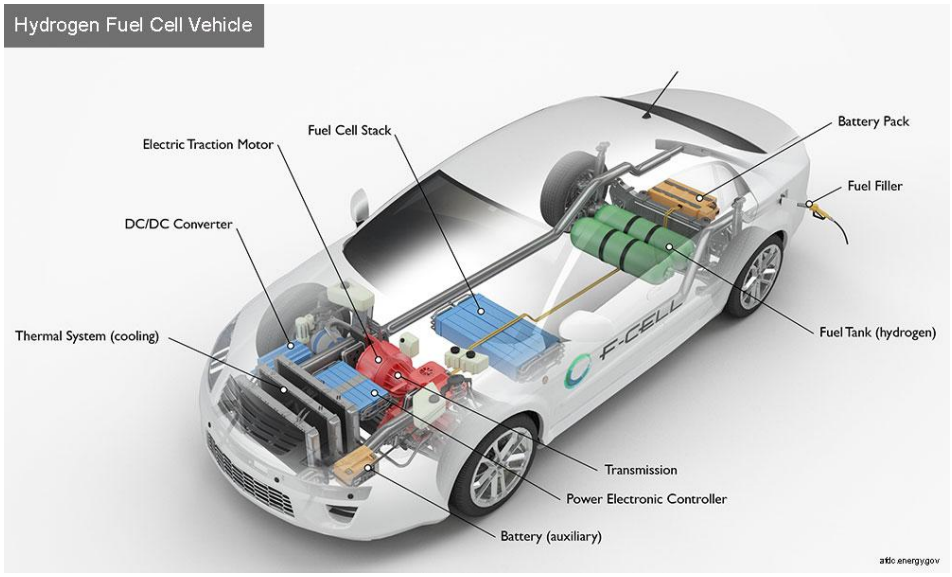


รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 100% และใช้พลังงานแบตเตอรี่ไฟฟ้า ที่มาจากการเสียบปลั๊ก ชาร์จไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ไม่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ไม่มีการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ และควันจากท่อไอเสีย โดยการชาร์จไฟฟ้า ระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของหัวชาร์จและรุ่นรถยนต์ ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 6 – 8 ชั่วโมง หากแบตเตอรี่เต็ม จะสามารถวิ่งได้ในระยะทาง 300 – 500 กิโลเมตร ซึ่งรถยนต์ไฟฟ้าประเภทนี้ กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก ทั้งในไทยและต่างประเทศ ด้วยเหตุผลของความคุ้มค่า ประหยัดค่าใช้จ่าย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนั่นเอง

ข้อดีของรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่

- ไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
- ประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่าย เพราะไม่ต้องเติมน้ำมัน
- ลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ

4. รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง หรือ FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)



รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง ขับเคลื่อนด้วยการใช้พลังงาน จากไฮโดรเจน โดยจะส่งไฮโดรเจนเหลว และอากาศ เข้ามาสู่แผงวงจร เก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ ทำให้มีประสิทธิภาพ มากกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลง ไม่ปล่อยไอเสีย ลดมลพิษทางอากาศ จึงได้รับการผลักดัน ให้เป็นนวัตกรรมยานยนต์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในฐานะพลังงานสะอาดแห่งอนาคต แต่การพัฒนาก็ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากสถานีเชื้อเพลิงไฮโดรเจน มีจำนวนน้อยมาก ทำให้ในปัจจุบัน รถยนต์ประเภทนี้ ยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก และยังไม่มีวางจำหน่ายในประเทศไทย

ข้อดีของรถยนต์ไฮบริด

- ไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลง
- ไม่ปล่อยมลพิษจากท่อไอเสีย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- ประหยัดค่าบำรุงรักษา และเวลาในการชาร์จ

	ใบเนื้อหา (Information Sheet No 4) **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** 5

แสดงรูปแบบการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... รถยนต์ไฮบริด (HEV) ใช้ทั้งเครื่องยนต์สันดาปและมอเตอร์ไฟฟ้าร่วมกัน

2. ..... รถยนต์ HEV สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าจากภายนอกได้

3. ..... รถยนต์ PHEV มีระบบเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าเพิ่มเติมจากรถไฮบริดทั่วไป

4. ..... รถยนต์ PHEV วิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าได้ในระยะทางไกลกว่า HEV

5. ..... รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับไฟฟ้า

6. ..... รถยนต์ BEV ไม่มีการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสีย

7. ..... รถยนต์ FCEV ใช้พลังงานจากไฮโดรเจนในการผลิตไฟฟ้า

8. ..... รถยนต์ FCEV เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย

9. ..... รถยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทต้องใช้สถานีชาร์จไฟฟ้าเหมือนกันทั้งหมด

10. ..... รถยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. รถยนต์ไฮบริด (HEV) แตกต่างจากรถยนต์ไฮบริดปลั๊กอิน (PHEV) อย่างไร

ตอบ.....

2. เพราะเหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตอบ.....

3. เหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) จึงยังไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดไม่สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟจากภายนอกได้

ก. BEV

ข. PHEV

ค. FCEV

ง. HEV

2. รถยนต์ไฮบริด (HEV) มีจุดเด่นด้านใดมากที่สุด

ก. ไม่ใช้แบตเตอรี่

ข. ประหยัดน้ำมันและไม่ต้องชาร์จไฟ

ค. วิ่งด้วยไฟฟ้า 100%

ง. ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง

3. รถยนต์ PHEV แตกต่างจาก HEV ในข้อใด

ก. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ข. ใช้เครื่องยนต์สันดาป

ค. สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟได้

ง. มีแบตเตอรี่เหมือนกัน

4. รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ใช้พลังงานจากแหล่งใด

ก. น้ำมันเบนซิน

ข. แก๊สธรรมชาติ

ค. ไฮโดรเจน

ง. แบตเตอรี่ไฟฟ้า

5. ข้อใดเป็นข้อดีของรถยนต์ BEV

ก. เติมน้ำมันได้รวดเร็ว

ข. มีเครื่องยนต์สำรอง

ค. ไม่ปล่อยมลพิษจากท่อไอเสีย

ง. ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่

6. รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) ใช้พลังงานหลักจากสิ่งใด

ก. ไฟฟ้าจากปลั๊ก

ข. น้ำมันดีเซล

ค. แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ง. ไฮโดรเจน

7. ข้อจำกัดสำคัญของรถยนต์ FCEV คือข้อใด

ก. วิ่งได้ระยะทางสั้น

ข. ปล่อยมลพิษสูง

ค. สถานีไฮโดรเจนมีน้อย

ง. ใช้งานยาก

8. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 100%

ก. HEV

ข. PHEV

ค. FCEV

ง. BEV

9. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดเหมาะกับผู้ใช้ที่ยังไม่สะดวกชาร์จไฟ

ก. BEV

ข. PHEV

ค. HEV

ง. FCEV

10. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดถูกมองว่าเป็นพลังงานสะอาดแห่งอนาคต

ก. HEV

ข. BEV

ค. PHEV

ง. FCEV

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดไม่สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟจากภายนอกได้

ก. BEV

ข. PHEV

ค. FCEV

ง. HEV

2. รถยนต์ไฮบริด (HEV) มีจุดเด่นด้านใดมากที่สุด

ก. ไม่ใช้แบตเตอรี่

ข. ประหยัดน้ำมันและไม่ต้องชาร์จไฟ

ค. วิ่งด้วยไฟฟ้า 100%

ง. ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง

3. รถยนต์ PHEV แตกต่างจาก HEV ในข้อใด

ก. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ข. ใช้เครื่องยนต์สันดาป

ค. สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟได้

ง. มีแบตเตอรี่เหมือนกัน

4. รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ใช้พลังงานจากแหล่งใด

ก. น้ำมันเบนซิน

ข. แก๊สธรรมชาติ

ค. ไฮโดรเจน

ง. แบตเตอรี่ไฟฟ้า

5. ข้อใดเป็นข้อดีของรถยนต์ BEV

ก. เติมน้ำมันได้รวดเร็ว

ข. มีเครื่องยนต์สำรอง

ค. ไม่ปล่อยมลพิษจากท่อไอเสีย

ง. ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่

6. รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) ใช้พลังงานหลักจากสิ่งใด

ก. ไฟฟ้าจากปลั๊ก

ข. น้ำมันดีเซล

ค. แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ง. ไฮโดรเจน

7. ข้อจำกัดสำคัญของรถยนต์ FCEV คือข้อใด

ก. วิ่งได้ระยะทางสั้น

ข. ปล่อยมลพิษสูง

ค. สถานีไฮโดรเจนมีน้อย

ง. ใช้งานยาก

8. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 100%

ก. HEV

ข. PHEV

ค. FCEV

ง. BEV

9. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดเหมาะกับผู้ใช้ที่ยังไม่สะดวกชาร์จไฟ

ก. BEV

ข. PHEV

ค. HEV

ง. FCEV

10. รถยนต์ไฟฟ้าประเภทใดถูกมองว่าเป็นพลังงานสะอาดแห่งอนาคต

ก. HEV

ข. BEV

ค. PHEV

ง. FCEV

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ..✓.. รถยนต์ไฮบริด (HEV) ใช้ทั้งเครื่องยนต์สันดาปและมอเตอร์ไฟฟ้าร่วมกัน
2. ..✗.. รถยนต์ HEV สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าจากภายนอกได้
3. ..✓.. รถยนต์ PHEV มีระบบเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าเพิ่มเติมจากรถไฮบริดทั่วไป
4. ..✓.. รถยนต์ PHEV วิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าได้ในระยะทางไกลกว่า HEV
5. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับไฟฟ้า
6. ..✓.. รถยนต์ BEV ไม่มีการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสีย
7. ..✓.. รถยนต์ FCEV ใช้พลังงานจากไฮโดรเจนในการผลิตไฟฟ้า
8. ..✗.. รถยนต์ FCEV เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย
9. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทต้องใช้สถานีชาร์จไฟฟ้าเหมือนกันทั้งหมด
10. ..✓.. รถยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. รถยนต์ไฮบริด (HEV) แตกต่างจากรถยนต์ไฮบริดปลั๊กอิน (PHEV) อย่างไร

ตอบ..HEV ไม่สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟได้ แต่ PHEV สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟ.....

2. เพราะเหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตอบ..เพราะไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและไม่ปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียจากภายนอกได้.....

3. เหตุใดรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) จึงยังไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

ตอบ..เนื่องจากสถานีเชื้อเพลิงไฮโดรเจนมีจำนวนน้อยและยังมีต้นทุนสูง.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ชื่อหน่วยเรียน ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อถูก
1	ง
2	ข
3	ค
4	ง
5	ค
6	ง
7	ค
8	ง
9	ค
10	ง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ชื่อหน่วยเรียน ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อถูก
1	ง
2	ข
3	ค
4	ง
5	ค
6	ง
7	ค
8	ง
9	ค
10	ง

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 120 นาที
ชื่อหน่วยเรียน ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 5 ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) เข้าใจระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า
2) อธิบายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

มาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้า

1. ISO 26262 — Functional Safety

มาตรฐาน ISO 26262 ถูกออกแบบเพื่อควบคุมความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ โดยเฉพาะ เช่น ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า (Drive System), ระบบเบรกไฟฟ้า (Brake by Wire), และระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS)

จุดเด่นของ ISO 26262

- ใช้หลัก ASIL (Automotive Safety Integrity Level) ในการจัดระดับความเสี่ยง
- เน้นการวิเคราะห์และตรวจสอบความปลอดภัยตั้งแต่ขั้นออกแบบจนถึงการผลิต
- เป็นพื้นฐานให้กับการพัฒนา EV ทั่วโลก

2. IEC และ UL — มาตรฐานระบบชาร์จไฟฟ้า

ระบบชาร์จเป็นหัวใจสำคัญของความปลอดภัยใน EV มาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องได้แก่

- IEC 61851: กำหนดระบบอัดประจุไฟฟ้าและความปลอดภัยในการชาร์จ
- IEC 62196: มาตรฐานปลั๊ก เต้ารับ และหัวชาร์จ EV
- UL 2251: ใช้ในสหรัฐอเมริกา เพื่อทดสอบความทนทานต่อไฟฟ้ารั่วและไฟฟ้าลัดวงจร

มาตรฐานเหล่านี้ช่วยป้องกันเหตุไฟไหม้จากการชาร์จ และรับรองว่าอุปกรณ์เชื่อมต่อไฟฟ้ามีความปลอดภัยเพียงพอ

3. มาตรฐานแบตเตอรี่และระบบจัดการพลังงาน

แบตเตอรี่เป็นหัวใจหลักของรถยนต์ไฟฟ้า จึงต้องผ่านมาตรฐานอย่าง

- UL 1973 สำหรับความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน
- IEC 62619 สำหรับแบตเตอรี่ในงานอุตสาหกรรมและยานยนต์

มาตรฐานเหล่านี้ครอบคลุมการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร การระบายความร้อน และการทดสอบแรงกระแทก เพื่อป้องกันการเกิดเหตุ “แบตเตอรี่ระเบิด” หรือ “ไฟลุก”

มาตรฐานความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

1. มอก. ที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า

- มอก. 3026-2563 (UN R100) — ระบบแรงดันไฟฟ้าสูงและแบตเตอรี่ EV
- มอก. 3382 เล่ม 1-2565 — ข้อกำหนดการทดสอบส่วนประกอบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า
- มอก. เอส 221-2565 — มาตรฐานการดัดแปลงรถยนต์ไฟฟ้า
- มอก. เอส 222-2565 — มาตรฐานการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

มาตรฐานเหล่านี้ช่วยให้การผลิตและการนำเข้ารถ EV มีเกณฑ์ความปลอดภัยชัดเจน และช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากระบบไฟฟ้าแรงสูง

2. มาตรฐานการติดตั้งสถานีชาร์จไฟ

การติดตั้งเครื่องชาร์จไฟฟ้าในบ้านหรือสถานีสาธารณะ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851 และต้องมีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่ว (RCD) ระบบสายดินที่ถูกต้อง และเบรกเกอร์แยกเฉพาะสำหรับ EV

ทั้งการไฟฟ้านครหลวง (MEA) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) ได้ออกคู่มือการติดตั้งอย่างเป็นทางการ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้และระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

3. การตรวจสภาพและการรับรอง

- รถ EV ที่ผ่านการดัดแปลงต้องตรวจสอบตาม มอก. เอส 221/222
- การนำเข้ารถ EV ต้องมีเอกสารรับรองคุณสมบัติทางเทคนิคจากผู้ผลิต
- กรมการขนส่งทางบกกำหนดให้ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ฉนวน และระบบเบรกก่อนจดทะเบียน

ประเด็นสำคัญทางเทคนิคด้านความปลอดภัย

1. ระบบไฟฟ้าแรงสูง (High-Voltage System)

รถ EV ใช้ไฟฟ้าระดับ 400-800 โวลต์ ซึ่งอาจเป็นอันตรายได้หากไม่มีการป้องกัน

- ต้องมีฉนวนและระบบแยกวงจรแรงสูง
- ติดตั้ง IMD (Insulation Monitoring Device) เพื่อตรวจจับไฟรั่ว
- ระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS) ต้องควบคุมแรงดันและอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง

2. ระบบซอฟต์แวร์และอิเล็กทรอนิกส์

รถ EV รุ่นใหม่มีระบบช่วยขับ (ADAS) และควบคุมมอเตอร์ผ่านซอฟต์แวร์ทั้งหมด จึงต้องผ่านการประเมินความปลอดภัยตาม ISO 26262 และมีระบบ “Fail-Safe” เมื่อเกิดความผิดพลาด

3. ความปลอดภัยขณะชาร์จ

- ใช้สายและหัวชาร์จที่ผ่านมาตรฐาน IEC 62196
- ควรชาร์จในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศดี
- ห้ามใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไปในการชาร์จรถ EV
- ควรติดตั้งเครื่องชาร์จแบบมีระบบตัดไฟอัตโนมัติเมื่อเกิดกระแสไฟผิดปกติ

4. การดูแลรักษาและตรวจสอบ

ผู้ใช้ควรนำรถ EV เข้าตรวจเช็กสภาพประจำปี โดยเฉพาะ

- ระบบเบรกไฟฟ้า
- ระบบระบายความร้อนของแบตเตอรี่
- สภาพฉนวนและขั้วต่อไฟฟ้า
- ระบบซอฟต์แวร์และการอัปเดต Firmware

ระบบความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้าแรงสูง

- วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Loop): เป็นวงจรกระแสต่ำที่เชื่อมต่อกับขั้วต่อแรงดันสูงต่างๆ หากมีการตรวจพบความผิดปกติ หรือมีการเปิดฝาครอบ/ขั้วต่อโดยไม่ถูกต้อง ระบบจะตัดการทำงานของกระแสไฟฟ้าแรงสูงทันที
- ระบบป้องกันไฟฟ้าช็อต: มีการหุ้มฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันผู้ใช้จากการสัมผัสไฟฟ้า และมีระบบตรวจจับกระแสไฟรั่วที่จะตัดไฟทันทีเมื่อพบความผิดปกติ
- มาตรฐานความปลอดภัย: รถยนต์ไฟฟ้าต้องผ่านมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า เช่น ISO 26262, IEC 61851, UL 2251, UL 1973 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของไทย เพื่อให้มั่นใจว่าระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัย

ระบบความปลอดภัยทั่วไป (เหมือนรถทั่วไป)

- ระบบช่วยขับขี่ขั้นสูง (ADAS): เช่น ระบบเตือนเมื่อรถออกนอกเลน (LDW), ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติแบบแปรผัน (ACC), ระบบเบรกฉุกเฉินอัตโนมัติ (AEB), และระบบช่วยเตือนมุมอับสายตา (Blind Spot Detection)
- ระบบแจ้งเตือนอื่นๆ: เช่น ระบบเตือนเมื่อประตูเปิดไม่สนิท (Door Open Warning) เพื่อป้องกันการเปิดประตูชนสิ่งกีดขวาง
- กล้องและเซ็นเซอร์: ระบบกล้องมองภาพรอบทิศทาง (Surround View Monitoring) และเซ็นเซอร์ต่างๆ ช่วยเพิ่มความตระหนักรู้ให้กับผู้ขับขี่

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... มาตรฐาน ISO 26262 เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์

2. ..... ISO 26262 ใช้หลัก ASIL ในการจัดระดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

3. ..... ระบบชาร์จไฟฟ้าของรถ EV ไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยเฉพาะ

4. ..... IEC 61851 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

5. ..... UL 1973 เป็นมาตรฐานความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

6. ..... รถยนต์ไฟฟ้าใช้ระบบไฟฟ้าแรงสูงประมาณ 12 โวลต์

7. ..... ระบบ BMS มีหน้าที่ควบคุมแรงดันและอุณหภูมิของแบตเตอรี่

8. ..... วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Loop) ช่วยตัดไฟแรงสูงเมื่อเกิดความผิดปกติ

9. ..... สามารถใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไปในการชาร์จรถ EV ได้อย่างปลอดภัย

10. ..... ระบบ ADAS ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. มาตรฐาน ISO 26262 มีความสำคัญต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ.....

2. เหตุใดระบบไฟฟ้าแรงสูงในรถ EV จึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเป็นพิเศษ

ตอบ.....

3. ยกตัวอย่างข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยขณะชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มาตรฐานใดเกี่ยวข้องกับ Functional Safety ของรถยนต์ไฟฟ้า

ก. IEC 61851

ข. UL 1973

ค. ISO 26262

ง. มอก. 3026

2. ASIL ในมาตรฐาน ISO 26262 ใช้เพื่ออะไร

ก. วัดกำลังมอเตอร์

ข. จัดระดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

ค. ตรวจสอบแบตเตอรี่

ง. ควบคุมระบบชาร์จ

3. มาตรฐานใดเกี่ยวข้องกับปลั๊กและหัวชาร์จรถ EV

ก. ISO 26262

ข. UL 1973

ค. IEC 62196

ง. มอก. เอส 221

4. ระบบใดทำหน้าที่ตรวจจับไฟฟ้ารั่วในระบบแรงสูง

ก. ECU

ข. อินเวอร์เตอร์

ค. IMD

ง. ADAS

5. รถยนต์ไฟฟ้าใช้แรงดันไฟฟ้าแรงสูงประมาณเท่าใด

ก. 12 โวลต์

ข. 48 โวลต์

ค. 110 โวลต์

ง. 400–800 โวลต์

6. ข้อใดเป็นหน้าที่หลักของระบบ BMS

ก. ควบคุมการเลี้ยว

ข. ควบคุมระบบเบรก

ค. ควบคุมแรงดันและอุณหภูมิแบตเตอรี่

ง. ตรวจจับสิ่งกีดขวาง

7. วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Loop) มีหน้าที่ใด

ก. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า

ข. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ค. ตัดการทำงานของไฟแรงสูงเมื่อเกิดความผิดปกติ

ง. ชาร์จแบตเตอรี่

8. ข้อใดเป็นข้อปฏิบัติที่ถูกต้องในการชาร์จรถ EV

ก. ใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไป

ข. ชาร์จในพื้นที่อับอากาศ

ค. ใช้หัวชาร์จที่ได้มาตรฐาน

ง. ชาร์จขณะสายไฟชำรุด

9. ระบบ ADAS มีวัตถุประสงค์หลักใด

ก. เพิ่มความเร็วรถ

ข. ลดการใช้พลังงาน

ค. ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่

ง. ควบคุมการชาร์จไฟ

10. หน่วยงานใดกำหนดการตรวจสอบรถ EV ก่อนจดทะเบียนในประเทศไทย

ก. การไฟฟ้านครหลวง

ข. PEA

ค. สมอ.

ง. กรมการขนส่งทางบก

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มาตรฐานใดเกี่ยวข้องกับ Functional Safety ของรถยนต์ไฟฟ้า

ก. IEC 61851

ข. UL 1973

ค. ISO 26262

ง. มอก. 3026

2. ASIL ในมาตรฐาน ISO 26262 ใช้เพื่ออะไร

ก. วัดกำลังมอเตอร์

ข. จัดระดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

ค. ตรวจสอบแบตเตอรี่

ง. ควบคุมระบบชาร์จ

3. มาตรฐานใดเกี่ยวข้องกับปลั๊กและหัวชาร์จรถ EV

ก. ISO 26262

ข. UL 1973

ค. IEC 62196

ง. มอก. เอส 221

4. ระบบใดทำหน้าที่ตรวจจับไฟฟ้ารั่วในระบบแรงสูง

ก. ECU

ข. อินเวอร์เตอร์

ค. IMD

ง. ADAS

5. รถยนต์ไฟฟ้าใช้แรงดันไฟฟ้าแรงสูงประมาณเท่าใด

ก. 12 โวลต์

ข. 48 โวลต์

ค. 110 โวลต์

ง. 400–800 โวลต์

6. ข้อใดเป็นหน้าที่หลักของระบบ BMS

ก. ควบคุมการเลี้ยว

ข. ควบคุมระบบเบรก

ค. ควบคุมแรงดันและอุณหภูมิแบตเตอรี่

ง. ตรวจจับสิ่งกีดขวาง

7. วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Loop) มีหน้าที่ใด

ก. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า

ข. เก็บพลังงานไฟฟ้า

ค. ตัดการทำงานของไฟแรงสูงเมื่อเกิดความผิดปกติ

ง. ชาร์จแบตเตอรี่

8. ข้อใดเป็นข้อปฏิบัติที่ถูกต้องในการชาร์จรถ EV

ก. ใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไป

ข. ชาร์จในพื้นที่อับอากาศ

ค. ใช้หัวชาร์จที่ได้มาตรฐาน

ง. ชาร์จขณะสายไฟชำรุด

9. ระบบ ADAS มีวัตถุประสงค์หลักใด

ก. เพิ่มความเร็วรถ

ข. ลดการใช้พลังงาน

ค. ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่

ง. ควบคุมการชาร์จไฟ

10. หน่วยงานใดกำหนดการตรวจสอบรถ EV ก่อนจดทะเบียนในประเทศไทย

ก. การไฟฟ้านครหลวง

ข. PEA

ค. สมอ.

ง. กรมการขนส่งทางบก

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** ระบบความปลอดภัยในยานยนต์ไฟฟ้า	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ..✓.. มาตรฐาน ISO 26262 เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์
2. ..✓.. ISO 26262 ใช้หลัก ASIL ในการจัดระดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัย
3. ..✗.. ระบบชาร์จไฟฟ้าของรถ EV ไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยเฉพาะ
4. ..✓.. IEC 61851 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า
5. ..✓.. UL 1973 เป็นมาตรฐานความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน
6. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าใช้ระบบไฟฟ้าแรงสูงประมาณ 12 โวลต์
7. ..✓.. ระบบ BMS มีหน้าที่ควบคุมแรงดันและอุณหภูมิของแบตเตอรี่
8. ..✓.. วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Loop) ช่วยตัดไฟแรงสูงเมื่อเกิดความผิดปกติ
9. ..✗.. สามารถใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไปในการชาร์จรถ EV ได้อย่างปลอดภัย
10. ..✓.. ระบบ ADAS ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

1. มาตรฐาน ISO 26262 มีความสำคัญต่อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ...เป็นมาตรฐานที่ช่วยควบคุมและลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์.....

2. เหตุใดระบบไฟฟ้าแรงสูงในรถ EV จึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเป็นพิเศษ

ตอบ...เนื่องจากใช้แรงดันไฟฟ้าสูง อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หากไม่มีระบบป้องกัน.....

3. ยกตัวอย่างข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยขณะชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

ตอบ...ใช้หัวชาร์จที่ได้มาตรฐาน ชาร์จในพื้นที่อากาศถ่ายเท และติดตั้งระบบตัดไฟอัตโนมัติ.....

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ค
5	ง
6	ค
7	ค
8	ค
9	ค
10	ง

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ค
5	ง
6	ค
7	ค
8	ค
9	ค
10	ง

	ใบเนื้อหา Information Sheet No 6	หน้าที่ 1

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **รหัสวิชา** 20143-2003 **หน่วยกิต** 2 หน่วยกิต
ชั้นเรียน ปวช 1/1 ยฟ **ห้องเรียน** ห้องทฤษฎี **เวลาในการสอน** 120 นาที
ชื่อหน่วยเรียน การบำรุงรักษาเบื้องต้น **ภาคเรียนที่** 2/2568

หน่วยที่ 6 การบำรุงรักษาเบื้องต้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) เข้าใจวิธีบำรุงรักษาเบื้องต้น
2) อธิบายการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ถูกต้อง

การดูแลรักษารถยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น

รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) หรือที่เรียกกันว่ารถ EV คือรถยนต์ที่ขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า 100% เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษ และยังประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะสามารถติดตั้งเครื่องชาร์จที่บ้านหรือชาร์จตามปั๊ม ราคาการชาร์จต่อครั้งถูกกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมัน การดูแลรถยนต์ไฟฟ้า ควรเช็ครถยนต์ไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนดคือ 10,000 กิโลเมตร หรือราวๆ 6 เดือน

การดูแลรถยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีดังนี้

1. ตรวจสอบแบตเตอรี่

ควรระวังเรื่องของความชื้นที่เกิดขึ้นเวลาฝนตก ทำให้แบตเตอรี่ขัดข้องและมีอายุการใช้งานที่สั้นลง นอกจากนี้ยังไม่ควรชาร์จแบตเตอรี่ทิ้งไว้นานจนเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการสึกหรอ และไม่ควรใช้จนแบตใกล้หมดเพราะแบตเตอรี่จะมีการเสื่อมสภาพ อาจทำให้รถยนต์ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

วิธีการตรวจเช็คว่าแบตเตอรี่เสื่อม

- เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่นานกว่าเดิม
- ชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 100 % เร็วกว่าปกติ
- เมื่อมีการใช้รถแบตเตอรี่หมดเร็วขึ้นกว่าปกติ
- รถยนต์มีประสิทธิภาพในการใช้งานแย่ลง

2. ตรวจสอบมอเตอร์

มอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องดูแลมาก ไม่เหมือนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันที่ต้องหมั่นดูแลในเรื่องของน้ำมันเครื่องและส่วนอื่น ๆ แต่ก็ควรตรวจเช็คที่ศูนย์บริการตามระยะเวลาที่กำหนด

3. ตรวจสอบอุปกรณ์ชาร์จ

ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชาร์จไฟที่ได้มาตรฐานและผ่านการรับรองว่ามีความปลอดภัยในระบบป้องกันประกายไฟ รวมถึงไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งส่วนมากมักจะใช้อุปกรณ์ชาร์จที่ได้มาตอนซื้อรถไฟฟ้ากันส่วนใหญ่

4. ของเหลวต่าง ๆ

รถยนต์ไฟฟ้าแน่นอนว่าชิ้นส่วนบางอย่างยังใช้เหมือนกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมันอยู่ แต่ไม่มีน้ำมันเครื่อง ของเหลวที่อยู่ในรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ น้ำยาหล่อเย็น น้ำมันเบรก น้ำสำหรับฉีดกระจก เพราะฉะนั้นควรตรวจสอบให้ของเหลวอยู่ในระดับปกติ

5. ตรวจสอบยางรถยนต์

การดูแลยางของรถยนต์ไฟฟ้าเหมือนกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน อายุการใช้งานยางอยู่ที่ 2 ปี หรือ 50,000 กิโลเมตร ต้องคอยตรวจเช็คลมยางอยู่เสมอ เพราะถ้าลมยางอ่อนหรือแข็งจนเกินไป อาจทำให้ล้อรถเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด

6. ควรจอดรถไว้ในที่ร่ม

เมื่อจอดรถตากแดดนานเกินไป ระบบจัดการความร้อนภายในรถไฟฟ้าจะตอบสนองและทำงานหนัก อาจส่งผลเสียให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วกว่ากำหนด

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** การบำรุงรักษาเบื้องต้น	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ถูก ✓ และ ✕ หน้าข้อที่ผิด

1. ..... รถยนต์ไฟฟ้าควรเข้ารับการตรวจเช็กสภาพทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร หรือประมาณ 6 เดือน

2. ..... การปล่อยให้แบตเตอรี่รถ EV หมดจนเกือบศูนย์เป็นประจำช่วยยืดอายุแบตเตอรี่

3. ..... เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ที่นานขึ้นอาจเป็นสัญญาณของแบตเตอรี่เสื่อม

4. ..... รถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องตรวจสอบมอเตอร์เลยตลอดอายุการใช้งาน

5. ..... อุปกรณ์ชาร์จรถ EV ควรเป็นอุปกรณ์ที่ผ่านมาตรฐานความปลอดภัย

6. ..... รถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันเบรก

7. ..... น้ำยาหล่อเย็นเป็นของเหลวที่ยังจำเป็นในรถยนต์ไฟฟ้า

8. ..... ยางรถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องตรวจเช็คลมยางบ่อย

9. ..... การจอดรถ EV ตากแดดเป็นเวลานานอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็ว

10. ..... รถยนต์ไฟฟ้าไม่มีชิ้นส่วนใดเหมือนรถยนต์เครื่องยนต์เลย

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** การบำรุงรักษาเบื้องต้น	**หน้าที่** **2**

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. เหตุใดจึงไม่ควรชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าทิ้งไว้นานเกินไป

ตอบ.....

2. ยกตัวอย่างของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิดที่ต้องตรวจสอบในรถยนต์ไฟฟ้า

ตอบ.....

3. เพราะเหตุใดจึงควรจอดรถยนต์ไฟฟ้าไว้ในที่ร่ม

ตอบ.....

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบก่อนเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** การบำรุงรักษาเบื้องต้น	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าควรเข้ารับการตรวจเช็กสภาพตามระยะใด

ก. ทุก 1,000 กิโลเมตร

ข. ทุก 5 ปี

ค. ทุก 10,000 กิโลเมตร หรือประมาณ 6 เดือน

ง. เมื่อรถเสียเท่านั้น

2. ข้อใดเป็นพฤติกรรมที่ทำให้แบตเตอรี่รถ EV เสื่อมเร็ว

ก. ชาร์จแบตเมื่อเหลือประมาณ 20–30%

ข. ปล่อยให้แบตเตอรี่ใกล้หมดเป็นประจำ

ค. ใช้อุปกรณ์ชาร์จมาตรฐาน

ง. จอดรถในที่ร่ม

3. สัญญาณใดบ่งบอกว่าแบตเตอรี่รถ EV อาจเสื่อม

ก. รถเงียบขึ้น

ข. รถวิ่งได้ไกลขึ้น

ค. เวลาในการชาร์จนานกว่าเดิม

ง. มอเตอร์เย็นลง

4. การดูแลมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมคือข้อใด

ก. เติมน้ำมันเครื่อง

ข. ถอดมอเตอร์ออกมาล้างเอง

ค. ไม่ต้องดูแลเลย

ง. ตรวจเช็กตามระยะที่ศูนย์บริการกำหนด

5. อุปกรณ์ชาร์จรถ EV ควรมีคุณสมบัติใด

ก. ราคาถูกที่สุด

ข. ใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไป

ค. ผ่านมาตรฐานและมีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

ง. ชาร์จได้เร็วอย่างเดียว

6. การดูแลแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ชาร์จแบตเตอรี่จนเต็มแล้วปล่อยทิ้งไว้นาน

ข. ใช้รถจนแบตเตอรี่ใกล้หมดเป็นประจำ

ค. ชาร์จแบตเตอรี่เมื่อเหลือประมาณ 20–30%

ง. ชาร์จแบตเตอรี่เฉพาะเวลาฝนตก

7. อายุการใช้งานยางรถยนต์ไฟฟ้าโดยประมาณคือข้อใด

ก. 1 ปี หรือ 10,000 กิโลเมตร

ข. 2 ปี หรือ 50,000 กิโลเมตร

ค. 5 ปี หรือ 100,000 กิโลเมตร

ง. ใช้ได้ตลอดอายุรถ

8. เหตุใดจึงต้องตรวจเช็คลมยางรถยนต์ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ

ก. เพื่อให้รถเสียงดัง

ข. เพื่อให้แบตเตอรี่เย็น

ค. เพื่อให้รถสวยงาม

ง. เพื่อป้องกันยางและล้อเสื่อมสภาพเร็ว

9. ผลเสียของการจอดรถ EV ตากแดดเป็นเวลานานคือข้อใด

ก. ทำให้สีรถเข้มขึ้น

ข. ระบบจัดการความร้อนทำงานหนัก

ค. ทำให้ยางแข็งแรงขึ้น

ง. ทำให้ชาร์จไฟเร็วขึ้น

10. การดูแลรถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ใช้จนเสียแล้วค่อยซ่อม

ข. ไม่ต้องตรวจเช็กใด ๆ

ค. ตรวจเช็กเฉพาะแบตเตอรี่เท่านั้น

ง. ตรวจสอบแบตเตอรี่ มอเตอร์ ยาง และของเหลวตามระยะ

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	แบบทดสอบหลังเรียน **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** การบำรุงรักษาเบื้องต้น	**หน้าที่** **1**

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รถยนต์ไฟฟ้าควรเข้ารับการตรวจเช็กสภาพตามระยะใด

ก. ทุก 1,000 กิโลเมตร

ข. ทุก 5 ปี

ค. ทุก 10,000 กิโลเมตร หรือประมาณ 6 เดือน

ง. เมื่อรถเสียเท่านั้น

2. ข้อใดเป็นพฤติกรรมที่ทำให้แบตเตอรี่รถ EV เสื่อมเร็ว

ก. ชาร์จแบตเมื่อเหลือประมาณ 20–30%

ข. ปล่อยให้แบตเตอรี่ใกล้หมดเป็นประจำ

ค. ใช้อุปกรณ์ชาร์จมาตรฐาน

ง. จอดรถในที่ร่ม

3. สัญญาณใดบ่งบอกว่าแบตเตอรี่รถ EV อาจเสื่อม

ก. รถเงียบขึ้น

ข. รถวิ่งได้ไกลขึ้น

ค. เวลาในการชาร์จนานกว่าเดิม

ง. มอเตอร์เย็นลง

4. การดูแลมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมคือข้อใด

ก. เติมน้ำมันเครื่อง

ข. ถอดมอเตอร์ออกมาล้างเอง

ค. ไม่ต้องดูแลเลย

ง. ตรวจเช็กตามระยะที่ศูนย์บริการกำหนด

5. อุปกรณ์ชาร์จรถ EV ควรมีคุณสมบัติใด

ก. ราคาถูกที่สุด

ข. ใช้ปลั๊กพ่วงทั่วไป

ค. ผ่านมาตรฐานและมีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

ง. ชาร์จได้เร็วอย่างเดียว

6. การดูแลแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ชาร์จแบตเตอรี่จนเต็มแล้วปล่อยทิ้งไว้นาน

ข. ใช้รถจนแบตเตอรี่ใกล้หมดเป็นประจำ

ค. ชาร์จแบตเตอรี่เมื่อเหลือประมาณ 20–30%

ง. ชาร์จแบตเตอรี่เฉพาะเวลาฝนตก

7. อายุการใช้งานยางรถยนต์ไฟฟ้าโดยประมาณคือข้อใด

ก. 1 ปี หรือ 10,000 กิโลเมตร

ข. 2 ปี หรือ 50,000 กิโลเมตร

ค. 5 ปี หรือ 100,000 กิโลเมตร

ง. ใช้ได้ตลอดอายุรถ

8. เหตุใดจึงต้องตรวจเช็คลมยางรถยนต์ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ

ก. เพื่อให้รถเสียงดัง

ข. เพื่อให้แบตเตอรี่เย็น

ค. เพื่อให้รถสวยงาม

ง. เพื่อป้องกันยางและล้อเสื่อมสภาพเร็ว

9. ผลเสียของการจอดรถ EV ตากแดดเป็นเวลานานคือข้อใด

ก. ทำให้สีรถเข้มขึ้น

ข. ระบบจัดการความร้อนทำงานหนัก

ค. ทำให้ยางแข็งแรงขึ้น

ง. ทำให้ชาร์จไฟเร็วขึ้น

10. การดูแลรถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ใช้จนเสียแล้วค่อยซ่อม

ข. ไม่ต้องตรวจเช็กใด ๆ

ค. ตรวจเช็กเฉพาะแบตเตอรี่เท่านั้น

ง. ตรวจสอบแบตเตอรี่ มอเตอร์ ยาง และของเหลวตามระยะ

ชื่อ-นามสกุล.....**ครูผู้สอน**.....

ห้อง/ชั้น.....**วันที่**.....

	เฉลยแบบฝึกหัด **ชื่อวิชา** เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า **ชื่อหน่วยเรียน** การบำรุงรักษาเบื้องต้น	**หน้าที่** **1**

ตอนที่ 1 แบบถูก – ผิด

1. ..✓.. รถยนต์ไฟฟ้าควรเข้ารับการตรวจเช็กสภาพทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร หรือประมาณ 6 เดือน
2. ..✗.. การปล่อยให้แบตเตอรี่รถ EV หมดจนเกือบศูนย์เป็นประจำช่วยยืดอายุแบตเตอรี่
3. ..✓.. เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ที่นานขึ้นอาจเป็นสัญญาณของแบตเตอรี่เสื่อม
4. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องตรวจสอบมอเตอร์เลยตลอดอายุการใช้งาน
5. ..✓.. อุปกรณ์ชาร์จรถ EV ควรเป็นอุปกรณ์ที่ผ่านมาตรฐานความปลอดภัย
6. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันเบรก
7. ..✓.. น้ำยาหล่อเย็นเป็นของเหลวที่ยังจำเป็นในรถยนต์ไฟฟ้า
8. ..✗.. ยางรถยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องตรวจเช็คลมยางบ่อย
9. ..✓.. การจอดรถ EV ตากแดดเป็นเวลานานอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็ว
10. ..✗.. รถยนต์ไฟฟ้าไม่มีชิ้นส่วนใดเหมือนรถยนต์เครื่องยนต์เลย

ตอนที่ 2 แบบถาม – ตอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เป็นข้อความสั้น ๆ เข้าใจง่าย

1. เหตุใดจึงไม่ควรชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าทิ้งไว้นานเกินไป

ตอบ..เพราะทำให้แบตเตอรี่เกิดการสึกหรอและเสื่อมสภาพเร็ว.....

2. ยกตัวอย่างของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิดที่ต้องตรวจสอบในรถยนต์ไฟฟ้า

ตอบ..น้ำยาหล่อเย็น, น้ำมันเบรก, น้ำฉีดกระจก.....

3. เพราะเหตุใดจึงควรจอดรถยนต์ไฟฟ้าไว้ในที่ร่ม

ตอบ..เพราะช่วยลดความร้อนและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อวิชา เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ชื่อหน่วยเรียน การบำรุงรักษาเบื้องต้น

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ง
5	ค
6	ค
7	ข
8	ง
9	ข
10	ง

ข้อที่	ข้อถูก
1	ค
2	ข
3	ค
4	ง
5	ค
6	ค
7	ข
8	ง
9	ข
10	ง