



THAILAND
AUTOMOTIVE
INSTITUTE
สถาบันยานยนต์

หลักสูตร

พื้นฐานระบบ อิเล็กทรอนิกส์ใน ยานยนต์สมัยใหม่

วิชาเซ็นเซอร์อุปกรณ์
และการทำงานร่วมกัน
ในระบบยานยนต์สมัยใหม่

โครงการยกระดับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทานของ
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่
(Parts Transformation)



02-712-2414



www.thaiauto.or.th



@thaiauto

สารบัญ

บทที่ 1 พื้นฐานเซ็นเซอร์ที่ใช้ในยานยนต์สมัยใหม่	1
1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซ็นเซอร์	1
1.2 ประเภทของเซ็นเซอร์	2
1.2.1 เซ็นเซอร์เชิงรุก (Active Sensors)	3
1.2.2 เซ็นเซอร์เชิงรับ (Passive Sensors)	3
1.3 เซ็นเซอร์สำหรับยานยนต์	3
1.3.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะใกล้ (Proximity Sensors)	3
1.3.2 เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว (Motion Sensor)	4
1.3.3 เซ็นเซอร์ความเร็ว (Speed Sensors)	5
1.3.4 เซ็นเซอร์ความร้อน (Thermal Sensors)	6
1.3.5 เซ็นเซอร์การไหล (Flow Sensors)	7
1.3.6 เซ็นเซอร์ความดัน (Flow Sensors)	8
1.3.7 เซ็นเซอร์ออกซิเจน (Oxygen Sensors)	9
1.3.8 เซ็นเซอร์การกระแทก (Knock Sensors)	10
1.3.9 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง (Position Sensors หรือ Potentiometer)	10
บทที่ 2 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ในยานยนต์ไฟฟ้า	11
2.1 ระบบไฟฟ้าแรงดันสูง (High Voltage System)	11
2.1.1 แบตเตอรี่แรงดันสูง (High Voltage Battery)	12
2.1.2 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System หรือ BMS)	12
2.1.3 หน่วยจ่ายไฟฟ้าในแบตเตอรี่ (Battery Distribution Unit หรือ BDU)	13
2.1.4 ระบบชาร์จไฟฟ้าแบบออนบอร์ด (On-Board Charger หรือ OBC)	13
2.1.5 กล้องควบคุมการสื่อสารของรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Communication Controller หรือ EVCC)	13
2.1.6 ชุดสายไฟแรงสูง (High Voltage Wiring Harness)	13
2.1.7 ช่องชาร์จแบตเตอรี่ (Charging Port)	14
2.1.8 สวิตช์ตัดไฟ (Safety Switch)	14
2.2 ระบบจัดเก็บพลังงาน (Energy Storage System หรือ ESS)	14
2.3 ระบบไฟฟ้ากำลังและการควบคุมพลังงาน	15
2.4 ระบบระบายความร้อน (Cooling System)	18
2.5 ระบบปรับอากาศ (Air Condition System)	19
2.6 ระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัย (Safety / Air Bag System)	20
บทที่ 3 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบส่งกำลัง ในยานยนต์ไฟฟ้า	22
3.1 เซ็นเซอร์ตำแหน่งในยานยนต์ไฟฟ้า (Position Sensor)	22

สารบัญ (ต่อ)

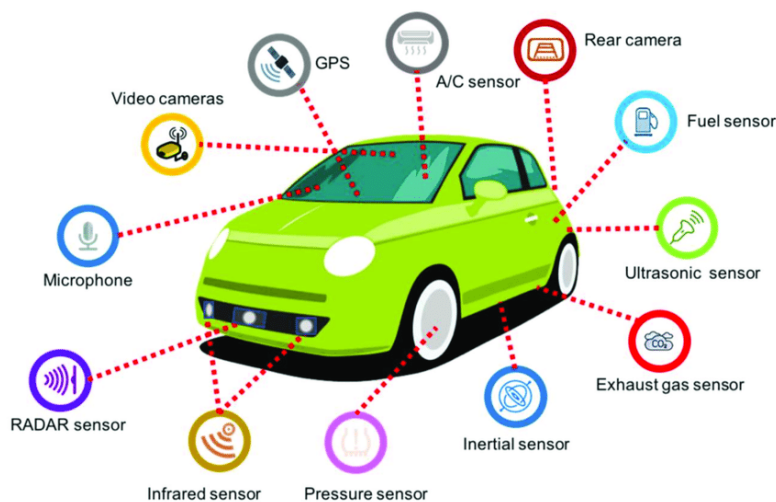
3.2 ประเภทของเซ็นเซอร์ตำแหน่งที่นิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า	23
3.2.1 เซ็นเซอร์อินดักทีฟ (Inductive Sensor)	24
3.2.2 เซ็นเซอร์ Resolver (Resolver Sensor).....	25
3.2.3 Optical Encoder	26
3.2.4 Hall Effect Latch	27
3.2.5 Magnetic Encoder IC	27
3.3 ระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU Hardware System).....	27
3.4 Motor Control Unit (MCU).....	28
บทที่ 4 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบช่วงล่าง ในยานยนต์ไฟฟ้า.....	30
4.1 ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System)	30
4.1.1 พวงมาลัยไฟฟ้า (Electric Power Steering).....	30
4.2 ระบบตรวจสอบความผิดปกติของยาง (Tire Pressure Monitoring System หรือ TPMS)	31
4.3 ระบบเบรก (Brake System)	33
4.3.1 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรก (Brake Pedal Position Sensor).....	33
4.3.2 เซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรก (Brake Pedal Position Sensor).....	33
4.3.3 เซ็นเซอร์ YAW (YAW Sensor)	34
4.4 ระบบช่วยเหลือในการจอด (Parking Assistance System)	35
4.5 ระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ ADAS (Advanced Driver Assistance Systems).....	36

บทที่ 1 พื้นฐานเซ็นเซอร์ที่ใช้ในยานยนต์สมัยใหม่

ปัจจุบัน ยานยนต์สมัยใหม่ได้รับการติดตั้งเซ็นเซอร์ที่หลากหลายซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำงาน และความปลอดภัย เซ็นเซอร์เหล่านี้ช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับแง่มุมต่างๆ ของยานยนต์และสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยให้ระบบควบคุมนั้นสามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซ็นเซอร์

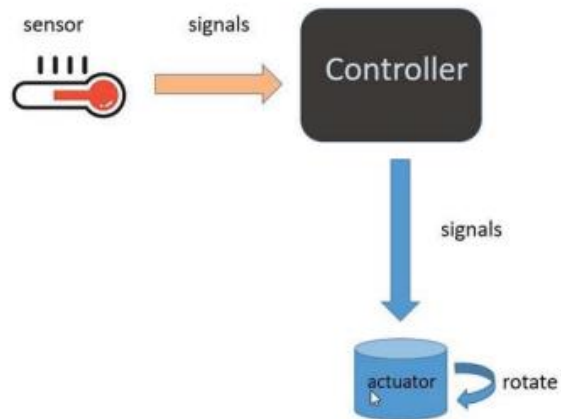
เซ็นเซอร์ (Sensor) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับและวัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง ความดัน หรือการเคลื่อนไหว จากนั้นจึงแปลงข้อมูลเหล่านั้นเป็นสัญญาณที่สามารถอ่านได้ เช่น สัญญาณไฟฟ้า และเซ็นเซอร์บนยานยนต์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการทำงานของระบบต่าง ๆ โดยเซ็นเซอร์เหล่านี้ช่วยในการตรวจจับข้อมูลสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการขับขี่ และช่วยเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพของรถยนต์ โดยข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเซ็นเซอร์ที่มักพบในยานยนต์ เช่น เซ็นเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensors), เซ็นเซอร์แรงดัน (Pressure Sensors), เซ็นเซอร์ออกซิเจน (Oxygen Sensors), เซ็นเซอร์ความเร็ว (Speed Sensors), เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว (Motion Sensors), เซ็นเซอร์ระยะ (Proximity Sensors) เป็นต้น โดยตัวอย่างเซ็นเซอร์บนยานยนต์ดังรูปที่ 1 การใช้เซ็นเซอร์เหล่านี้ทำให้ระบบต่าง ๆ ในยานยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่และผู้โดยสาร ทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์อัจฉริยะอีกด้วย



รูปที่ 1 ระบบเซ็นเซอร์บนยานยนต์

ที่มา https://www.researchgate.net/figure/Different-types-of-in-vehicle-sensors_fig1_324552482

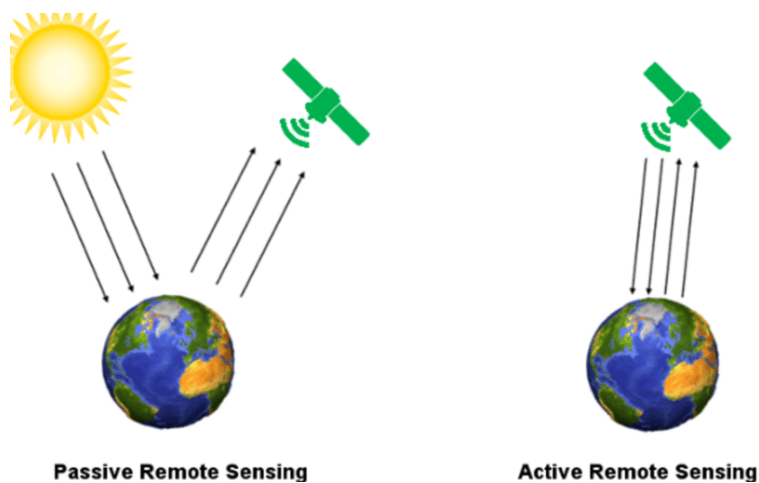
โดยหลักการทำงานของเซ็นเซอร์นั้นจะเป็นการตรวจจับ หรือรับข้อมูล จากนั้นส่งสัญญาณ (Signal) ไปยังตัวควบคุม จากนั้นตัวควบคุมจะส่ง สัญญาณไปยัง Actuator มีกระบวนการ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์

1.2 ประเภทของเซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดคุณสมบัติทางกายภาพและแปลงข้อมูลเหล่านั้นเป็นสัญญาณที่สามารถนำไปประมวลผล แสดงผล หรือเก็บบันทึกได้ เซ็นเซอร์สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ เซ็นเซอร์เชิงรุก (Active Sensors) และเซ็นเซอร์เชิงรับ (Passive Sensors) โดยมีตัวอย่างการส่งสัญญาณดังในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ประเภทของเซ็นเซอร์

ที่มา https://www.researchgate.net/figure/Differences-between-passive-and-active-sensors_fig1_339726853

1.2.1 เซ็นเซอร์เชิงรุก (Active Sensors)

หลักการการทำงานของเซ็นเซอร์เชิงรุกรู่นั้นจะปล่อยพลังงานออกมาและวัดสัญญาณที่สะท้อนกลับหรือกระจายออกจากวัตถุ โดยเซ็นเซอร์เชิงรุกมีข้อดีบางประการเมื่อเปรียบเทียบกับเซ็นเซอร์เชิงรับ เช่น สามารถทำงานในสภาวะแสงน้อยหรือในที่มืดได้, มีความละเอียดและความแม่นยำสูงกว่า, และสามารถวัดระยะทาง, ความเร็ว, และทิศทางของวัตถุได้ อย่างไรก็ตาม เซ็นเซอร์เชิงรุกก็มีข้อเสียบางประการ เช่น ต้องการพลังงานมากขึ้นและสร้างเสียงรบกวนมากกว่า, อาจได้รับผลกระทบจากการรบกวนและสิ่งกีดขวาง, และสามารถถูกตรวจจับได้ง่ายกว่าและมีความเสี่ยงต่อการตอบโต้

1.2.2 เซ็นเซอร์เชิงรับ (Passive Sensors)

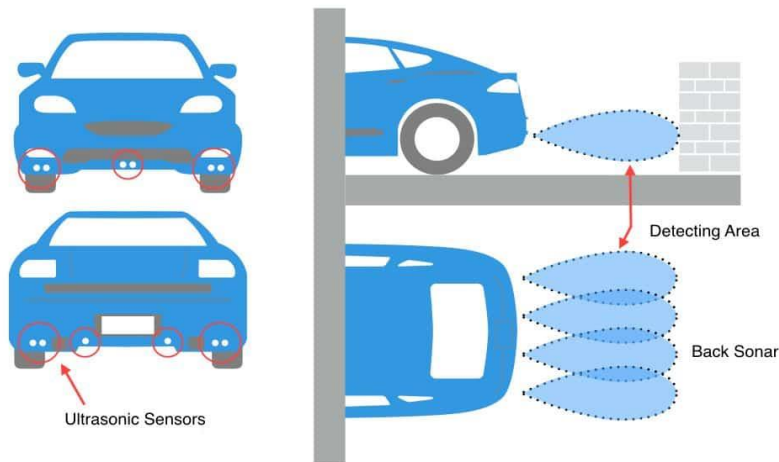
หลักการการทำงานของเซ็นเซอร์เชิงรับนั้น จะเป็นการตรวจจับจากรังสี หรือการปล่อยพลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อม โดยเซ็นเซอร์เชิงรับมีข้อดีบางประการเมื่อเปรียบเทียบกับเซ็นเซอร์เชิงรุก เช่น สามารถทำงานได้อย่างลับๆ และไม่เด่นชัด, ใช้พลังงานน้อยกว่าและสร้างเสียงรบกวนต่ำกว่า, และมีความทนทานต่อการรบกวนและสิ่งกีดขวางมากกว่า อย่างไรก็ตาม เซ็นเซอร์เชิงรับก็มีข้อจำกัดบางประการ เช่น ขึ้นอยู่กับความพร้อมและคุณภาพของการรังสีหรือการปล่อยพลังงานธรรมชาติ, มีความละเอียดและความแม่นยำน้อยกว่า, และไม่สามารถวัดระยะทาง, ความเร็ว, และทิศทางของวัตถุได้.

1.3 เซ็นเซอร์สำหรับยานยนต์

เซ็นเซอร์ที่พบได้ในยานยนต์ในยุคปัจจุบันนั้นแบ่งได้หลายอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะใกล้ (Proximity Sensors)

เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะใกล้ (Proximity Sensors) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการมีอยู่หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุที่อยู่ใกล้เคียง โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุที่ตรวจจับ เซ็นเซอร์ประเภทนี้มีความสำคัญสำหรับระบบความปลอดภัยในยานยนต์ โดยทั่วไปที่ทราบกันคือ เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Proximity Sensors) ที่เป็นการใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกในการตรวจจับวัตถุที่มักจะพบหรือติดตั้งที่บริเวณด้านหน้า และหลังของตัวรถในตำแหน่งที่เป็นจุดอับสายตา โดยเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะส่งคลื่นเสียง และวัดเวลาที่คลื่นเสียงสะท้อนกลับมาจากวัตถุ เพื่อคำนวณระยะห่าง ตัวอย่างดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทำงานของอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์
ที่มา <https://inrix.com/blog/ultrasonic-sensor-parking-availability-technology/>

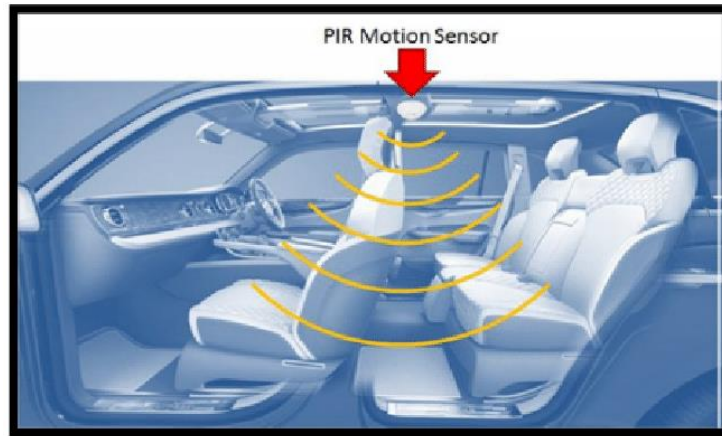
1.3.2 เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว (Motion Sensor)

เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว (Motion Sensor) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของรถยนต์ เพื่อให้ระบบต่างๆ ของรถยนต์ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยเซ็นเซอร์การเคลื่อนไหวในรถยนต์มีหลายประเภทและฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญ ได้แก่

1. **เซ็นเซอร์ตรวจจับการชน (Collision Detection Sensors)** เป็นเซ็นเซอร์ที่การตรวจจับการชนหรือการกระแทกที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเปิดใช้งานระบบป้องกันการชนหรือถุงลมนิรภัย
2. **เซ็นเซอร์ตรวจจับการเลี้ยวหรือหมุน (Yaw Rate Sensor)** เป็นเซ็นเซอร์ที่วัดการหมุนของรถในแนวแกนตั้ง เพื่อช่วยในระบบควบคุมการทรงตัว (ESC - Electronic Stability Control) และการป้องกันการลื่นไถล
3. **เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของล้อ (Wheel Speed Sensor)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับความเร็วของล้อแต่ละล้อเพื่อให้ระบบ ABS (Anti-lock Braking System) ทำงานได้อย่างถูกต้อง
4. **เซ็นเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนเลน (Lane Departure Warning Sensors)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับการเปลี่ยนเลนโดยไม่ได้ตั้งใจ และเตือนผู้ขับขี่หรือปรับการควบคุมรถยนต์เพื่อลดความเสี่ยง
5. **เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถ (Interior Motion Sensors)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในห้องโดยสารเพื่อป้องกันการโจรกรรม เช่น เซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในระบบเตือนภัยของรถ

6. เซ็นเซอร์ตรวจจับการขับขีในสภาพอากาศที่เลวร้าย (Rain Sensors) เป็นเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนกระจกหน้ารถและปรับความเร็วของที่ปัดน้ำฝนอัตโนมัติ

โดยตัวอย่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว คือ เซ็นเซอร์ PIR (Passive Infrared Sensor) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยการวัดการเปลี่ยนแปลงในระดับความร้อนที่ปล่อยออกมาจากวัตถุ เซ็นเซอร์ PIR มักใช้ในระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวและระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆภายในตัวรถ แสดงในรูปที่ 5

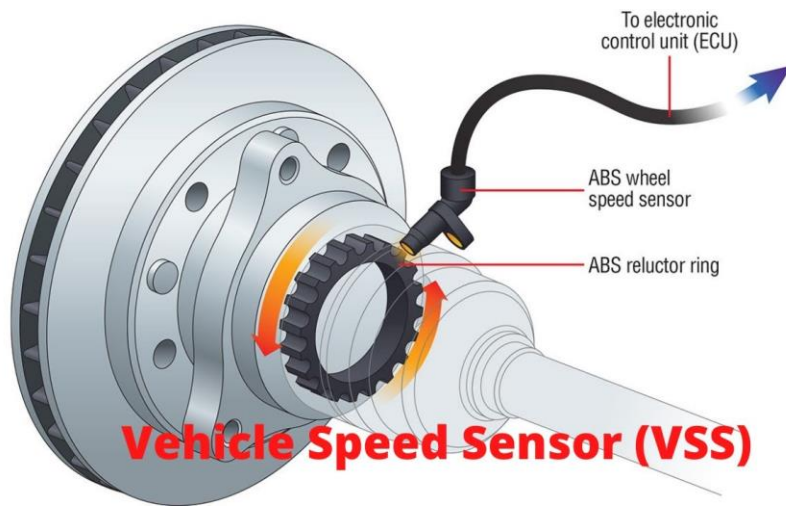


รูปที่ 5 เซ็นเซอร์ตรวจจับภายในห้องโดยสาร
ที่มา https://www.researchgate.net/figure/Figure-5-The-placement-of-the-PIR-sensor_fig4_297486190

1.3.3 เซ็นเซอร์ความเร็ว (Speed Sensors)

เซ็นเซอร์ความเร็ว (Speed Sensors) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดความเร็วของล้อรถยนต์หรือความเร็วของรถโดยรวม ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการควบคุมและจัดการระบบต่างๆ ของรถยนต์ เซ็นเซอร์ประเภทนี้ช่วยให้รถยนต์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในระบบควบคุมความปลอดภัยและการขับขี โดยประเภทของเซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว ได้แก่

1. **เซ็นเซอร์ความเร็วล้อ (Wheel Speed Sensors)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความเร็วของล้อรถยนต์ โดยทั่วไปใช้ในระบบ ABS (Anti-lock Braking System) ตัวอย่างในรูปที่ 6
2. **เซ็นเซอร์ความเร็วของมอเตอร์ (Engine Speed Sensors)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความเร็วหมุนรอบของมอเตอร์หรือเครื่องยนต์
3. **เซ็นเซอร์ความเร็วเพลา (Transmission Speed Sensor)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความเร็วของเพลาขับในระบบส่งกำลัง ข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้ในการปรับเปลี่ยนเกียร์อย่างเหมาะสม

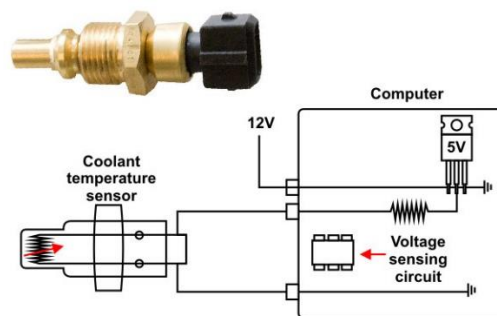


รูปที่ 6 เซ็นเซอร์วัดความเร็วล้อ

ที่มา <https://www.autonationmobileservice.com/i/blog/speed-sensor/>

1.3.4 เซ็นเซอร์ความร้อน (Thermal Sensors)

เซ็นเซอร์ความร้อน (Thermal Sensors) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของความร้อนในระบบต่างๆ ของรถยนต์ ตัวอย่างในรูปที่ 7 การใช้งานของเซ็นเซอร์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์และระบบอื่นๆ โดยประเภทของเซ็นเซอร์ความร้อน ได้แก่



รูปที่ 7 แผนผังการทำงานของเซ็นเซอร์ความร้อน

ที่มา Inside a Car – Coolant Temperature Sensors (azosensors.com)

1. **Engine Coolant Temperature Sensor (ECT Sensor)** เซ็นเซอร์นี้ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นในเครื่องยนต์ ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยัง ECU (Electronic Control Unit) เพื่อปรับการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น ปรับส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศ และควบคุมพัดลมระบายความร้อน
2. **Intake Air Temperature Sensor (IAT Sensor)** ใช้ในการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าสู่เครื่องยนต์ เซ็นเซอร์นี้มีผลต่อการปรับจูนการจ่ายน้ำมันเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างเหมาะสม
3. **Exhaust Gas Temperature Sensor (EGT Sensor)** ใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิของไอเสีย ช่วยในการควบคุมการทำงานของระบบไอเสีย เช่น ระบบกรองไอเสีย (Catalytic Converter) และเทอร์โบชาร์จเจอร์
4. **Transmission Fluid Temperature Sensor** เซ็นเซอร์นี้ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำมันเกียร์ (Transmission Fluid) เพื่อป้องกันไม่ให้เกียร์ร้อนเกินไป ซึ่งอาจทำให้ระบบส่งกำลังทำงานผิดปกติ
5. **Battery Temperature Sensor** ใช้ในการวัดอุณหภูมิของแบตเตอรี่ เพื่อควบคุมการชาร์จและรักษาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

1.3.5 เซ็นเซอร์การไหล (Flow Sensors)

Flow Sensors เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดการไหลของของเหลวหรือก๊าซในระบบต่างๆ ของยานยนต์ โดยเซ็นเซอร์เหล่านี้มีความสำคัญในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบที่เกี่ยวข้องกับการไหล เช่น ระบบเชื้อเพลิง ระบบอากาศ หรือระบบหล่อเย็น ตัวอย่างในรูปที่ 8 โดยมีหน้าที่ทำการตรวจจับความเร็วและปริมาณของของเหลวหรือก๊าซที่ไหลผ่านเซ็นเซอร์ จากนั้นจะแปลงข้อมูลการไหลเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่งไปยัง ECU (Electronic Control Unit) เพื่อประมวลผลและควบคุมระบบต่างๆ ของรถยนต์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เซ็นเซอร์การไหล ได้แก่



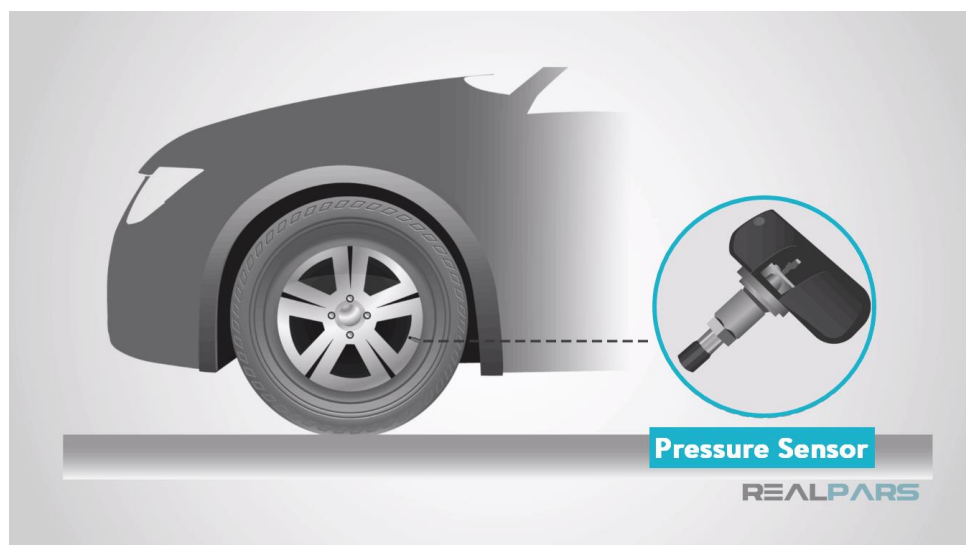
รูปที่ 8 เซ็นเซอร์วัดการไหล

ที่มา http://www.samarins.com/glossary/airflow_sensor.html

1. **Mass Air Flow Sensor (MAF Sensor)** เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้าสู่เครื่องยนต์ ข้อมูลจาก MAF Sensor ถูกใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เครื่องยนต์ได้รับ เพื่อให้การเผาไหม้ในเครื่องยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดมลพิษ
2. **Fuel Flow Sensor** ใช้ในการวัดปริมาณการไหลของเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันไปยังเครื่องยนต์ ข้อมูลนี้สามารถใช้ในการปรับการจ่ายเชื้อเพลิงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
3. **Exhaust Gas Recirculation (EGR) Flow Sensor** เซ็นเซอร์นี้ใช้ในการวัดการไหลของก๊าซไอเสียที่ถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในระบบ EGR เพื่อควบคุมการปล่อยไอเสียและลดมลพิษ
4. **Coolant Flow Sensor** ใช้ในการวัดการไหลของน้ำหล่อเย็นในระบบหล่อเย็นของเครื่องยนต์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของเครื่องยนต์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์ร้อนเกินไป

1.3.6 เซ็นเซอร์ความดัน (Flow Sensors)

Pressure Sensor เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดและวัดความดันในระบบต่างๆ ของรถยนต์ มีหน้าที่ทำงานโดยจะตรวจวัดความดันในระบบที่เกี่ยวข้อง และแปลงความดันนี้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยัง ECU (Electronic Control Unit) เพื่อประมวลผลและปรับการทำงานจากระบบต่างๆ ในรถยนต์ตามค่าความดันที่วัดได้ ตัวอย่างเซ็นเซอร์วัดความดัน แสดงดังรูปที่ 9 และชนิดของเซ็นเซอร์ความดันได้แก่



รูปที่ 9 เซ็นเซอร์วัดลมยาง

ที่มา <http://www.realpars.com/blog/pressure-sensor>

1. **Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor)** ใช้ในการวัดความดันในท่อร่วมไอดี (Intake Manifold) ของเครื่องยนต์ ข้อมูลจาก MAP Sensor จะถูกใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำมันและการจุดระเบิดในเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. **Fuel Pressure Sensor** เซ็นเซอร์นี้ใช้ในการวัดความดันของเชื้อเพลิงในระบบเชื้อเพลิง ข้อมูลนี้มีความสำคัญในการควบคุมปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงไปยังหัวฉีด เพื่อให้การเผาไหม้ในเครื่องยนต์เป็นไปอย่างเหมาะสม
3. **Tire Pressure Monitoring Sensor (TPMS)** ใช้ในการตรวจสอบความดันลมยางของรถยนต์ ข้อมูลจาก TPMS จะช่วยเตือนผู้ขับขี่เมื่อความดันลมยางต่ำเกินไป ซึ่งช่วยป้องกันอุบัติเหตุและรักษาประสิทธิภาพการขับขี่
4. **Oil Pressure Sensor** ใช้ในการวัดความดันของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ เซ็นเซอร์นี้ช่วยในการตรวจสอบว่าเครื่องยนต์ได้รับการหล่อลื่นอย่างเพียงพอ และเตือนผู้ขับขี่หากความดันน้ำมันต่ำเกินไป ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายของเครื่องยนต์
5. **Boost Pressure Sensor** ใช้ในการวัดความดันบูสต์ในเครื่องยนต์ที่มีระบบอัดอากาศ (Turbocharger หรือ Supercharger) ข้อมูลนี้ถูกใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบอัดอากาศ เพื่อให้แรงดันที่ส่งเข้าสู่เครื่องยนต์เหมาะสมและปลอดภัย

1.3.7 เซ็นเซอร์ออกซิเจน (Oxygen Sensors)

เซ็นเซอร์ออกซิเจน (Oxygen Sensors) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียที่ถูกปล่อยออกจากเครื่องยนต์ เซ็นเซอร์นี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมและปรับแต่งส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ เพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปล่อยมลพิษ โดยเซ็นเซอร์ออกซิเจนจะตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่เหลืออยู่ในก๊าซไอเสีย หลังจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ และจะใช้ข้อมูลนี้ในการปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ เพื่อให้การเผาไหม้ในเครื่องยนต์เป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด โดยตัวอย่างของเซ็นเซอร์ออกซิเจน ได้แก่

1. **เซ็นเซอร์ออกซิเจนแบบ Zirconia** เป็นประเภทที่พบมากที่สุด เซ็นเซอร์นี้ใช้เซรามิกซิริโคเนียในการวัดความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนระหว่างอากาศภายนอกกับก๊าซไอเสีย
2. **เซ็นเซอร์ออกซิเจนแบบ Titania** ใช้ไทเทเนียมออกไซด์เป็นวัสดุในการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสีย โดยเปลี่ยนความต้านทานไฟฟ้าตามปริมาณออกซิเจนที่ตรวจพบ

3. **Wideband Oxygen Sensor** เป็นเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับปริมาณออกซิเจนได้หลากหลายช่วงและมีความแม่นยำสูง เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ที่ต้องการการควบคุมการจ่ายน้ำมันอย่างละเอียด เช่น ยานยนต์ที่มีระบบเทอร์โบหรือซูเปอร์ชาร์จ

1.3.8 เซ็นเซอร์การกระแทก (Knock Sensors)

Knock Sensor ในรถยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับการกระแทกหรือการจุดระเบิดผิดปกติ (Knocking หรือ Pinging) ในเครื่องยนต์ การกระแทกนี้เกิดขึ้นเมื่อการจุดระเบิดในกระบอกสูบไม่เป็นไปตามเวลาที่ควร ส่งผลให้เกิดเสียงกระแทกและอาจทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้ ซึ่ง Knock Sensor มักจะถูกติดตั้งอยู่บนบล็อกเครื่องยนต์หรือบริเวณใกล้เคียง โดยเซ็นเซอร์นี้จะทำงานโดยการตรวจจับการสั่นสะเทือนหรือคลื่นเสียงที่เกิดจากการกระแทกในเครื่องยนต์ และส่งข้อมูลไปเพื่อปรับการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ให้เหมาะสม โดยอาจทำการหน่วงเวลาการจุดระเบิด (Ignition Timing) ให้ช้าลงเล็กน้อย เพื่อป้องกันการกระแทกและทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

1.3.9 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง (Position Sensors หรือ Potentiometer)

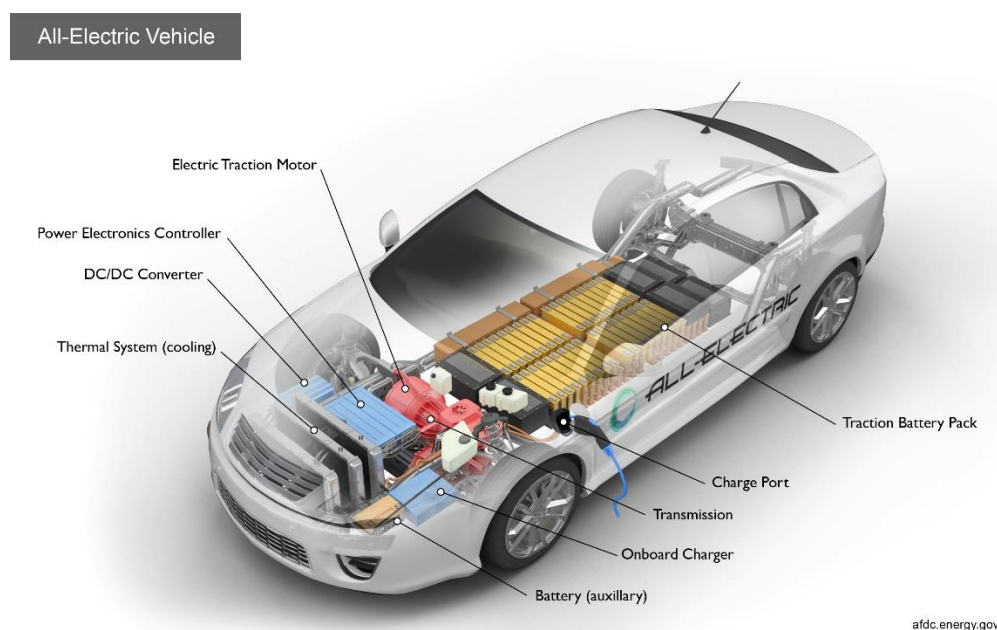
Position Sensor คือเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับและวัดตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือเชิงเส้นของชิ้นส่วนต่างๆ ในยานยนต์ โดย Position Sensor ประกอบด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้และตัวเคลื่อนที่ (Slider หรือ Wiper) ที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางของตัวต้านทาน เมื่อมีการเคลื่อนที่ ตัวเคลื่อนที่จะสัมผัสกับตัวต้านทานในตำแหน่งที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยค่าความต่างศักย์ที่เปลี่ยนไปจะสัมพันธ์กับตำแหน่งหรือมุมที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้

บทที่ 2 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ในยานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้า หรือ EV คือรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนแทนที่จะใช้เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง โดยยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้พร้อมใช้งาน ซึ่งแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์หลายตัวที่ถูกรวมเป็นโมดูลเรียกว่า แบตเตอรี่แพ็ค (Battery Pack) เมื่อแบตเตอรี่มีพลังงานเก็บไว้เพียงพอ ยานยนต์ก็พร้อมใช้งาน ดังนั้นระบบที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ และระบบระบายความร้อน จึงจำเป็นจะต้องมีการจัดการ และตรวจวัดข้อผิดพลาดที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าให้ดี

2.1 ระบบไฟฟ้าแรงดันสูง (High Voltage System)

High Voltage System ในยานยนต์ไฟฟ้า เป็นระบบที่จัดการ และจ่ายพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงให้กับส่วนต่างๆ ของรถ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการขับเคลื่อนและทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือระบบไฟฟ้าแรงดันสูงนั้นเป็นระบบหลักของยานยนต์ไฟฟ้าทุกคัน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักที่สำคัญๆ ดังต่อไปนี้ และตัวอย่างภาพส่วนประกอบของระบบในยานยนต์ไฟฟ้าเป็นดังรูปที่ 10 อีกทั้งระบบไฟฟ้าแรงดันสูงนั้นจะเกี่ยวเนื่องกับระบบระบายความร้อนด้วย



รูปที่ 10 ส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าแรงดันสูงในยานยนต์ไฟฟ้า
ที่มา <http://www.afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>

2.1.1 แบตเตอรี่แรงดันสูง (High Voltage Battery)

แบตเตอรี่แรงดันสูง เป็นตัวกักเก็บพลังงานไฟฟ้าทำหน้าที่เสมือนถังน้ำมันของเครื่องยนต์สันดาป ภายในแบตเตอรี่แรงดันสูงประกอบไปด้วยเซลล์แบตเตอรี่จำนวนหลายร้อยเซลล์มารวมเข้าด้วยกันเพื่อกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน โดยยานยนต์พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่มักเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมเป็นทางเลือกหลัก เพราะมีความสามารถในการคายประจุกลับ และมีความจุที่มากพร้อมกับน้ำหนักที่เหมาะสม อีกทั้งในปัจจุบันยังมีมาตรฐานที่เป็นระดับสากลที่ช่วยยืนยัน บนตัวแบตเตอรี่ว่าผ่านการตรวจสอบอีกด้วย ตัวอย่างแบตเตอรี่แรงดันสูงแสดงในรูปที่ 11

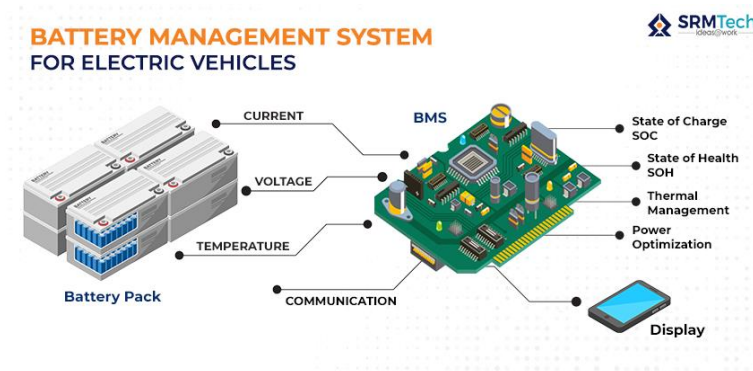


รูปที่ 11 แบตเตอรี่แรงดันสูงในยานยนต์ไฟฟ้า

ที่มา www.grandprix.co.th/what-under-the-hood-of-electric-vehicles/

2.1.2 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System หรือ BMS)

ระบบการจัดการแบตเตอรี่เปรียบเสมือนสมองกลในการจัดการและดูแลการทำงานของแบตเตอรี่ทุกๆ เซลล์ในระบบให้เป็นหนึ่งเดียวตั้งแต่การตรวจสอบและควบคุมการชาร์จไฟ การคายประจุของแบตเตอรี่ ตรวจสอบอุณหภูมิ สถานะการชาร์จ และการใช้พลังงานของแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงสูง รวมถึงทำหน้าที่ส่งข้อมูลสำคัญไปยังระบบอื่นๆ และที่สำคัญที่สุดคือการปรับเปลี่ยนระบบไฟฟ้าของแบตเตอรี่ให้ทำหน้าที่ตามที่ได้กำหนดไว้ ตัวอย่างระบบการจัดการแบตเตอรี่ แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ระบบ BMS ในยานยนต์ไฟฟ้า

ที่มา www.srmtech.com/knowledge-base/blogs/battery-management-system-for-electric-vehicle/

2.1.3 หน่วยจ่ายไฟฟ้าในแบตเตอรี่ (Battery Distribution Unit หรือ BDU)

หน่วยจ่ายไฟฟ้าในแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่รับคำสั่งจากระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เพื่อควบคุมการชาร์จไฟหรือคายประจุในแต่ละเซลล์ได้อย่างเหมาะสม การทำงานภายในนั้นมีความคล้ายคลึงกับรีเลย์ทางไฟฟ้าของรถยนต์สันดาปภายใน โดยทั่วไปแล้วหน่วยจ่ายไฟฟ้าแบตเตอรี่จะติดตั้งอยู่ภายในลูกแบตเตอรี่แรงดันสูง

2.1.4 ระบบชาร์จไฟฟ้าแบบออนบอร์ด (On-Board Charger หรือ OBC)

ระบบชาร์จไฟฟ้าแบบออนบอร์ดทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับ (AC) เป็นกระแสตรง (DC) ในการชาร์จไฟกลับเข้าสู่แบตเตอรี่ หรือจ่ายไฟแรงดันสูงจากกระแสตรง (DC) เป็นกระแสสลับ (AC) ให้มอเตอร์ขับเคลื่อน และอีกหน้าที่คือแปลงไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ เพื่อชาร์จไฟกลับเข้าสู่แบตเตอรี่แรงดันต่ำ 12 โวลต์

2.1.5 กล้องควบคุมการสื่อสารของรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Communication Controller หรือ EVCC)

กล้องควบคุมการสื่อสารของรถยนต์ไฟฟ้า คือหน่วยประมวลผลในการชาร์จไฟ เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำหน้าที่บริหารจัดการและสื่อสารระหว่างรถยนต์กับสถานีชาร์จหรืออุปกรณ์ชาร์จไฟต่างๆ โดย EVCC ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันผ่านการสื่อสารระหว่างที่ชาร์จภายนอกและ ECU ของรถยนต์ ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ รอบตัวรถ เพื่อนำมาประมวลผล

2.1.6 ชุดสายไฟแรงสูง (High Voltage Wiring Harness)

ชุดสายไฟแรงสูงทำหน้าที่ลำเลียงพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงไปยังส่วนต่างๆ ของรถยนต์ สายไฟแรงสูงสามารถสังเกตได้โดยง่าย คือสายไฟที่มีสีส้ม มีฉนวนป้องกันและฉลากคำเตือนบ่งชี้ให้เห็นชัดเจน

2.1.7 ช่องชาร์จแบตเตอรี่ (Charging Port)

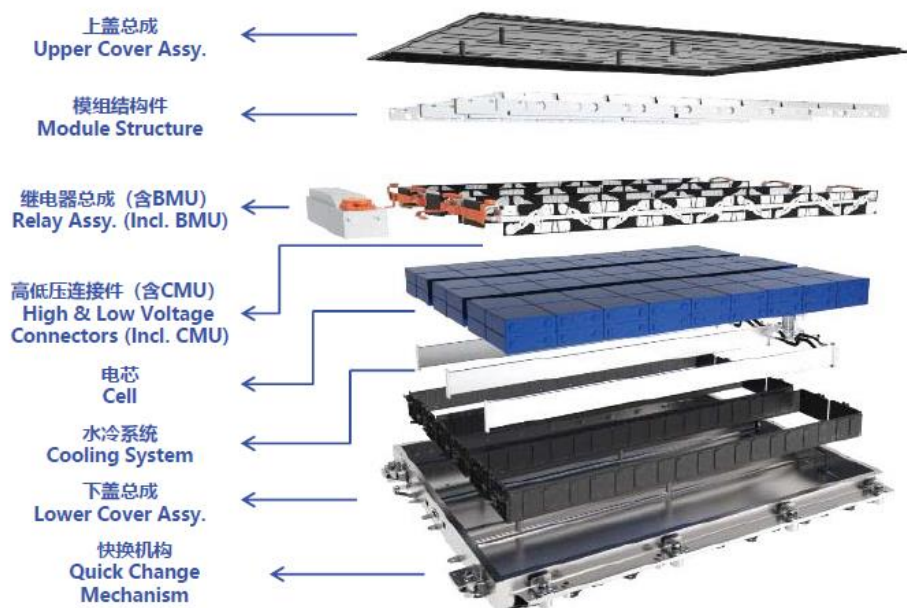
ช่องชาร์จแบตเตอรี่ เป็นช่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบตามผู้ผลิตและประเทศที่จำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งรองรับประเภทการชาร์จทั้งกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)

2.1.8 สวิตช์ตัดไฟ (Safety Switch)

สวิตช์ตัดไฟ เป็นตัวที่ใช้ในตัดการทำงานของระบบไฟแรงสูง เป็นอุปกรณ์ที่เพิ่มความปลอดภัยในงานซ่อมบำรุงทั่วไป รวมไปถึงในกรณีเหตุฉุกเฉินเล็กน้อยจนถึงการเกิดอุบัติเหตุให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งยังสามารถยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ในกรณีที่จอดรถยนต์ทิ้งไว้นานๆ

2.2 ระบบจัดเก็บพลังงาน (Energy Storage System หรือ ESS)

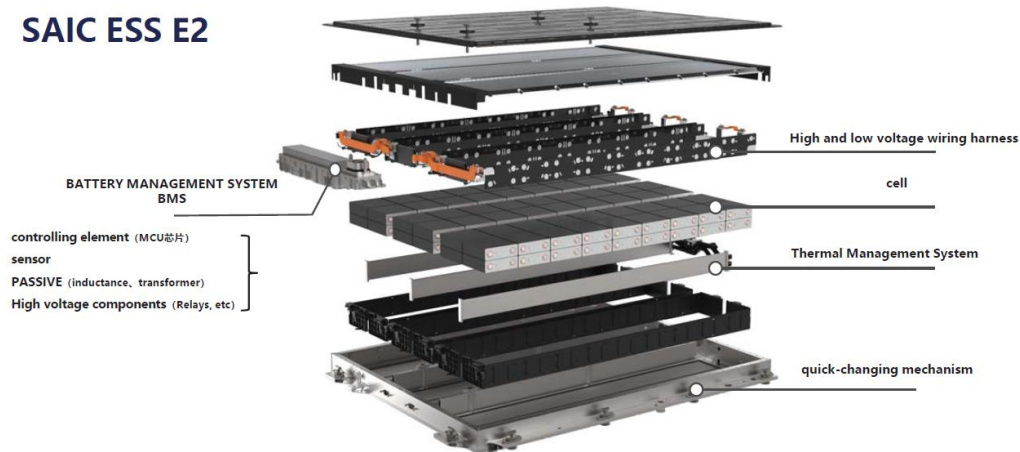
ESS (Energy Storage System) หรือระบบจัดเก็บพลังงานที่ใช้แบตเตอรี่แรงดันสูง คือระบบที่ออกแบบมาเพื่อเก็บและจัดการพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากโดยใช้แบตเตอรี่ที่มีแรงดันสูง โดยแบตเตอรี่มีส่วนประกอบดังรูปที่ 13 ที่จะแสดงการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ให้กลายมาเป็นแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า โดยจะเป็นการยกตัวอย่างแบตเตอรี่ของยานยนต์ยี่ห้อ Morris Garages (MG) มาเป็นกรณีศึกษา และสำหรับยานยนต์ค่ายอื่นก็จะมีลักษณะแบตเตอรี่คล้ายกัน แต่จะต่างกันที่รูปแบบการวาง Cell หรือขนาดของ Cell โดยสุดท้ายจุดมุ่งหมายของการออกแบบแบตเตอรี่ในปัจจุบันของทุกค่ายการผลิต คือ ต้องการให้มีระบบการระบายความร้อนที่ดี



รูปที่ 13 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่แรงดันสูง

ทั้งนี้ ในรูปที่ 14 ถ้าหากสังเกตในส่วนของ Battery management system นั้นจะพบว่า มีเซ็นเซอร์ อยู่คือ **Controlling element sensor** โดยเป็นเซ็นเซอร์ใช้ในการวัดหรือตรวจจับสภาวะแวดล้อมหรือสถานะของระบบต่างๆ และส่งข้อมูลที่ไปยังตัวควบคุม (Controller) เพื่อให้สามารถดำเนินการหรือปรับปรุงการทำงานของระบบได้ตามต้องการ อาทิเช่น Temperature sensors เป็นต้น

SAIC ESS E2

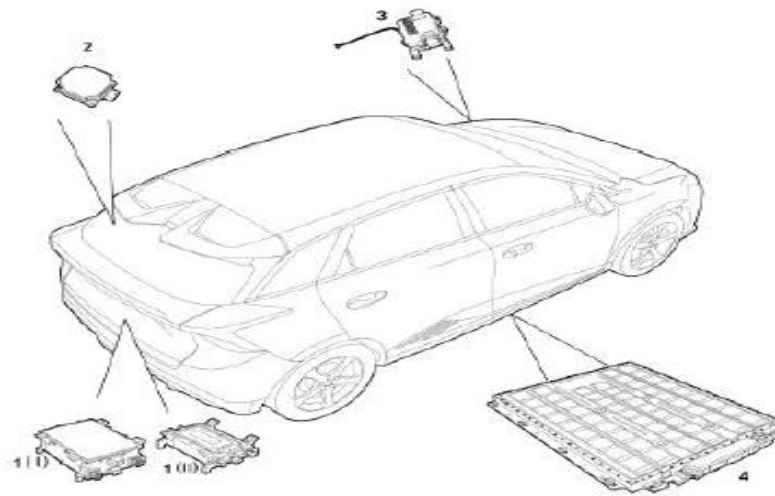


รูปที่ 14 เซ็นเซอร์ในระบบ BMS

2.3 ระบบไฟฟ้ากำลังและการควบคุมพลังงาน

ในระบบไฟฟ้ากำลังและการควบคุมพลังงาน มีบทบาทสำคัญในการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ รวมถึงการควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ของรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในระบบนี้ จะมี แผนผังแสดงดังรูปที่ 15 อ้างอิงจากยานยนต์ยี่ห้อ MG

แผนผังระบบ



S1121210

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. (I) โมดูลรวมการชาร์จแรงดันสูงและต่ำ-11KW (หากมี) | 2. โมดูลสื่อสารของรถยนต์ไฟฟ้า |
| (II) โมดูลรวมการชาร์จแรงดันสูงและต่ำ-7KW (หากมี) | 3. อินเวอร์เตอร์ (ไม่ได้ติดตั้ง) |
| | 4. แบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูง |

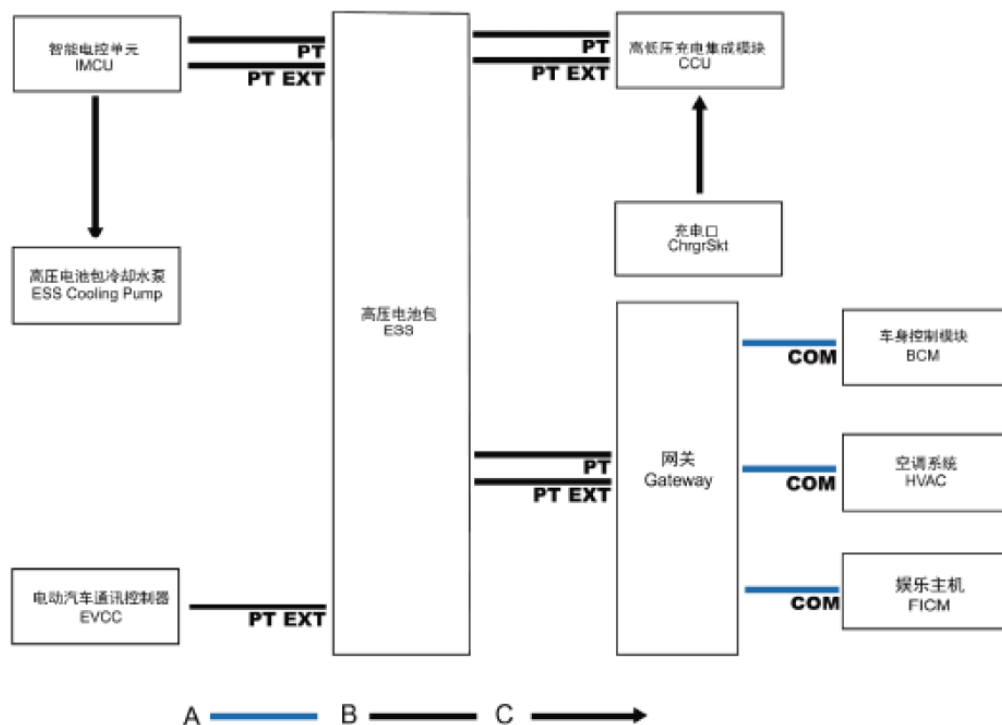
รูปที่ 15 แผนผังระบบไฟฟ้ากำลังและระบบควบคุมของรถยนต์ไฟฟ้า MG

โดยระบบไฟฟ้ากำลังและการควบคุมนั้นมีส่วนประกอบหลักๆ คือ

1. **ระบบไฟฟ้ากำลัง** ในยานยนต์ไฟฟ้าทำหน้าที่ผลิตและส่งกำลังจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนล้อของยานยนต์ ซึ่งประกอบด้วย
 1. **แบตเตอรี่ (Battery Pack)**
 2. **มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)** แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อหมุนล้อของรถ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้แรงบิดสูงได้ตั้งแต่เริ่มต้น ทำใหยานยนต์ไฟฟ้าสามารถเร่งความเร็วได้อย่างรวดเร็ว
 3. **อินเวอร์เตอร์ (Inverter)** ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อใช้ในมอเตอร์ไฟฟ้า
 4. **ระบบส่งกำลังไฟฟ้า (Transmission or Gearbox)** บางครั้งเรียกว่า "single-speed transmission" เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้ามักใช้ระบบเกียร์เดียวที่ไม่มีการเปลี่ยนเกียร์เหมือนรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน
2. **ระบบการบริหารจัดการพลังงานในรถยนต์ไฟฟ้า (Energy Management System)** ระบบการควบคุมพลังงานของรถยนต์ไฟฟ้ามีหน้าที่จัดการการใช้และการเก็บพลังงานไฟฟ้าภายในรถอย่างมีประสิทธิภาพ

- a. ระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS)
- b. ระบบเบรกคืนพลังงาน (Regenerative Braking System) เมื่อรถเบรก ระบบจะเปลี่ยนพลังงานจลน์ที่เกิดจากการเบรกเป็นพลังงานไฟฟ้าและเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อเพิ่มระยะทางการขับขี่
- c. ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Unit) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น ความเร็วและแรงบิดที่ต้องการในสถานการณ์ต่างๆ
- d. ระบบควบคุมความร้อน (Thermal Management System) ควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เพื่อป้องกันความร้อนสูงเกินไปและรักษาประสิทธิภาพการทำงาน
- e. ระบบการชาร์จ (Charging System) ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งชาร์จไปยังแบตเตอรี่ รวมถึงการจัดการการชาร์จอย่างชาญฉลาดเพื่อป้องกันการชาร์จเกิน

โดยได้มีการแสดงแผนผังการทำงานของระบบนี้ไว้ในรูปที่ 16 โดยในตัว ESS หรือแบตเตอรี่ นั้นจะมีเซ็นเซอร์ที่ส่งสัญญาณถึงกัน รวมถึงระบบทำความเย็นด้วยนั่นเอง โดยหน้าที่ของเซ็นเซอร์ในระบบนี้เพื่อช่วยเตือนให้ยานยนต์ทราบ เพื่อป้องกันการดำเนินงานที่ล้มเหลวของระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมพลังงาน



S1121240

รูปที่ 16 แผนผังระบบการทำงานของระบบการควบคุมยานยนต์

2.4 ระบบระบายความร้อน (Cooling System)

ระบบระบายความร้อนในยานยนต์ไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และมอเตอร์ไฟฟ้า เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบนี้มีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนเกินไปหรือเย็นเกินไป โดยหลักการทำงานของเซ็นเซอร์เหล่านี้จะทำการวัดค่าต่างๆ และส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุม (BMS: Battery Management System) ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลและสั่งการให้ระบบระบายความร้อนทำงานเพื่อรักษาอุณหภูมิให้เหมาะสม เช่น การปรับความเร็วของปั๊มหล่อเย็น การเปิดหรือปิดวาล์วควบคุมการไหลของของเหลว หรือการปรับการทำงานของพัดลมระบายความร้อน โดยประโยชน์ของระบบนี้คือ รักษาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ ด้วยการควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ให้เหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงาน, ป้องกันความเสียหายโดยการตรวจจับอุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย และเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของระบบระบายความร้อนที่ถูกต้องจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเกิดไฟไหม้ โดยเซ็นเซอร์ที่สำคัญในระบบระบายความร้อนของรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่

1. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
 - a. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบตเตอรี่ โดยติดตั้งอยู่ที่เซลล์แบตเตอรี่แต่ละเซลล์หรือกลุ่มของเซลล์ เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิของแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่อง
 - b. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของของเหลวหล่อเย็น โดยติดตั้งในวงจรหล่อเย็น เพื่อวัดอุณหภูมิของของเหลวที่ไหลเวียนผ่านแบตเตอรี่และมอเตอร์
 - c. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศเข้า มีหน้าที่วัดอุณหภูมิของอากาศภายนอกที่เข้าสู่ระบบระบายความร้อน
2. เซ็นเซอร์วัดความดัน
 - a. เซ็นเซอร์วัดความดันของปั๊ม มีหน้าที่วัดความดันของปั๊มหล่อเย็น เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของปั๊ม
 - b. เซ็นเซอร์วัดความดันของระบบ มีหน้าที่วัดความดันในระบบหล่อเย็น เพื่อตรวจสอบการไหลเวียนของของเหลว
3. เซ็นเซอร์วัดระดับของเหลว
 - a. เซ็นเซอร์วัดระดับของเหลวหล่อเย็น ตรวจสอบระดับของเหลวหล่อเย็นในถังพัก เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวหมด
4. เซ็นเซอร์วัดการไหล

- a. **เซ็นเซอร์วัดการไหลของของเหลว** วัดอัตราการไหลของของเหลวหล่อเย็น เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อน

โดยจากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบระบายความร้อนของรถยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในการรักษาอุณหภูมิของแบตเตอรี่และมอเตอร์ให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า

2.5 ระบบปรับอากาศ (Air Condition System)

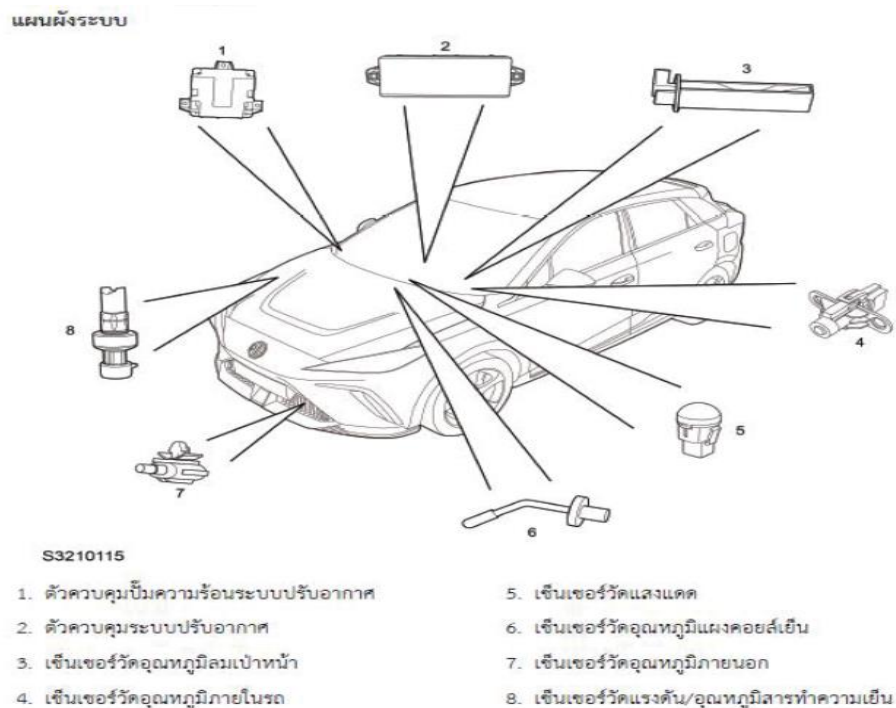
ระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า นั้นมีความซับซ้อนและอาศัยเซ็นเซอร์หลายชนิดในการทำงาน เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างแม่นยำและประหยัดพลังงาน เซ็นเซอร์เหล่านี้จะทำหน้าที่ตรวจจับสถานะต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกรถยนต์ แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุม เพื่อให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม โดยหลักการทำงานของเซ็นเซอร์ในระบบปรับอากาศ จะเริ่มจากเก็บรวบรวมข้อมูลที่เซ็นเซอร์ต่างๆ ทำการวัดค่าต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มของแสง จากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังโมดูลควบคุมระบบปรับอากาศเพื่อประมวลผลที่โมดูลควบคุมจะนำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ สุดท้ายจะสั่งการ เมื่อโมดูลควบคุมวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะสั่งการให้ระบบปรับอากาศทำงาน เช่น ปรับความเร็วของพัดลม ปรับอุณหภูมิของคอยล์เย็น หรือเปิด-ปิดวาล์วควบคุมการไหลของสารทำความเย็น โดยเซ็นเซอร์ที่สำคัญในระบบปรับอากาศยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่

1. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

- a. **ภายในห้องโดยสาร** โดยจะวัดอุณหภูมิอากาศภายในรถ เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ และปรับกำลังของระบบปรับอากาศให้เหมาะสม
- b. **ภายนอก** โดยจะวัดอุณหภูมิอากาศภายนอก เพื่อประเมินความแตกต่างของอุณหภูมิ และปรับการทำงานของระบบให้ตอบสนองต่อสภาพอากาศภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. **เซ็นเซอร์วัดความชื้น** ที่จะวัดความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องโดยสาร เพื่อควบคุมระดับความชื้นให้อยู่ในช่วงที่สบาย
3. **เซ็นเซอร์วัดคุณภาพอากาศ** จากการตรวจจับปริมาณฝุ่นละออง ก๊าซพิษ และสารก่อภูมิแพ้ภายในห้องโดยสาร เพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น
4. **เซ็นเซอร์วัดแสง** จากการตรวจจับความเข้มของแสงภายนอก เพื่อปรับความสว่างของหน้าจอแสดงผล และควบคุมการทำงานของไฟภายในรถให้เหมาะสม
5. **เซ็นเซอร์ตรวจจับผู้โดยสาร** โดยตรวจจับตำแหน่งและจำนวนผู้โดยสาร เพื่อปรับการกระจายลมเย็นให้เหมาะสมกับจำนวนผู้โดยสาร

6. เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงแดด โดยตรวจจับความเข้มของแสงแดดที่ส่องเข้ามาในรถ เพื่อปรับการทำงานของผ้าม่านบังแดดอัตโนมัติ

โดยในระบบนี้จะมี แผนผังแสดงดังรูปที่ 17 อ้างอิงจากยานยนต์ยี่ห้อ MG และเซ็นเซอร์ที่แสดงในรูปนั้น อาจจะแตกต่างกันไปตามแต่ผู้ผลิตเลือกใช้งาน



รูปที่ 17 แผนผังระบบปรับอากาศในยานยนต์ รุ่น MG

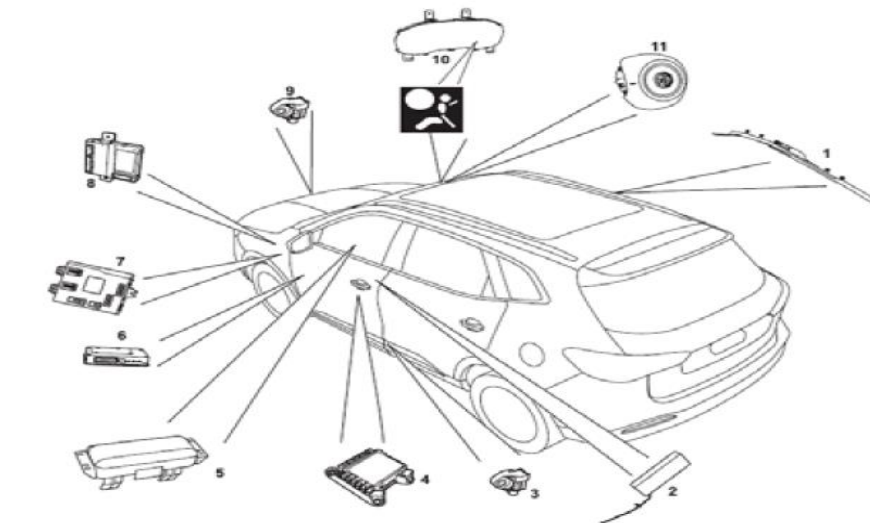
2.6 ระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัย (Safety / Air Bag System)

ระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัยในยานยนต์ไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการปกป้องผู้ขับขี่และผู้โดยสารในกรณีเกิดอุบัติเหตุ เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบนี้มีบทบาทสำคัญในการตรวจจับเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดอันตราย และส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้ระบบทำงานเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยมีหลักการทำงานของเซ็นเซอร์คือ เซ็นเซอร์เหล่านี้จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น แรงกระแทก ความเร่ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อตรวจพบการเปลี่ยนแปลงที่เกินค่าที่ตั้งไว้ เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังโมดูลควบคุมถุงลมนิรภัย (Airbag Control Module) ซึ่งจะทำการประมวลผลข้อมูลและสั่งการให้ถุงลมนิรภัยทำงาน และเซ็นเซอร์ที่สำคัญในระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัย ได้แก่

1. เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงกระแทก (Crash Sensor)

- a. เซ็นเซอร์ชนด้านหน้า ที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของรถ เพื่อตรวจจับแรงกระแทกจากการชนด้านหน้า
 - b. เซ็นเซอร์ชนด้านข้าง ที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของรถ เพื่อตรวจจับแรงกระแทกจากการชนด้านข้าง
 - c. เซ็นเซอร์ชนด้านหลัง ที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของรถ เพื่อตรวจจับแรงกระแทกจากการชนด้านหลัง
 - d. เซ็นเซอร์พลิกคว่ำ มีหน้าที่ตรวจจับการพลิกคว่ำของรถ
2. เซ็นเซอร์ตรวจจับการคาดเข็มขัดนิรภัย ที่จะตรวจสอบว่าผู้ขับขี่และผู้โดยสารคาดเข็มขัดนิรภัยหรือไม่
 3. เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งที่นั่ง ที่จะตรวจจับตำแหน่งที่นั่งของผู้โดยสาร เพื่อปรับการทำงานของถุงลมนิรภัยให้เหมาะสมกับตำแหน่งของผู้โดยสาร
 4. เซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็ว มีหน้าที่วัดความเร็วของรถ เพื่อประเมินความรุนแรงของการชน
 5. เซ็นเซอร์ตรวจจับมุมพวงมาลัย จากการตรวจจับมุมพวงมาลัย เพื่อประเมินทิศทางของแรงกระแทก
- จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัยของรถยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในการปกป้องผู้ขับขี่และผู้โดยสาร การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์ที่แม่นยำและรวดเร็วขึ้น ทำให้เทคโนโลยีด้านความปลอดภัยของรถยนต์มีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง และมีแผนผังของระบบแสดงดังรูปที่ 18

แผนผังถุงลมนิรภัยเสริมความปลอดภัย



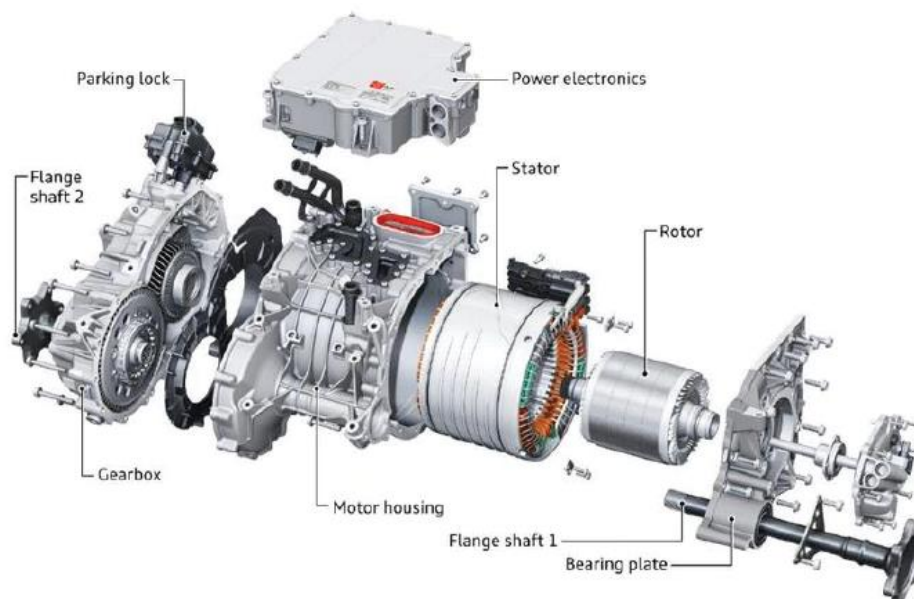
S4714058

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. ม่านลมเสริมความปลอดภัยด้านข้าง | 7. โมดูลควบคุมระบบไฟฟ้าตัวถังรถ BCM |
| 2. ถุงลมเสริมความปลอดภัยด้านข้างเบาะนั่ง | 8. เกตเวย์ |
| 3. เซ็นเซอร์วัดการชนด้านข้าง | 9. เซ็นเซอร์วัดการชนด้านหน้า |
| 4. โมดูลควบคุมของถุงลมเสริมความปลอดภัย SDM | 10. ไฟเตือนถุงลมเสริมความปลอดภัย |
| 5. ถุงลมเสริมความปลอดภัยด้านผู้โดยสาร | 11. ถุงลมเสริมความปลอดภัยที่พวงมาลัย |
| 6. โมดูลสื่อสาร | |

รูปที่ 18 แผนผังระบบความปลอดภัยและถุงลมนิรภัย

บทที่ 3 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบส่งกำลัง ในยานยนต์ไฟฟ้า

หากกล่าวถึงระบบส่งกำลังในยานยนต์ไฟฟ้าแล้วนั้น จะต้องนึกถึงระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า หรือ E-drive system ที่เป็นหัวใจสำคัญของรถยนต์ไฟฟ้า โดยเป็นระบบที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้กลายเป็นพลังงานกล เพื่อขับเคลื่อนล้อรถให้หมุน ซึ่งต่างจากรถยนต์สันดาปภายในที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปในการเปลี่ยนพลังงานเคมีจากน้ำมันให้เป็นพลังงานกล โดยมีส่วนประกอบหลักของ E-drive System คือ แบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้า จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการชาร์จ, มอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้เป็นพลังงานกล เพื่อขับเคลื่อนล้อรถ, ตัวควบคุมมอเตอร์ (Inverter) ที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยปรับเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต้องการในการขับเคลื่อน และเกียร์ลดความเร็วที่ช่วยลดความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความเร็วในการขับเคลื่อน โดยรูปที่ 19 เป็นการแสดงระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 19 อุปกรณ์ในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า

ที่มา <http://www.zf.com/products/en/cars/edrive/edrive.html>

3.1 เซ็นเซอร์ตำแหน่งในยานยนต์ไฟฟ้า (Position Sensor)

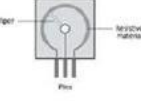
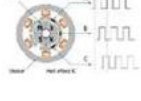
เซ็นเซอร์ตำแหน่ง หรือ Position Sensor นั้นถือเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ E-drive system ซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดตำแหน่งของชิ้นส่วนต่างๆ ภายในระบบ เพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังระบบควบคุม เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ เซ็นเซอร์

ตำแหน่งนั้นสำคัญในยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยเซ็นเซอร์ตำแหน่งจะตรวจวัดตำแหน่งของโรเตอร์ (Rotor) ในมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ระบบควบคุมสามารถปรับกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังมอเตอร์ได้อย่างแม่นยำ เพื่อให้ได้แรงบิดและความเร็วที่ต้องการ ความสามารถในการควบคุมเกียร์: ในบางระบบขับเคลื่อน อาจมีการใช้เกียร์ลดความเร็ว เซ็นเซอร์ตำแหน่งจะตรวจวัดตำแหน่งของเกียร์ เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถเปลี่ยนเกียร์ได้อย่างราบรื่น รวมถึงการควบคุมระบบเบรก โดยเซ็นเซอร์ตำแหน่งจะตรวจวัดตำแหน่งของคาลิเปอร์เบรก เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถควบคุมแรงเบรกได้อย่างแม่นยำและสุดท้ายคือการตรวจสอบระบบความปลอดภัย โดยเซ็นเซอร์ตำแหน่งยังถูกนำมาใช้ในระบบความปลอดภัยต่างๆ เช่น ระบบควบคุมเสถียรภาพ (ESC) เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของล้อและมุมพวงมาลัย

3.2 ประเภทของเซ็นเซอร์ตำแหน่งที่นิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า

ในปัจจุบันนั้นมีเซ็นเซอร์ตำแหน่งหลายชนิดที่ถูกนำมาใช้งาน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิต ตัวอย่างชนิดของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแสดงในรูปที่ 20

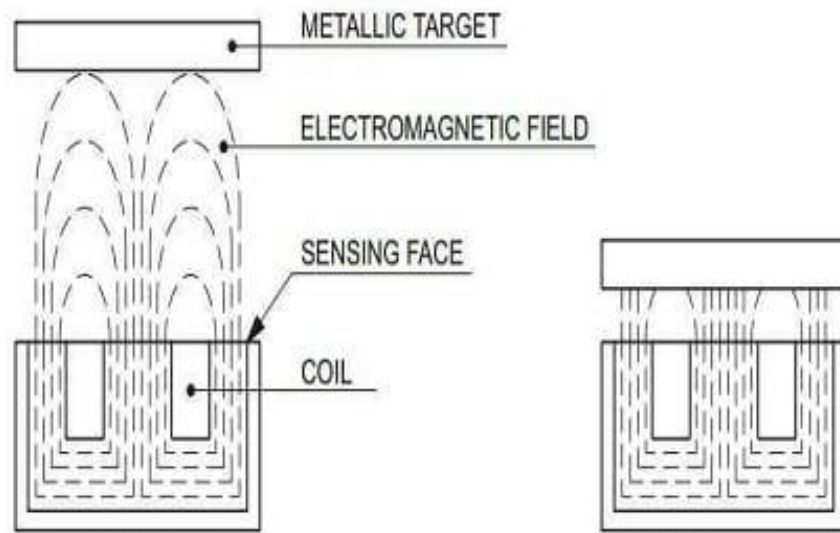
Typical Position Sensing Techniques

	Inductive	Resolver	Optical Encoder	Resistive Potentiometer	Hall-Effect Latch	Magnetic Encoder IC
Sensor Type						
Size and Weight	Low	High	Med	Very Low	Very Low	Low
System Costs	Med	High	High	Low	Low	Med
Power	Low	High	Med	Low	Low	Low
Accuracy	Very High	Very High	Very High	Low	Med	High
RPM Rates	Very High	Very High	Very High	Low	Med	High
Strayfield Immune	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No / (ams Yes)
Dirt/Dust Susceptible	No	No	Yes	No	No	No
Functional Safety Redundancy option	Possible	Not possible (Physically and Economically)	Not possible (Physically and Economically)	Possible	Not Possible (Too complex due to so many devices required)	Possible

รูปที่ 20 ชนิดของเซ็นเซอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

3.2.1 เซ็นเซอร์อินดักทีฟ (Inductive Sensor)

เซ็นเซอร์อินดักทีฟ หรือที่เรียกอีกอย่างว่า เซ็นเซอร์ตรวจจับโลหะ (Metal Detector Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำงาน เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุประเภทโลหะ โดยปกติจะถูกประยุกต์ใช้ในการตรวจจับตำแหน่งเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยมีหลักการทำงานแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 หลักการทำงานของ Inductive เซ็นเซอร์

ที่มา <http://mall.factomart.com/inductive-proximity-sensor-working-principle/>

คอยล์ (Coil) เซ็นเซอร์อินดักทีฟประกอบด้วยคอยล์ซึ่งเป็นขดลวดที่มีหน้าที่ปล่อยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ผ่านบริเวณด้านหน้าของเซ็นเซอร์

สนามแม่เหล็ก เมื่อมีวัตถุโลหะเคลื่อนที่เข้ามาในสนามแม่เหล็กนี้ กระแสไฟฟ้าวน (Eddy current) จะเกิดขึ้นในวัตถุโลหะ

การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าวนที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่คอยล์ปล่อยออกมา

สัญญาณไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเซ็นเซอร์

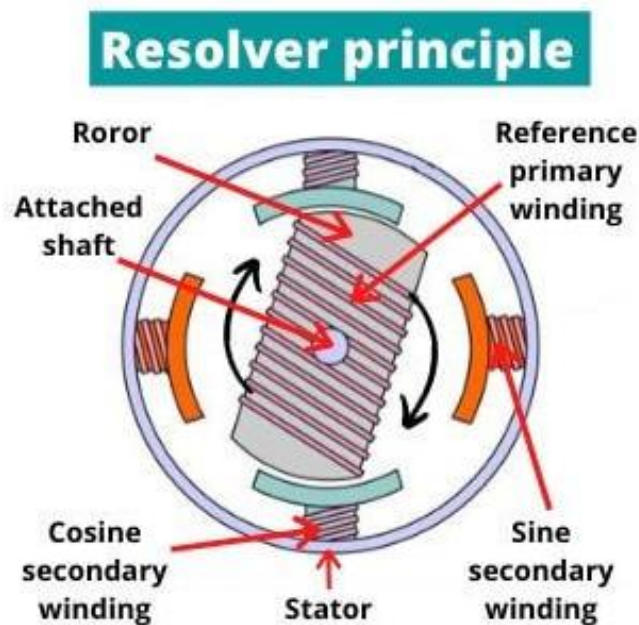
การส่งออกสัญญาณ สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะถูกส่งออกไปยังระบบควบคุม เพื่อสั่งการทำงานตามที่ต้องการ

3.2.2 เซ็นเซอร์ Resolver (Resolver Sensor)

เซ็นเซอร์ Resolver เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการวัดตำแหน่งเชิงมุม (angular position) หรือการหมุนของเพลา (shaft rotation) แสดงในรูปที่ 22 โดยทั่วไปจะใช้ในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เซอร์โวมอเตอร์ และระบบขับเคลื่อนที่ต้องการความแม่นยำสูงในการวัดตำแหน่ง มีหลักการทำงานของเซ็นเซอร์ Resolver เซ็นเซอร์ Resolver ประกอบด้วยสเตเตอร์ (Stator) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่นิ่ง และโรเตอร์ (Rotor) ซึ่งเป็นส่วนที่หมุนได้ ภายในสเตเตอร์และโรเตอร์จะมีขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก ซึ่งเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเหล่านี้ จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างสเตเตอร์และโรเตอร์จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะส่งผลให้ได้สัญญาณไฟฟ้าออกมาสองสัญญาณที่เรียกว่า Sin และ Cos

1. สัญญาณ Sin เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่แปรผันตามไซน์ของมุมหมุน
2. สัญญาณ Cos เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่แปรผันตามโคไซน์ของมุมหมุน

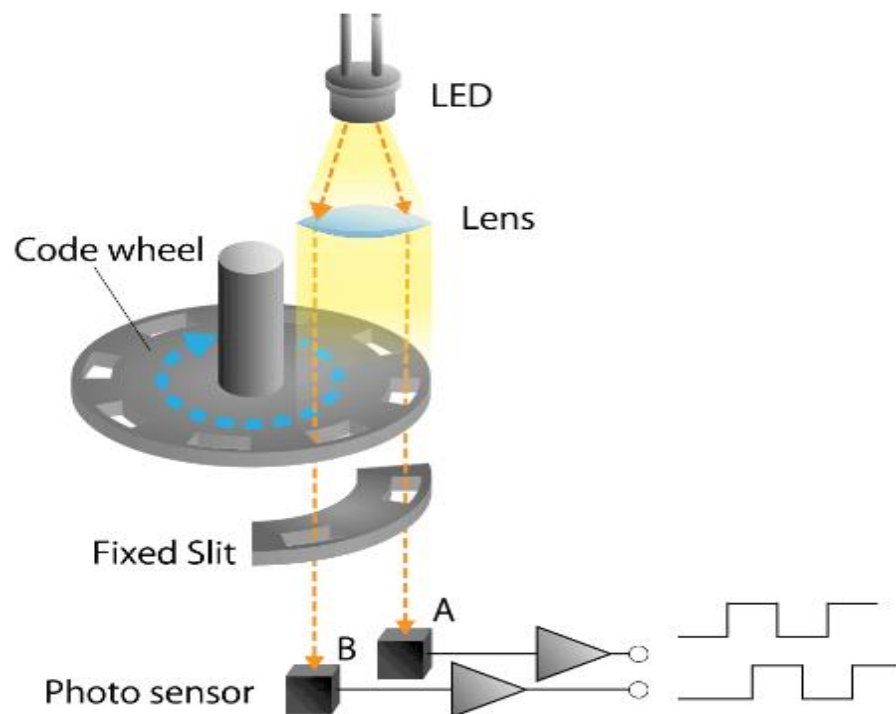
โดยหากนำสัญญาณ Sin และ Cos มาประมวลผลทางคณิตศาสตร์ จะสามารถคำนวณหาค่ามุมหมุนได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 22 ส่วนประกอบของ เซ็นเซอร์ Resolver
ที่ <http://eltra-encoder.eu/news/resolver-vs-encoder>

3.2.3 Optical Encoder

Optical Encoder เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการของแสงในการวัดตำแหน่งเชิงมุม (angular position) หรือความเร็วในการหมุนของเพลา (shaft speed) โดยทั่วไปจะใช้ในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เซอร์โวมอเตอร์ และระบบขับเคลื่อนที่ต้องการความแม่นยำในการวัดตำแหน่ง โดยมีหลักการทำงานของ Optical Encoder คือจะมีดิสก์ที่มีรูปแบบ (Code Disk) ภายใน Optical Encoder จะเป็นดิสก์ที่มีรูปแบบเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วยช่องว่างและส่วนที่ไม่โปร่งแสง มีแหล่งกำเนิดแสง (เช่น LED) จะส่องแสงไปยังดิสก์ ไปหาตัวรับแสง (Phototransistor) โดยตัวรับแสงจะรับแสงที่ผ่านช่องว่างบนดิสก์ และการแปลงสัญญาณแสงที่ได้รับจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า สุดท้ายเป็นการประมวลผล จากสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะถูกประมวลผลเพื่อคำนวณตำแหน่งหรือความเร็ว โดยประเภทของ Optical Encoder แบ่งได้ 2 ชนิด คือ Incremental Encoder เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ โดยให้สัญญาณพัลส์เมื่อดิสก์หมุนไปหนึ่งหน่วย และแบบ Absolute Encoder: เป็นการวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ โดยให้รหัสเลขฐานสองแทนตำแหน่งที่แน่นอน ตัวอย่าง Optical Encoder แสดงในรูปที่ 23



รูปที่ 23 ส่วนประกอบของ Optical Encoder

ที่มา <http://www.akm.com/eu/en/products/rotation-angle-sensor/tutorial/optical-encoder/>

3.2.4 Hall Effect Latch

Hall Effect Latch เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall Effect) เพื่อตรวจจับสนามแม่เหล็กและเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าออกเป็นสภาวะล็อก (latch) โดยมีหลักการทำงานคือ ปรากฏการณ์ฮอลล์ กล่าวคือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำในสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับกระแสไฟฟ้า จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในทิศทางตั้งฉากกับทั้งกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก เรียกว่า แรงดันฮอลล์ (Hall Voltage) หลังจากนั้นจะตรวจจับสนามแม่เหล็ก โดยเซ็นเซอร์ฮอลล์จะตรวจจับแรงดันฮอลล์ที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็ก และล็อกสภาวะเมื่อสนามแม่เหล็กมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เซ็นเซอร์จะเปลี่ยนสภาวะออกเป็นสภาวะล็อก (latch) ซึ่งจะคงสภาพอยู่แม้ว่าสนามแม่เหล็กจะหายไปแล้ว สุดท้ายเป็นการปลดล็อกเพื่อปลดล็อกสภาวะ ต้องมีการส่งสัญญาณรีเซ็ตหรือสนามแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม จากข้อมูลทีกล่าวนั้นจะเห็นว่า Hall Effect Latch เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประโยชน์ในการตรวจจับสนามแม่เหล็กและควบคุมระบบต่างๆ ด้วยคุณสมบัติการล็อกสภาวะ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย

3.2.5 Magnetic Encoder IC

Magnetic Encoder IC เป็นชิปอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ฮอลล์ (Hall Effect) เพื่อตรวจจับสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรที่ติดตั้งอยู่บนแกนหมุนหรือเพลลา แล้วแปลงข้อมูลสนามแม่เหล็กนั้นให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่แทนค่าตำแหน่งเชิงมุม (angular position) หรือความเร็วในการหมุน มีหลักการทำงานคือ หลักการทำงานจะมีเซ็นเซอร์ฮอลล์ ที่ตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแม่เหล็กถาวร โดยสัญญาณจากเซ็นเซอร์ฮอลล์จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลหรืออนาล็อก เพื่อนำไปประมวลผลสัญญาณเพื่อคำนวณตำแหน่งหรือความเร็ว จากนั้นจะส่งออกข้อมูลตำแหน่ง หรือความเร็วออกไปในรูปแบบที่สามารถใช้งานได้

3.3 ระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU Hardware System)

MCU Hardware System หรือ ระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นเปรียบเสมือนสมองของยานยนต์ไฟฟ้าเลยทีเดียว ทำหน้าที่ควบคุมและประสานงานการทำงานของระบบต่างๆ ภายในรถยนต์ให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดย MCU นั้นสำคัญสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยสามารถควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้ กล่าวคือ MCU จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าให้มีกำลังและความเร็วที่เหมาะสมกับสภาพการขับขี่สามารถจัดการพลังงานแบตเตอรี่ โดยควบคุมการชาร์จและการคายประจุของแบตเตอรี่ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและยืดอายุการใช้งาน รวมถึงควบคุมระบบส่งกำลัง โดยควบคุมการทำงานของเกียร์และระบบส่งกำลังอื่นๆ ให้เหมาะสมกับสภาพการขับขี่ และยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบต่างๆ เช่น เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ ภายในรถยนต์ เพื่อรับข้อมูลและนำมาประมวลผล และการควบคุมระบบความปลอดภัย เช่น ควบคุมระบบเบรก ABS, ระบบควบคุมเสถียรภาพ และระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่อื่นๆ

โดยส่วนประกอบหลักของ MCU Hardware System ในยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิปหลักที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและสั่งการ
2. หน่วยความจำ ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ
3. พอร์ต I/O ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น เซ็นเซอร์, แอคชูเอเตอร์, และอุปกรณ์แสดงผล
4. ตัวแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ใช้สำหรับแปลงสัญญาณระหว่างดิจิทัลและอนาล็อก
5. ตัวตั้งเวลา ใช้สำหรับควบคุมเวลาและจังหวะการทำงานของระบบต่างๆ
6. หน่วยสื่อสาร ใช้สำหรับสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เซ็นเซอร์, แอคชูเอเตอร์, และเครือข่ายรถยนต์

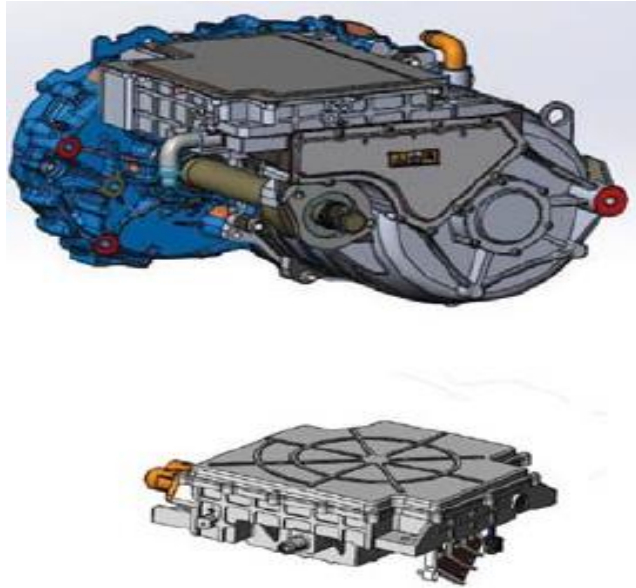
จะเห็นได้ว่า MCU Hardware System มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมยิ่งขึ้น การพัฒนา MCU ที่มีความสามารถสูงขึ้นจะช่วยให้รถยนต์ไฟฟ้ามีฟังก์ชันที่หลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น

3.4 Motor Control Unit (MCU)

Motor Control Unit (MCU) เป็นหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า (EV), รถยนต์ไฮบริด (HEV) และรถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) โดยหน้าที่หลักของ MCU ควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้าเพื่อปรับแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังมอเตอร์ให้เหมาะสมกับความต้องการของการขับเคลื่อน ควบคุมความเร็วและแรงบิด ควบคุมความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ตามคำสั่งจากคันเร่งหรือระบบควบคุมอื่นๆ การตรวจสอบและป้องกัน คือตรวจสอบสภาพของมอเตอร์และระบบไฟฟ้า ป้องกันมอเตอร์จากความร้อนสูงเกินไป กระแสเกิน และสภาวะผิดปกติอื่นๆ และการประสานงานกับระบบอื่นๆ เช่น สื่อสารกับระบบย่อยอื่นๆ ในรถยนต์ เช่น แบตเตอรี่, เกียร์, และระบบควบคุมเสถียรภาพ โดยส่วนประกอบหลักของ MCU ได้แก่

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นหน่วยประมวลผลกลางที่ควบคุมการทำงานของ
2. MCU อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรง (DC) จากแบตเตอรี่เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์
3. เซ็นเซอร์ ตรวจสอบสภาพการทำงานของมอเตอร์และระบบไฟฟ้า
4. วงจรควบคุมกำลัง (Power Control Circuit) ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ วงจรป้องกัน (Protection Circuit): ปกป้องมอเตอร์และระบบไฟฟ้าจากสภาวะผิดปกติ

โดย MCU มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า ช่วยให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน และยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังช่วยในการควบคุมการขับเคลื่อนที่ราบรื่นและปลอดภัย โดยตัวอย่างของ MCU นั้นแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 24 ตัวอย่างของ MCU ในยานยนต์ไฟฟ้า

บทที่ 4 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบช่วงล่าง ในยานยนต์ไฟฟ้า

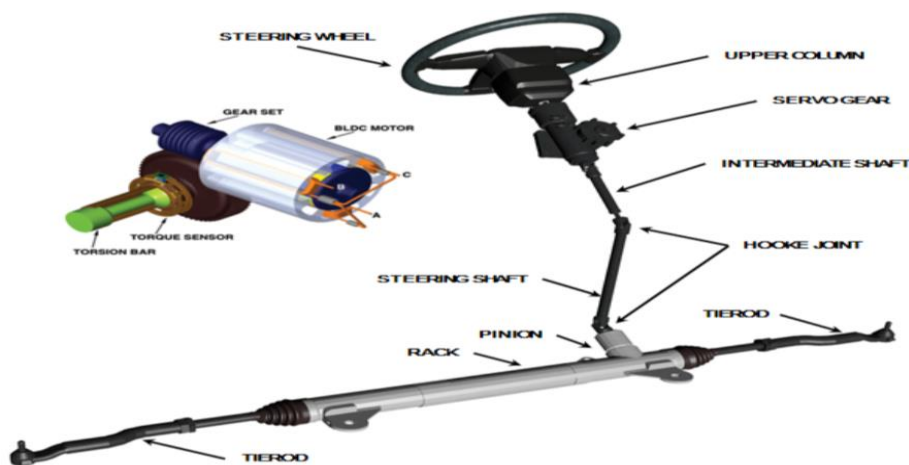
ระบบช่วงล่างของรถยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่นั้นซับซ้อนและอาศัยเซ็นเซอร์หลายชนิดในการ เซ็นเซอร์เหล่านี้จะคอยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสภาพของรถและสภาพถนน แล้วส่งข้อมูลไปยัง ECU (Electronic Control Unit) เพื่อประมวลผลและสั่งการให้ระบบช่วงล่างทำงานได้อย่างเหมาะสม

4.1 ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System)

ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System) เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถควบคุมทิศทางของยานยนต์โดยการหมุนพวงมาลัย ระบบนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ยานยนต์สามารถเลี้ยวและขับเคลื่อนไปในทิศทางที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและปลอดภัย

4.1.1 พวงมาลัยไฟฟ้า (Electric Power Steering)

EPS ย่อมาจาก Electric Power Steering หรือ พวงมาลัยไฟฟ้า เป็นระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าช่วยในการหมุนพวงมาลัย แทนที่จะใช้ระบบไฮดรอลิกแบบเดิม ทำให้การขับขี่ยานยนต์นุ่มนวลขึ้นและประหยัดพลังงานมากขึ้น โดย EPS นั้นนิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เพราะว่า ประหยัดพลังงานมากกว่า โดยระบบ EPS ไม่ต้องใช้ปั๊มไฮดรอลิก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่า, มีการตอบสนองเร็ว เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าตอบสนองต่อการหมุนพวงมาลัยได้รวดเร็วกว่า ทำให้การขับขี่คล่องตัวขึ้น, น้ำหนักเบากว่า โดยระบบ EPS มีน้ำหนักเบากว่าระบบไฮดรอลิก ทำให้ยานยนต์มีน้ำหนักเบาและประหยัดน้ำมันมากขึ้น, สามารถปรับแต่งได้ โดยสามารถปรับแต่งการทำงานของ EPS ให้เหมาะสมกับสไตล์การขับขี่ของแต่ละบุคคลได้, และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่ต้องใช้น้ำมันไฮดรอลิกที่อาจก่อให้เกิดมลพิษ โดยระบบ EPS แสดงในรูปที่ 25



รูปที่ 25 ระบบบังคับเลี้ยว

ที่มา http://www.vi-grade.com/en/solutions/electric_power_steering/

หลักการทำงานของ EPS คือ เซ็นเซอร์จะทำหน้าที่ตรวจจับแรงบิดและความเร็วในการหมุน จากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ซึ่งจะคำนวณปริมาณแรงช่วยที่เหมาะสมตามข้อมูลที่ได้รับ เมื่อ ECU คำนวณเสร็จสิ้น มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานโดยให้แรงช่วยในการหมุนพวงมาลัย ทำให้การควบคุมพวงมาลัยเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยประเภทของ EPS แบ่งได้ 2 ประเภทคือ

EPS แบบ Direct (Direct Electric Power Steering) เป็นระบบพวงมาลัยไฟฟ้าที่มอเตอร์ไฟฟ้าจะส่งแรงช่วยในการหมุนพวงมาลัยตรงไปยังแร็คพวงมาลัยโดยไม่ผ่านส่วนอื่นๆ เช่น พวงมาลัยลูกป็นหรือเกียร์ ทำให้การตอบสนองของพวงมาลัยรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมสูง และช่วยประหยัดพลังงานเนื่องจากมอเตอร์จะทำงานเฉพาะเมื่อจำเป็น ซึ่งต่างจากระบบพวงมาลัยไฮดรอลิกที่ใช้พลังงานตลอดเวลา ระบบ EPS แบบ Direct ถูกนำมาใช้ในรถยนต์รุ่นใหม่ ๆ ที่ต้องการความแม่นยำและการประหยัดพลังงาน ทั้งยังช่วยลดการบำรุงรักษาและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าเมื่อเทียบกับระบบพวงมาลัยแบบดั้งเดิม

EPS แบบ Pinion (Pinion Electric Power Steering) เป็นระบบพวงมาลัยไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าช่วยส่งแรงหมุนผ่านชุดเฟือง Pinion ซึ่งเชื่อมต่อโดยตรงกับแร็คพวงมาลัย เมื่อผู้ขับขี่หมุนพวงมาลัย มอเตอร์ไฟฟ้าจะเพิ่มแรงหมุน ทำให้การควบคุมพวงมาลัยง่ายขึ้นและแม่นยำมากขึ้น ระบบนี้ยังช่วยประหยัดพลังงานโดยใช้พลังงานเฉพาะเมื่อจำเป็น นอกจากนี้ยังช่วยลดความจำเป็นในการบำรุงรักษาเนื่องจากไม่มีส่วนที่ต้องดูแลบ่อยๆ เช่น ในระบบพวงมาลัยไฮดรอลิกแบบเก่า EPS แบบ Pinion จึงเหมาะสำหรับรถยนต์ที่เน้นการขับขี่ที่สะดวกสบายและปลอดภัย

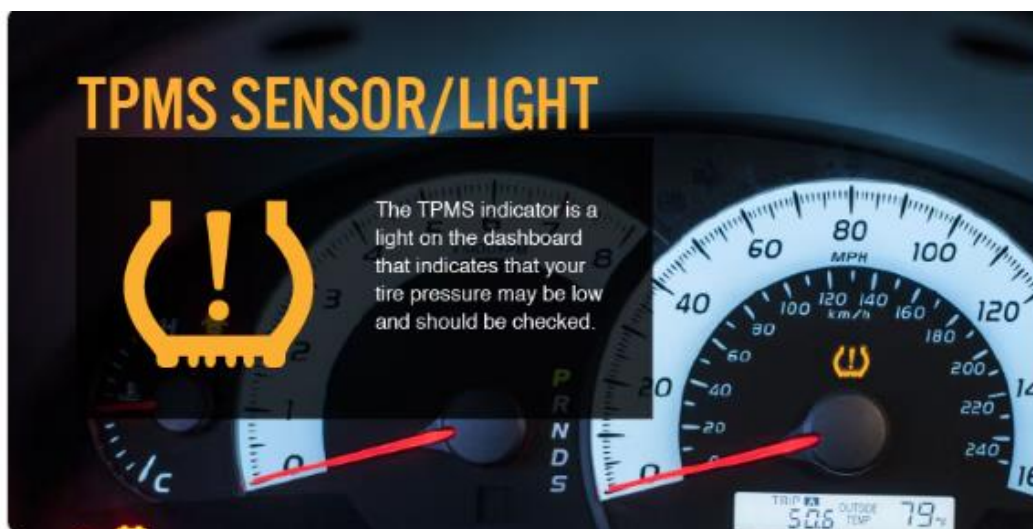
4.2 ระบบตรวจสอบความผิดปกติของยาง (Tire Pressure Monitoring System หรือ TPMS)

ระบบตรวจสอบความผิดปกติของยาง หรือที่เรียกว่า ระบบตรวจสอบแรงดันลมยาง (Tire Pressure Monitoring System (TPMS)) เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนผู้ขับขี่เมื่อแรงดันลมยางของยานยนต์ลดลง หรือสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด ซึ่งระบบนี้จะช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถตรวจสอบสภาพลมยางได้อย่างรวดเร็วและทันเวลา เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและเพิ่มประสิทธิภาพในการขับขี่ โดย TPMS นั้นมีส่วนช่วยเรื่อง ความปลอดภัย กล่าวคือลมยางที่อ่อนเกินไปจะทำให้ยางเสื่อมสภาพเร็วขึ้น เกิดการบวมของยาง และอาจทำให้ยางระเบิดขณะขับขี่ได้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่และผู้โดยสาร ช่วยประหยัดน้ำมัน เนื่องจากลมยางที่เหมาะสมจะช่วยลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเพิ่มอายุการใช้งานของยาง โดยการรักษาระดับแรงดันลมยางที่เหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของยางยานยนต์ โดย TPMS นั้นมี 2 ประเภทหลัก ได้แก่

Direct TPMS (Direct Tire Pressure Monitoring System) คือระบบตรวจสอบแรงดันลมยางที่ใช้เซ็นเซอร์ภายในล้อรถเพื่อวัดแรงดันลมยางโดยตรง ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมกลาง (ECU) ของรถยนต์ ซึ่งจะแจ้งเตือนผู้ขับขี่หากแรงดันลมยางผิดปกติ โดยคุณสมบัติของ Direct TPMS คือการวัดแรงดันลม

ยางโดยตรง เช่นเซ็นเซอร์ในล้อจะวัดแรงดันและอุณหภูมิของยาง ทำให้ระบบมีความแม่นยำสูง รวมถึงการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ โดยระบบจะแจ้งเตือนทันทีเมื่อแรงดันลมยางต่ำหรือสูงเกินไป ช่วยป้องกันอุบัติเหตุ

Indirect Tire Pressure Monitoring System (Indirect TPMS) คือระบบตรวจสอบแรงดันลมยางที่ใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่มีอยู่ในรถยนต์ เช่น เซ็นเซอร์ระบบเบรก ABS หรือเซ็นเซอร์ระบบควบคุมเสถียรภาพการทรงตัว (ESC) เพื่อประเมินแรงดันลมยางโดยอ้อม แทนที่จะวัดแรงดันลมยางโดยตรงเหมือนใน Direct TPMS ระบบนี้จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนของล้อเพื่อระบุว่าแรงดันลมยางลดลงหรือไม่ โดยการทำงานของ Indirect TPMS จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความเร็วของล้อ โดยระบบจะเปรียบเทียบความเร็วในการหมุนของล้อทั้งสี่ หากล้อใดล้อหนึ่งมีความเร็วที่แตกต่างจากล้ออื่น ๆ อาจบ่งบอกว่าแรงดันลมยางในล้อนั้นลดลง เนื่องจากยางที่มีแรงดันลมยางต่ำจะมีเส้นรอบวงเล็กลงและหมุนเร็วกว่าล้ออื่น จากนั้นจะส่งสัญญาณเตือนเมื่อระบบตรวจพบความแตกต่างในความเร็วของล้อ ระบบจะแจ้งเตือนผู้ขับขี่ผ่านสัญญาณบนแผงหน้าปัด แสดงในรูปที่ 26



รูปที่ 26 การแจ้งเตือนแรงดันลม

ที่มา <http://www.bridgestonetire.com/learn/maintenance/tpms-light-on/>

4.3 ระบบเบรก (Brake System)

ระบบเบรกในยานยนต์ไฟฟ้า นั้นมีความแตกต่างจากยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่บ้าง เนื่องจากโครงสร้างและหลักการทำงานที่แตกต่างกัน แต่เป้าหมายหลักยังคงเหมือนเดิมคือการทำให้รถหยุดนิ่งได้อย่างปลอดภัย โดยเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในระบบเบรก คือ เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรก, เซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรก, เซ็นเซอร์วัดความเร็วล้อ และเซ็นเซอร์ YAW

4.3.1 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรก (Brake Pedal Position Sensor)

เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรก หรือ Brake Pedal Position Sensor เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณแป้นเบรก มีหน้าที่ตรวจวัดและส่งสัญญาณเกี่ยวกับตำแหน่งของแป้นเบรกไปยัง ECU (Electronic Control Unit) ของยานยนต์ เพื่อให้ ECU สามารถควบคุมระบบเบรกได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยยานยนต์ไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรก เนื่องจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเบรก โดยช่วยให้ระบบเบรกตอบสนองต่อการเหยียบเบรกได้ทันทีและแม่นยำมากขึ้น สามารถควบคุมระบบเสริมแรงเบรก โดยจะทำงานร่วมกับระบบเสริมแรงเบรก (ABS, EBD) เพื่อให้การเบรกมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถควบคุมระบบควบคุมเสถียรภาพ กล่าวคือช่วยให้รถยนต์รักษาเสถียรภาพในการเบรก สามารถควบคุมระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ โดยจะทำงานร่วมกับระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ เพื่อปรับความเร็วของรถให้เหมาะสม และที่สำคัญคือ รองรับระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ เช่น ระบบช่วยเบรกฉุกเฉินอัตโนมัติ ซึ่งเซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรกมีหลักการทำงาน คือ

1. **ตรวจวัดตำแหน่ง** คือเมื่อผู้ขับขี่เหยียบแป้นเบรก เซ็นเซอร์จะตรวจวัดการเคลื่อนที่ของแป้นเบรก และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า
2. **ส่งสัญญาณไปยัง ECU** สัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งไปยัง ECU
3. **ประมวลผล โดย ECU** จะประมวลผลข้อมูลและสั่งการให้ระบบเบรกทำงานตามที่ต้องการ เช่น เพิ่มแรงดันน้ำมันเบรก, เปิดระบบ ABS, หรือปรับการทำงานของระบบควบคุมเสถียรภาพ

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งแป้นเบรกมีบทบาทสำคัญในการทำให้ระบบเบรกของรถยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย การดูแลรักษาเซ็นเซอร์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาความปลอดภัยในการขับขี่

4.3.2 เซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรก (Brake Pedal Position Sensor)

เซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรก เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ติดตั้งอยู่ในระบบเบรกของยานยนต์ มีหน้าที่หลักในการตรวจสอบและส่งสัญญาณเมื่อมีการเหยียบแป้นเบรก เพื่อให้ไฟเบรกสว่างขึ้นเตือนผู้ขับขี่คันหลัง โดยเซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรก มีส่วนช่วยในเรื่องของความปลอดภัย โดยไฟเบรกที่สว่างขึ้นจะแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่คัน

หลังทราบว่ารถคันหน้ากำลังชะลอความเร็วหรือหยุดรถ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการชนท้าย รวมถึงทางด้านกฎหมาย กล่าวคือการใช้ไฟเบรกเป็นข้อบังคับตามกฎหมายจราจร เพื่อความปลอดภัยบนท้องถนน และเซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรกมีหลักการทำงานคือ

1. **การเหยียบแป้นเบรก** เมื่อผู้ขับขี่เหยียบแป้นเบรก เซ็นเซอร์จะตรวจจับการเคลื่อนไหวของแป้นเบรกหรือความดันในระบบเบรก
2. **ส่งสัญญาณไฟฟ้า** เซ็นเซอร์จะแปลงสัญญาณการเคลื่อนไหวเป็นสัญญาณไฟฟ้า
3. **ควบคุมไฟเบรก** สัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังวงจรควบคุมไฟ เพื่อสั่งให้ไฟเบรกสว่างขึ้น

ทั้งนี้ ประเภทของเซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรกนั้นแบ่ง ได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. **เซ็นเซอร์แบบสัมผัส** เป็นเซ็นเซอร์ที่จะสัมผัสกับส่วนที่เคลื่อนไหวของระบบเบรก เมื่อมีการเบรก เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณ
2. **เซ็นเซอร์แบบความดัน** เป็นเซ็นเซอร์จะตรวจวัดความดันในระบบเบรก เมื่อมีการเหยียบเบรก ความดันจะเพิ่มขึ้น เซ็นเซอร์จะตรวจจับและส่งสัญญาณ

โดยข้อสรุปคือ เซ็นเซอร์สัญญาณไฟเบรกเป็นส่วนประกอบเล็กๆ แต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยในการขับขี่ การตรวจสอบและบำรุงรักษาเซ็นเซอร์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้มั่นใจว่าไฟเบรกจะทำงานได้อย่างสมบูรณ์และแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถคันหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.3 เซ็นเซอร์ YAW (Yaw Sensor)

เซ็นเซอร์ Yaw หรือ เซ็นเซอร์วัดอัตราการหมุนรอบแกนตั้ง เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ตรวจวัดและวัดปริมาณการหมุนรอบแกนตั้งของวัตถุ หรือในกรณีของยานยนต์ ก็คือการหมุนรอบแกนแนวตั้งของตัวรถ กล่าวคือ เซ็นเซอร์นี้จะบอกว่ารถกำลังเลี้ยวไปทางซ้ายหรือขวา ด้วยความเร็วเท่าไร โดยเซ็นเซอร์ Yaw นั้นสามารถควบคุมเสถียรภาพ โดยเซ็นเซอร์ Yaw มีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบควบคุมเสถียรภาพ (ESC) โดยจะช่วยให้ระบบประมวลผลข้อมูล (ECU) ตรวจจับการสูญเสียการควบคุมของรถ และสั่งการให้ระบบต่างๆ เช่น ระบบเบรก และระบบควบคุมการขับเคลื่อน ทำงานเพื่อแก้ไขสถานการณ์ รวมถึงสามารถช่วยในระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ โดยเซ็นเซอร์ Yaw ถูกนำมาใช้ในระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่อื่นๆ เช่น ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ ระบบช่วยรักษารถให้อยู่ในช่องทาง และระบบช่วยจอดรถ และความสามารถในการวิเคราะห์การขับขี่ โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ Yaw สามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งหลักการทำงาน เซ็นเซอร์ Yaw ทำงานโดยอาศัยหลักการวัดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหมุนรอบแกนตั้ง ซึ่งอาจใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันออกไป เช่น

1. **Gyroscope** คือใช้หลักการหมุนของวงล้อเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของทิศทาง

2. **Accelerometer** คือวัดความเร่งเชิงมุมรอบแกนตั้ง

3. **Rate Sensor** คือวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุม

กล่าวคือ เซ็นเซอร์ Yaw เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญในยานยนต์สมัยใหม่ มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการขับขี่ ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ Yaw จะถูกนำไปประมวลผลร่วมกับข้อมูลจากเซ็นเซอร์อื่นๆ เพื่อให้ระบบต่างๆ ของยานยนต์ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 ระบบช่วยเหลือในการจอด (Parking Assistance System)

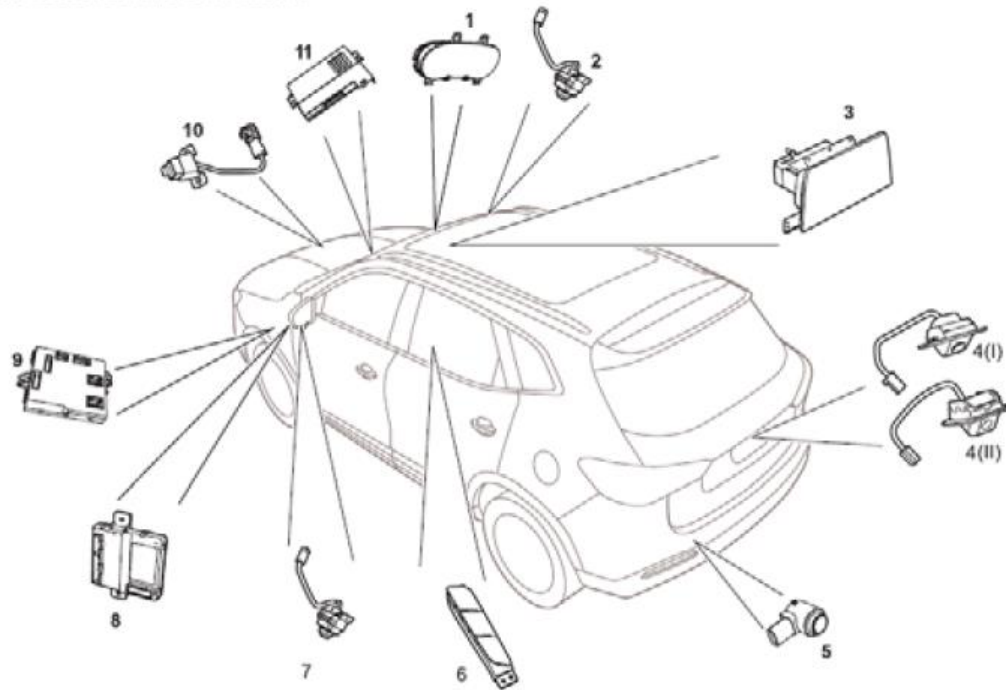
ระบบช่วยเหลือในการจอด หรือที่เรียกกันติดปากว่า ระบบช่วยจอด เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ขับขี่ในการจอดรถ โดยเฉพาะในพื้นที่แคบหรือที่จอดรถที่ซับซ้อน ระบบนี้จะใช้เซ็นเซอร์และกล้องต่างๆ รอบตัวรถ เพื่อตรวจจับวัตถุรอบข้าง และคำนวณระยะห่างในการจอดรถให้เหมาะสมโดยทั่วไป ระบบช่วยเหลือในการจอดจะทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์หลายชนิด เช่น เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซ็นเซอร์ที่ปล่อยคลื่นเสียงความถี่สูง และรับคลื่นสะท้อนกลับ เพื่อวัดระยะห่างกับวัตถุรอบข้าง กล้องรอบคันรถ ที่ให้ภาพมุมมองรอบตัวรถ ช่วยให้ผู้ขับขี่เห็นสิ่งกีดขวางได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเรดาร์ ที่ใช้คลื่นวิทยุในการตรวจจับวัตถุในระยะไกล เมื่อผู้ขับขี่เปิดใช้งานระบบ ระบบจะทำการสแกนพื้นที่รอบๆ รถ และแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอแสดงผลภายในรถ เช่น เสียงเตือน ระยะห่าง หรือภาพจากกล้อง เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถควบคุมรถเข้าจอดได้อย่างปลอดภัย และประเภทของระบบช่วยเหลือในการจอดแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. **ระบบช่วยจอดแบบธรรมดา** กล่าวคือจะมีเสียงเตือนเมื่อรถเข้าใกล้สิ่งกีดขวาง และแสดงผลระยะห่างบนหน้าจอ

2. **ระบบช่วยจอดอัตโนมัติ** โดยระบบจะควบคุมพวงมาลัยและคันเร่งให้โดยอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้รถเข้าจอดในช่องจอดที่เหมาะสม โดยผู้ขับขี่เพียงแค่ควบคุมคันเร่งและเบรกเท่านั้น

โดยระบบช่วยเหลือในการจอดนั้นเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ที่มีที่จอดรถจำกัด การมีระบบช่วยเหลือในการจอดจะช่วยให้การขับขี่เป็นเรื่องที่ง่ายและสะดวกสบายมากขึ้น ตัวอย่างแผนผังระบบช่วยเหลือในการจอด แสดงในรูปที่ 27 โดยเป็นระบบช่วยจอดของยานยนต์ยี่ห้อ MG เป็นตัวอย่าง

แผนผังระบบช่วยเหลือในการจอดรถ



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. แผงหน้าปัด | 6. สวิตช์ระบบกล้องมองภาพรอบทิศทาง |
| 2. กล้องมองภาพรอบทิศทางด้านขวา | 7. กล้องมองภาพรอบทิศทางด้านซ้าย |
| 3. ระบบเครื่องเสียง | 8. เกตเวย์ |
| 4. (I) กล้องมองภาพรอบทิศทางด้านหลัง (หากมี) | 9. โมดูลควบคุมระบบไฟฟ้าตัวถังรถ (BCM) |
| (II) กล้องด้านหลัง (หากมี) | 10. กล้องมองภาพรอบทิศทางด้านหน้า |
| 5. เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกด้านหลัง | 11. โมดูลควบคุมกล้องมองภาพรอบทิศทาง |

รูปที่ 27 แผนผังระบบช่วยเหลือในการจอดของรถ MG

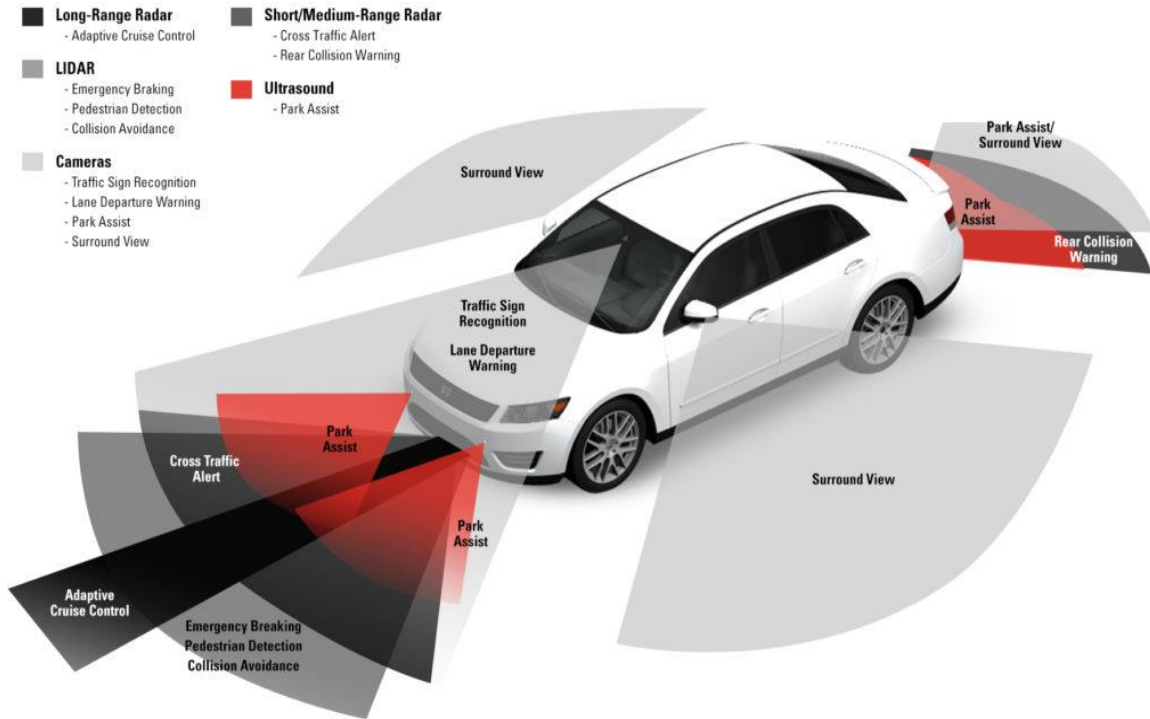
4.5 ระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)

ระบบ Advanced Driver-Assistance Systems หรือ ระบบ ADAS คือระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง ที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ โดยอาศัยเทคโนโลยีเซ็นเซอร์และกล้องต่างๆ แสดงตัวอย่างระบบ ADAS ในรูปที่ 28 โดยระบบ ADAS นั้นมีเพื่อตรวจจับสภาพแวดล้อมรอบรถ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ จักรยาน คนเดินถนน สิ่งกีดขวาง เป็นต้น และส่งสัญญาณเตือนหรือบังคับควบคุมรถเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ ระบบ ADAS มีประโยชน์อย่างมากในการช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ยากแก่การมองเห็น เช่น ในเวลากลางคืน หรือในสภาพอากาศที่ไม่ดี นอกจากนี้ ระบบ ADAS ยังช่วยเพิ่มความมั่นใจในการขับขี่ให้กับผู้ขับขี่อีกด้วย โดยระบบ ADAS มีประโยชน์อย่างมากในการช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ยากแก่การมองเห็น เช่น ในเวลากลางคืน หรือในสภาพ

อากาศที่ไม่ดี นอกจากนี้ ระบบ ADAS ยังช่วยเพิ่มความมั่นใจในการขับขี่ให้กับผู้ขับขี่อีกด้วย โดยปัจจุบัน ระบบ ADAS ถูกติดตั้งในยานยนต์รุ่นใหม่ ๆ มากขึ้น และคาดว่าในอนาคต ระบบ ADAS จะยังมีความสำคัญมากขึ้น จากที่กล่าวมานั้นระบบ ADAS มีหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน้าที่การทำงาน เช่น

1. **ระบบเตือนก่อนการชน (Forward Collision Warning)** ทำหน้าที่ตรวจสอบรถยนต์ รถจักรยานยนต์ คนเดินถนน หรือสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้ารถ และส่งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่ให้ชะลอความเร็วหรือหยุดรถ
2. **ระบบเบรกฉุกเฉินอัตโนมัติ (Automatic Emergency Braking)** ทำหน้าที่ตรวจสอบรถยนต์ รถจักรยานยนต์ คนเดินถนน หรือสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้ารถ และทำการเบรกอัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ
3. **ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติแบบปรับได้ (Adaptive Cruise Control)** ทำหน้าที่รักษาความเร็วให้คงที่ตามรถยนต์คันหน้า โดยปรับความเร็วอัตโนมัติตามระยะห่างระหว่างรถ
4. **ระบบช่วยเปลี่ยนเลนอัตโนมัติ (Lane Change Assist)** ทำหน้าที่ตรวจสอบจับเส้นแบ่งเลน และทำการช่วยเหลือผู้ขับขี่ในการเปลี่ยนเลน
5. **ระบบช่วยรักษารถให้อยู่ในเลน (Lane Keeping Assist)** ทำหน้าที่ตรวจสอบจับเส้นแบ่งเลน และทำการช่วยเหลือผู้ขับขี่ในการบังคับพวงมาลัยให้รถอยู่ในเลน
6. **ระบบเตือนรถออกนอกเลน (Lane Departure Warning)** ทำหน้าที่ตรวจสอบจับเส้นแบ่งเลน และส่งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่หากรถออกนอกเลนโดยไม่ได้ตั้งใจ
7. **ระบบเตือนจุดอับสายตา (Blind Spot Monitoring)** ทำหน้าที่ตรวจสอบรถยนต์ที่อยู่ด้านข้างรถที่ผู้ขับขี่มองไม่เห็น และส่งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่
8. **ระบบเตือนรถด้านหลังขณะถอยหลัง (Rear Cross Traffic Alert)** ทำหน้าที่ตรวจสอบรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถขณะถอยหลัง และส่งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่

ADAS: THE CIRCLE OF SAFETY



รูปที่ 28 ระบบ ADAS ในยานยนต์

ที่มา <https://www.laminafilms.com/th/article/what-is-lamina-digital-boost>