รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ชุดเครื่องมือตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา

INSPECTION DTC CODE FOR ELECTRONIC CONTROL UNIT HANDHELD TOOLKIT

เจษฎา วีรฐิตินันท์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ชุดเครื่องมือตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา

INSPECTION DTC CODE FOR ELECTRONIC CONTROL UNIT HANDHELD TOOLKIT

เจษฎา วีรฐิตินันท์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	ชุดเครื่องมือตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา
นักศึกษา	นายเจษฎา วีรฐิตินันท์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายประกาศิต เหล่าพร
สถานประกอบการ	บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ของจีเอ็ม ประเทศไทย ได้รับการพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าและแนวโน้มของตลาด ได้แก่ โคโลราโด (รถกระบะ) และเทรลเบลเซอร์ (รถอเนกประสงค์) ภายใต้แบรนด์เชฟโรเลต รถกระบะและรถอเนกประสงค์ จากการที่ได้เข้าปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาใน บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่ง Quality Engineer ในส่วนของ Electrical Engineering โดยจะเป็นการตรวจสอบปัญหาที่เกิดกับชิ้นส่วนภายในรถยนต์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ซึ่งจากตรงนี้เป็นที่มาซึ่งโครงการสหกิจที่มีชื่อว่า ชุดเครื่องมือตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา จากการประดิษฐ์ชุดเครื่องมือนี้ขึ้นมาโดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบข้อมูล หรือรหัสวิเคราะห์ปัญหา DTC (Diagnostic Trouble Code) ที่ถูกเก็บไว้ในตัวกล่อง ECU ในแต่ละส่วนภายในรถยนต์ที่มีการประกอบด้วยโมดูลได้อย่างครอบคลุมและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งข้อมูลจากตรงนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปหาผู้ผลิตกล่อง ECU ในแต่ละเจ้าว่าสาเหตุที่เกิดขึ้นนั้นเป็นอย่างไร นอกจากนี้แล้วความสามารถที่นอกเหนือจากการตรวจสอบข้อมูลได้แล้วในอนาคตสามารถทำ Engineering Change ให้กับตัวกล่อง ECU เหล่านี้ก็ได้เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าใหม่มาทดแทน

คำสำคัญ : กล่องอิเล็กทรอนิกส์/รหัสวิเคราะห์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title:	Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit
Student:	Mr.Jessada Viratitinan
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Advisor:	Assistant Professor Dr. Noppadol Maneerat
Mentor:	Mr.Prakasit Laoporn
Company:	General Motors Thailand Co., Ltd.

ABSTRACT

General Motors Thailand Ltd product portfolio, which was developed in response to prevailing market trends and customer demand, includes the Colorado (pickup truck), Trailblazer (PPV) and Captiva (SUV), under the Chevrolet brand. With trucks and SUVs at the core of its strategy for Thailand. Having entered into the work of the Cooperative Education Department in General Motors (Thailand) Co., Ltd., was assigned to perform the Quality Engineer position in the field of Electrical engineering. Inside the car related to electricity Which from here is the source of the cooperative project named The invention of the DTC Code Inspection Tool Kit within the ECU for the portable car industry From the invention of this tool set with the purpose of being able to check the data or Diagnostic Trouble Code, which is stored in the ECU in each car interior that has a comprehensive and convenient module. The data from here will be very useful to use as a feedback to the ECU manufacturer in each of you, what the cause is. In addition, the ability in addition to checking information in the future, we can make Engineering change for these ECUs to reduce the cost of ordering new products.

Keyword: Electronic control unit/Diagnostic Trouble Codes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2561 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่ามากมายไม่ว่าจะเป็นด้านที่ดีหรือแย่ก็ตามซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์แก่ตัวข้าพเจ้าให้มีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไปในอนาคต สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เป็นกำลังใจที่สำคัญในการศึกษาเล่าเรียน และเป็นคนต้นแบบที่ตัวของข้าพเจ้าอยากที่จะเป็นอย่างพวกท่านทั้งสองนั่นคือการเป็นคนดีของสังคม

ขอขอบพระคุณ คุณประกาศิต เหล่าพร ตำแหน่ง EOL & Quality Engineer at General Motors Thailand ซึ่งเป็นพี่เลี้ยงที่ได้ดูแลข้าพเจ้าเปรียบเสมือนครู ที่ได้สอนทั้งความรู้ทางด้านวิศวกรรมและประสบการณ์ชีวิตที่ผ่านมา จากตรงนี้ทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้หลายๆ อย่างในการทำงานจริงที่จะเกิดขึ้นกับตัวข้าพเจ้าในอีกไม่นาน

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์นิเทศ ที่ให้คำเสนอแนะสำหรับงานสหกิจศึกษาของตัวข้าพเจ้าในสิ่งประดิษฐ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ข้าพเจ้ามีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรม และบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด ในส่วนของประสบการณ์ของการทำงานที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทำให้ข้าพเจ้าได้รู้ว่าตัวข้าพเจ้ามีความถนัดหรือความชอบในการทำงานในลักษณะไหน จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางผู้จัดทำ และขออภัย ณ ที่นี้ด้วย

เจษฎา วีรฐิตินันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII
สารบัญตาราง XII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 CAN Bus (Controller Area Network) 5
2.1.1 กว่าจะมาเป็น CAN Bus (Controller Area Network) 5
2.1.2 การประยุกต์ใช้งานสำหรับ CAN Bus (Controller Area Network) 7
2.1.3 การประยุกต์ใช้งานสำหรับ CAN Bus (Controller Area Network) ทางด้านอุตสาหกรรมรถยนต์ 7
2.1.4 สถาปัตยกรรมในโปรโตคอล CAN Bus (Controller Area Network) 8
2.1.5 ความเร็วในการสื่อสารระดับต่างๆ ในระบบโปรโตคอล CAN Bus (Controller Area Network) 11
2.1.6 Data Frame บนเครือข่าย CAN Bus (Controller Area Network) 12
2.1.7 Message Coding บนเครือข่าย CAN Bus (Controller Area Network) 13
2.1.8 Bit Stuffing ที่เกิดขึ้นจากโปรโตคอล CAN Bus (Controller Area Network) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2 OBD-II (On-board Diagnostics-II)....14

2.2.1 OBD-II Diagnostic Connector....15

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน....17

3.1 การวางแผนกระบวนการ และระยะเวลาในการดำเนินงาน....17

3.2 กำหนดขอบเขตในการทำโครงงาน....18

3.3 ศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานการทำงานของแต่ละชนิดของ ECU....19

3.4 การออกแบบตำแหน่งสำหรับบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ECU....20

3.5 ศึกษา Wiring Harness Cables ของแต่ละ ECU เพื่อใช้ทำพอร์ตในการติดตั้ง....21

3.6 สั่งซื้อวัสดุที่จะใช้ในการประกอบสำหรับโครงงาน....23

3.7 ศึกษาโปรโตคอล General Motors Local Area Network(GMLAN)....24

3.7.1 ศึกษาโปรโตคอล High Speed GMLAN....24

3.7.2 ศึกษาโปรโตคอล Low Speed GMLAN....25

3.8 ศึกษาพอร์ต OBD II (On-board Diagnostic)....27

3.9 ศึกษาอินเทอเฟส GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2....29

3.10 ออกแบบวงจรภายในและทดสอบสำหรับชุดตรวจสอบ....30

3.11 กระบวนการประกอบชิ้นส่วน....33

3.11.1 ทำการตัดแต่ง Wiring Harness Cables เพื่อสร้างฐานในการติดตั้ง....33

3.11.2 ทำการดึง Data Link ที่ไม่ได้ถูกใช้งานออกจาก Connector....34

3.11.3 ทำการร่างตำแหน่งที่ได้ออกแบบลงบนแผ่นอะคริลิคพร้อมการติดตั้ง Connector....35

3.11.4 เริ่มกระบวนการ Wiring Cable Process....38

3.11.5 กระบวนการทำ Extension Cable (TCM, EBCM, EPS)....40

3.11.6 กระบวนการ Painting Process....41

3.11.7 กระบวนการ Assembly Process สำหรับชุดเครื่องมือตรวจสอบ....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน.....49

4.1 ทำการทดสอบด้วยโปรแกรม GM GDS 2 Software.....50

4.2 ทำการทดสอบด้วยโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool.....53

4.3 การนำไปใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานจริง.....54

4.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขในการทำโครงงาน.....55

4.5 แผนการดำเนินงานในอนาคตสำหรับชุดตรวจสอบ.....56

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ.....57

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน.....57

5.2 ข้อเสนอแนะ.....58

เอกสารอ้างอิง.....59

ประวัติผู้เขียน.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 Engine Control Module ไว้ควบคุมการทำงานของห้องเครื่อง....1

1.2 ตัวอย่างของกล่อง ECU บางส่วนในรถยนต์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน....2

2.1 มาตรฐานการเชื่อมโยงกับกลุ่มอุปกรณ์ ECU บนโปรโตคอล Can Bus....5

2.2 มาตรฐานโปรโตคอล Can Bus ที่ถูกคิดค้นจาก Bosch GmbH จนเป็นมาตรฐานโปร-โตคอลในอุตสาหกรรมยานยนต์....6

2.3 การนำโปรโตคอล Can Bus นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ....7

2.4 การนำโปรโตคอล Can Bus มาใช้เป็นมาตรฐาน Data Communication สื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์....8

2.5 ส่วนประกอบ 3 ส่วน ในการติดต่อสื่อสารสำหรับ Can Bus ในทาง Software, Protocol Controller แล้ว Physical Layer....8

2.6 มาตรฐาน High Speed CAN Signaling. ISO 11898-2....9

2.7 มาตรฐาน Low Speed CAN Signaling. ISO 11898-3....9

2.8 มาตรฐาน Low Speed Fault Tolerant CAN Network. ISO 11898-3....10

2.9 ลำดับชั้นของมาตรฐานที่ใช้วัดโดยใช้ ค่า Data Transfer Rate เป็นตัวชี้วัด....11

2.10 รูปแบบการส่งถ่ายข้อมูลในลักษณะ Frame Formats หรือเรียกอีกอย่างว่า Data Frame....12

2.11 ลักษณะการทำงานของ Message Coding: NRZ-Code....13

2.12 การเกิด Bit Stuffing บนโปรโตคอล Can Bus....13

2.13 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector บนรถยนต์....15

2.14 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector ชนิด Type A....15

2.15 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector ชนิด Type B....15

3.1 แผนร่างการออกแบบขอบเขตการทำงานของชุดเครื่องมือตรวจสอบ....18

3.2 ภาพมุมมอง Iso Metric ของตัวอย่างโมดูลบางส่วนที่จะถูกนำมาใช้ในการทดสอบ....19

3.3 ทำการลองจัดวางตำแหน่งของ ECU ทุกตัวเพื่อหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในพื้นที่ที่จำกัดขนาดกระดาษ A3....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.4 ทำการร่างตำแหน่งที่จะใช้ในการออกแบบบอร์ดที่ไว้รองรับในขั้นตอนสุดท้าย.....20

3.5 ทำการร่าง Layout ที่จะถูกนำไปใช้ในการสร้างบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ECU.....21

3.6 ทำการลงพื้นที่ในสายการผลิตโดยได้ทำการเก็บตัวอย่างจำพวก พอร์ตการเชื่อมต่อหรือ Terminal ในแต่ละ ECU..... 22

3.7 ลักษณะการต่อวงจรบนโปรโตคอล High Speed GMLAN เป็นการต่อในลักษณะขนานกับ Can Device หรือ ECU นั่นเอง.....24

3.8 Schematic บนรถยนต์ที่ใช้โปรโตคอล High Speed GMLAN ในการติดต่อสื่อสารโดยมีการต่อ ECU อยู่.....25

3.9 ลักษณะการต่อวงจรบนโปรโตคอล Low Speed GMLAN เป็นการต่อในลักษณอนุกรมกับ Can Device หรือ ECU นั่นเองซึ่งจะแตกต่างจาก High Speed GMLAN.....26

3.10 Schematic บนรถยนต์ที่ใช้โปรโตคอล Low Speed GMLAN ในการติดต่อสื่อสารโดยมีการต่อ ECU อยู่..... 26

3.11 Data Link Connector สำหรับพอร์ตของ OBD 2.....27

3.12 Data Link Connector สำหรับพอร์ตของ OBD 2 ที่ใช้สำหรับโครงงานชุดตรวจสอบ..... 28

3.13 ภาพถ่ายแสดงการใช้งาน GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้โปรแกรม GDS 2 ในการดู DTC..... 29

3.14 Schematic ที่ออกแบบ โดยวงจรนี้จะถูกติดตั้งภายในชุดตรวจสอบเพื่อไว้ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ECU..... 30

3.15 ภาพถ่ายการทดสอบในการต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบในโปรโตคอล High Speed GMLAN.....31

3.16 ผลจากการทดสอบในการต่อวงจรบนโปรโตคอล High Speed GMLAN ด้วยโปรแกรม GDS 2 โดยจะเห็นถึงสถานะของโมดูลแต่ละตัว..... 31

3.17 ภาพถ่ายการทดสอบในการต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบในโปรโตคอล Low Speed GMLAN.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.18 ผลจากการทดสอบในการต่อวงจรบนโปรโตคอล Low Speed GMLAN ด้วยโปรแกรม GDS 2 โดยจะเห็นถึงสถานะของโมดูลแต่ละตัว.....32
3.19 ภาพถ่ายตัวอย่างในกระบวนการตัดแต่ง Connector เพื่อใช้สำหรับการติดตั้งลงบนบอร์ด... 33
3.20 ภาพถ่าย Connector ที่ทำการดัดแปลงในส่วนของฐานเรียบร้อยเตรียมพร้อมสำหรับการนำ DLC ที่ไม่ใช่งานออก.....35
3.21 ภาพถ่ายในขั้นตอนของการเลือก Data Link Connector (DLC) โดยคงไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็น..... 34
3.22 Connector ที่พร้อมแล้วสำหรับการติดตั้งลงบนบอร์ด..... 34
3.23 ตัวอย่าง Serial Data Gateway Module ความยาวของระยะห่างระหว่างพอร์ตที่จะใช้ในการระบุระยะห่าง.....35
3.24 เริ่มกระบวนการร่างระยะห่างลงบนอะคริลิคบอร์ดเพื่อใช้สำหรับการติดตั้งพอร์ต.....35
3.25 ทำการ Draft ยึดตำแหน่งของ Connector แต่ละตัวโดยในรูปแสดงถึงรูบางส่วนที่รอการติดตั้ง..... 36
3.26 ภาพถ่ายหลังจากทำการเจาะรูเรียบร้อยเตรียมพร้อมสำหรับการติดตั้งพอร์ท Connector...36
3.27 ภาพถ่ายในการเริ่มติดตั้ง Connector ลงบนบอร์ดด้วยการใช้วิธีการ Hot-melt Adhesive Method.....37
3.28 ภาพถ่ายหลังจากการติดตั้ง Connector ทุกตัวลงบนบอร์ดเรียบร้อยแล้ว..... 37
3.29 ภาพถ่ายการเดินสาย Mainline โดยจะผ่านรอบพอร์ต ECU ทุกตัว..... 38
3.30 รายละเอียดในแต่ละ Mainline Cable โดยหลักๆ จะมี 2 ส่วน คือ Serial Data Cable กับส่วนของ Power Cable ประกอบด้วยทั้งหมด 5 สาย..... 38
3.31 แสดงการเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับ Wire Coverings for Cable and Wire Protection.....39
3.32 บอร์ดที่ถูกติดตั้งเรียบร้อยรอการประกอบในขั้นตอนถัดไปสามารถตรวจสอบได้ 11 ชิ้น.....39
3.33 แบบแผนแนวความคิดในการสร้าง Extension Cable (TCM, EBCM, EPS)..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.34 ภาพถ่ายการทดลองต่อสาย Extension Cable โดยเลือกใช้ EPS ในการทดสอบ..... 40
3.35 Extension Cable (TCM, EBCM, EPS)..... 41
3.36 เริ่มกระบวนการ Painting Process โดยการนำเทปกาวปิดตำแหน่งที่ไม่ต้องการลงสี..... 41
3.37 ภาพถ่ายแสดงถึงการพ่นสีสเปรย์สีดำลงบนอะคริลิคบอร์ดแล้วนำไปตากในที่แจ้ง..... 42
3.38 ภาพถ่ายหลังจากที่สีสเปร์ยแห้งเรียบร้อยแล้วพบว่ามีฝุ่นเกาะติดอยู่บนพื้นผิวเป็นบางส่วน... 42
3.39 ภาพถ่ายทำการเริ่มติดตั้งพอร์ตการเชื่อมต่อลงในกล่อง Aluminum Luggage Case..... 43
3.40 ภาพถ่ายจากทำการทำการทดสอบความ Fit Testing สำหรับพอร์ต Extension Socket Port (TCM, EBCM, EPS)..... 44
3.41 ภาพถ่ายจากทำการทำการทดสอบความ Fit Testing หลังจากการติดตั้ง GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 สำหรับ Micro USB Port..... 44
3.42 ภาพถ่ายหลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่อง Aluminum Luggage Case เสร็จเรียบร้อยแล้ว..... 45
3.43 รายละเอียดและตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งลงไปในกล่อง Aluminum Luggage Case..... 45
3.44 ภาพถ่ายในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการนำบอร์ด Connector ECU ติดตั้งบนกล่อง Aluminum Luggage Case..... 46
3.45 ภาพถ่ายหลังจากทำการ Wiring สายเข้าด้วยกันระหว่างบอร์ด ECU กับตัว OBD-II Connector Main Cable..... 46
3.46 ภาพถ่ายจากการติดตั้งบ่ารองรับแผ่นบอร์ดโดยใช้วัสดุที่ขึ้นรูปด้วย 3D Printer Model..... 47
3.47 ภาพถ่ายหลังจากการติดตั้งตัวบอร์ดเข้ากับตัวกล่อง Aluminum Luggage Case เสร็จเรียบร้อย..... 47
3.48 ภาพถ่ายจากด้านข้างแสดง I/O Panel's Components ของ Inspection Electronic Control Unit Handheld Toolkit..... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.49 ภาพถ่ายอุปกรณ์ในชุดเครื่องมือการตรวจสอบ ECU ประกอบด้วย Extension Cable (TCM, EBCM, EPS) และ Inspection Electronic Control Unit Handheld Toolkit.....48
4.1 Layout ตำแหน่งของโมดูลภายในรถยนต์ 1 คัน โดยในตัวอย่างจะรถยนต์ในรุ่น GMI700.... 49
4.2 Body Control Module (BCM) ที่ยังไม่ทราบถึงสถานะ หรือค่า DTC ล่าสุด..... 50
4.3 Body Control Module (BCM) เสียบเข้ากับ Inspection Electronic Control Unit Handheld Toolkit..... 50
4.4 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Vehicle DTC Information ในโปรแกรม GM GDS 2 Software.....51
4.5 ภาพการของ Data Record ที่ถูกเก็บไว้ในตัวกล่องที่ใช้โปรแกรม GM GDS 2 Software ในการ Identify ข้อมูลเหล่านี้..... 52
4.6 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Identification Information ในโปรแกรม GM GDS 2 Software ในตัวอย่างนี้จะใช้เป็น Electronic Brake Control Module (EBCM) ในการทดสอบ..... 52
4.7 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Detected State ในโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool.....53
4.8 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Measured Voltage ในโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool.....54
4.9 ภาพการใช้งานชุดตรวจสอบ Inspection Electronic Control Unit Handheld Toolkit ในหน้างานจริง.....54
4.10 ภาพถ่ายของตัวข้าพเจ้าในกระบวนการ Wiring สายไฟซึ่งมีความยากในการทำงาน เนื่องจากอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมในการทำงาน..... 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความหมายของ PIN OUT ในแต่ละ PIN ว่ามีการตั้งมาตรฐานไว้อย่างไรบน OBD-II Diagnostic Connector.....16

3.1 Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit Timeline.....17

3.2 ตัวอย่างข้อมูลชนิดของสายในแต่ละ ECU จากการเก็บข้อมูล..... 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

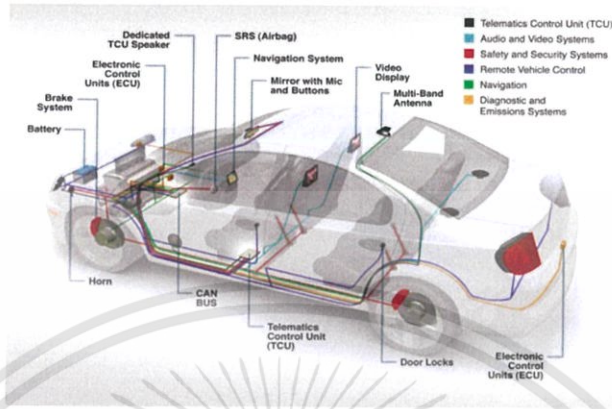
ECU ย่อมาจาก Electronic Control Unit เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีพื้นฐานมาจากคอมพิวเตอร์ หน้าที่หลักของกล่อง ECU คือ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผล และใช้ในการควบคุมการการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ตามมาตรฐานทางด้านมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โดยที่กำลังของเครื่องยนต์ยังทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ รวมทั้งการตรวจ สอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ ที่ทำงานร่วมกับเครื่องยนต์ นอกจากนี้ในปัจจุบันค่ายรถยนต์ต่างๆ ได้มีการเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะให้กับ ECU และเครื่องยนต์ของตนเอง ครื่องยนต์ปัจจุบัน ECU จะไม่ควบคุมเพียงแค่การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและการจุดระเบิดเท่านั้น ECU ยังสามารถที่จะควบคุมระบบต่างๆ อาทิเช่น ระบบปรับความยาวท่อร่วมไอดีแปรผัน ระบบวาล์วแปรผัน การทำงานของคอมเพรสเซอร์แอร์พัดลมระบายความร้อน ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งความสามารถเหล่านี้ไม่เป็นเพียงการลดความซ้ำซ้อนของอุปกรณ์ต่างๆ ECU สามารถที่จะจัดการให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันได้ เพื่อประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงสุด ลดมลภาวะ และประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ยังผลให้เครื่องยนต์ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง มีกำลังที่สูงขึ้น ยืดอายุการใช้งาน มีการตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และลดมลภาวะที่ปล่อยออกมา ยกตัวอย่าง ECU ดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 Engine Control Module ไว้ควบคุมการทำงานของห้องเครื่อง [1]

นอกจากนี้ ECU ยังทำงานร่วมกับระบบกันขโมย (Immobilizer) โดยระบบจะไม่อนุญาตให้กุญแจที่ไม่ถูกต้องสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ติดได้ กล่าวได้ว่า ECU มีหลากหลายชนิดมากที่เป็นส่วนประกอบในรถยนต์ มีตัวอย่างเช่น Engine Control Module (ECM) ควบคุมมระบบ Engine ในห้องเครื่องควบคุมระบบหัวฉีด, Transmission Control Module (TCM) ควบคุมระบบเกียร์การส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายกำลัง, Brake Control Module (BCM or EBCM) ควบคุมระบบการไหลของน้ำมันเบร็คของรถยนต์, Body Control Module (BCM) ระบบควมคุมสวิตซ์ต่างๆ ในรถยนต์ที่เป็นลักษณะเชิงกายภาพ เป็นต้น จะเห็นได้ในตัวอย่างของบางส่วนในการทำงาน ดังในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างของกล่อง ECU บางส่วนในรถยนต์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน [3]

ดังนั้นจากความเป็นมาข้างต้นจะเห็นว่าตัว Electronic Control Unit หรือ ECU เป็น Embedded System ที่ถูกใช้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในวงการรถยนต์ในการควบคุมการทำงานในแต่ละส่วน ซึ่งแน่นอนว่าย่อมมีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้จากความผิดพลาดจากตัวอุปกรณ์เอง ด้วยเหตุนี้เองจึงนำมาสู่หัวข้อในการประดิษฐ์เครื่องมือที่จะสามารถบ่งชี้ได้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นโดย จะทำการตรวจสอบ DTC ที่ถูกเก็บไว้ในตัวกล่องว่าเกิดมีความผิดพลาดตรงส่วนไหน เกิดขึ้นเมื่อทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้แล้ว จะสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ผลิต ECU เหล่านี้ได้เพื่อให้แก้ปัญอย่างถูกต้องและถูกจุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อตรวจสอบการติดต่อสื่อสารและสถานะของชิ้นส่วนรถยนต์ที่มีส่วนประกอบของ ECU ในลักษณะแบบ Stand Alone

2. เพื่อหลีกเลี่ยงการทดสอบชิ้นส่วนจากกระบวนการ Vehicle Test Engineer เพราะอาจก่อให้ความยากลำบากและก่อให้เกิดความสูญเสียเวลาจากการถอดประกอบ

3. เพื่อใช้ในงาน Engineering Change ที่รองรับสำหรับการ Re-flash new CAL file ใส่ในตัว ECU ได้โดยตรง

4. เพื่อทำการลดต้นทุนโดยสามารถนำชิ้นส่วนที่มีปัญหาที่เกิดจากโปรแกรมนำกลับมาใช้ใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงาน โปรโตคอลในการติดต่อสื่อสารโดยออกแบบมาเพื่อรถหรือพาหนะเป็นหลักโดย ในการติดต่อสื่อสารของ CAN Bus (Controller Area Network)

2. ศึกษาการลักษณะของ Wiring Harness Connectors และ Terminals สำหรับการเชื่อมต่อในแต่ละชิ้นส่วนสำหรับ Electronic Control Unit

3. ศึกษาการใช้งานเบื้องต้นโปรแกรม GM GDS 2 และ Data Bus Diagnostic Tool สำหรับในการตรวจสอบสถานะหรือ DTC ที่เกิดขึ้นในตัวของกล่อง ECU ที่มีปัญหา

4. ศึกษาการทำงานของ OBD II หรือ On-board Diagnostic ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นร่วมกันโดย SAE และ ISO ซึ่งกำหนดมาตรฐานวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางดิจิตอล ระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนรถยนต์

5. ศึกษาการใช้งานเบื้องต้นในการใช้งาน GM MDI Multiple Diagnostic Interface Scanner เป็น Interface ใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับตัวรถยนต์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1. เริ่มทำการวางแผนกระบวนการ และระยะเวลาในการดำเนินงาน โดยให้เหมาะสมในระยะเวลา 6 เดือนในการทำโครงงาน

2. ศึกษาการทำงานของโปรโตคอลที่เรียกว่า GM LAN โดยมีพื้นฐานมาจากโปรโตคอล Can Bus

3. ทำการออกแบบตำแหน่งของ Slot ที่จะไว้ใช้เสียบ ECU บนบอร์ดของชุดตรวจสอบ

4. คิดค้นหาวิธีการติดตั้ง Wiring Harness Cables ลงบนบอร์ดอะคริลิค โดยจะเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมและดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

5. ศึกษาการอ่านข้อความ DTC ที่จะสามารถบ่งบอกถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เพราะในแต่ละ Code มีความแตกต่างกันออกไป

6. ศึกษาการใช้งานอุปกรณ์อินเทอเฟส เช่น GM MDI Multiple Diagnostic Interface หรือ neoVI RED เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนรถยนต์

7. ศึกษาการอ่าน Data Frame โดยนำความรู้ทางด้าน Microprocessor Engineering ในการถอดรหัสความหมายของการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานเกี่ยวกับ Controller Area Network (CAN Bus) ซึ่งมีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นโปรโตคอลขั้นพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรมรถยนต์

2. ได้เพิ่มประสบการณ์ทางด้านการออกแบบได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการอ่านแบบทางด้านวิศวกรรม หรือ Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T) เป็นมาตรฐานการอ่านแบบทางด้านวิศวกรรมที่วิศวกรทุกคนควรมีความรู้ตรงส่วนนี้

3. ได้เพิ่มพูนความรู้ทางด้าน Automotive Communication Protocols จะได้ทราบว่าในรถยนต์มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างไรโดยสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้

4. ได้รับความรู้เกี่ยวกับ On-board Diagnostics (OBD) ซึ่งเป็นแผงวงจรคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ ซึ่งความรู้ตรงส่วนนี้จะเป็นส่วนสำคัญเพราะทำให้เราเข้าใจการแสดงค่า DTC ความผิดปกติของตัวรถที่เกิดขึ้น

5. ได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำงานที่เกิดขึ้นจริง เพราะต้องทำงานร่วมกับผู้คนที่มีความหลากหลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นบุคคลที่อาวุโสกว่า หรือผู้น้อยกว่าความแตกต่างตรงนี้จะทำให้มีประสบการณ์ในการวางตัวมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

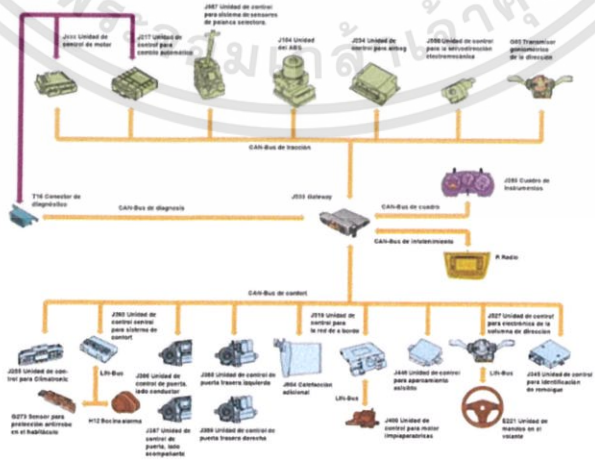
ในโครงงานชุดตรวจสอบนี้จะต้องเริ่มเรียนรู้ถึงแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระดับโปรโตคอลที่ทำงานบนรถยนต์ และการวินิจฉัยอาการผิดปกติจากรถยนต์จากค่า DTC ที่เกิดขึ้นโดยจะนำค่าเหล่านั้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นบนรถยนต์

2.1 CAN Bus (Controller Area Network)

CAN Bus (Controller Area Network) เป็นเครือข่ายบนพื้นที่ควบคุม (บัส) เป็นมาตรฐานบัสในอุตสาหกรรมรถที่แข็งแกร่งที่ออกแบบมาเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์สื่อสารกันแต่ละแอพพลิเคชันโดยไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์โฮสต์ มันเป็นโปรโตคอลที่ใช้ข้อความออกแบบมา สำหรับการเดินสายไฟฟ้าแบบมัลติเพล็กซ์ภายในรถยนต์เพื่อประหยัดทองแดง ซึ่งจากสาเหตุตรงนี้ทำให้โปรโตคอลตัวนี้มีความนิยมอย่างมากในอุตสหกรรมรถยนต์

2.1.1 กว่าจะมาเป็น CAN Bus (Controller Area Network) [1]

ประวัติความเป็นมาเริ่มมาจาก การพัฒนา CAN Bus เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1983 ที่ Robert Bosch GmbH โปรโตคอลดังกล่าวได้รับการเผยแพร่อย่างเป็นทางการในปี ค.ศ. 1986 ที่การประชุมสมาคมวิศวกรยานยนต์ (SAE) ในดีทรอยต์รัฐมิชิแกน ชิปคอนโทรลเลอร์ CAN ตัวแรกที่ผลิตโดย Intel และ Philips ออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 1987 วางตลาดในปี ค.ศ. 1991 Mercedes-Benz W140 เป็นยานพาหนะคันแรกที่ผลิตระบบสายไฟมัลติเพล็กซ์ที่ใช้ CAN ตัวอย่าง สำหรับการปะยุกต์ใช้งาน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 มาตรฐานการเชื่อมโยงกับกลุ่มอุปกรณ์ ECU บนโปรโตคอล Can Bus [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bosch เผยแพร่ข้อมูลจำเพาะ CAN หลายรุ่นและรุ่นล่าสุดคือ CAN 2.0 เผยแพร่ในปี ค.ศ. 1991 ข้อมูลจำเพาะนี้มีสองส่วน ส่วน A สำหรับรูปแบบมาตรฐานที่มีตัวระบุ 11 บิต และส่วน B สำหรับรูปแบบที่ขยายด้วยตัวระบุ 29 บิต อุปกรณ์ CAN ที่ใช้ตัวระบุ 11 บิต โดยทั่วไปเรียกว่า CAN 2.0A และอุปกรณ์ CAN ที่ใช้ตัวระบุ 29 บิต โดยทั่วไปเรียกว่า CAN 2.0B มาตรฐานเหล่านี้มีให้บริการฟรีจาก Bosch พร้อมด้วยข้อกำหนดอื่นๆ และเอกสารทางเทคนิค

ถัดมาในปี ค.ศ. 1993 องค์การระหว่างประเทศเพื่อการมาตรฐาน (ISO) เปิดตัวมาตรฐาน CAN ISO 11898 ซึ่งได้รับการปรับโครงสร้างในภายหลังเป็นสองส่วน ISO 11898-1 ซึ่งครอบคลุมดาต้าลิงค์เลเยอร์ และ ISO 11898-2 ซึ่งครอบคลุมเลเยอร์ทางกายภาพของ CAN สำหรับ CAN ความเร็วสูง ISO 11898-3 ออกวางจำหน่ายในภายหลังและครอบคลุมเลเยอร์ทางกายภาพของ CAN สำหรับ CAN ความเร็วต่ำและทนต่อความผิดพลาด มาตรฐานเลเยอร์ทางกายภาพ ISO 11898-2 และ ISO 11898-3 ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลจำเพาะของ Bosch CAN 2.0 มาตรฐานเหล่านี้อาจซื้อจาก ISO

Bosch ยังคงเปิดใช้งานซึ่งโปรโตคอลตัวนี้เพื่อขยายมาตรฐาน CAN โดยในปี ค.ศ. 2012 Bosch เปิดตัว CAN FD 1.0 หรือ CAN ด้วยอัตราการส่งข้อมูลที่ยืดหยุ่น ข้อมูลจำเพาะนี้ใช้รูปแบบเฟรมที่แตกต่างกัน ซึ่งอนุญาตให้มีความยาวข้อมูลที่แตกต่างกันรวมถึงการสลับเป็นอัตราบิตที่เร็วขึ้นหลังจากตัดสินใจอนุญาโตตุลาการ CAN FD เข้ากันได้กับเครือข่าย CAN 2.0 ที่มีอยู่ ดังนั้นอุปกรณ์ CAN FD ใหม่สามารถอยู่ร่วมกันในเครือข่ายเดียวกันกับอุปกรณ์ CAN ที่มีอยู่

โดยสรุปแล้ว CAN Bus เป็น 1 ใน 5 โปรโตคอลที่ใช้ในมาตรฐานการวินิจฉัยยานพาหนะแบบออนบอร์ด (OBD) -II มาตรฐาน OBD-II ได้รับการบังคับใช้สำหรับรถยนต์ และรถบรรทุกขนาดเล็กที่จำหน่ายในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 มาตรฐาน EOBD ได้รับการบังคับใช้สำหรับรถยนต์เบนซินทุกคันที่จำหน่ายในสหภาพยุโรปตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 และรถยนต์ที่ขับเคลื่อนดีเซลทุกคันตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 โดยจะแสดงตราของมาตรฐานโปรโตคอลนี้ ดังรูปที่ 2.2

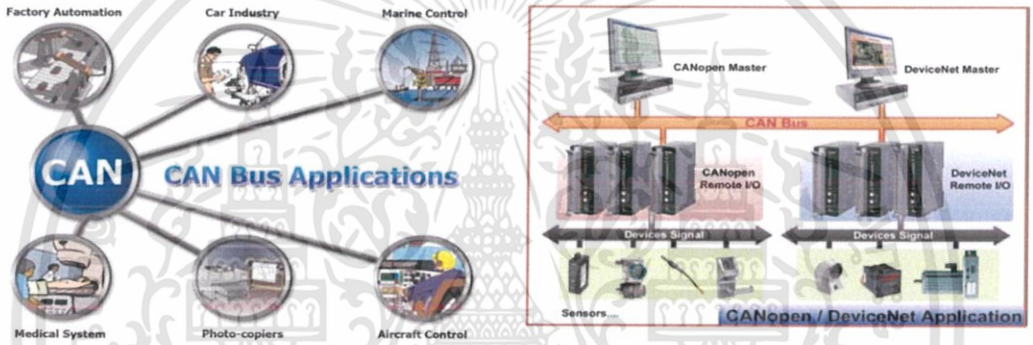
รูปที่ 2.2 มาตรฐานโปรโตคอล Can Bus ที่ถูกคิดค้นจาก Bosch GmbH จนเป็นมาตรฐานโปรโตคอลในอุตสาหกรรมยานยนต์ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การประยุกต์ใช้งานสำหรับ CAN Bus (Controller Area Network) [1]

1. กลุ่มจำพวกรถยนต์โดยสาร, รถบรรทุก, รถโดยสาร (รถยนต์เบนซินและยานพาหนะไฟฟ้า)
2. กลุ่มจำพวกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการบินและระบบนำทาง
3. กลุ่มจำพวกระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมและการควบคุมเครื่องจักรกล
4. กลุ่มจำพวกลิฟท์, บันไดเลื่อน, อาคารอัจฉริยะ
5. กลุ่มจำพวกเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์

จากกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่ามีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 2.3

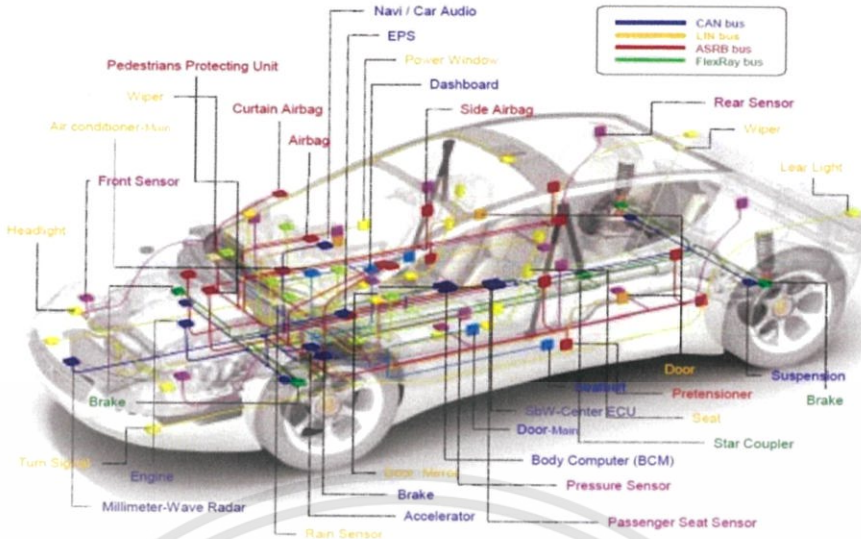


รูปที่ 2.3 การนำโปรโตคอล Can Bus นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ [4]

2.1.3 การประยุกต์ใช้งานสำหรับ CAN Bus (Controller Area Network) ทางด้านอุตสาหกรรมรถยนต์ [1]

รถยนต์สมัยใหม่อาจมีหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หรือ (ECU) ให้มากถึง 70 ระบบย่อยต่างๆ โดยทั่วไปโปรเซสเซอร์ที่ใหญ่ที่สุดคือ หน่วยควบคุมเครื่องยนต์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับการส่ง, ถุงลมนิรภัย, Antilock Braking/ABS, ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ, พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า, ระบบเครื่องเสียงในรถยนต์, กระจกไฟฟ้า, ประตู, กระจกปรับ, แบตเตอรี่และระบบชาร์จไฟสำหรับรถยนต์ไฮบริด/ไฟฟ้าเป็นต้น แต่การสื่อสารระหว่างคนอื่นมีความสำคัญ ระบบย่อยอาจต้องควบคุมแอคทูเอเตอร์หรือรับมาจากเซนเซอร์ มาตรฐาน CAN ได้รับการออกแบบเพื่อเติมเต็มความต้องการนี้ ข้อได้เปรียบที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การเชื่อมต่อระหว่างระบบยานพาหนะที่แตกต่างกันสามารถให้คุณสมบัติด้านความปลอดภัยเศรษฐกิจ และความสะดวกที่หลากหลายในการใช้งานโดยใช้ซอฟต์แวร์เพียงอย่างเดียวฟังก์ชันซึ่งจะเพิ่มค่าใช้จ่ายและความซับซ้อนของระบบ ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การนำโปรโตคอล Can Bus มาใช้เป็นมาตรฐาน Data Communication สื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ [5]

2.1.4 สถาปัตยกรรมในโปรโตคอล CAN Bus (Controller Area Network)

1. ลักษณะทางกายภาพ

CAN Bus เป็นมาตรฐานบัสอนุกรมหลายหลักสำหรับการเชื่อมต่อหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ที่รู้จักกันว่าโหนด จำเป็นต้องมีสองโหนดขึ้นไปในเครือข่าย CAN เพื่อสื่อสาร ความซับซ้อนของโหนดนั้นมีตั้งแต่อุปกรณ์ I/O ธรรมดาจนถึงคอมพิวเตอร์ฝังตัวที่มีอินเตอร์เฟส CAN และซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน โหนดยังอาจเป็นเกตเวย์ที่อนุญาตให้คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานลักษณะทั่วไป (เช่น แล็ปท็อป) สื่อสารผ่านพอร์ต USB หรืออีเธอร์เน็ตไปยังอุปกรณ์บนเครือข่าย CAN โดยจะเห็นถึงส่วนประกอบในการทำงาน ดังรูปที่ 2.5

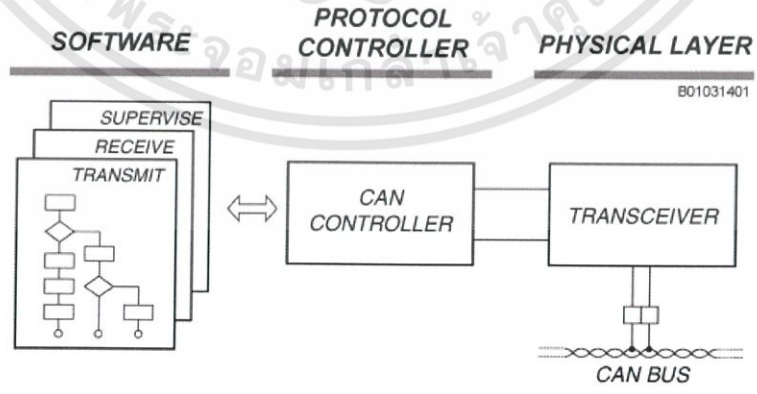
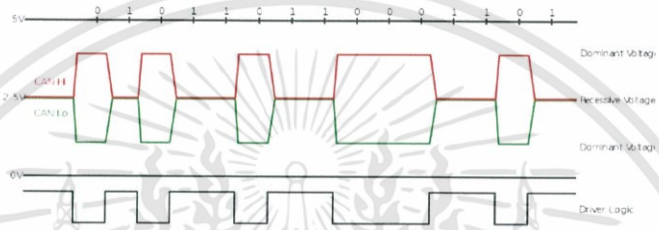


Figure 1 – Three Main Focus Areas when Debugging CAN

รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบ 3 ส่วน ในการติดต่อสื่อสารสำหรับ Can Bus ในทาง Software, Protocol Controller แล้ว Physical Layer [6]

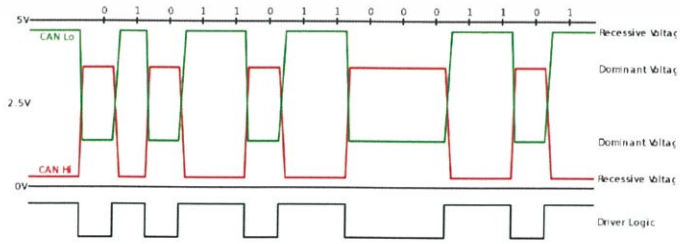
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน ISO 11898-2 หรือที่เรียกว่า CAN ความเร็วสูง (512 Kbps) ใช้โปรโตคอลบัสเชิงเส้นโดยที่ปลายของการเชื่อมต่อสิ้นสุดที่ปลายแต่ละด้านด้วยตัวต้านทาน 120 โอห์ม การส่งสัญญาณความเร็วสูง CAN ทำให้สายสัญญาณ CAN High ไปที่ 5 โวลต์ และ CAN Low Wire ไปที่ 0 โวลต์ เมื่อส่งสัญญาณเด่น (0) และไม่ขับลวดทั้งสองเมื่อส่งสัญญาณแบบถอยกลับ (1) การกำหนด "0" ที่ให้โหนดที่มีลำดับความสำคัญของหมายเลข ID ที่ต่ำกว่าบนโปรโตคอลบัส ค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง คือ ค่า 2 โวลต์ตัวต้านทานจะส่งกลับสายสองเส้นไปยังค่าความต่างศักย์มีขนาดเล็กน้อยที่ 0 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าโหมดหลักที่สูงจะต้องอยู่ภายใน 1.5 ถึง 3.5 โวลต์ ของแรงทั่วไป และแรงดันโหมดสามัญถอย +/- 12 จากกราวด์ ค่าระดับสัญญาณจะแสดงผล ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 มาตรฐาน High Speed CAN Signaling. ISO 11898-2 [1]

มาตรฐาน ISO 11898-3 หรือที่เรียกว่า CAN ความเร็วต่ำหรือความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (128 Kbps) ใช้โปรโตคอลบัสเชิงเส้น, สตาร์บัสหรือบัสหลายดาวที่เชื่อมต่อด้วยบัสเชิงเส้น และเศษส่วนของความต้านทานการโดยรวมควรอยู่ที่ประมาณ 100 โอห์ม แต่ต้องไม่น้อยกว่า 100 โอห์ม ISO 11898-3 ความเร็วต่ำ โดยตัวป้องกันความผิดพลาดสามารถส่งสัญญาณให้ไดรฟ์ CAN High Wire ไปที่ 5 โวลต์ และ CAN Low Wire ไปที่ 0 โวลต์ เมื่อส่งสัญญาณสูง (0) และไม่ขับลวดทั้งสองเมื่อส่งสัญญาณแบบถอยกลับ (1) ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงจะต้องมากกว่า 2.3 โวลต์ (ที่มี 5 โวลต์ Vcc) และความต่างศักย์ไฟฟ้าแบบถอยกลับต้องน้อยกว่า 0.6 โวลต์ ตัวต้านทานการยกเลิกจะส่งลวด CAN low ไปที่ RTH โดยที่ RTH ต่ำสุด 4.7 โวลต์ (Vcc - 0.3 โวลต์ โดยที่ Vcc คือ 5 โวลต์ เล็กน้อย) และ CAN high wire to RTL โดยที่ RTL คือสูงสุด 0.3 โวลต์ สายทั้งสองจะต้องสามารถอยู่ในระยะ -27 ถึง 40 โวลต์ โดยไม่มีความเสียหาย ดังรูปที่ 2.7

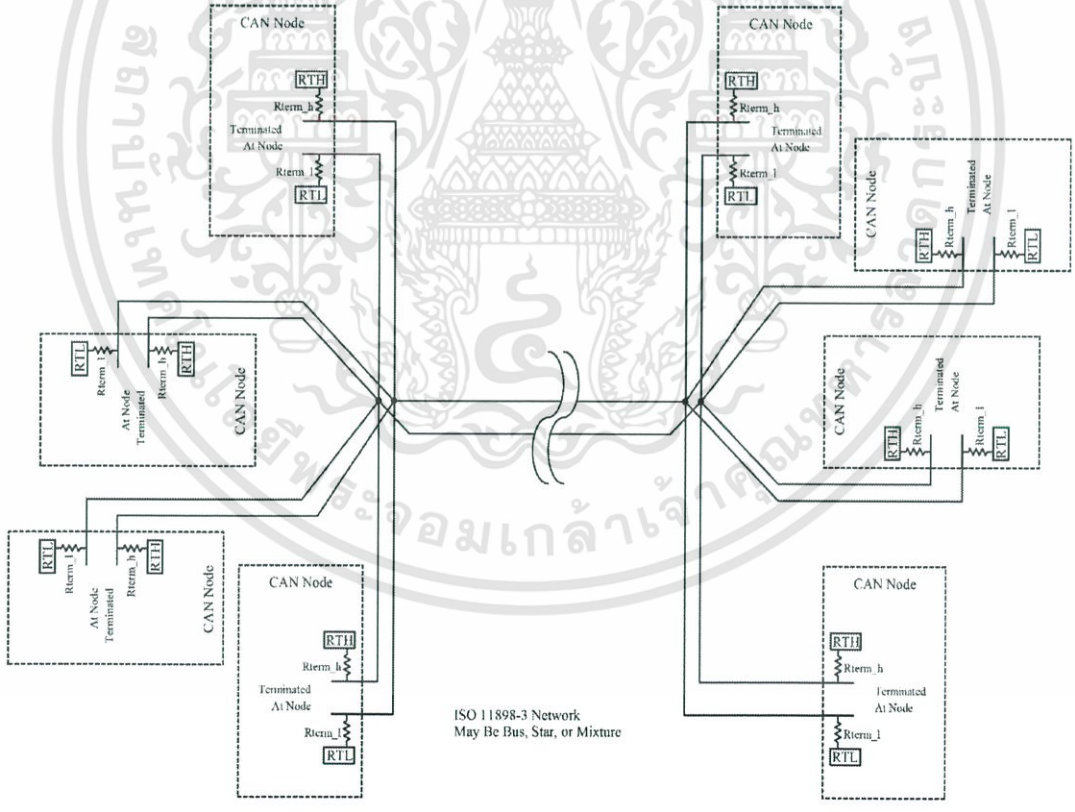


รูปที่ 2.7 มาตรฐาน Low Speed CAN Signaling. ISO 11898-3 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะทางไฟฟ้า

ด้วยความเร็วสูงและความเร็วต่ำของโปโตคอล CAN ความเร็วของการเปลี่ยนสภาพจะเร็วขึ้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนผ่านแบบถอยกลับที่เกิดขึ้น เนื่องจากสายไฟกำลังถูกขับเคลื่อนอย่างรุนแรง ความเร็วของการเปลี่ยนไปสู่การถอยนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของเครือข่าย CAN และความจุของลวดที่ใช้เป็นหลัก CAN ความเร็วสูงมักใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยสัญญาณจะวิ่งจากปลายด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง สามารถใช้ Fault Tolerant ได้ในกรณีที่กลุ่มของโหนดต้องเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ข้อมูลจำเพาะจำเป็นต้องคงรักษาค่าบัสไว้ภายในแรงดันบัสโหมดขั้นต่ำและสูงสุดร่วมกัน แต่ไม่ได้กำหนดวิธีเก็บบัสไว้ในช่วงนี้ CAN บัสต้องถูกยกเลิก จำเป็นต้องมีตัวต้านทานเพื่อยับยั้งการสะท้อนกลับ และส่งคืนรถบัสไปยังสถานะถอยกลับหรือสถานะไม่ได้ใช้งาน ความเร็วสูงสามารถใช้ตัวต้านทาน 120 โอห์ม ที่ปลายบัสเชิงเส้นแต่ละด้าน ความเร็วต่ำสามารถใช้ตัวต้านทานที่แต่ละโหนดในอื่นๆ อาจถูกนำมาใช้ เช่น วงจรที่กำหนดไว้ใน ISO11783 ซึ่งจะเห็นความสามารถ การใช้ Fault Tolerant ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 มาตรฐาน Low Speed Fault Tolerant CAN Network. ISO 11898-3 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ความเร็วในการสื่อสารระดับต่างๆ ในระบบโปรโตคอล CAN Bus (Controller Area Network) [8]

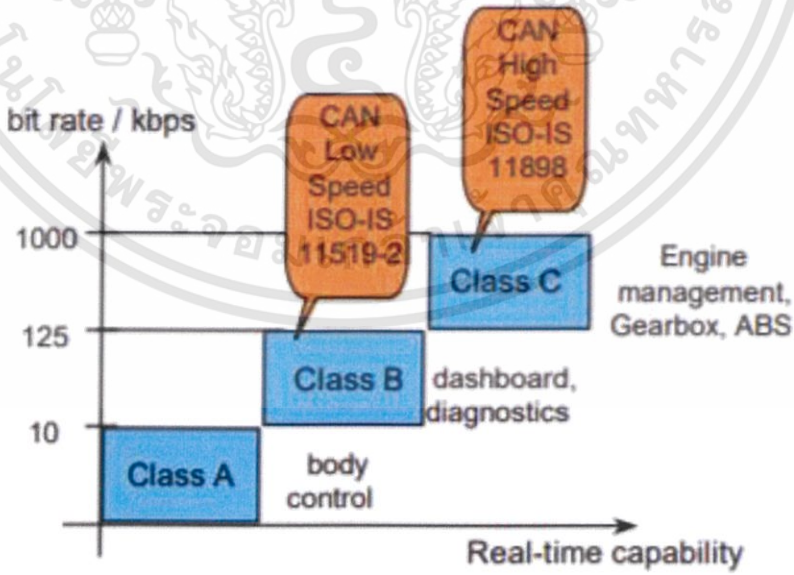
1. Class A ความเร็วในการรับส่งข้อมูลน้อยกว่า 10 kBit/ sec (10 kbps) ระบบที่ใช้ ได้แก่ กระจกไฟฟ้า, เบาะไฟฟ้า, ระบบล๊อคต่างๆ, รีโมท, ระบบไฟส่องสว่าง เป็นต้น

2. Class B ความเร็วในการสื่อสารอยู่ระหว่าง 10 – 125 kbps ซึ่งก็ได้แก่ Protocol ISO 9141 – 2 หรือ SAE J 1850 (ใช้ในรถตระกูล Ford, GM และ รถยุโรปกับญี่ปุ่น ทั่วไป) ระบบนี้จะมีความเร็วเพียงพอในการสื่อสารข้อมูลที่มีความซับซ้อน ได้แก่ ระบบเกียร์อัตโนมัติ, ระบบปรับอากาศ, ระบบ Immobilize, ระบบอิเล็กทรอนิกส์บริเวณแผงควบคุมต่างๆ เป็นต้น

3. Class C ทำความเร็วในการสื่อสารอยู่ที่ประมาณ 1 Mbps หรือ 1000 kbps หรือประมาณ 10 เท่าของ Class B แต่โดยทั่วไปจะใช้ที่ความเร็วประมาณ 500 Kbps ซึ่งมีความเร็วเพียงพอ สำหรับระบบ Air Bag, ABS, Stability Control, Traction Control, Power Train Control Module (ระบบต้นกำลังหมายถึง เครื่องยนต์ + เกียร์ เป็นหลัก)

4. Class D ความเร็วในการสื่อสารประมาณ 1 Mbps ใช้ในระบบ Onboard Entertainment เช่น Video Streaming หรือระบบติดต่อสื่อสารกับดาวเทียม หรือระบบ Internet 3 G ที่อนาคตจะนำมาใช้ในรถยนต์

จะเห็นได้ว่าการแบ่งลำดับชั้นในการวัดระดับอัตราความเร็ว ในการส่งสัญญาณจะแบ่งออกได้ถึง 4 ระดับเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2.9

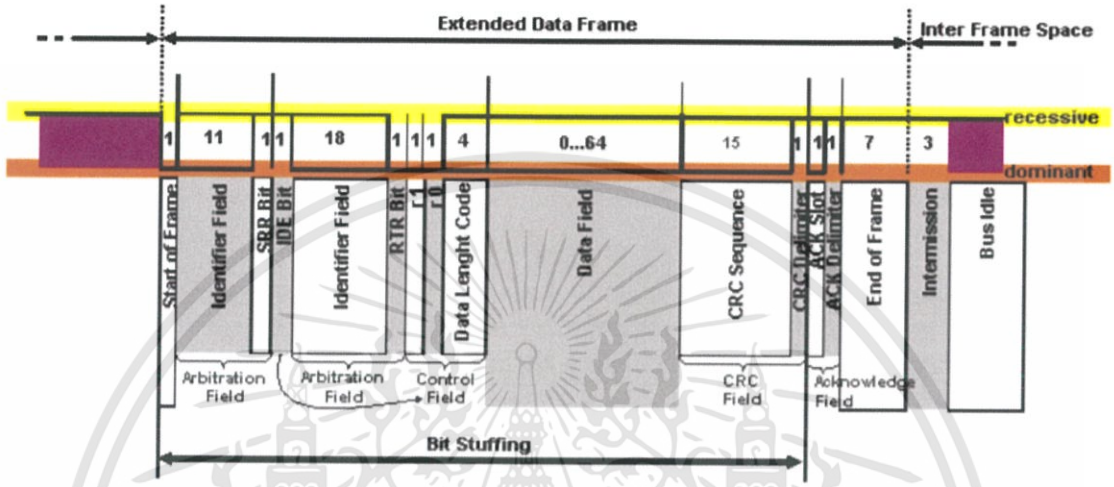


รูปที่ 2.9 ลำดับชั้นของมาตรฐานที่ใช้วัดโดยใช้ ค่า Data Transfer Rate เป็นตัวชี้วัด [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Data Frame บนเครือข่ายโปรโตคอลสื่อสาร CAN Bus (Controller Area Network) [8]

"Data Frame" ถูกสร้างโดยโหนด CAN เมื่อโหนดต้องการส่งข้อมูล กรอบข้อมูลมาตรฐาน CAN แสดงไว้ด้านบนกรอบเริ่มต้นด้วยบิตเริ่มต้นของเฟรมที่โดดเด่น สำหรับการซิงโครไนซ์ของทั้งหมดโหนด ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 รูปแบบการส่งถ่ายข้อมูลในลักษณะ Frame Formats หรือเรียกอีกอย่างว่าData Frame [8]

จุดเริ่มต้นของเฟรมจะตามด้วยฟิลด์ Arbitration ซึ่งประกอบด้วย 12 บิต : ตัวระบุ 11 บิต ซึ่งสะท้อนถึงเนื้อหาและลำดับความสำคัญของข้อความ และบิตคำขอส่งข้อมูลระยะไกล คำขอส่งข้อมูลระยะไกลบิตถูกใช้เพื่อแยกความแตกต่างของ Data Frame (RTR = Dominant) จาก Remote Frame (RTR = Recessive)

ในส่วนของฟิลด์ถัดไปคือ ฟิลด์ควบคุมประกอบด้วย 6 บิต บิตแรกของฟิลด์นี้เรียกว่า IDE บิต (ส่วนขยายตัวระบุ) และอยู่ใน Dominant State ที่เพื่อระบุเฟรมนั้นเป็นเฟรมมาตรฐาน บิตต่อไปนี้ถูกสงวนและกำหนดไว้เป็น Dominant Bit ส่วนที่เหลืออีก 4 บิตของเขตข้อมูลควบคุมคือ ข้อมูล Length Code (DLC) และระบุจำนวนไบต์ของข้อมูลที่มีอยู่ในข้อความ (0 - 8 ไบต์) ข้อมูลที่ถูกส่งจะตามมาในเขตข้อมูลซึ่งมีความยาวตามที่กำหนด DLC ด้านบน (0, 8, 16, ..., 56 หรือ 64 บิต)

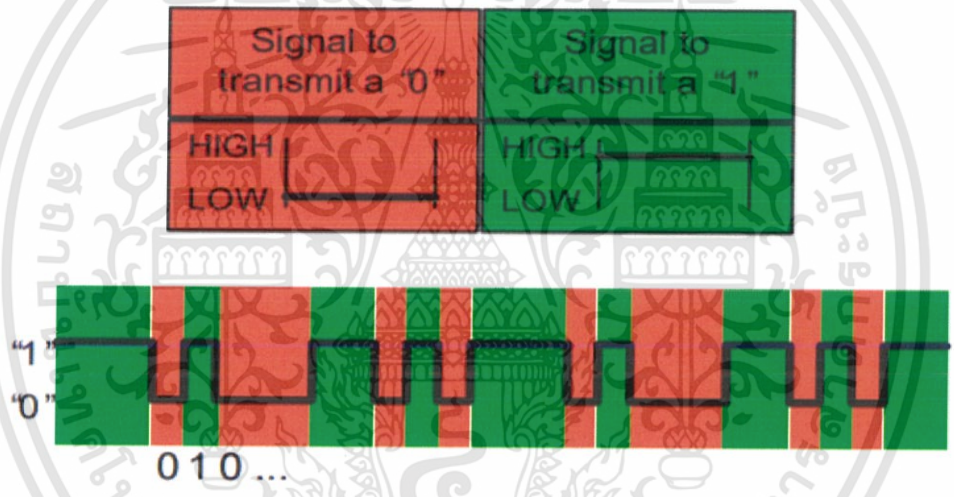
Cyclic Redundancy Field (CRC Field) จะติดตามและใช้ในการตรวจจับ ข้อผิดพลาดการส่งที่เป็นไปได้ ฟิลด์ CRC ประกอบด้วย CRC 15 บิต ลำดับเสร็จสมบูรณ์โดยบิตตัว CRC Delimiter Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิลด์ถัดไปคือ ฟิลด์ตอบรับ ในช่วง ACK Slot บิตการส่งโหนดส่งออก Delimiter Bit โหนดใดๆ ที่ได้รับโดยปราศจากข้อผิดพลาดเฟรมยอมรับการรับเฟรมที่ถูกต้อง โดยการส่งสำรอง Dominant Bit (ไม่ว่าโหนดนั้นจะได้รับการกำหนดค่าให้ยอมรับหรือไม่ข้อความเฉพาะนั้นหรือไม่)

2.1.7 Message Coding บนโปรโตคอลการติดต่อสื่อสาร CAN Bus (Controller Area Network) [8]

โปรโตคอล CAN ใช้การเข้ารหัสบิต Non-Return-to-Zero หรือ NRZ นี้หมายความว่าสัญญาณคงที่ตลอดเวลาหนึ่งบิตและเพียงหนึ่งสัญญาณเท่านั้น ส่วนเวลาที่จำเป็นในการเป็นตัวแทนหนึ่งบิตโดยปกติแล้ว แต่ไม่เสมอไป "ศูนย์" จะสอดคล้องกับ Dominant Bit แทน Bus ในสถานะ Dominant State และ "หนึ่ง" สอดคล้องกับ Recessive Bit ในสถานะ Recessive State ดังรูปที่ 2.11



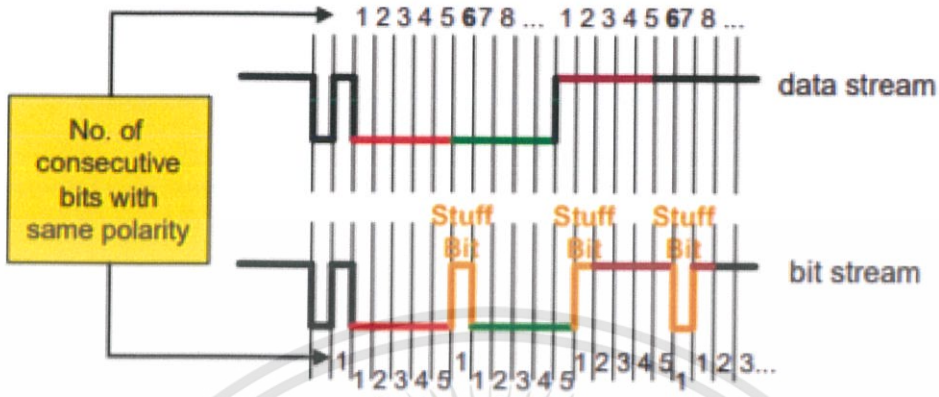
รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของ Message Coding: NRZ-Code [8]

2.1.8 Bit Stuffing ที่เกิดขึ้นจากโปรโตคอลการติดต่อสื่อสาร CAN Bus (Controller Area Network) [8]

Bit Stuffing จะแทรก 1 Bit เข้าไประหว่างเฟรมข้อมูลที่มีระดับสัญญาณ 1 ติดต่อกันเกินค่า 5 Bit ลักษณะหนึ่งของรหัส Non-Return-to-Zero คือ สัญญาณไม่มีขอบที่สามารถใช้สำหรับการซิงโครไนซ์อีกครั้ง เมื่อส่งบิตต่อเนื่องจำนวนมากที่มีขั้วเดียวกัน ดังนั้นการใช้ Bit stuffing เพื่อให้แน่ใจว่าการซิงโครไนซ์ของบัสทั้งหมดของโหนด ซึ่งหมายความว่าในระหว่างการส่งข้อความสูงสุด 5 Bit ติดกันอาจมีขั้วเดียวกันเกิดขึ้นได้ เมื่อใดก็ตามที่ 5 Bit ต่อเนื่องของขั้วเดียวกันได้รับส่งแล้ว เครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแทรกบิตเพิ่มอีกหนึ่งบิตในสิ่งที่ตรงกันข้ามขั้วเข้าไปในกระแสบิตก่อนที่จะส่งบิตเพิ่มเติม ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การเกิด Bit Stuffing บนโปรโตคอล Can Bus [8]

2.2 OBD-II (On-board Diagnostics-II) [9]

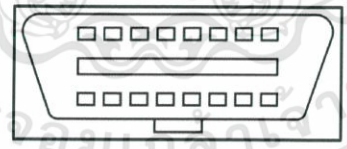
การศึกษาการทำงานเบื้องต้นของ OBD-II เป็นการปรับปรุงผ่าน OBD-I ทั้งความสามารถและมาตรฐาน มาตรฐาน OBD-II ระบุประเภทของตัวเชื่อมต่อการวินิจฉัยถึงปัญหาระบบไฟฟ้าภายในรถยนต์ และ Pin Out, โปรโตคอลการส่งสัญญาณไฟฟ้าที่มีอยู่และรูปแบบการส่งข้อความ นอกจากนี้ยังมีรายการของพารามิเตอร์บนยานพาหนะ เพื่อตรวจสอบพร้อมกับวิธีการเข้ารหัสข้อมูลสำหรับแต่ละช่วง โดยการเชื่อมต่อจะใช้เป็นลักณะของ PIN ในตัวเชื่อมต่อที่ให้พลังงานสำหรับเครื่องมือสแกนจากแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อเครื่องมือสแกนกับแหล่งพลังงานแยกต่างหาก อย่างไรก็ตามช่างเทคนิคบางคนอาจยังคงเชื่อมต่อเครื่องมือสแกน เข้ากับแหล่งพลังงานเสริมเพื่อปกป้องข้อมูลในเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ซึ่งยานพาหนะมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากมีการดึงพลังมาใช้กับตัวเครื่องสแกน DTC จนในที่สุดมาตรฐาน OBD-II จะแสดงรายการ DTC ที่ได้มาตรฐาน อันเป็นผลมาจากมาตรฐานนี้อุปกรณ์เดียวสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ออนบอร์ดสำหรับพารามิเตอร์เหล่านี้ในยานพาหนะใดๆ มาตรฐานของ OBD-II ได้รับแจ้งให้ทำการวินิจฉัยอุปกรณ์ปล่อยมลพิษที่ซับซ้อนมากขึ้น และแม้ว่าจะต้องส่งรหัสและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซผ่านตามกฎหมายของสหรัฐอเมริกา ผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้ทำการเชื่อมต่อ OBD-II Data Link Connector ในยานพาหนะซึ่งทุกระบบได้รับการวินิจฉัยและประมวลผลใหม่ รหัสการวินิจฉัยปัญหาของ OBD-II เป็นตัวเลข 4 หลัก โดยคำนำหน้าตัวเลขสี่หลักหลังนั้นจะมีความหมายได้ดังนี้ P สำหรับ Engine and Transmission (Powertrain), B สำหรับ Body, C สำหรับ Chassis, และ U สำหรับ Network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

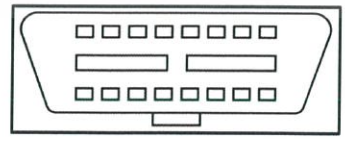
2.2.1 OBD-II Diagnostic Connector [9]

ก่อนที่จะเริ่มทำโครงงานนี้ได้จะทำการศึกษาในส่วนของ OBD-II Diagnostic Connector เสียก่อน โดยจะเริ่มจากว่าข้อกำหนด SAE J1962 จัดเตรียมไว้สำหรับสองอินเตอร์เฟสฮาร์ดแวร์มาตรฐานที่เรียกว่า Type A และ Type B ทั้งสองเป็น PIN ตัวเมีย 16-pin (2x8) ตัวเชื่อมต่อรูปตัว D และทั้งคู่มีร่องระหว่างหมุดสองแถว แต่ร่องของ B ประเภท ถูกขัดจังหวะตรงกลาง สิ่งนี้ป้องกันการแทรกของปลั๊กตัวผู้ชนิด A ลงในซ็อกเก็ตตัวเมีย Type B ในขณะที่อนุญาตให้เสียบตัวผู้ตัวผู้ประเภท B ลงในซ็อกเก็ตตัวเมียชนิด A ดังรูปที่ 2.13, 2.14 และ 2.15 และตารางที่ 2.1

รูปที่ 2.13 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector บนรถยนต์ [9]



รูปที่ 2.14 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector ชนิด Type A [9]



รูปที่ 2.15 PIN ตัวเมียจากพอร์ต OBD-II Connector ชนิด Type B [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความหมายของ PIN OUT ในแต่ละ PIN ว่ามีการตั้งมาตรฐานไว้อย่างไรบน OBD-II Diagnostic Connector [9]

1	Manufacturer discretion: • GM: J2411 GMLAN/SWC/Single-Wire CAN[20] • VW/Audi/BMW: Switched +12V to tell a scan tool whether the ignition is on. • Ford, FIAT: Infotainment CAN High[20] • DoIP Option #2 Ethernet RX+	9	Manufacturer discretion: • BMW: TD (Tachometer Display) signal aka engine RPM signal. • GM: 8192 bit/s ALDL where fitted. • DoIP Option #2 Ethernet RX-
2	Bus Positive Line of SAE J1850 PWM and VPW	10	Bus Negative Line of SAE J1850 PWM only (not SAE J1850 VPW)
3	Manufacturer Discretion: • GM: Object Detection CAN bus (+) • Ford: DCL(+) Argentina, Brazil (pre OBD-II) 1997–2000, USA, Europe, etc. • Ford: Medium Speed CAN-High[20] • Chrysler: CCD Bus(+)[20] • BMW: Ethernet RX+ • DoIP Option #1 Ethernet RX+	11	Manufacturer Discretion: • GM: Object Detection CAN bus (-) • Ford: DCL(-) Argentina, Brazil (pre OBD-II) 1997–2000, USA, Europe, etc. • Ford: Medium Speed CAN-Low[20] Chrysler: CCD Bus(-)[20] • BMW: Ethernet RX- • DoIP Option #1 Ethernet RX-
4	Chassis ground	12	Manufacturer discretion: • GM: Chassis high-speed CAN bus (+) • GM: Diagnostic codes to DIC (1994–2004 Corvette)[19] • BMW: Ethernet TX+ • DoIP Ethernet TX+
5	Signal ground	13	Manufacturer discretion: • GM: Chassis high-speed CAN bus (-) • Ford: FEPS – Programming PCM voltage • BMW: Ethernet TX- • DoIP Ethernet TX-
6	CAN-High (ISO 15765-4 and SAE J2284)	14	CAN-Low (ISO 15765-4 and SAE J2284)
7	K-Line of ISO 9141-2 and ISO 14230-4	15	L-Line of ISO 9141-2 and ISO 14230-4
8	Manufacturer discretion: • BMW: Second K-Line for non OBD-II (Body/Chassis/Infotainment) systems. • Ford, FIAT: Infotainment CAN-Low • BMW: Ethernet Enable via 510 Ohm, 0.6 Watt resistance to battery voltage (pin 16) • DoIP: Ethernet Activate • Subaru: Ignition+.	16	Battery voltage: • Type "A" 12V/4A • Type "B" 24V/2A

จากการศึกษาความหมายของ OBD-II Diagnostic Connector ทำให้ทราบว่าในมาตรฐานบน OBD-II Diagnostic Connector เป็นมาตรฐานที่สามารถทำงานได้หลายโปรโตคอล เช่น SAE J1850 PWM (Pulse-width Modulation — 41.6 kbit/s, Standard of The Ford Motor Company), SAE J1850 VPW (Variable Pulse width — 10.4 kbit/s, Standard of General Motors), ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000) และ ISO 15765 CAN (250 kbit/s or 500 kbit/s). โดยสำหรับโครงงานนี้ตัวจะสนใจในส่วนของ ISO 15765 หรือ Can Bus นั่นเอง โดยจะต้องนำความรู้ทั้งในส่วนของโปรโตตคอล Can Bus ในส่วนแรกนำมาประยุกต์ใช้บน OBD-II Diagnostic Connector เนื่องจาก GM MDI 2 ใช้พอร์ตนี้เป็นการเชื่อมต่อระหว่างรถยนต์กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

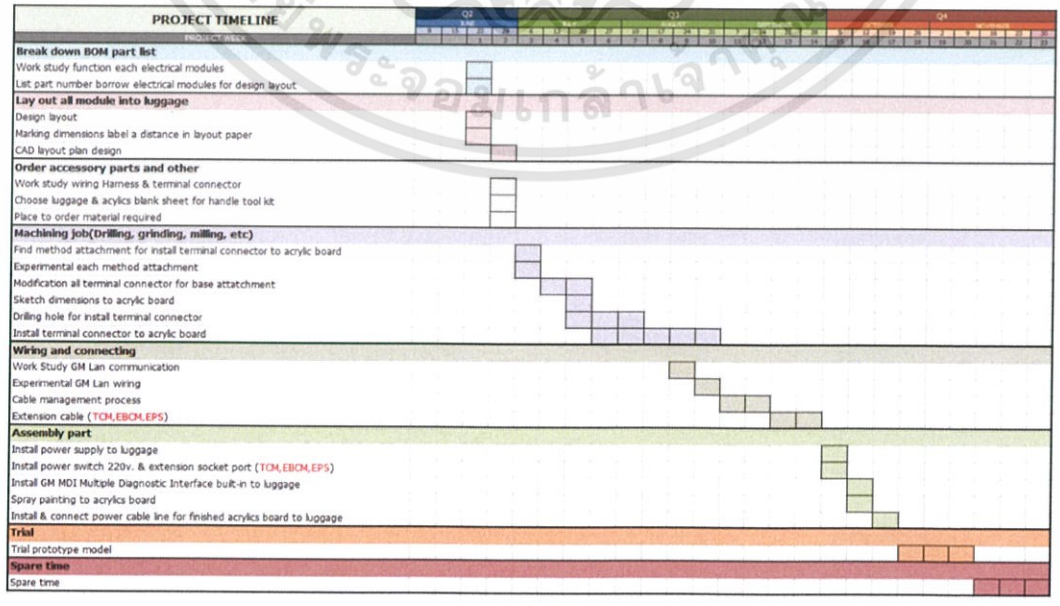
วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานการประดิษฐ์ชุดเครื่องมือตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา ซึ่งในการออกแบบโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2ส่วน คือ การออกแบบกลไกทางกลศาสตร์ และการออกแบบทางไฟฟ้า โดยเริ่มทำดำเนินทำโครงงานตั้งแต่ ศึกษาหลักการทำงานของ General Motors Local Area Network (GMLAN) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากโปรโตคอล Can Bus ที่เป็นมาตรฐานในการส่งถ่ายข้อมูล ที่ใช้ในวงการอุตสหากรรมรถยนต์ในระดับอุปกรณ์จำพวก Electronic Control Unit (ECU) รวมถึงการออกแบบโครงสร้างของชุดเครื่องมือตรวจสอบ โดยจะเริ่มการออกแบบในทางกลก่อนแล้วในส่วนไฟฟ้าในส่วนถัดมา หลังจากทำการทดลองในส่วนของไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว จะเริ่มทำการประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันเมื่อสำเร็จตรงส่วนนี้เรียบร้อยแล้ว จึงจะสามารถนำสิ่งชุดตรวจสอบตัวนี้นำไปใช้ในงานตรวจสอบได้จริง

3.1 การวางแผนกระบวนการ และระยะเวลาในการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงานมีการวางแผนงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานนั้นๆ และช่วงเวลาของแต่ละส่วน เพื่อให้สามารถดำเนินไปตามแผนที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแผนงานที่วางไว้ จะเป็นช่วงเวลาที่ดำเนินโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 โดยจะแสดงแผนการดำเนินงาน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Inspection Electronic Control Unit Handheld Toolkit Timeline



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 กำหนดขอบเขตในการทำโครงงาน

ในช่วงแรกจะเริ่มทำการกำหนดขอบเขตของโครงงาน เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างสิ่งประดิษฐ์นี้ขึ้นมาโดยมีขอบเขตดังต่อไปนี้ โดยแบบแผนการทำโครงงานจะแสดง ดังรูปที่ 3.1

1. เป็นชุดเครื่องมือตรวจสอบชนิดพกพาที่สามารถเชื่อมต่อรองรับอุปกรณ์จำพวก Electronic Control Unit (ECU) ที่มีการใช้งานใน บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด

2. ชุดเครื่องมือตรวจสอบนี้จะสามารถตรวจสอบ ECU ในลักษณะแบบ Stand Alone แล้วสามารถตรวจสอบได้ครอบคลุมถึง 14 ชิ้นด้วยกัน

3. ชุดเครื่องมือตรวจสอบนี้จะมีการส่งข้อมูลกันในรูปแบบโปรโตคอลที่เรียกว่า General Motors Local Area Network (GMLAN) แต่เพียงอย่างเดียว

4. ชุดเครื่องมือนี้จะใช้ GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 เป็นอินเทอเฟสเชื่อมต่อระหว่าง ECU กับคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการฝังเข้าไปในสิ่งประดิษฐ์ตัวนี้แล้วใช้ Micro-USB Interfaces ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ปลายทาง

5. ชุดเครื่องมือนี้จะเลือกใช้ พาวเวอร์ซัพพลาย แปลงแรงดันจากขนาด 220 โวลต์ กระแสสลับไปอยู่ที่กระแสตรงที่ 12 โวลต์ เพื่อรองรับการใช้งานของ ECU อย่างเพียงพอและเหมาะสม

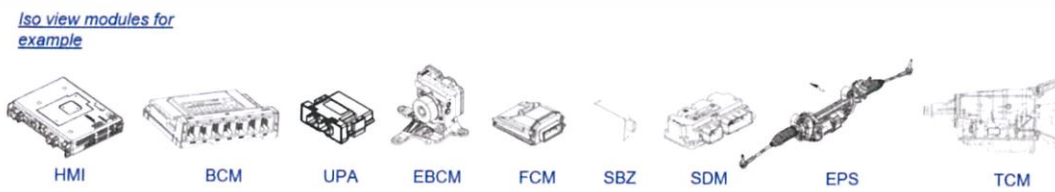
รูปที่ 3.1 แผนร่างการออกแบบขอบเขตการทำงานของชุดเครื่องมือตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานการทำงานของแต่ละชนิดของ ECU

ในขั้นแรกของการดำเนินงานจะทำการศึกษาคุณลักษณะของการทำงานในแต่ละ ECU เพราะในรถยนต์คันหนึ่งมีส่วนประกอบของ ECU ที่หลากหลายมากมาย โดยเครื่องมือชุดตรวจสอบตัวนี้มีเป้าหมายว่าจะสามารถตรวจสอบได้ทั้งหมดคือ 14 ชิ้นส่วนดังต่อไปนี้ โดยมีตัวอย่างบางส่วน ดังรูปที่ 3.2

1. Engine Control Module (ECM)
2. Body control Module (BCM)
3. Electronic Brake Control Module (EBCM)
4. Automatic Transfer Case Module (ATC)
5. Human-Machine Interface Module (HMI)
6. Electronic Power Steering Module (EPS)
7. Power Windows Module (PWM)
8. Front Camera Module (FCM)
9. Transmission Control Module (TCM)
10. Gateway Module (CGM)
11. SDM Airbag Control Module (SDM)
12. Ultrasonic Park Assist Module (UPA)
13. HVAC Control Module (HVAC)
14. Side Blind Zone Module (SBZ)

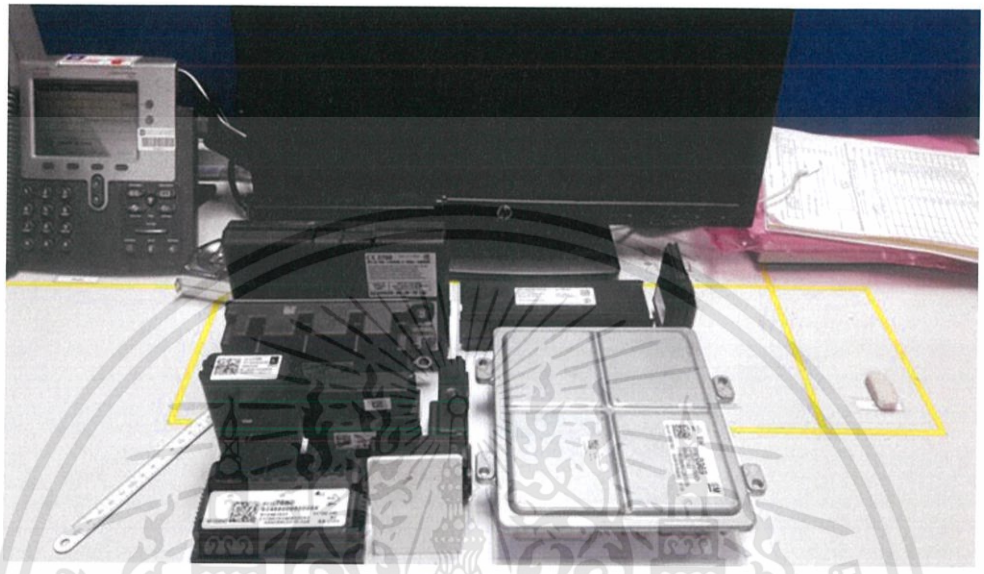


รูปที่ 3.2 ภาพมุมมอง Iso Metric ของตัวอย่างโมดูลบางส่วนที่จะถูกนำมาใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

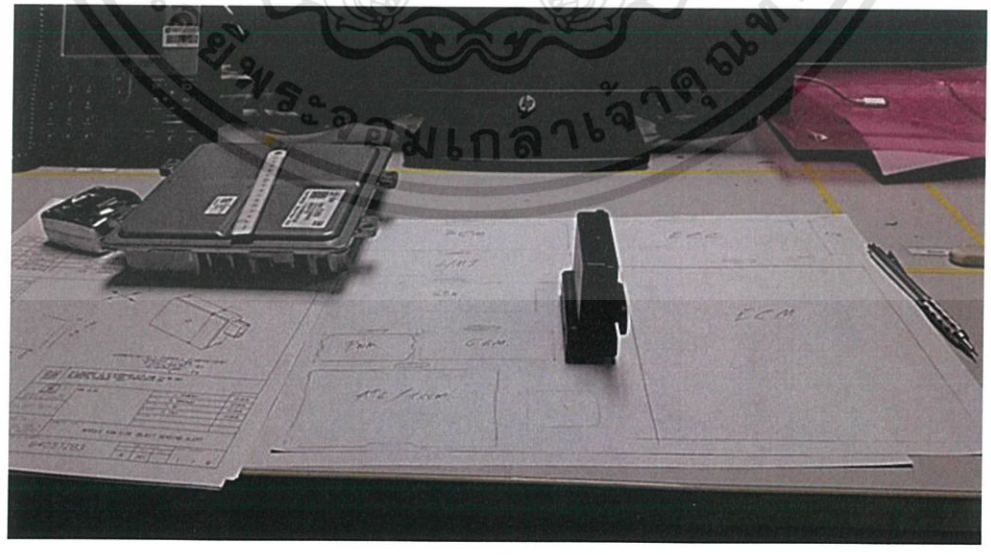
3.4 การออกแบบตำแหน่งสำหรับบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ECU

เริ่มแรกจะทำการนำ ECU ทั้งหมดที่มีขนาดเล็กเพียงพอต่อการใช้งานบนบอร์ดนำมาวางในกระดาษ A3 ขนาด 297 x 420 มิลลิเมตร ในการทดลองวางลงในกระดาษเพื่อที่จะหาตำแหน่งของแต่ละตัว โดยมีเงื่อนไขที่ว่าในบอร์ดนี้จะสามารถรองรับอุปกรณ์ได้ทั้งหมด 11 ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ทำการลองจัดวางตำแหน่งของ ECU ทุกตัวในพื้นที่ที่จำกัดขนาดกระดาษ A3

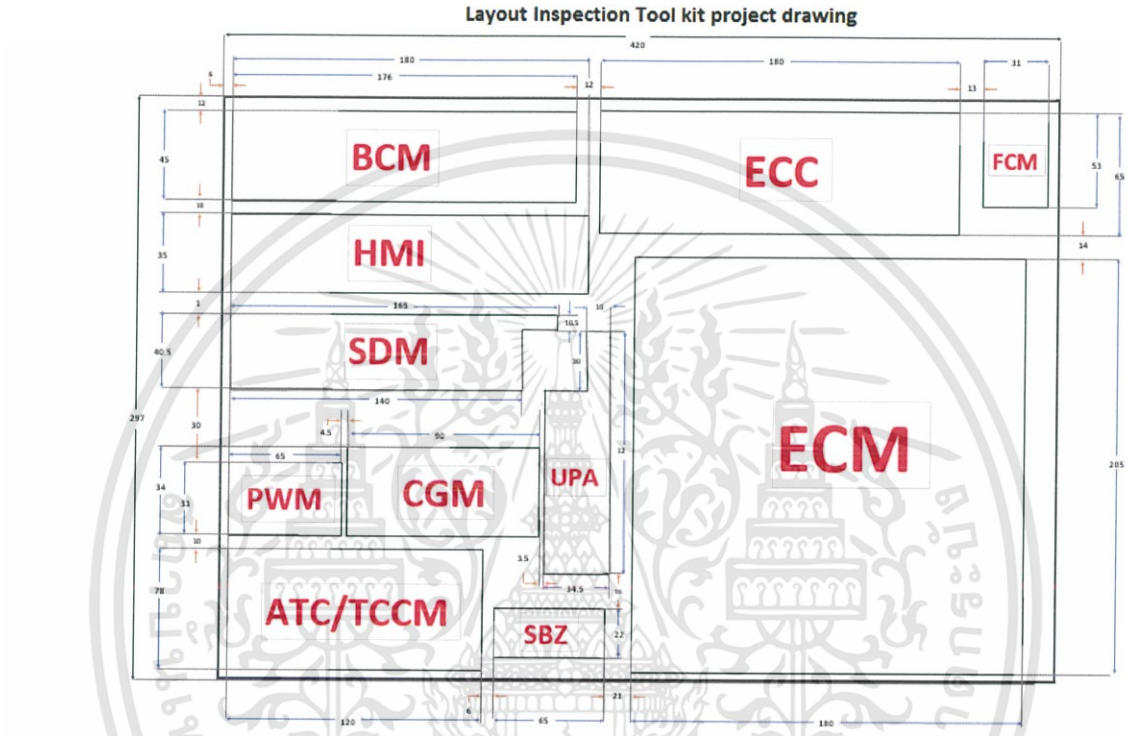
หลังจากที่ได้ตำแหน่งในการวางที่เหมาะสมเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการร่างตำแหน่งดังกล่าวลงบนกระดาษนี้ เพื่อใช้ในการร่างแบบทางวิศวกรรมในคอมพิวเตอร์ รูปที่ 3.4 แสดงถึงการร่างที่เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.4 ทำการร่างตำแหน่งที่จะใช้ในการออกแบบบอร์ดที่ไว้รองรับในขั้นตอนสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจะทำการนำแบบร่างดังกล่าวมาสร้าง Design Layout โดยใช้โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ โดยสุดท้ายได้บอร์ดสำหรับรองรับ ECU ทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้นโดยชิ้นที่จะสามารถใช้บนบอร์ดนี้จะประกอบไปด้วย ECM, BCM, PWM, HVAC, SDM, UPA, HMI, FCM, SBZ, ATC และ CGM CAD Design Layout บนบอร์ดที่ได้ร่างออกแบบไว้ในกระดาษโดยความยาวในรูปจะอยู่ในหน่วยมิลลิเมตร โดยจะเห็นว่าขนาดของบอร์ดจะมีขนาดที่ 297 x 420 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.5



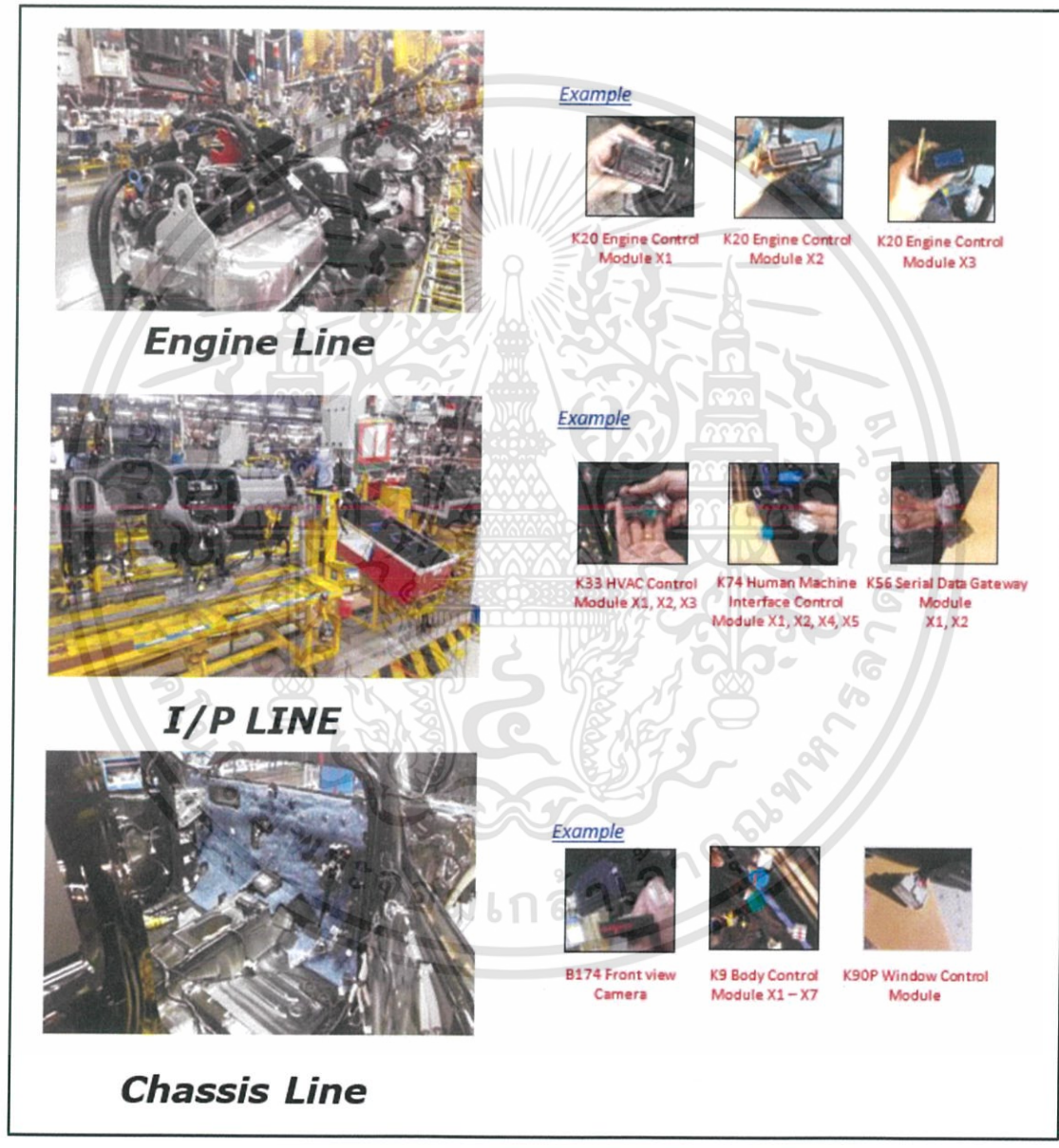
รูปที่ 3.5 ทำการร่าง Layout ที่จะถูกนำไปใช้ในการสร้างบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ECU

3.5 ศึกษา Wiring Harness Cables ของแต่ละ ECU เพื่อใช้ทำพอร์ตในการติดตั้ง

ในส่วนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลสำหรับพอร์ตเชื่อมต่อ โดยในที่นี้จะเรียกสายเชื่อมต่อว่า Wiring Harness Cables ซึ่งสายจำพวกนี้จะเป็นกลุ่มของสายไฟที่ใช้ส่งกระแสไฟฟ้า และสัญญาณผ่านระบบไฟฟ้าในรถยนต์จะมีลักษณะคือ เป็นสายเคเบิลถูกผูกเข้าด้วยกันโดยสายรัดด้วยการร้อยสายไฟปลอกแขนเทปไฟฟ้าท่อร้อยสายถักของสายที่อัดแน่น หรือการรวมกันของสายเพื่อการป้องกันการหักงอที่อาจจะเกิดจากการประกอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มทำการลงพื้นที่ในสายการผลิตเพื่อเก็บข้อมูลของสายเหล่านี้ โดยทำการเก็บข้อมูลของแต่ละ ECU โดยจะทำการเก็บข้อมูลจำเพาะเช่นลักษณะของ Terminal ในแต่ละ ECU หรือจะเป็นโดยในขณะทำการเก็บข้อมูลจะมี Support Engineer จากทาง Lear Corporation | Automotive Seating & Electrical Systems ซึ่งเป็นผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ให้ข้อมูลในขณะทำการเก็บข้อมูล ซึ่งมีประโยชน์อย่างมาทำให้เข้าใจในข้อมูลเชิงเทคนิค โดยการลงพื้นที่พร้อมตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจะแสดง ดังรูปที่ 3.6

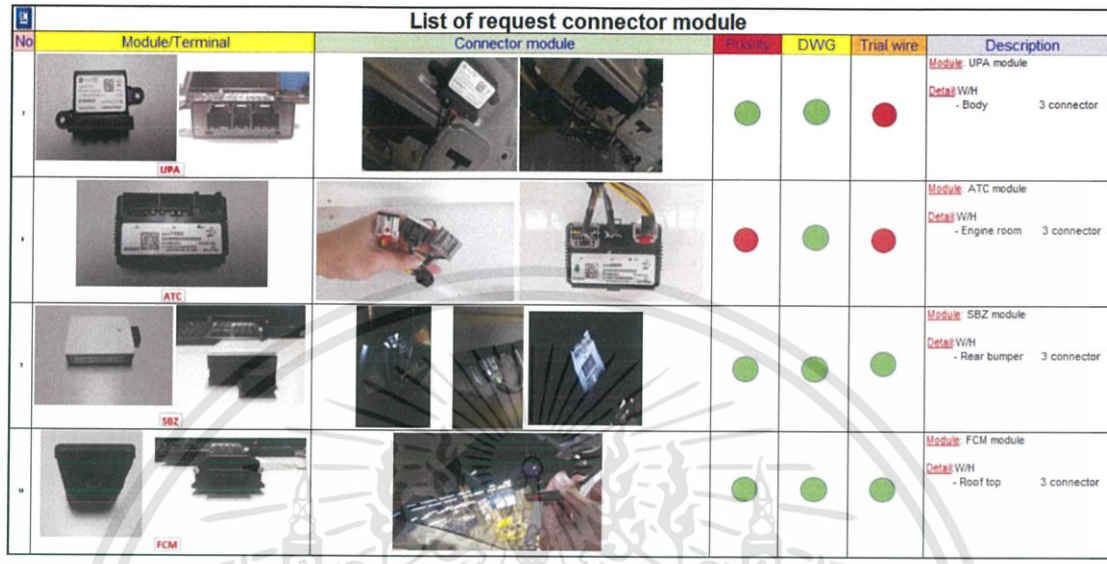


รูปที่ 3.6 ทำการลงพื้นที่ในสายการผลิตโดยได้ทำการเก็บตัวอย่างจำพวก พอร์ตการเชื่อมต่อหรือ Terminal ในแต่ละ ECU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ลงพื้นที่เก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วนี่คือ ข้อมูลที่จะไว้ใช้ในการสั่งซื้อสินค้าเพื่อใช้ในการประกอบชิ้นงานในส่วนถัดไป โดยจะแสดงตัวอย่างบางส่วนจากการเก็บข้อมูลใน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลชนิดของสายในแต่ละ ECU จากการเก็บข้อมูล



List of request connector module

No	Module/Terminal	Connector module	Photo	DWG	Trial wire	Description
1	UPA		●	●	●	Module: UPA module Detail W/H - Body 3 connector
2	ATC		●	●	●	Module: ATC module Detail W/H - Engine room 3 connector
3	SBZ		●	●	●	Module: SBZ module Detail W/H - Rear bumper 3 connector
4	FCM		●	●	●	Module: FCM module Detail W/H - Roof top 3 connector

3.6 สั่งซื้อวัสดุที่จะใช้ในการประกอบสำหรับโครงงาน

ในส่วนถัดมาจะเริ่มทำการสั่งคำสั่งซื้อวัสดุที่จะใช้ในการประกอบชิ้นงาน โดยภาพรวมจะมีรายละเอียดสำหรับวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

1. กระเป๋า Luggage Aluminum ไว้ใช้สำหรับเป็น Case ของตัวชุดตรวจสอบ

2. สายไฟ Wiring Harness Cables จากทาง Lear Corporation | Automotive Seating & Electrical Systems เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อกับกล่อง ECU สำหรับตัวที่สามารถตรวจสอบได้บนบอร์ด

3. แผ่นอะคริลิค ขนาด 122 x 183 เซนติเมตร ในการทำบอร์ดไว้รองรับการติดตั้งพอร์ตการเชื่อมต่อ

4. GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างกล่อง ECU เข้ากับตัวคอมพิวเตอร์ปลายทาง จำนวน 1 ชุด

5. เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply AC 110 โวลต์/220 โวลต์ To DC 12 โวลต์) ใช้ในการแปลงกระแสไฟเพื่อจ่ายแรงดันให้กับกล่อง ECU จำนวน จำนวน 1 ชุด

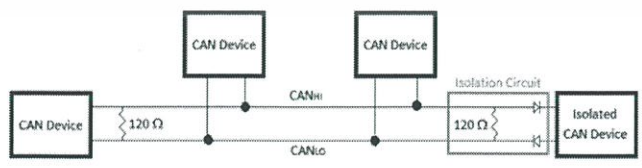
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ศึกษาโปรโตคอล General Motors Local Area Network (GMLAN)

ก่อนที่จะทำการประกอบชิ้นงานหรือตัดแต่งดัดแปลงจะต้องทำการศึกษาโปรโตคอล General Motors Local Area Network (GMLAN) กล่าวคือ GMLAN ใช้บัสสื่อสารจำนวนมากเพื่อรับประกันการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโมดูลควบคุมอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพโดยโปรโตคอลสำหรับโครงงานตัวนี้จะแบ่งเป็น 2 แบบ ใหญ่ๆ คือ 1. High Speed GMLAN และ 2. Low Speed GMLAN โดยที่ GMLAN จะจัดเตรียมความสามารถสำหรับโมดูลควบคุมที่ได้รับ เพื่อตรวจสอบการส่งข้อความจากโมดูลควบคุมอื่นๆ เพื่อพิจารณาว่าไม่ได้รับข้อความที่ต้องรับ วัตถุประสงค์หลักคือ การอนุญาตให้ใช้ค่าเริ่มต้นที่เหมาะสมเพื่อทดแทนข้อมูลที่ไม่ได้รับอีกต่อไป

3.7.1 ศึกษาโปรโตคอล High Speed GMLAN

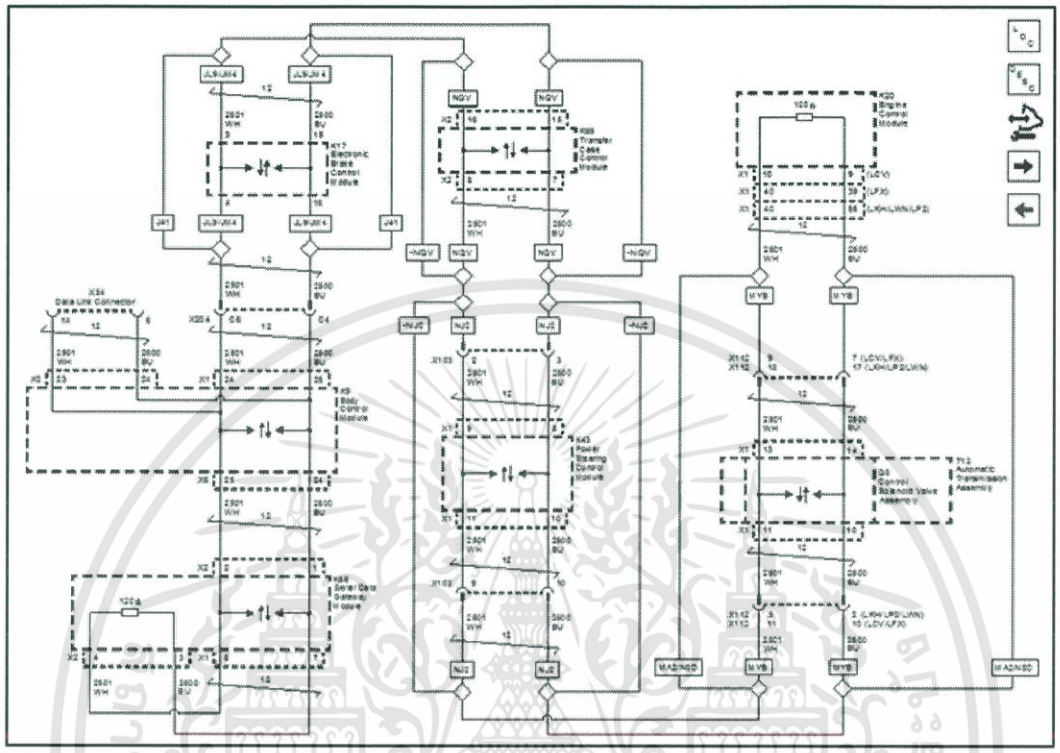
High Speed GMLAN คือ บัสความเร็วสูงซึ่งต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลในอัตราที่สูงพอที่จะลดความล่าช้าระหว่างการเปลี่ยนแปลงของค่าเซนเซอร์ และการรับข้อมูลนี้โดยอุปกรณ์ควบคุมโดยใช้ข้อมูลเพื่อปรับประสิทธิภาพของระบบรถยนต์ โดยลักษณะของการติดต่อสื่อสารเครือข่ายจะเป็นข้อมูลอนุกรม GMLAN ความเร็วสูงประกอบด้วยสายลักษณะบิดตีเกรียวสองเส้น วงจรสัญญาณหนึ่งถูกระบุว่าเป็น GMLAN-High และวงจรสัญญาณอื่นๆ จะถูกระบุว่าเป็น GMLAN-Low ที่ปลายแต่ละด้านของบัสข้อมูลจะมี Termination Resistor อยู่ 120 โอห์มคร่อมอยู่ระหว่างวงจร GMLAN-High และ GMLAN-Low โดยอัตราส่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบส่งต่อเนื่องในอัตรา 500 Kbit/s อยู่ในลักษณะสัญลักษณ์ข้อมูล (1s และ 0s) ข้อมูลที่จะส่งผ่านบัสจะแสดงด้วยความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างแรงดันสัญญาณ GMLAN-High และแรงดันสัญญาณ GMLAN-Low เมื่อบัสของสายสองสายหยุดพักวงจรสัญญาณ GMLAN-High และ GMLAN-Low จะไม่ถูกขับเคลื่อน และสิ่งนี้แสดงถึงตรรกะ "1" ในสถานะนี้วงจรสัญญาณทั้งสองมีแรงดันเท่ากันที่ 2.5 โวลต์ แรงดันดิฟเฟอเรนเชียลประมาณ 0 โวลต์ แต่เมื่อมีการส่งลอจิก "0" วงจรสัญญาณ GMLAN-High จะถูกขับเคลื่อนให้สูงขึ้นไปที่ประมาณ 3.5 โวลต์ และวงจร GMLAN-Low จะถูกลดระดับลงเหลือประมาณ 1.5 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าส่วนต่างจะกลายเป็นประมาณ 2.0 (+/- 0.5) โวลต์ โดยลักษณะการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โปรโตคอล High Speed GMLAN เป็นการต่อในลักษณะขนานกับ Can Device หรือ ECU นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อบนโปรโตคอล High Speed GMLAN มักจะเป็นโมดูลไฟฟ้าที่ต้องควบคุมอุปกรณ์รถยนต์ ที่ต้องการใช้จำนวนอัตราการส่งข้อมูลที่ค่อนข้างสูง จึงมักจะเป็นจำพวกอุปกรณ์จำพวกทางกลศาสตร์เช่น Body Control Module ที่จะใช้ในการควบคุมสวิตช์ต่างๆ ภายในรถยนต์ ดังรูปที่ 3.8



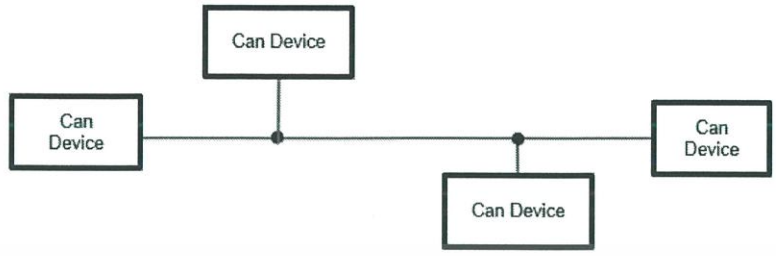
รูปที่ 3.8 Schematic บนรถยนต์ที่ใช้โปรโตคอล High Speed GMLAN

3.7.2 ศึกษาโปรโตคอล Low Speed GMLAN

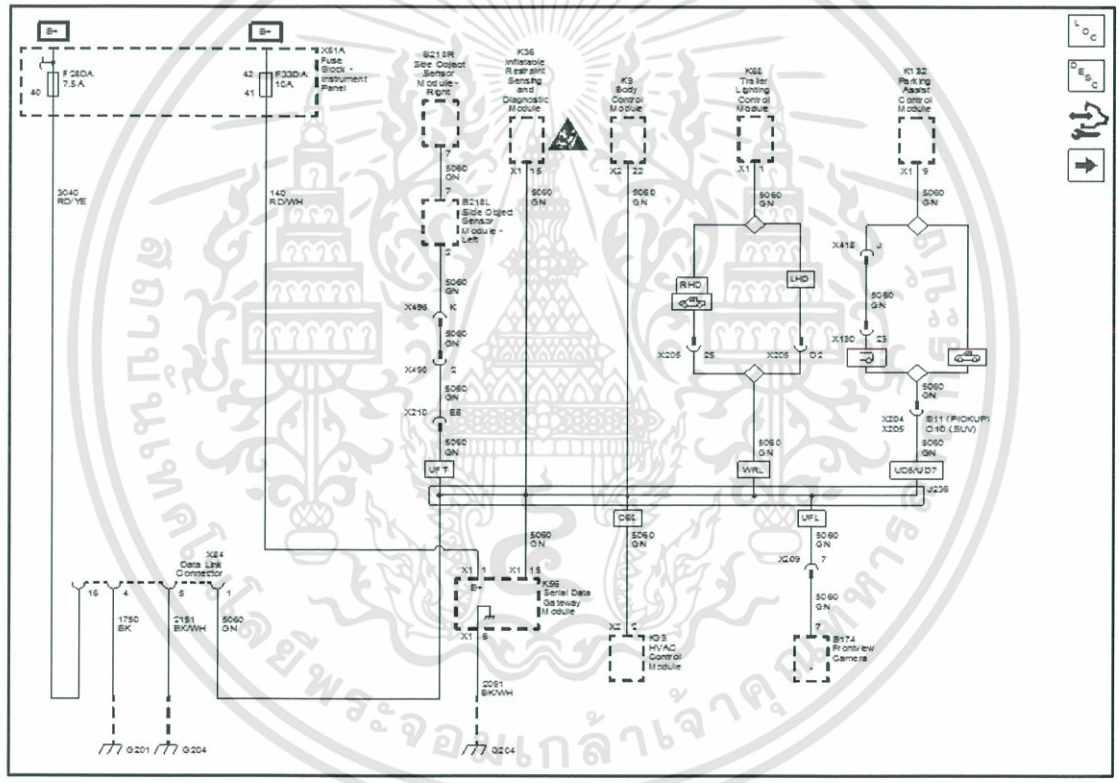
Low Speed GMLAN คือ บัสความเร็วต่ำ GMLAN Bus ใช้ในแอพพลิเคชันที่ไม่ต้องการอัตราการส่งข้อมูลสูง ซึ่งอนุญาตให้ใช้ส่วนประกอบที่ซับซ้อนน้อยกว่า โดยทั่วไปจะใช้สำหรับฟังก์ชันที่ควบคุม โดยผู้ปฏิบัติงานซึ่งความต้องการเวลาตอบสนองช้ากว่าที่จำเป็น สำหรับการควบคุมยานพาหนะแบบไดนามิกส์ โดยการส่งข้อมูลบน Low Speed GMLAN จะมีลักษณะการส่งข้อมูลเป็นแบบ Single Wire โดยใช้สายไฟเป็นทางเดียว อัตราส่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบส่งต่อเนื่องในอัตรา 33.3 Kbit/s อยู่ในลักษณะสัญลักษณ์ข้อมูล (1s และ 0s) แต่ในส่วนของการโปรแกรมมิ่งความเร็วสัญญาณจะสามารถทำความเร็วได้ถึง 83.3 Kbit/s จากตรงนี้จะเห็นว่า High Speed GMLAN จะเป็นการส่งข้อมูลแบบ Dual Wire แต่ Low Speed GMLAN ส่งข้อมูลในลักษณะ Single Wire สัญลักษณ์ข้อมูลที่จะส่งผ่านบัสจะแสดงด้วยสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันบนบัส เมื่อ GMLAN Bus ความเร็วต่ำหยุดนิ่งและไม่ได้ขับจะมีแรงดันสัญญาณต่ำประมาณ 0.2 โวลต์ ซึ่งแสดงถึงตรรกะ "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการส่งสัญญาณแบบลอจิก "0" แรงดันสัญญาณจะสูงกว่าประมาณ 4.0 โวลต์ หรือสูงกว่าโดยลักษณะการเชื่อมต่อและการต่อลักษณะที่มี ECU ดังรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.9 ลักษณะการต่อวงจรบนโปรโตคอล Low Speed GMLAN เป็นการต่อในลักษณะอนุกรมกับ Can Device หรือ ECU นั่นเองซึ่งจะแตกต่างจาก High Speed GMLAN



รูปที่ 3.10 Schematic บนรถยนต์ที่ใช้โปรโตคอล Low Speed GMLAN ในการติดต่อสื่อสารโดยมีการต่อ ECU อยู่

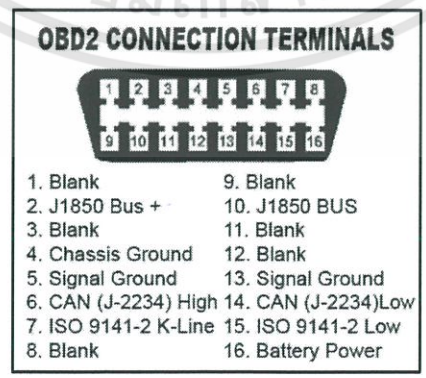
หลังจากที่ทราบถึงลักษณะการส่งข้อมูลของทั้งสองแบบนี้ ในขั้นตอนต่อไปจะทำการออกแบบวงจรและลักษณะการต่อภายในชุดตรวจสอบตัวนี้ โดยชุดตรวจสอบตัวนี้จะสามารถติดต่อสื่อสารได้ทั้งสองโปรโตคอล โดยใช้ชุดตรวจสอบเพียงแค่ตัวเดียวเท่านั้นก็สามารถครอบคลุมทุกความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ศึกษาพอร์ต OBD II (On-board Diagnostic)

ก่อนที่จะทำการศึกษาตัว GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ต้องทำความรู้พอร์ตOBD II (On-board Diagnostic) เสียก่อนกล่าวคือ OBD II มาจากคำว่า On-board Diagnostic เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นร่วมกันโดย SAE และ ISO ซึ่งกำหนดมาตรฐานวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางดิจิตอล ระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนรถยนต์ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยไอเสีย (Emission) กับเครื่องตรวจสอบข้อมูล ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ ตำแหน่งการติดตั้งรหัสบันทึกความบกพร่องที่ตรวจพบ (Malfunction Indicator Light : MIL) แล้วแสดงค่าออกมาให้คนขับหรือช่างได้รู้ถึงปัญหานั้น

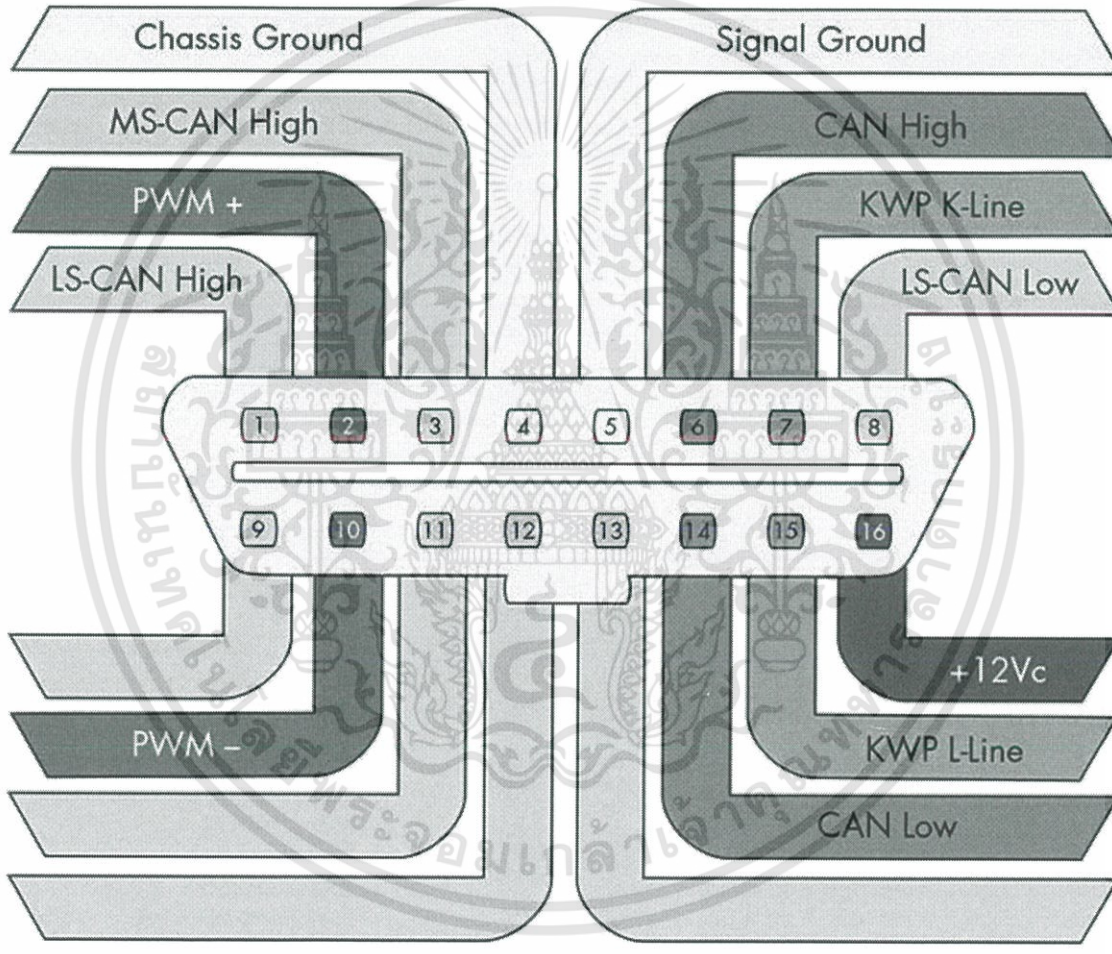
The California Air Resources Board (CARB) ได้กำหนดความต้องการไว้ว่า รถยนต์ทุกคันต้องมีระบบที่สามารถแยกแยะปัญหาการขัดข้องที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยไอเสีย (Emission System) และระบบควบคุมเครื่องยนต์ (Powertrain System) ซึ่งเรียกว่าระบบ OBD I ในขณะเดียวกัน CARB ยังได้กำหนดมาตรฐาน OBD II ขึ้นมา และให้มีผลบังคับใช้กับรถยนต์ทุกคันในอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 เพื่อจะได้เป็นแนวทางใหม่ให้กับช่างในการแก้ปัญหา การซ่อมเครื่องยนต์ และระบบควบคุมการปล่อยไอเสีย ข้อมูลที่จะได้รับจากการเชื่อมต่อกับพอร์ต OBD II กับตัวรถยนต์คือ DTC (Diagnostic Trouble Code) หมายถึง รหัสวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งใช้ในการคาดคะเนความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น เมื่ออ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหาเป็นรหัส P0068 ตามมาตรฐานที่กำหนดก็จะหมายถึงว่าอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงสูงเกินไป เป็นต้น นอกจากนี้ยังแสดงข้อมูลการทำงานแบบ Real-time เป็นข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจจับการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพการทำงาน หรือใช้เพื่อประมวลความเสียหายประกอบกับรหัส DTC หรือข้อมูลอื่นๆ เช่น รอบเครื่องยนต์, อุณหภูมิหม้อน้ำ, แรงดันคอมมอลเรล, ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดขณะรถกำลังวิ่งหรือไม่ (รถแต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อ ก็จะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป) ในแต่ละ DLC จะมีความาหมายแตกต่างไป ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 Data Link Connector สำหรับพอร์ตของ OBD 2 [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ทำการศึกษาพอร์ต OBD2 พบว่าจะทำการใช้ Data Link เพียงแค่ 5 สายสัญญาณเท่านั้นเองนั่นคือ 1. DLC 6 Can High (High Speed GMLAN) 2. DLC 14 Can Low (High Speed GMLAN) 3. DLC 1 LS-CAN HIGH (High Speed GMLAN) 4. DLC 5 Signal Ground (Ground) 5. DLC 16 +12 โวลต์ (Power Supply 12 VDC) จะเห็นได้ว่าจะมี 3 สายที่จะเป็นตัวกลางในการถ่ายส่งข้อมูล ส่วนอีก 2 สายจะเป็นการจ่ายแรงดันให้กับตัวของ ECU ในรูปที่ 3.11 จะแสดงให้เห็นถึงมาตรฐานของ Data Link Connector สำหรับพอร์ต OBD 2 โดยจะเห็นว่าในแต่ละช่องของ Terminal นั่นมีความหมายที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการเลือกใช้การทำงาน ดังรูปที่ 3.12

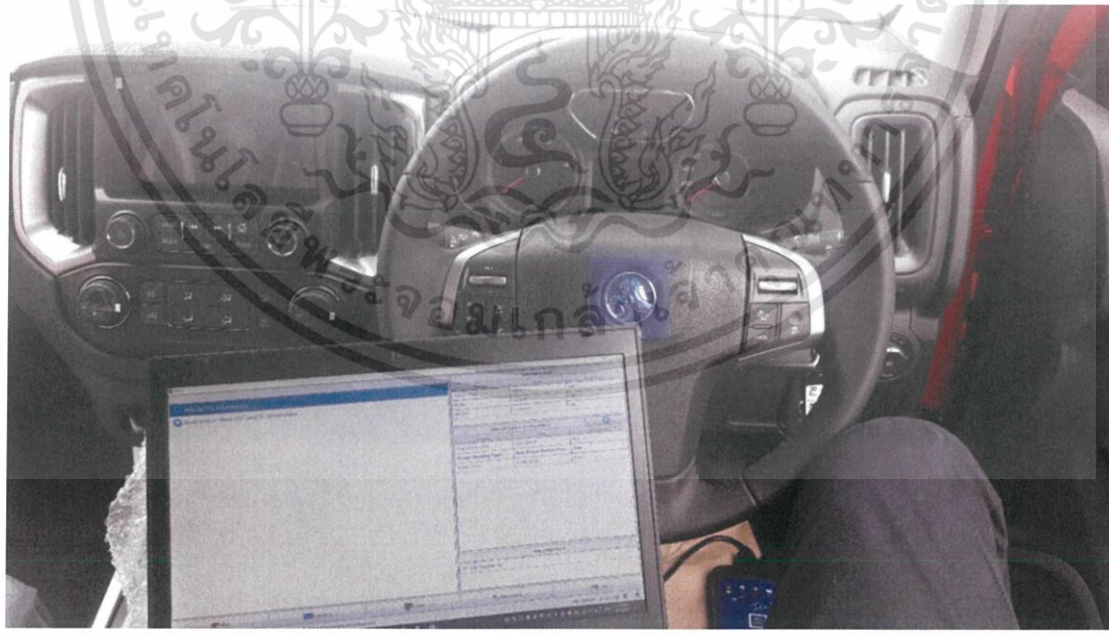


รูปที่ 3.12 Data Link Connector สำหรับพอร์ตของ OBD 2 สำหรับโครงงานชุดตรวจสอบ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ศึกษาอินเตอร์เฟส GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2

GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 เป็นชุด Automotive Scan Tool (Scanner) เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับใช้เพื่อเชื่อมต่อกันด้วยการวินิจฉัยปัญหา โดยจะมีพอร์ตการเชื่อมต่อในลักษณะ OBD 2 ตามที่ได้กล่าวไปในข้างต้น และบางครั้งอาจจะสามารถทำการติดตั้งโปรแกรมให้กับโมดูลในรถยนต์ ก็สามารถที่จะทำได้โดยผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ พวกอุปกรณ์ตรวจสอบเหล่านี้มีหลายประเภทจากผู้ผลิตหลายราย ซึ่งเป็นหนึ่งในสิ่งที่คุ้นเคยมากที่สุดคือ "Brick" Snap-on หรือ MT2500/ MTG2500 Snap-On, OTC/ SPX, Autel, Launch, Vetronix/ Bosch และบริษัทอื่นๆ จำนวนมากผลิตเครื่องมือตรวจสอบประเภทต่างๆ ตั้งแต่เครื่องอ่านรหัสอย่างง่ายไปจนถึงคอมพิวเตอร์สองทิศทาง ที่มีความสามารถสูงพร้อมความสามารถในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือตรวจสอบเชื่อมต่อกับตัวเชื่อมต่อดาต้าลิงค์ (DLC) ของยานพาหนะและขึ้นอยู่กับเครื่องมือเฉพาะอาจอ่านรหัสปัญหาในการวินิจฉัย หรือของ DTC (ซึ่งจะถือว่าเป็น "ตัวอ่านรหัส") หรืออาจมีความสามารถมากกว่าเครื่องมือตรวจสอบที่เกิดขึ้นจริงจะแสดงสตรีมข้อมูลสด (อินพุตและเอาต์พุต) มีการควบคุมแบบสองทิศทาง (ความสามารถในการทำให้ตัวควบคุมทำสิ่งต่างๆ นอกเหนือจากการทำงานปกติ) และอาจสามารถปรับเทียบโมดูลโปรแกรมภายในพารามิเตอร์บางอย่างได้ อย่างไรก็ตามเครื่องมือการตรวจสอบทั่วไปไม่มีความสามารถในรีแฟลชโปรแกรมโมดูลอย่างเต็มที่ เพราะต้องใช้อุปกรณ์การส่งผ่านและซอฟต์แวร์เฉพาะทาง ดังรูปที่ 3.13

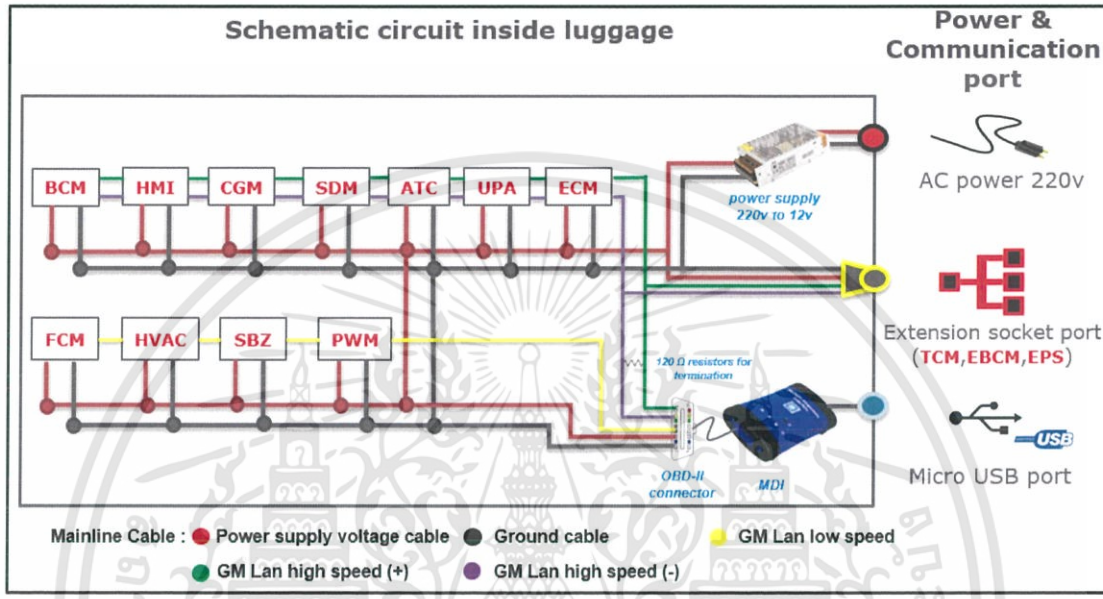


รูปที่ 3.13 ภาพถ่ายแสดงการใช้งาน GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ในการวิเคราะห์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ออกแบบวงจรภายในและทดสอบสำหรับชุดตรวจสอบ

จากการศึกษาโปรโตคอล GMLAN พอร์ต OBD 2 และ GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 เสร็จเรียบร้อยแล้วได้เริ่มทำการออกแบบวงจรภายในกล่องชุดตรวจสอบ โดยจะแสดงให้เห็นว่ามีลักษณะการต่อวงจรอย่างไร ดังรูปที่ 3.14

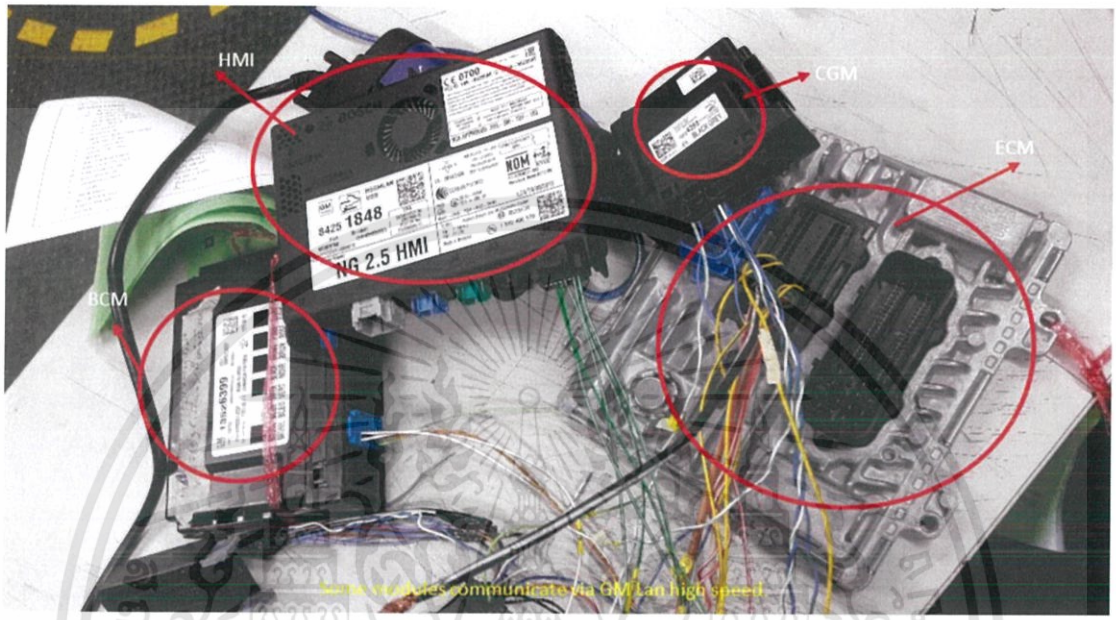


รูปที่ 3.14 Schematic ที่ออกแบบ โดยวงจรนี้จะถูกติดตั้งภายในชุดตรวจสอบเพื่อไว้ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ECU

จะเห็นได้ว่าพอร์ตการเชื่อมต่อของชุดตรวจสอบนี้จะมีทั้งหมดสามพอร์ต ประกอบด้วยส่วนแรก คือ Power Cable ที่ไว้สำหรับเสียบสายไฟจากเต้าเข้าสู่ชุดตรวจสอบ ถัดมาในส่วนที่สอง Extension Socket Pot จะเป็นพอร์ตที่รองรับการตรวจสอบจำพวกโมดูลที่มีขนาดใหญ่ โดยจะทำสายที่ไว้สำหรับเชื่อมต่อจากโมดูลไฟฟ้าขนาดใหญ่เข้าชุดตรวจสอบ แล้วทำการมอนิเตอร์ข้อมูลด้วยโปรแกรม GDS-II และในส่วนสุดท้าย Micro USB Port เป็นอินเตอร์เฟสที่ไว้สำหรับเชื่อมต่อชุดตรวจสอบนี้เข้ากับคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ได้ทำการออกแบบเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไป จะทำการต่อวงจรเพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องในการออกแบบวงจร โดยจะออกแบบการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนนั้น คือ กลุ่มแรกกลุ่ม ECU ที่เป็นกลุ่ม High Speed GMLAN และ Low Speed GMLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบเป็นการต่อบนโปรโตคอล High Speed GMLAN ในการทดสอบครั้งนี้จะประกอบไปด้วยทั้งหมด 4 ตัวประกอบด้วย Engine Control Module (ECM), Body Control Module (BCM), Human-Machine Interface Module (HMI) และ Gateway Module (CGM) ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ภาพถ่ายการทดสอบในการต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบในโปรโตคอล High Speed GMLAN

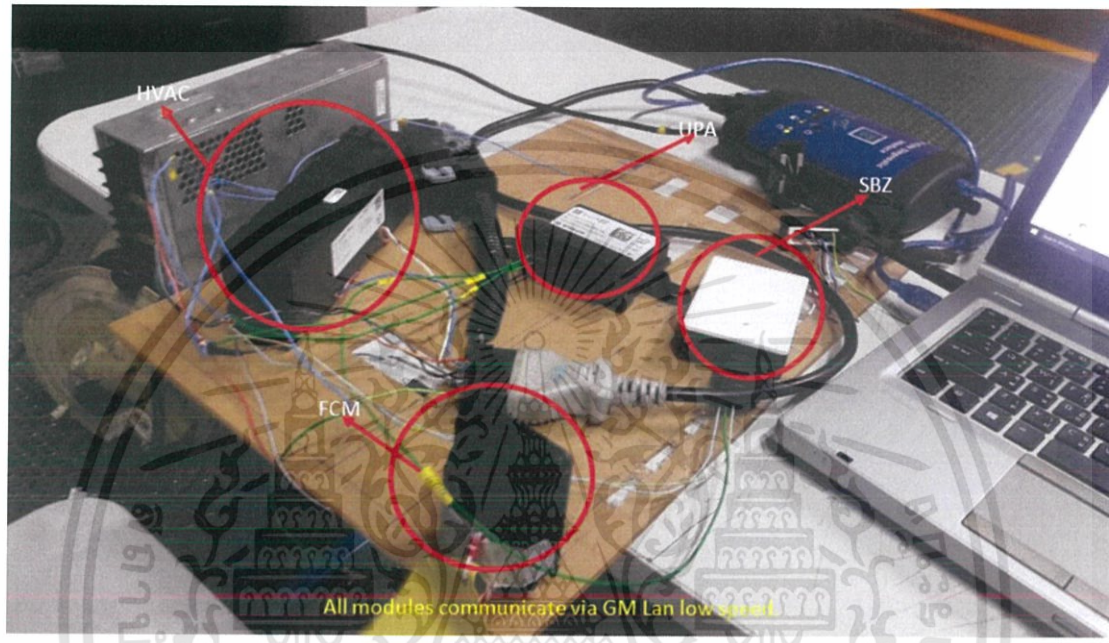
ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้จะใช้โปรแกรม GDS 2 ในการตรวจสอบ DTC กับสถานะว่ามีอะไรเก็บอยู่ในตัวโมดูลเหล่านี้ ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ โดยจะพบว่าบางโมดูลนั้นมี DTC เก็บอยู่ในขณะที่บางตัวมีสถานะที่ปกติโดยจะแสดงผลการทดลอง ดังในรูปที่ 3.16

⚠	Engine Control Module	DTCs Stored	34	6.14
⊘	Transmission Control Module	No Communication		6.14
⊘	Transfer Case Control Module	No Communication		6.14
⊘	Electronic Brake Control Module	No Communication		6.14
⊘	Steering Wheel Angle Sensor Module	No Communication		12.13
⚠	Body Control Module	DTCs Stored	10	6.14
✓	Serial Data Gateway Module	No DTCs Stored	0	6.14
⊘	Inflatable Restraint Sensing and Diagnostic Module	No Communication		1
⊘	Instrument Cluster	No Communication		1
⊘	Radio Controls	Lost Communication		1
⊘	HVAC Controls	Lost Communication		1
⊘	Trailer Lighting Control Module	No Communication		1
⊘	Radio	No Communication		1
⊘	Amplifier	No Communication		1
⚠	Human Machine Interface Control Module	DTCs Stored	2	6.14

รูปที่ 3.16 ผลจากการทดสอบในการต่อวงจรบนโปรโตคอล High Speed GMLAN ด้วยโปแกรม GDS 2 โดยจะเห็นถึงสถานะของโมดูลแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกันได้ทำการทดลองในโปรโตคอล Low Speed GMLAN ในการทดสอบครั้งนี้จะประกอบด้วยโมดูลทั้งหมด 4 ตัวในการทดสอบประกอบด้วย Front Camera Module (FCM), Ultrasonic Park Assist Module (UPA), HVAC Control Module (HVAC) และ Side Blind Zone Module (SBZ) จะเป็นภาพถ่ายจากการทดสอบครั้งนั้น โดยพบว่าจากการออกแบบในตอนแรกนั้นมีความถูกต้องสามารถเข้าถึง Data Record ของโมดูลเหล่านี้ได้ ดังรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 ภาพถ่ายการทดสอบในการต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบในโปรโตคอล Low Speed GMLAN

✔	HVAC Control Module	No DTCs Stored	0	1
⊘	Right Side Object Detection Control Module	No Communication		1
✔	Left Side Object Detection Control Module	No DTCs Stored	0	1
⚠	Parking Assist Control Module	DTCs Stored	1	1
⚠	Frontview Camera - Windshield	DTCs Stored	2	1

รูปที่ 3.18 ผลจากการทดสอบในการต่อวงจรบนโปรโตคอล Low Speed GMLAN ด้วยโปแกรม GDS 2 โดยจะเห็นถึงสถานะของโมดูลแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

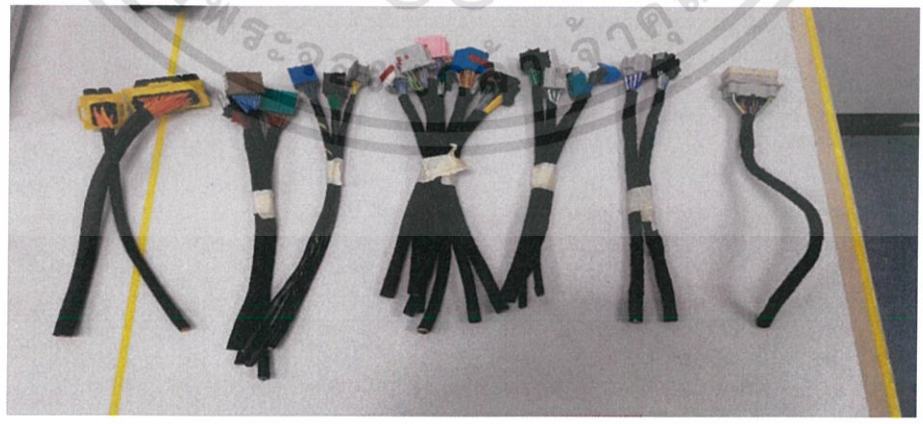
3.11 กระบวนการประกอบชิ้นส่วน

หลังจากการทดสอบในส่วนของไฟฟ้าแล้ว ในส่วนต่อไปจะเป็นส่วนของทางด้านกลศาสตร์ โดยหลังจากที่ได้รับวัสดุเรียบร้อยแล้วพบปัญหาหลายอย่างไม่ว่าจะเป็น Wiring Harness Cables ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อสำหรับงาน หรือจะเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทำงานไม่เอื้ออำนวยแก่การทำงาน ทำให้ในช่วงของการประกอบจะเป็นช่วงการทำงานที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควร

3.11.1 ทำการตัดแต่ง Wiring Harness Cables เพื่อสร้างฐานในการติดตั้ง

ในตอนแรกจะทำการตัดแต่งตัว Connector จาก Wiring Harness Cables ของทุก ECU ให้มีฐานเพื่อสำหรับการติดตั้งบนบอร์ด โดยขั้นตอนการตัดแต่งนี้จะแสดงให้เห็น ดังรูปที่ 3.19 และรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.19 ภาพถ่ายตัวอย่างในกระบวนการตัดแต่ง Connector เพื่อใช้สำหรับการติดตั้งลงบนบอร์ด

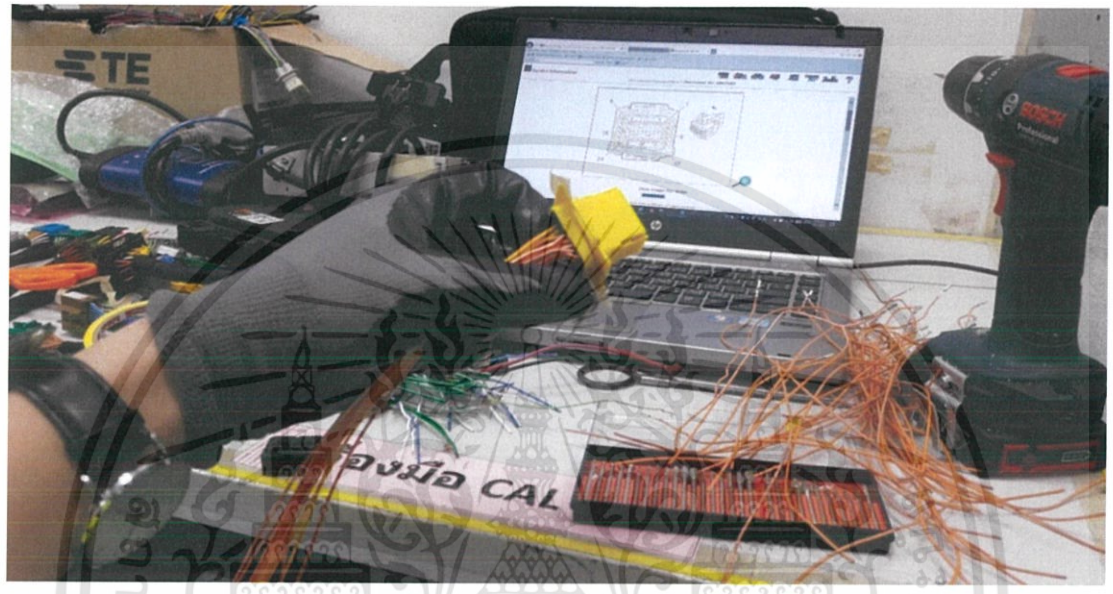


รูปที่ 3.20 ภาพถ่าย Connector ที่ทำการดัดแปลงในส่วนของฐานเรียบร้อยเตรียมพร้อมสำหรับการนำ DLC ที่ไม่ใช่งานออก

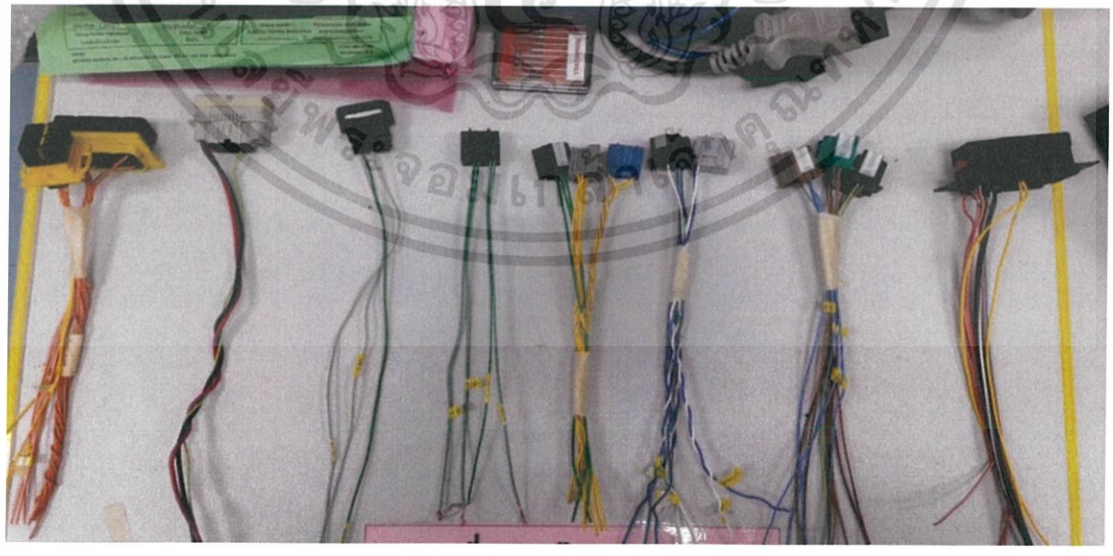
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.2 ทำการดึง Data Link ที่ไม่ได้ถูกใช้งานออกจาก Connector

ในส่วนถัดไปจะทำการนำ Data Link Connector (DLC) ที่ไม่ได้ใช้งานออกเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดสำหรับฐานในการติดตั้งโดยในแต่ละ Connector จะเหลือหลักๆ เพียง 2 ส่วนคือ ส่วนของ Serial Data Cable กับ Power Cable ซึ่งสองส่วนนี้ส่วนหนึ่งจะเป็นส่วนของการโอนถ่ายข้อมูล อีกส่วนหนึ่งจะเป็นส่วนการจ่ายแรงดันให้กับกล่อง ECU ดังรูปที่ 3.21 และรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 ภาพถ่ายในขั้นตอนของการเลือก Data Link Connector (DLC) โดยคงไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็น

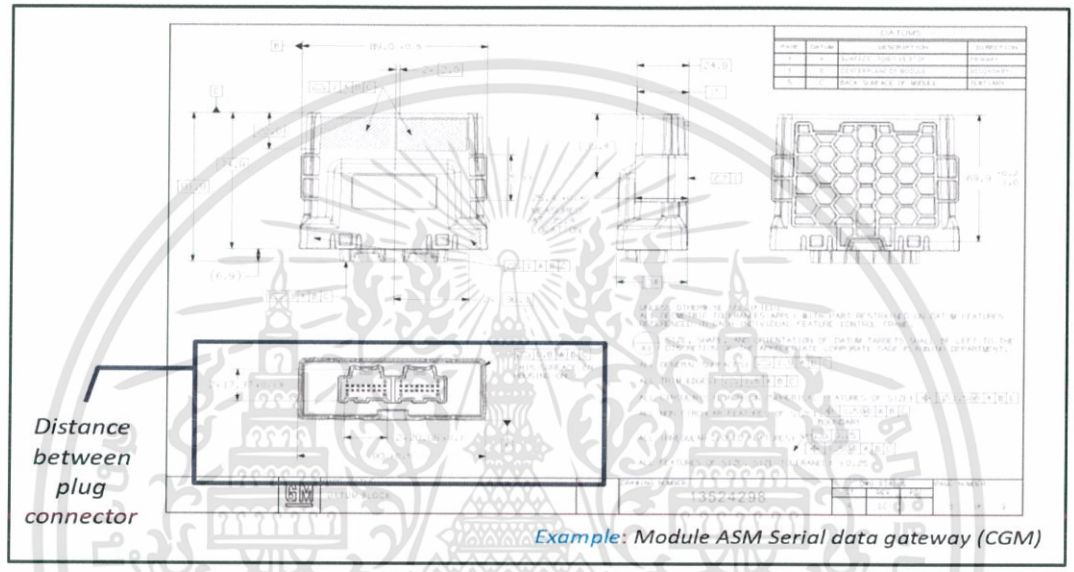


รูปที่ 3.22 Connector ที่พร้อมแล้วสำหรับการติดตั้งลงบนบอร์ด

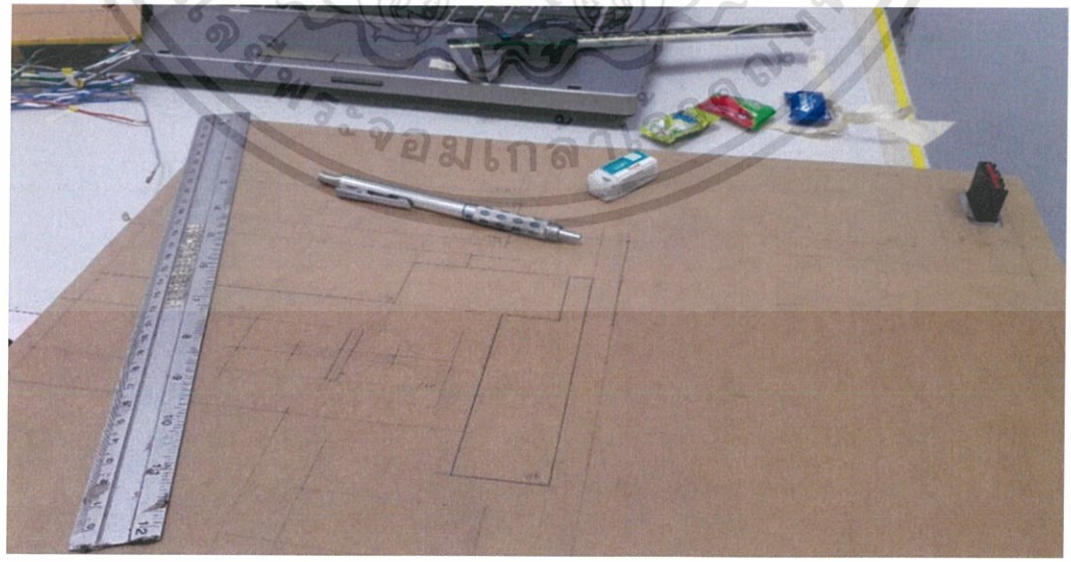
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.3 ทำการร่างตำแหน่งที่ได้ออกแบบลงบนแผ่นอะคริลิคพร้อมการติดตั้ง Connector

หลังจากที่ได้ทำการตัดแต่ง Connector เหล่านั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะนำแบบที่ร่างไว้ในตอนแรกมาร่างลงแผ่นอะคริลิคเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเจาะรู เพื่อเตรียมพร้อมในการติดตั้ง Connector เหล่านี้ โดยขนาดของรูจะอ้างอิงความยาวจาก Drawing Engineering โดยทำการเจาะรูขนาดเล็กกว่าฐานที่ได้สร้างไว้ก่อนหน้านี้ โดยความยาวที่ให้ความสนใจในการวัดระยะเพื่อเจาะรูสำหรับการติดตั้งและการร่างแผ่นอะคริลิคจะแสดง ดังรูปที่ 3.23, 3.24, 3.25 และรูปที่ 3.26

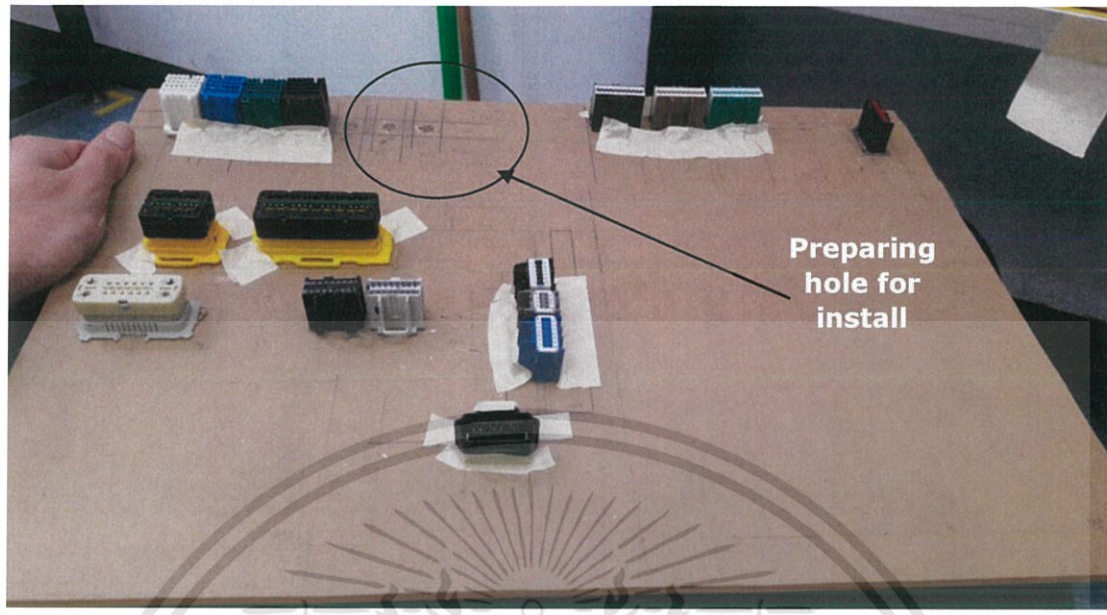


รูปที่ 3.23 ตัวอย่าง Serial Data Gateway Module ความยาวของระยะห่างระหว่างพอร์ตที่จะใช้ในการระบุระยะห่าง

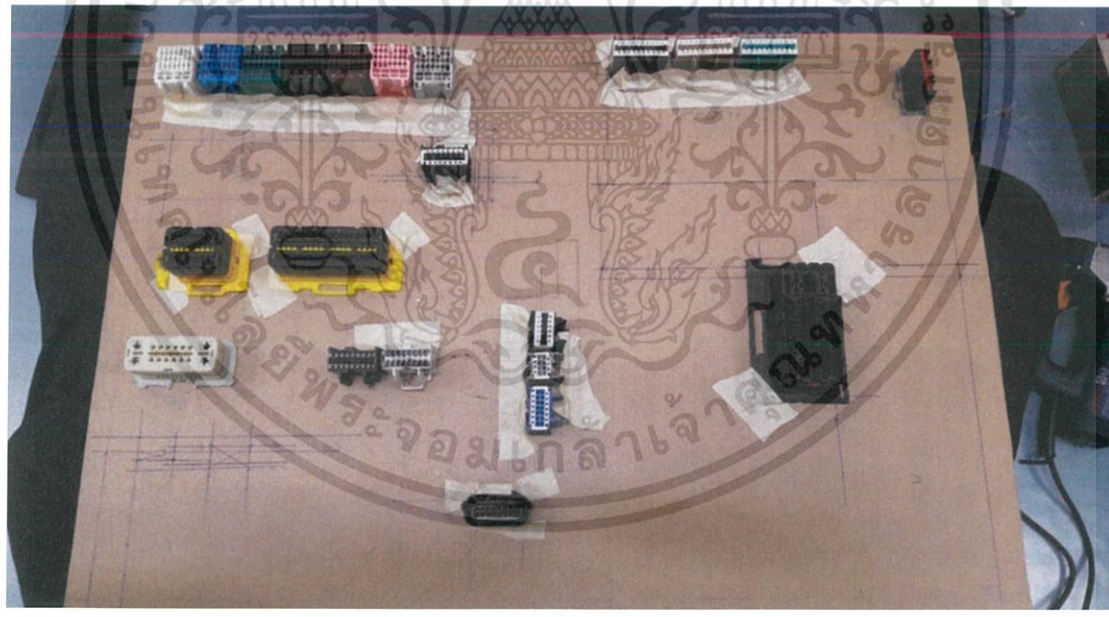


รูปที่ 3.24 เริ่มกระบวนการร่างระยะห่างลงบนอะคริลิคบอร์ดเพื่อใช้สำหรับการติดตั้งพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



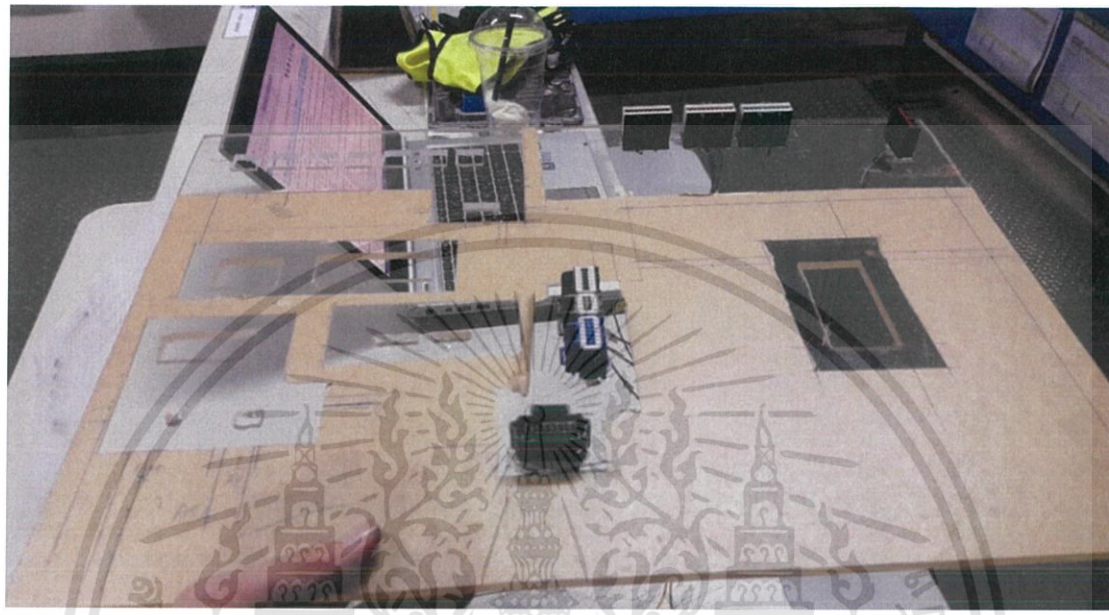
รูปที่ 3.25 ทำการ Draft ยึดตำแหน่งของ Connector แต่ละตัวโดยในรูปแสดงถึงรูบางส่วนที่รอการติดตั้ง



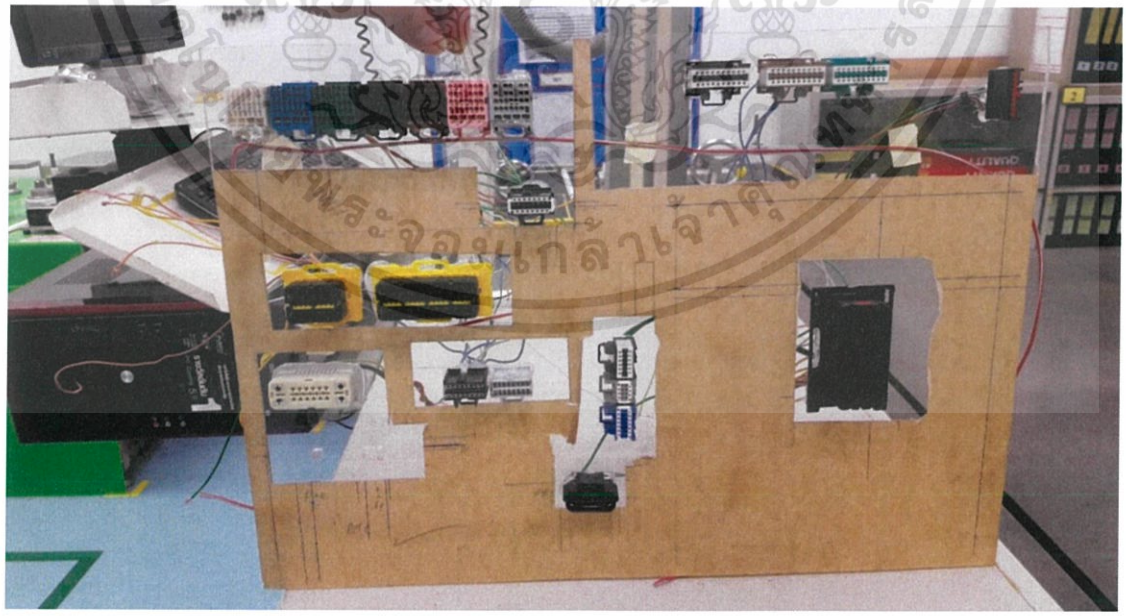
รูปที่ 3.26 ภาพถ่ายหลังจากทำการเจาะรูเรียบร้อยเตรียมพร้อมสำหรับการติดตั้งพอร์ท Connector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทำการเจาะรูเรียบร้อยแล้วในส่วนถัดไปจะนำ Connector เหล่านี้ติดตั้ง โดยเลือกที่จะติดตั้งด้วย Hot-melt Adhesive หรือปืนกาวร้อนนั้นเอง เนื่องด้วยความยากในการติดตั้ง เพราะว่า Wiring Harness Cables เหล่านี้ยากต่อการดัดแปลงเพื่อใช้อุปกรณ์ขันแน่นในการยึดติดกับตัวบอร์ด โดยจะเริ่มการเริ่มติดตั้ง Connector ลงบนบอร์ด ดังรูปที่ 3.27 และรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.27 ภาพถ่ายในการเริ่มติดตั้ง Connector ลงบนบอร์ดด้วยการใช้วิธีการ Hot-melt Adhesive Method

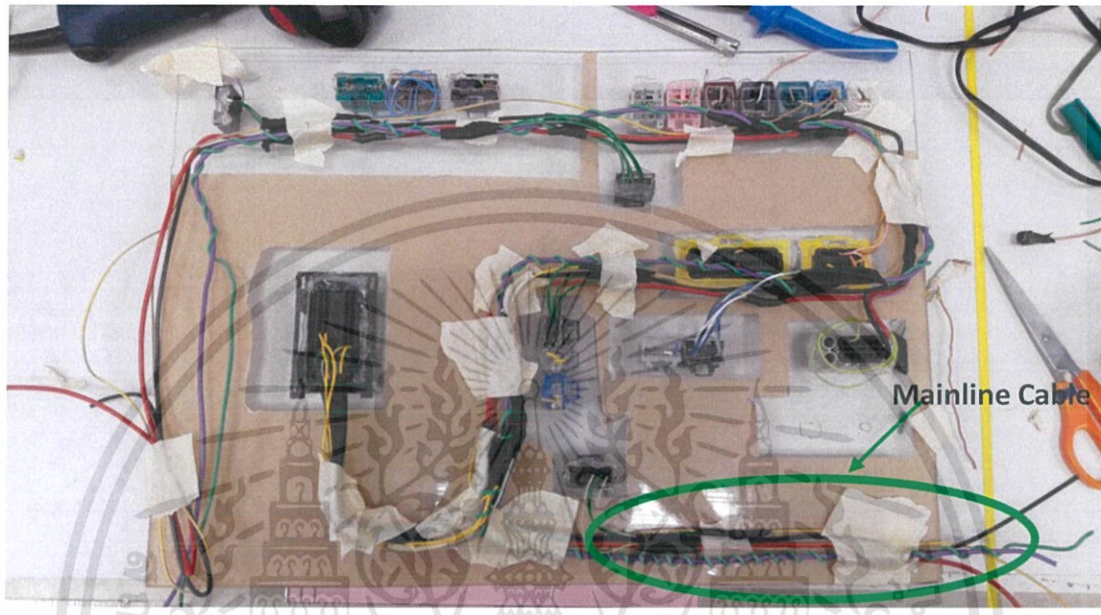


รูปที่ 3.28 ภาพถ่ายหลังจากการติดตั้ง Connector ทุกตัวลงบนบอร์ดเรียบร้อยแล้ว

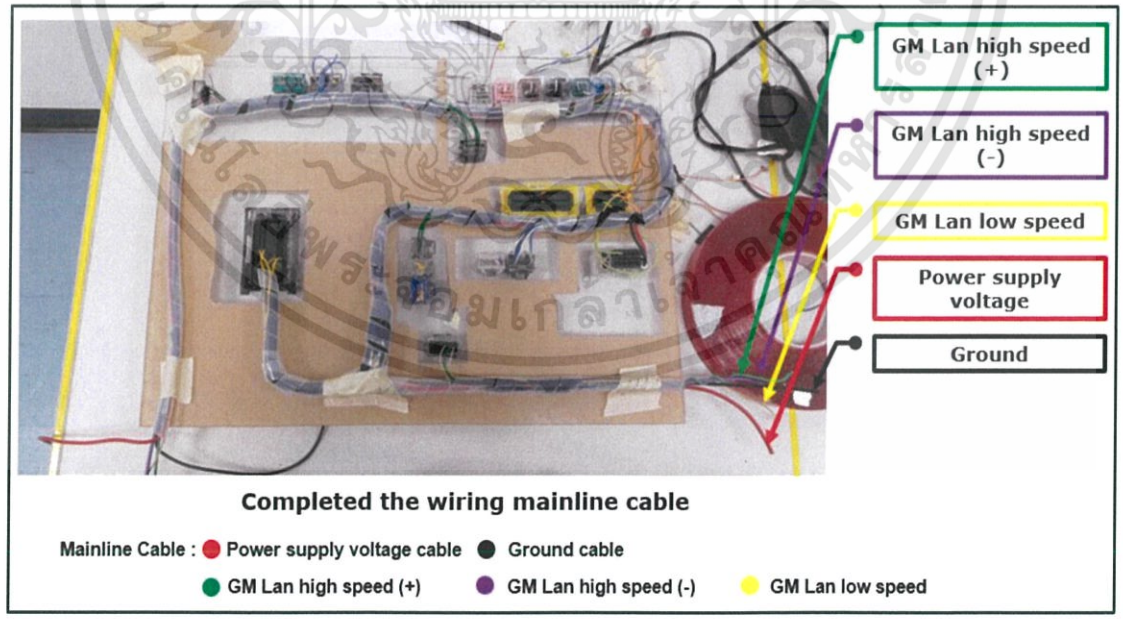
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.4 เริ่มกระบวนการ Wiring Cable Process

ต่อเนื่องจากการติดตั้ง Connector เสร็จเรียบร้อยแล้วจะเริ่มทำการ Wiring Cable โดยจะใช้ Main Line ในการเดินเส้นทางสำหรับสายไฟโดยจะใช้เพียง 5 สายในการเดินรอบ ECU ทุกตัวเพื่อทำให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุงในอนาคต และลดความยุ่งยากในการแก้ไข ดังรูปที่ 3.29 และรูปที่ 3.30



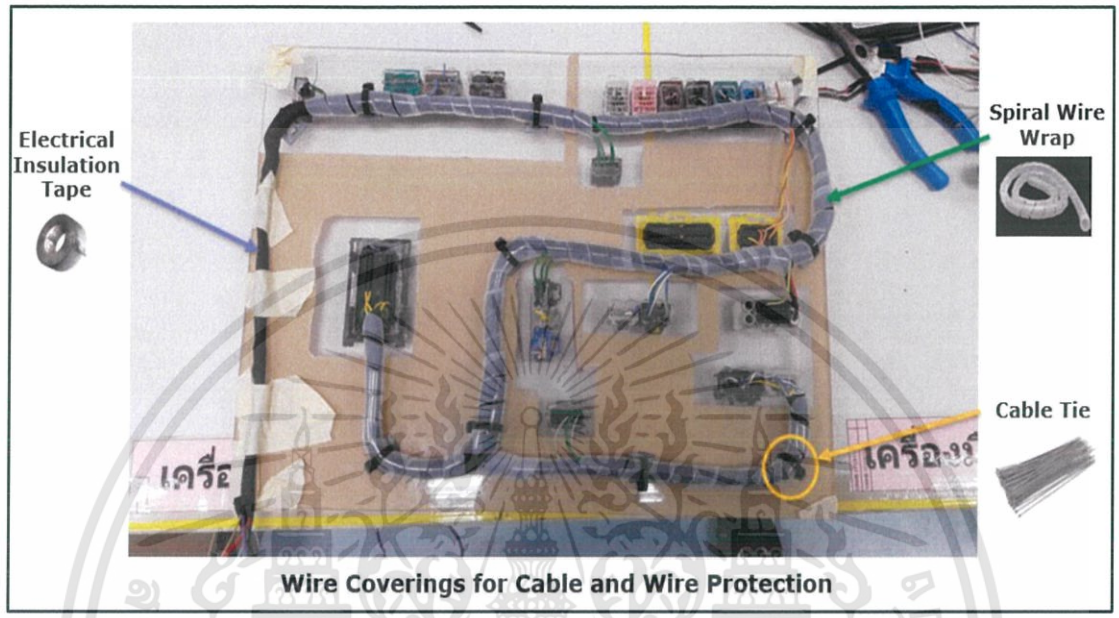
รูปที่ 3.29 ภาพถ่ายการเดินสาย Mainline โดยจะผ่านรอบพอร์ต ECU ทุกตัว



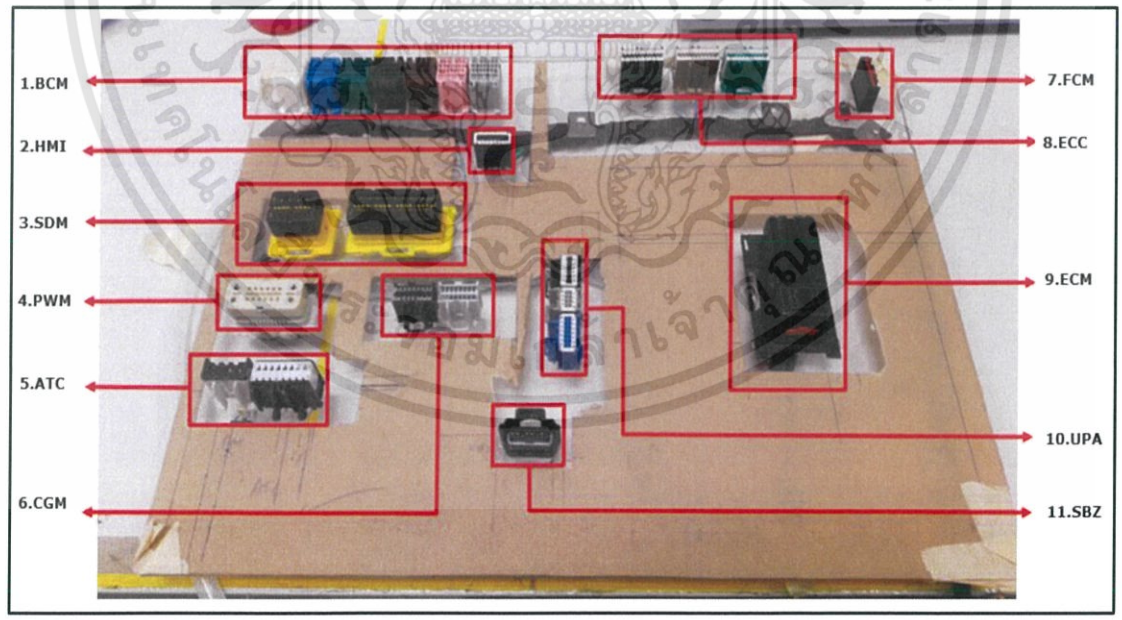
รูปที่ 3.30 Mainline Cable โดยหลักๆ จะมี 2 ส่วน คือ Serial Data Cable กับส่วนของ Power Cable ประกอบด้วยทั้งหมด 5 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากการ Wiring Cable แล้วนอกจากนี้ยังทำการ Wire Coverings for Cable and Wire Protection เพื่อความปลอดภัยและการยืดอายุการใช้งานของชุดตรวจสอบตัวนี้ โดยเลือกใช้เทปพันสายไฟปลอกกระดูกงู ในส่วนของการครอบคลุมสายไฟ และเคเบิ้ลไทร์ในการยึดตำแหน่งของสายให้เข้ากับตัวบอร์ด ดังรูปที่ 3.31 และรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.31 อุปกรณ์สำหรับ Wire Coverings Cable and Wire Protection

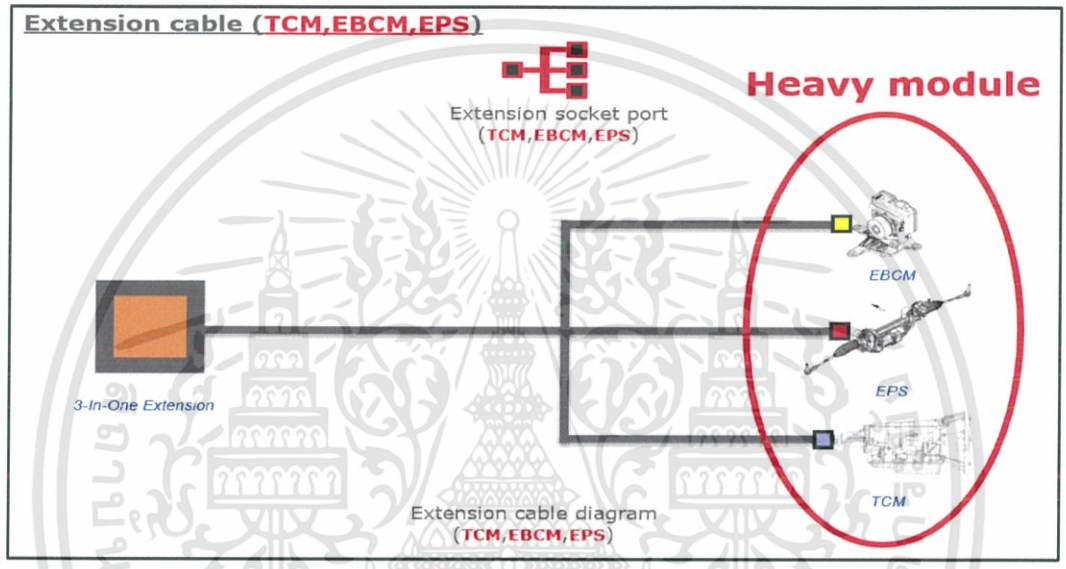


รูปที่ 3.32 บอร์ดที่ติดตั้งเรียบร้อยรอการประกอบในขั้นตอนถัดไปสามารถตรวจสอบได้ 11 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.5 กระบวนการทำ Extension Cable (TCM,EBCM,EPS)

Extension Cable (TCM, EBCM, EPS) คือ สายไฟที่ใช้ต่อเพิ่มสำหรับ 3 โมดูลขนาดใหญ่ เนื่องจากโมดูลเหล่านี้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ไม่สามารถเสียบลงในบอร์ดได้ จึงเป็นที่มาซึ่งการทำสายเพิ่มโดยสายนี้จะรองรับได้ 3 โมดูลประกอบด้วย Electronic Brake Control Module (EBCM), Electronic Power Steering Module (EPS) และ Transmission Control Module (TCM) โดยแบบแผนแนวความคิดจะทำการรวมสายทั้งสามเข้าด้วยกัน สำหรับการใช้งาน ดังรูปที่ 3.33 และรูปที่ 3.34

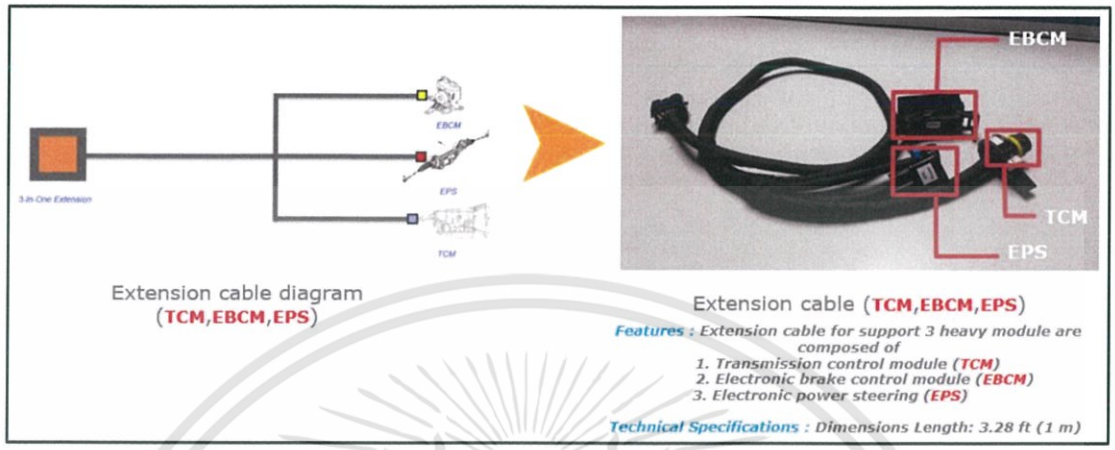


รูปที่ 3.33 แบบแผนแนวความคิดในการสร้าง Extension Cable (TCM,EBCM,EPS)

รูปที่ 3.34 ภาพถ่ายการทดลองต่อสาย Extension Cable โดยเลือกใช้ EPS ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

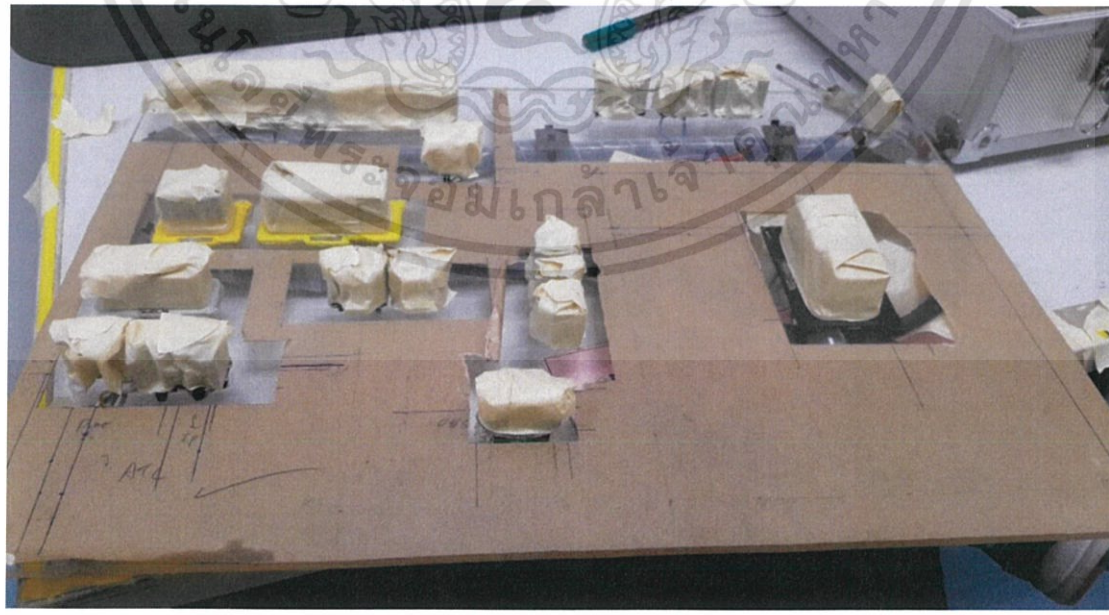
Extension Cable (TCM, EBCM, EPS) ที่จะรองรับโมดูลจำพวกโมดูลเกียร์ โมดูลจำพวกพวงมาลัยไฟฟ้า ซึ่งเลือกที่จะออกแบบและกำหนดความยาวของสายไฟอยู่ที่ความยาว 1 เมตร ซึ่งง่ายต่อการใช้งานในการที่จะเข้าถึงข้อมูลที่ถูกกักเก็บอยู่ในตัวโมดูลเหล่านั้น ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 Extension Cable (TCM, EBCM, EPS)

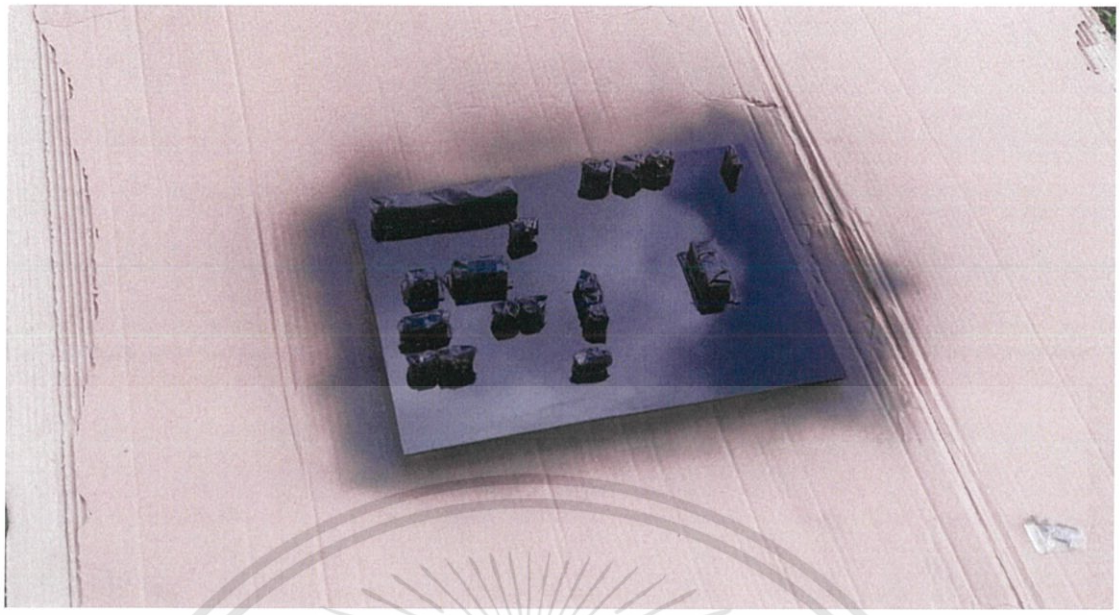
3.11.6 กระบวนการ Painting Process

ขั้นตอนถัดไปจะนำอะคริลิคบอร์ดที่พร้อมสำหรับการประกอบแล้วนำมาพ่นสี โดยเลือกใช้สีชนิดสเปรย์โดยเลือกใช้สีดำเพราะว่าการที่นำ ECU มาเสียบใช้งานที่บ่อยครั้งอาจทำให้เกิดรอยสกปรกเลอะเปื้อนได้ง่าย จึงเลือใช้สีดำเพื่อที่จะกำจัดปัญหาตรงส่วนนี้ออกไป ดังรูปที่ 3.36, 3.37 และรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.36 เริ่มกระบวนการ Painting Process โดยการนำเทปกาวปิดตำแหน่งที่ไม่ต้องการลงสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 ภาพถ่ายแสดงถึงการพ่นสีสเปรย์สีดำลงบนอะคริลิคบอร์ดแล้วนำไปตากในที่แจ้ง

รูปที่ 3.38 ภาพถ่ายหลังจากที่สีสเปร์ยแห้งเรียบร้อยพบว่ามีฝุ่นเกาะติดอยู่บนพื้นผิวเป็นบางส่วน

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ Painting Process เรียบร้อยแล้วในขั้นตอนถัดไปจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายนั่น คือนำบอร์ดมาประกอบเข้ากับกล่องอะลูมิเนียมพกพา ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีความยากในเรื่องการเจาะรูทำพอร์ต เพราะจะทำการนำ GM MDI 2 ฝังเข้าไปในกระเป๋า ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการใช้งานจากตรงนี้จะลดความสูญเสีย เนื่องจากการเคลื่อนไหวได้จากหลัก ความสูญเสีย 7 ประการ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.7 กระบวนการ Assembly Process สำหรับชุดเครื่องมือตรวจสอบ

ขั้นตอนต่อไปนี้คือ การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยจะใช้กระเป๋าอะลูมิเนียมชนิดพกพาเป็น Case สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดลงในกล่องใบนี้ โดยส่วนประกอบในกล่องใบนี้จะประกอบด้วยดังนี้ โดยจะเริ่มทำการติดตั้งพอร์ตต่างๆ ดังรูปที่ 3.39

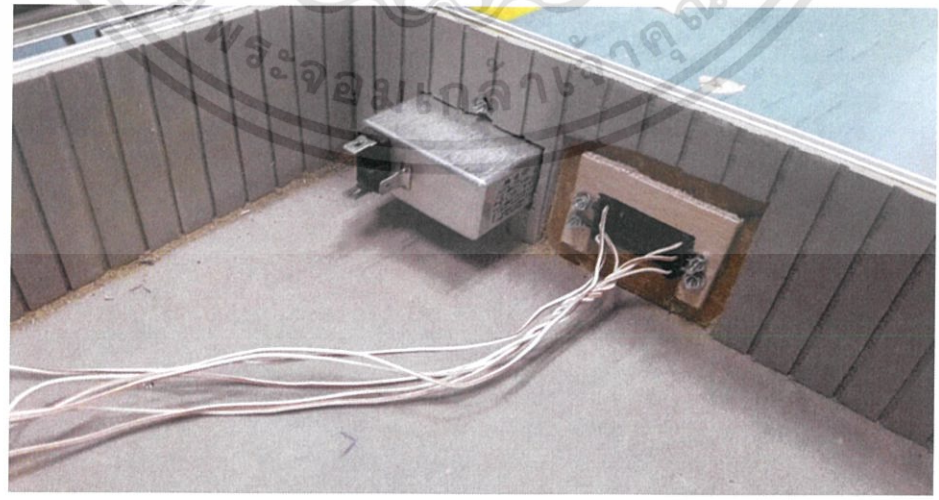
1. Ac Power Socket 3 Terminal ใช้สำหรับเป็นพอร์ตการเชื่อมต่อสายไฟจากภายนอก เพื่อง่ายและสะดวกต่อการใช้งานจึงเลือกนำพอร์ตนี้มาใช้แทนการติดตั้งด้วยสายไฟตรงๆ

2. Extension Socket Port (TCM, EBCM, EPS) พอร์ตสำหรับการรองรับโมดูลขนาดใหญ่โดยจะสามารถรองรับการใช้งานได้ถึง 3 ชนิดโมดูลด้วยกันประกอบด้วย Electronic Brake Control Module (EBCM), Electronic Power Steering Module (EPS) และ Transmission Control Module (TCM) โดยจะถูกใช้งานร่วมกับ Extension Cable โดยมีการติดต่อสื่อสารกันในรูปแบบของ High Speed GMLAN

3. GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ที่เป็นอินเตอร์เฟสที่ไว้ติดต่อกับตัวกล่อง ECU กับคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเชื่อมต่อ โดยที่จะทำการฝังเข้าไปไว้ในกล่องแล้วเจาะรู เพื่อใช้เชื่อมต่อเพียงพอร์ต Micro USB Port เพื่อสะดวกแก่การใช้งาน

4. OBD-II Connector พอร์ตสำหรับการเชื่อมต่อจาก GM MDI 2 เข้าสู่สายสัญญาณที่ได้ทำการ Wiring ในขั้นตอนก่อนหน้านี้เข้าสู่ตัวกล่อง ECU ทุกตัวบนบอร์ด

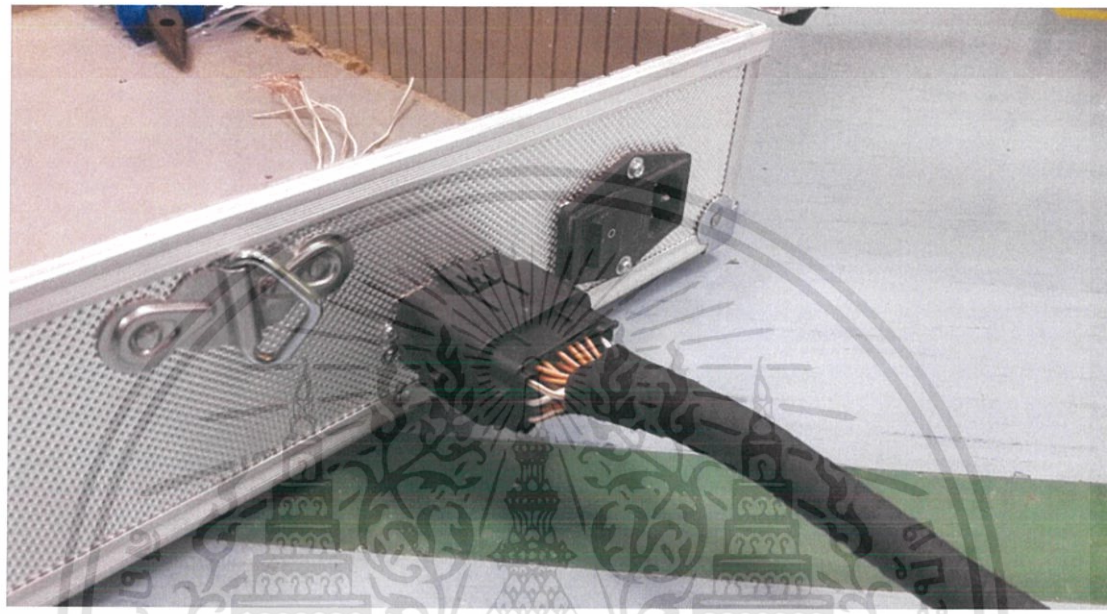
5. เพาเวอร์ซัพพลาย แปลงแรงดันจากขนาด 220 โวลต์ กระแสสลับไปอยู่ที่กระแสตรงที่ 12 โวลต์ เพื่อรองรับการใช้งานของ ECU ทุกตัวที่สามารถรองรับการใช้งานได้



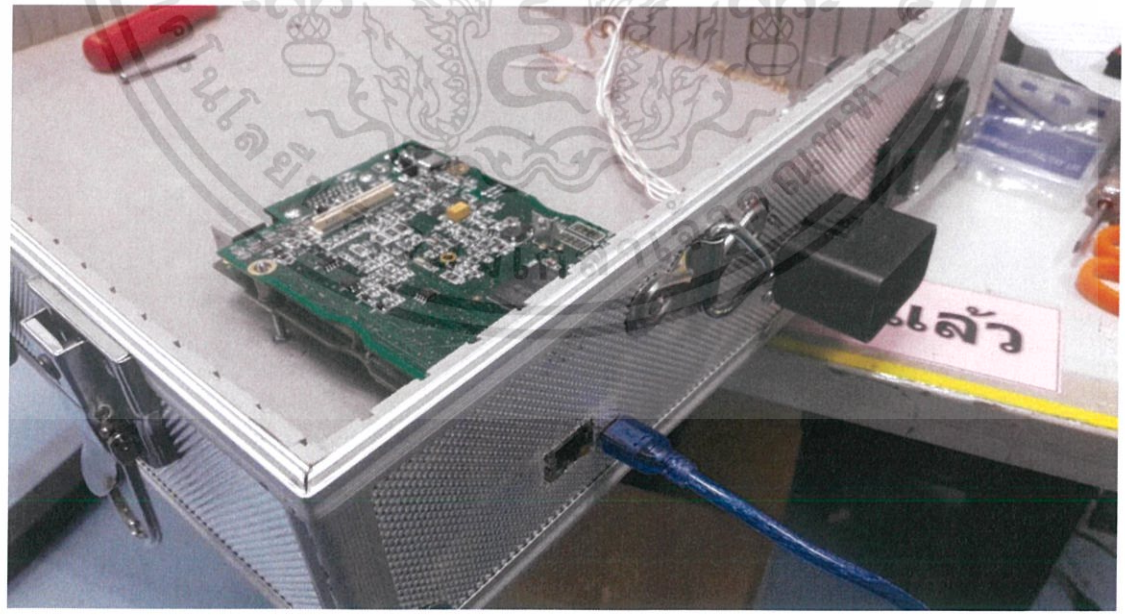
รูปที่ 3.39 ภาพถ่ายทำการเริ่มติดตั้งพอร์ตการเชื่อมต่อลงในกล่อง Aluminum Luggage Case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนประกอบด้วย Ac Power Socket 3 Terminal, Extension Socket Port (TCM, EBCM, EPS) และ GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 ทุกครั้งจากกระบวนการ Fit Testing เสียก่อนเพื่อให้แน่ใจว่าพอร์ตที่ทำการติดตั้งจะไม่มีการสั่นคลอนเกิดขึ้น เนื่องจากพอร์ตเหล่านี้จะถูกใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ดังรูปที่ 3.40 และรูปที่ 3.41



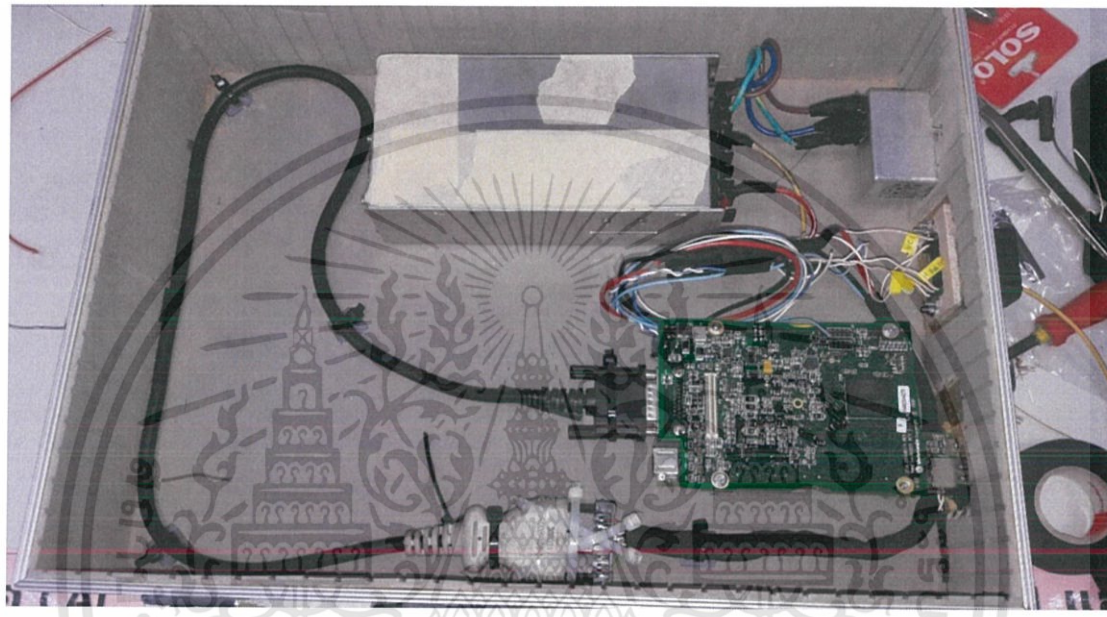
รูปที่ 3.40 ภาพถ่ายจากทำการทำการทดสอบความ Fit Testing สำหรับพอร์ต Extension Socket Port (TCM, EBCM, EPS)



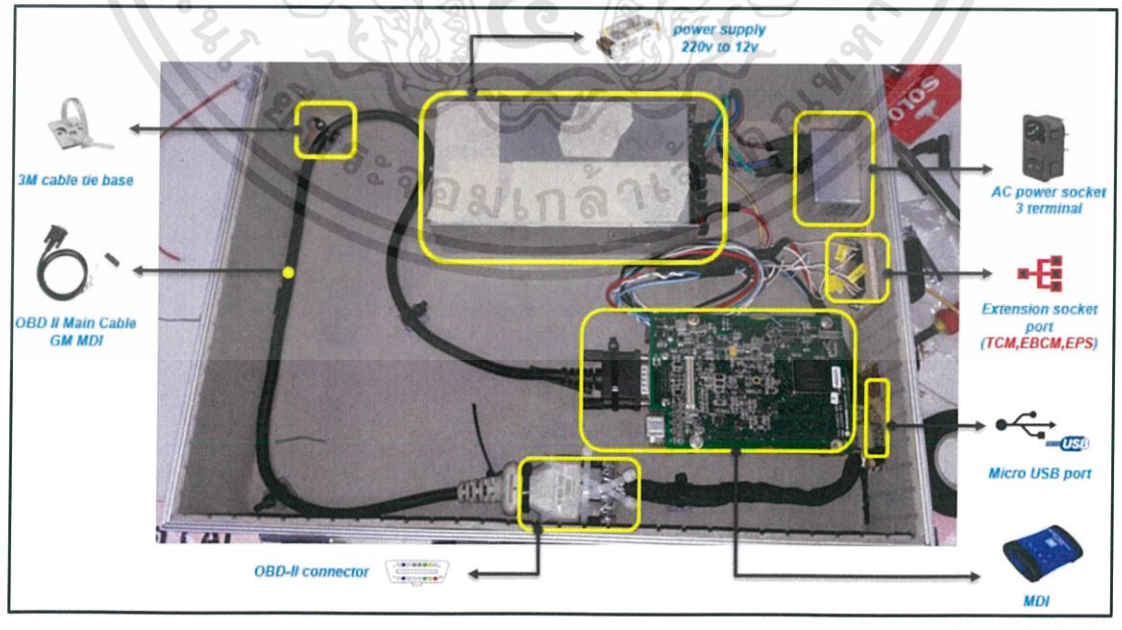
รูปที่ 3.41 ภาพถ่าย Fit Testing หลังจากการติดตั้งGM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 สำหรับ Micro USB Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงใน Aluminum Luggage Case เสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งหลังจากการติดตั้งเสร็จจะทำการติดตั้งในส่วนสุดท้ายนั้นคือ บอร์ดอะคริลิคก่อนหน้านี้ที่ได้ทำการ Wiring รอเรียบร้อยแล้ว โดยจะทำการนำ Main Line จากตัวบอร์ดทำการเชื่อมต่อกับตัว OBD-II Connector ซึ่งจะเป็นพอร์ตตัวกลางเชื่อมต่อจากบอร์ดที่ติดตั้ง ECU Connector เข้าสู่ตัว GM MDI 2 Multiple Diagnostic Interface 2 จะเป็นในขั้นตอนต่อไป โดยรายละเอียดและตำแหน่งสำหรับอุปกรณ์ภายในกล่องดังในรูปที่ 3.42 และรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.42 ภาพถ่ายหลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่อง Aluminum Luggage Case เสร็จเรียบร้อยแล้ว

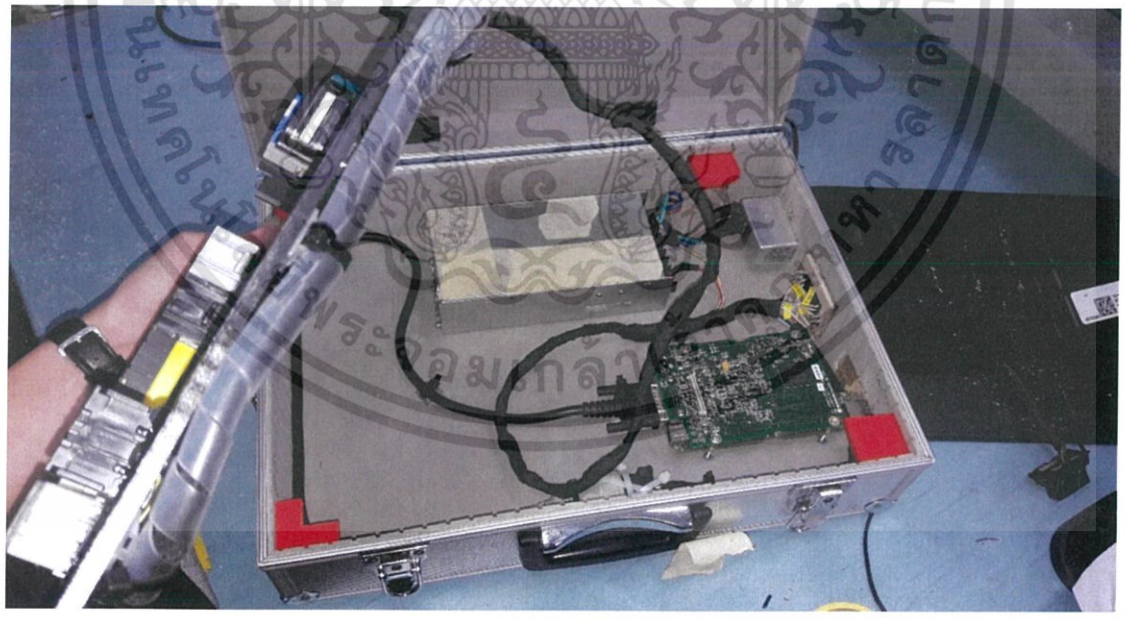


รูปที่ 3.43 รายละเอียดอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งลงไปในกล่อง Aluminum Luggage Case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

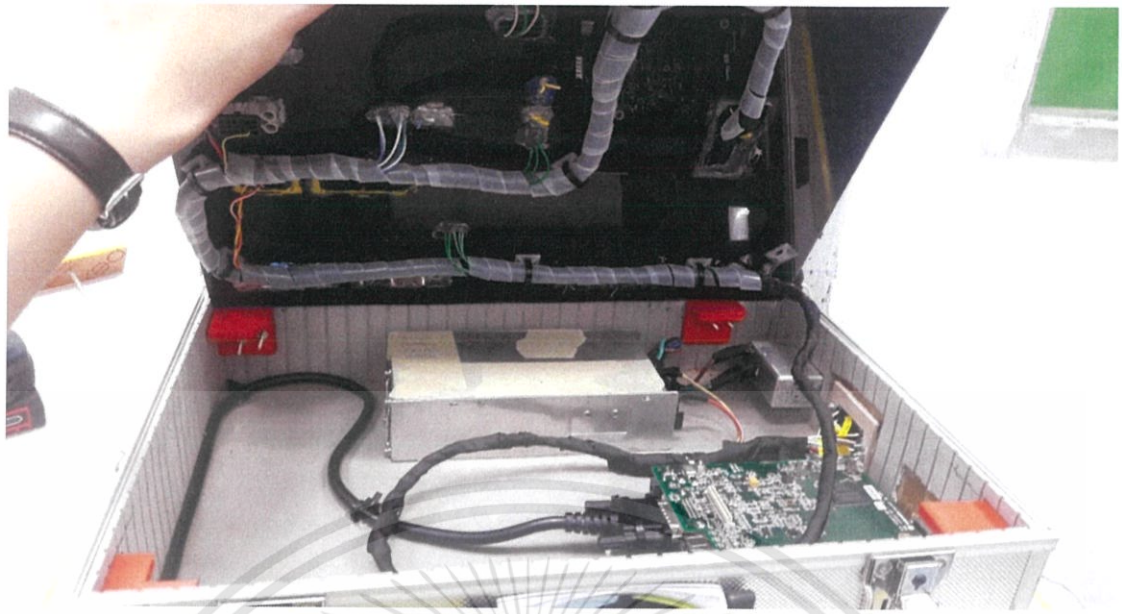
ในส่วนถัดมาจะเริ่มทำการ Wiring สายระหว่างบอร์ดที่ได้ทำเสร็จไว้เรียบร้อยแล้ว นำมาเชื่อมต่อกับตัวกล่อง Aluminum Luggage Case ที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนี้จะทำการเชื่อมต่อสายเข้ากับตัวกล่อง ดังรูปที่ 3.44, 3.45 และรูปที่ 3.46

รูปที่ 3.44 ภาพถ่ายในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการนำบอร์ด Connector ECU ติดตั้งบนกล่อง Aluminum Luggage Case



รูปที่ 3.45 ภาพถ่ายหลังจากทำการ Wiring สายเข้าด้วยกันระหว่างบอร์ด ECU กับตัว OBD-II Connector Main Cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



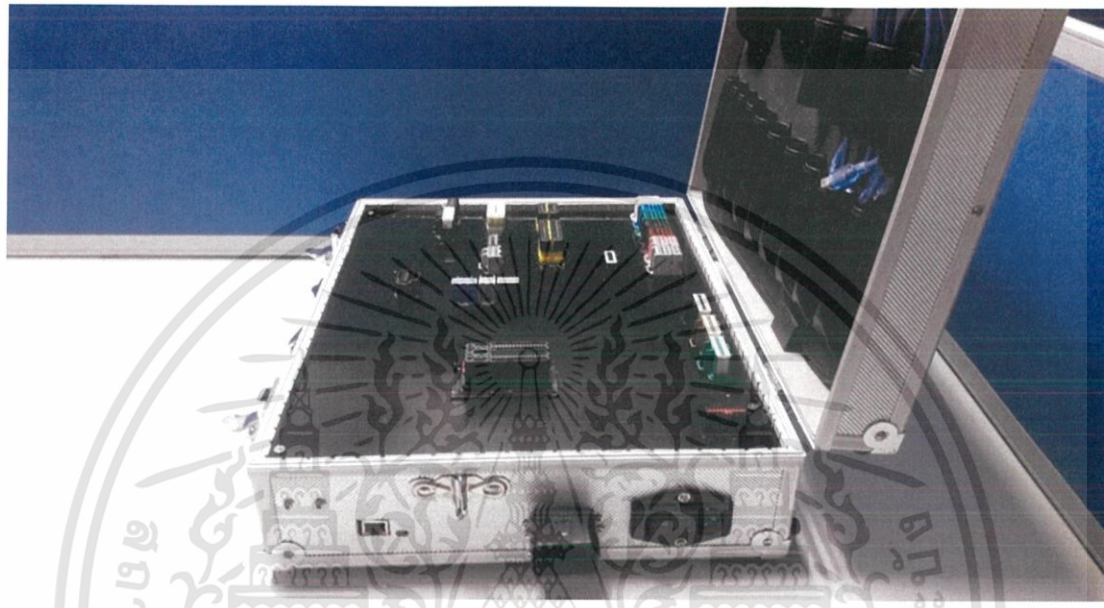
รูปที่ 3.46 ภาพถ่ายจากการติดตั้งบ่ารองรับแผ่นบอร์ดโดยใช้วัสดุที่ขึ้นรูปด้วย 3D Printer Model

ตัวบอร์ดที่ติดตั้งด้วย ECU Connector นั้นจะถูกติดตั้ง โดยการรองรับน้ำหนักจากบ่ารับน้ำหนักที่ถูกสร้างมาจาก 3D Printer Model ทั้ง 4 มุม โดยจะทำการยึดติดด้วยอุปกรณ์ขันแน่นประเภทเกลียวในการติดตั้ง ดังรูปที่ 3.47

รูปที่ 3.47 ภาพถ่ายหลังจากการติดตั้งตัวบอร์ดเข้ากับตัวกล่อง Aluminum Luggage Case เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายนี้นี่คือสิ่งประดิษฐ์ที่ประกอบสำเร็จเรียบร้อยดีแล้ว เตรียมนำไปทดลองใช้งานจริงในส่วนถัดไปสำหรับเจ้าตัวชุดตรวจสอบนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบหลักๆ คือ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit และ Extension Cable (TCM, EBCM, EPS) สำหรับอุปกรณ์ชุดตรวจสอบตัวนี้นับว่าเป็น Prototype Model สำหรับงานที่ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์จำพวก ECU ในลักษณะ Stand Alone ดังรูปที่ 3.48 และรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.48 ภาพถ่ายจากด้านข้างแสดง I/O Panel's Components ของ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit

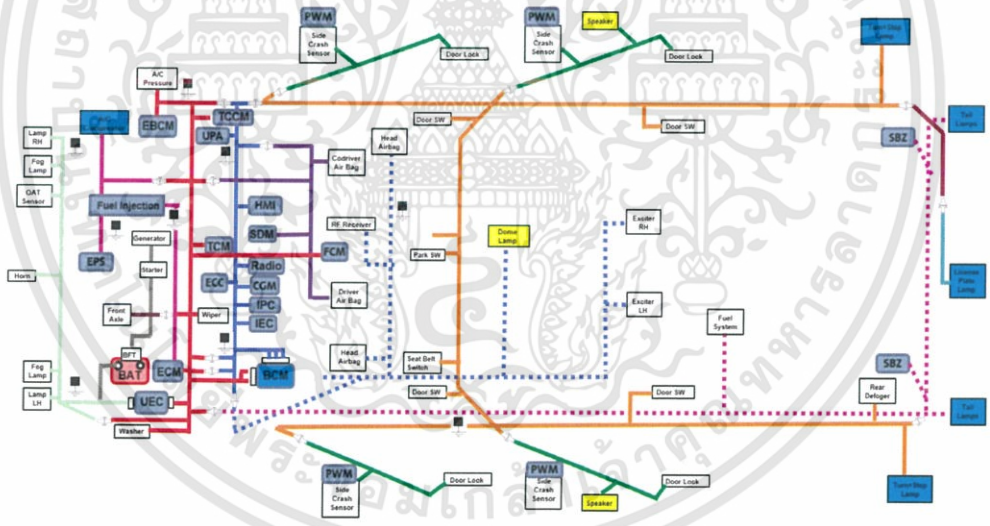
รูปที่ 3.49 ภาพถ่ายอุปกรณ์ในชุดเครื่องมือการตรวจสอบ ECU ประกอบด้วย Extension Cable (TCM, EBCM, EPS) และชุดตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึง การทดสอบและการใช้งานหลังจากที่ได้ประกอบชุดตรวจสอบ Electronic Control Unit (ECU) เสร็จสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว โดยในการทดสอบครั้งนี้จะนำกล่อง ECU จากในพื้นที่ Scrap Parts หรือกล่าวได้ว่าพาร์ทเหล่านี้พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากในสายการผลิต ซึ่งเมื่อก่อนหน้าที่ยังไม่มีชุดตรวจสอบตัวนี้เมื่อพบปัญหาเกิดขึ้นกับตัวกล่อง ECU จะทำให้ยากต่อการหาสาเหตุ เพราะจำเป็นจะต้องใช้รถทดลองทางวิศวกรรมในการประกอบใส่เข้าไปในนั้น แล้วหา DTC ที่ถูกเก็บไว้ในตัวมันซึ่งการมาซึ่งชุดตรวจสอบตัวนี้ จะทำให้ขจัดปัญหาเหล่านั้นออกไปเพราะชุดตรวจสอบชุดนี้สามารถตรวจสอบได้แบบ Stand Alone เปรียบเสมือนยกรถทดลองมาไว้ในกล่องนี้เรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ยังสะดวกแก่การใช้งานเพราะตำแหน่งของโมดูล แต่ละตัวในบางที่ในรถจะมีการถอดประกอบที่ยาก โดย Layout ของตำแหน่งโมดูลในรถยนต์ 1 คัน ซึ่งชุดตรวจสอบตัวนี้จะทำให้ปัญหาที่กล่าวมานั้นหมดไป ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Layout ตำแหน่งของโมดูลภายในรถยนต์ 1 คัน ในรถยนต์รุ่น GMI700

ส่วนขยายจากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าโมดูลในรถยนต์มีความหลายอยู่มากไม่ใช่ ECU ที่ควบคุมเพียงแค่ในส่วน Engine แบบเมื่อก่อน แต่จะพบว่ายิ่งในอนาคตจะยิ่งมีจำนวนของโมดูลมากขึ้นในรถยนต์เป็นไปได้ว่าอีกหน่อยอาจจะมีโมดูลจำพวกที่รองรับสัญญาณทีวี DVB-T2 หรือโมดูลที่รองรับสัญญาณ 5G ในอนาคตที่ถูกติดตั้งมาในรถยนต์มาแล้วก็เป็นไปได้ ในส่วนถัดไปจะเป็นการพูดถึงการนำชุดตรวจสอบมาทดสอบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ทำการทดสอบด้วยโปรแกรม GM GDS 2 Software

ต่อไปนี้จะเริ่มนำชุดตรวจสอบที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นมานำมาประยุกต์ใช้งาน โดยจะทำการเข้าถึง Data Record ที่ถูกเก็บไว้ในตัวกล่อง ECU ด้วยโปรแกรม GM GDS 2 Software ซึ่งเป็น Software เฉพาะจากทาง General Motors ในการเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ในตัวกล่อง ECU โดยจะทำการทดสอบโดยทำการนำ Body Control Module (BCM) จากพื้นที่ Scrap Parts ใช้ในการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำ Body Control Module (BCM) ที่ยังไม่ทราบถึงสถานะ ดังรูปที่ 4.2

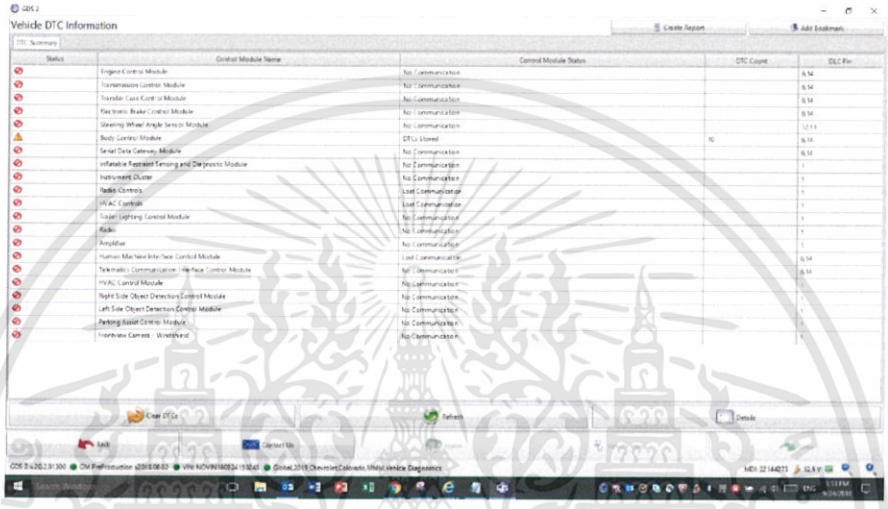
รูปที่ 4.2 Body Control Module (BCM) ที่ยังไม่ทราบถึงสถานะ หรือค่า DTC ล่าสุด

2. นำ Body Control Module (BCM) ตัวนี้เสียบเข้า Slot ในชุดทดสอบ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit ดังรูปที่ 4.3

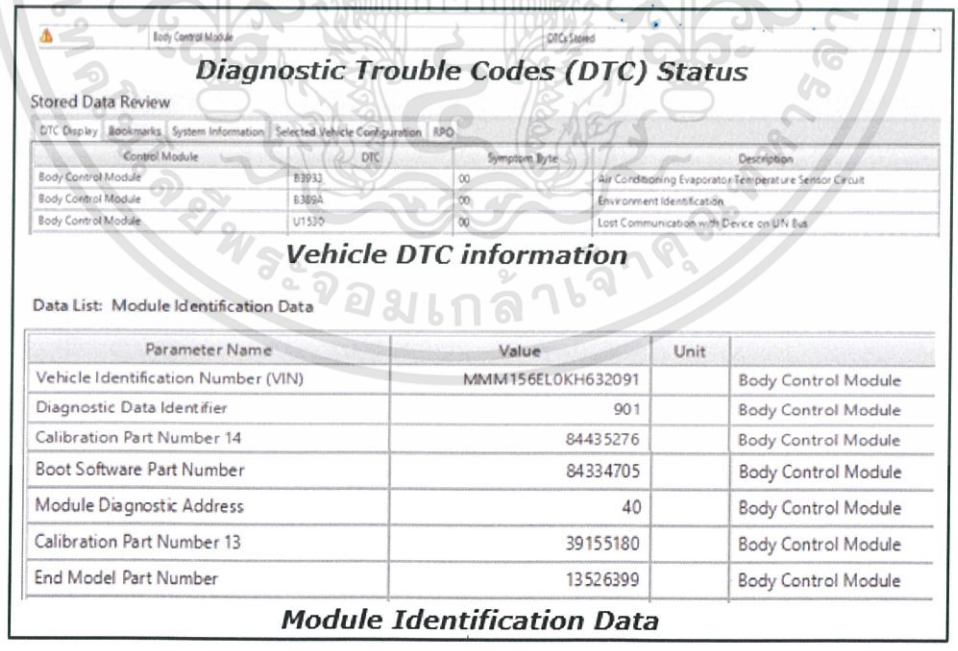
รูปที่ 4.3 Body Control Module (BCM) เสียบเข้ากับ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเชื่อมต่อชุดทดสอบ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit เข้ากับคอมพิวเตอร์บนพอร์ตอินเตอร์เฟส Micro USB โดยเรียกใช้โปรแกรม GM GDS 2 Software ในการเข้าถึงจะเห็นได้ว่าในกล่องตัวนี้มีสัญลักษณ์ Warning Sign แสดงให้เห็นว่าตัวกล่อง BCM ตัวนี้มี DTC เก็บอยู่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะสามารถจรวจสอบที่มา หรืออาการผิดปกติได้จากการใช้โปรแกรม GM GDS 2 Software ในการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาได้ โดยแสดงรายละเอียดข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในกล่อง BCM ตัวนี้ ดังในรูปที่ 4.4 ,4.5 และรูปที่ 4.6

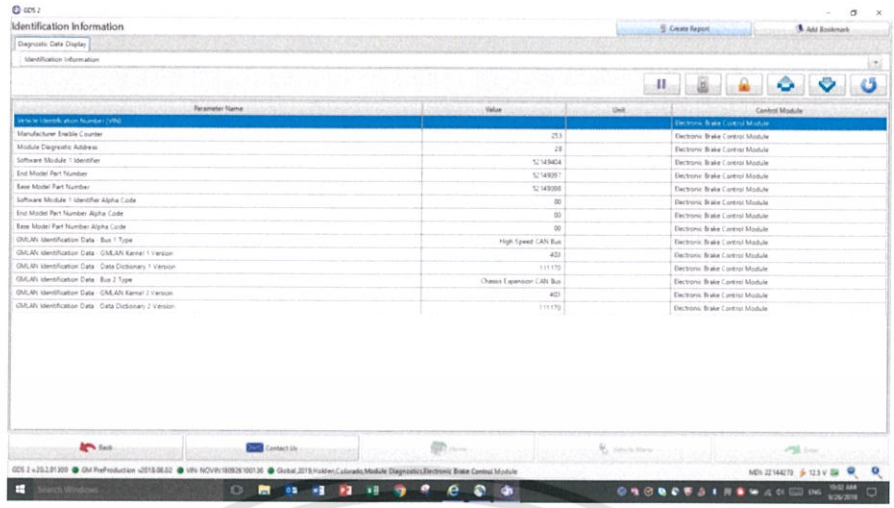


รูปที่ 4.4 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Vehicle DTC Information ในโปรแกรม GM GDS 2



รูปที่ 4.5 ภาพของการ Data Record ที่ถูกเก็บไว้ในตัวกล่องที่ใช้โปรแกรม GM GDS 2 Software ในการ Identify ข้อมูลเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



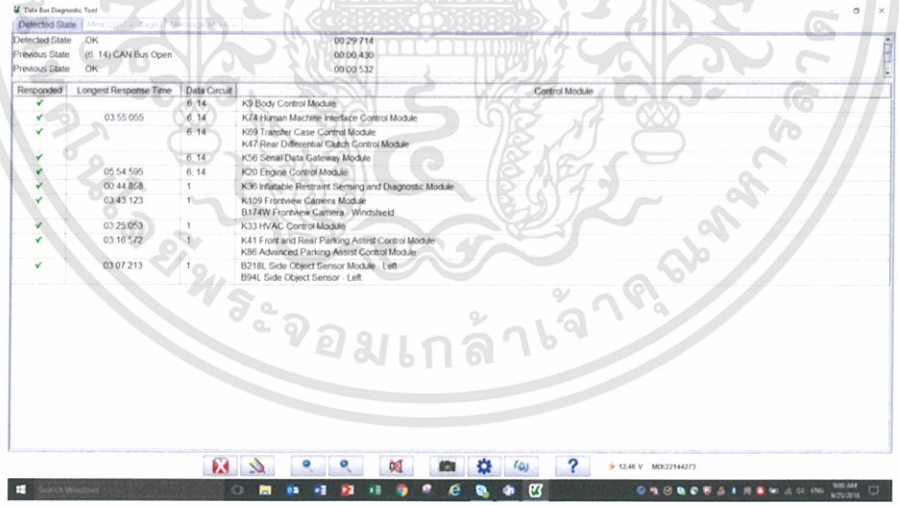
รูปที่ 4.6 ภาพ Identification Information ในโปรแกรม GM GDS 2 Software ในตัวอย่างนี้จะใช้เป็น Electronic Brake Control Module (EBCM) ในการทดสอบ

จากการทดสอบครั้งนี้จะเห็นได้ว่าสามารถเข้าถึงข้อมูลภายในกล่องนี้ได้ทุกอย่าง ที่มีค่าเก็บไว้ที่ตัวของกล่อง BCM ในกรณีศึกษาตัวนี้จะเห็นว่ากล่อง BCM ตัวนี้มี DTC เก็บไว้อยู่กับตัวมันโดยมีอาการฟ้องเป็น DTC โดยสามารถนำโค้ดตรงนี้ไปเปิดใน GM Service Information (GMSi) เมื่อทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดได้ในตัวอย่างจะเห็นได้ว่า DTC B3933 ซึ่งมีการอธิบายสำหรับโค้ดนี้ไว้ว่า Air Conditioning Evaporator Temperature Sensor Circuit ซึ่งข้อมูลตรงนี้จะสามารถนำไปหาทางแก้ที่ต้นเหตุได้ว่าปัญหานี้ที่เกิดขึ้นกับกล่อง BCM นั้นเกิดที่ตัวเซนเซอร์ Evaporator Temperature Sensor หรือที่ตัวกล่อง BCM เอง ซึ่งทำให้การสืบหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหานั้นทำให้แคบลงมาก เมื่อเทียบกับก่อนหน้านี้ที่ไม่มีอุปกรณ์เพื่อยืนยันสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้แล้วชุดเครื่องมือตรวจสอบตัวนี้ยังสะดวกและง่ายต่อการใช้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทำการทดสอบด้วยโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool

นอกเหนือจากโปรแกรม GM GDS 2 Software ที่จะสามารถนำไปใช้ในการยืนยันข้อมูลแล้ว ยังสามารถใช้โปรแกรมอื่นได้ในตัวอย่างนี้จะเป็นการนำชุดเครื่องมือตรวจสอบ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit มาใช้กับโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool โดยตัวโปรแกมนี้นั้น เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลบัสได้รับการออกแบบเหมาะสำหรับใช้งานโดยผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมาแล้ววินิจฉัยและซ่อมแซมการสื่อสารและวินิจฉัยการเชื่อมต่อในลักษณะ Data Bus Diagnostic ตัวโปรแกรมจะมีความสามารถ กำหนดโมดูลที่อยู่ในวงจรข้อมูลอนุกรม ซึ่งจะช่วยในการค้นหาวงจรเปิด/ความต้านทานสูงผิดไปจากปกติ กำหนดสถานะปัจจุบันของวงจรข้อมูลอนุกรมทางกายภาพ (OK, Short to Voltage, Short to Ground, Open Circuit Condition, etc.) ซึ่งจากความสามารถของโปรแกรมนี้จะเห็นได้ว่าเป็นการตรวจสอบขั้นพื้นฐานกับตัวโมดูล เพื่อเช็คสถานะของตัวกล่องว่ายังคงซึ่งความสามารถในการทำงานได้หรือไม่ โดยการทดสอบจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถ เมื่อนำโปรแกรมนี้มาปรับใช้กับตัวชุดตรวจสอบจะเห็นได้ว่าสามารถตรวจสอบสถานะของกล่อง และวัดค่าความดันที่เปลี่ยนไปหากเมื่อความต้านทานที่อาจเปลี่ยนไปผิดจากปกติจากทางกลศาสตร์หรือทางไฟฟ้าแล้วไม่สอดคล้องในทางทฤษฎีเรื่องความดันของ โปรโตคอล CAN Bus ดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Detected State ในโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ภาพการใช้งานในหน้าต่างของ Measured Voltage ในโปรแกรม Data Bus Diagnostic Tool

4.3 การนำไปใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานจริง

หลังจากที่ได้ทำการทดลองการใช้งานจริงไม่ว่าจะเป็นโปรแกรม GM GDS 2 Software หรือ Data Bus Diagnostic Tool ก็พบว่าชุดตรวจสอบนี้มีความพร้อมในการนำไปใช้งานจริง ในการใช้เป็นเครื่องมือที่จะสามารถอ้างอิงข้อมูลภายในกล่อง ECU ทั้งหลายที่อยู่ในพื้นที่ Scrap Parts โดยจะแสดงถึงการนำชุดตรวจสอบนี้ไปใช้งานจริงในหน้างานจริง ในตัวอย่างจะเป็นการตรวจสอบ EPS ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 ภาพการใช้งานชุดตรวจสอบ Inspection DTC Code For Electronic Control Unit Handheld Toolkit ในหน้างานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขในการทำโครงงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำโครงงานนี้พบว่าปัญหาที่พบเจอในการทำงานคือ การจับใช้เครื่องมือต่างๆ เนื่องจากไม่ได้มีประสบการณ์ความชำนาญที่มากพอ ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้หากไม่ได้รับคำแนะนำจากผู้ที่ชำนาญการ หลังจากได้สอบถามผู้ที่มีความรู้แล้วก็ทำให้ผู้จัดทำมีทักษะทางด้านงานช่างที่เพิ่มมากขึ้น โดยทักษะเหล่านี้นั้นเริ่มขึ้นด้วยการลงมือทำ ลองทำจนกว่ามันจะได้ นอกจากนี้แล้วอุปกรณ์ในการทำงานก็เป็นในหนึ่งปัญหาที่พบเจอ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ไม่มีความเหมาะสมจะทำให้งานที่ทำนั้นไม่ได้แบบตามที่ต้องการ โดยในรูปที่ 4.10 ได้ทำการประกอบชิ้นงานในกระบวนการ Wiring ซึ่งเป็นช่วงเวลาหนึ่งที่เกิดความยากลำบากในการทำงานเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำงาน จากปัญหาตรงนี้ก็ได้ถูกแก้ไขด้วยการขอความร่วมมือกับทาง Support Engineer จากทาง Lear Corporation Southeast Asia Co., Ltd. ที่ได้มีส่วนเข้ามาช่วยเหลือในกระบวนการนี้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำสาย DLC ออกนั้นเป็นอุปกรณ์เฉพาะทางที่ต้องใช้กับผู้ผลิต Connector นั้นๆ จึงสามารถทำให้โครงงานนี้เดินหน้าต่อไปได้อย่างลุล่วงที่ดี ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายในกระบวนการ Wiring สายไฟซึ่งมีความยากในการทำงานเนื่องจากอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 แผนการดำเนินงานในอนาคตสำหรับชุดตรวจสอบ

เนื่องจากชุดตรวจสอบตัวนี้เป็น Prototype Model ที่ไว้สำหรับตรวจสอบในรถยนต์ที่ผลิตในเฉพาะรถยนต์ของทาง General Motors ซึ่งจุดเริ่มต้นตรงนี้เองที่จะสามารถนำแนวความคิดตรงส่วนนี้ไปต่อยอดในการรองรับอุปกรณ์จำพวก ECU ในอนาคตที่มีอีกมากมายในการเข้ามาของรถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกส่วนของรถยนต์จำเป็นที่จะต้องมีโมดูลที่ไว้ควบคุมส่วนต่างภายในรถยนต์ ถึงแม้ว่าในตอนนี้ในโมเดลที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาจะสามารถรองรับการใช้งานได้เพียง 14 ตัวเท่านั้น แต่หวังว่าในอนาคตจะสามารถทำชุดตรวจสอบอุปกรณ์จำพวก ECU ที่จะมาอีกในจำนวนที่มากขึ้นได้ในรุ่นถัดๆ ไป และจะสามารถรองรับได้ในความหลากหลายของโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์จากการทำโครงงานี้เป็นเพียงการนำโปรโตคอล GM LAN ซึ่งมีพื้นฐานมาจากโปรโตคอลเพียง Can Bus เท่านั้นเอง แต่หากเป็นไปได้ในอนาคตอาจจะได้เห็นในรุ่นถัดไปสำหรับชุดตรวจสอบตัวนี้บนโปรโตคอลตัวอื่นก็เป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอที่มาถึงชุดเครื่องมือสำหรับตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพา ของทางบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจะนำไปใช้งานในการตรวจสอบอุปกรณ์จำพวก ECU ที่เกิดปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ในการสืบหาข้อมูลที่เกิดกับตัวกล่อง ECU เหล่านี้ โดยจะได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงและสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ย้อนกลับไปหาทางผู้ผลิตในแต่ละเจ้าของ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการประดิษฐ์ชุดเครื่องมือสำหรับตรวจสอบ DTC Code ภายในกล่อง ECU สำหรับงานอุตสาหกรรมรถยนต์แบบพกพาได้ข้อสรุปดังนี้

1. ชุดเครื่องมือสำหรับตรวจสอบชุดนี้สามารถเข้าถึง Data Record ที่ถูกกักเก็บไว้ในตัวของกล่อง ECU ครอบคลุมทุกอุปกรณ์ในรถยนต์ที่มีส่วนประกอบของโมดูล โดยจากชุดเครื่องมือนี้ก็เปรียบเสมือนรถที่ไว้ทำการทดลองทางวิศวกรรม แต่ทำให้อยู่ในรูปของกล่องเครื่องมือที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยจุดประสงค์ในแต่ละการใช้งานก็ขึ้นอยู่กับที่ตัวโปรแกรมที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ เช่น หากมีความต้องการที่จะทราบถึง DTC (Diagnostic Trouble Code) ก็จะเลือกใช้โปรแกรม GM GDS 2 Software ในการเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ทำให้สามารถมีข้อมูลยืนยันสาเหตุของปัญหาเหล่านั้นได้ หรือในทางกลับกันหากตัวกล่อง ECU เหล่านั้นเกิดปัญหาจากการ Flash ที่ผิดพลาดไปจากปกติก็สามารถใช้ชุดเครื่องมือตัวนี้ทำการ Engineering Change ให้กับกล่อง ECU เหล่านี้ได้ สุดท้ายขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้งานมีจุดประสงค์ใดในการทำงานก็เลือกใช้ Software ให้เหมาะสม

2. สิ่งประดิษฐ์ตัวนี้อาจจะเป็นแนวทางในการศึกษาในการพัฒนาในรุ่นถัดๆ ไป เนื่องจากเป็นสิ่งประดิษฐ์ตัวแรกที่ได้สร้างขึ้นมา เพราะยิ่งในอนาคตรถยนต์พลังงานไฟฟ้า (Electric Car) จะเข้ามาแทนที่รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยน้ำมัน ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ ภายในรถยนต์จะมีส่วนประกอบของโมดูลหรือ ECU นั่นเอง ทำให้จุดเริ่มต้นของโครงงานนี้ที่สามารถตรวจสอบได้ทั้งหมด 15 ชิ้นส่วน ในอนาคตย่อมมีความเป็นไปได้ที่จะมีจำนวนที่มากยิ่งขึ้นไปกว่านี้ จากสาเหตุนี้เองจึงเป็นเหตุผลที่ว่าสิ่งประดิษฐ์ตัวนี้ย่อมมีโอกาสเติบโต หรือมีมาตรฐานที่จะใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบปัญหาอุปกรณ์จำพวกอุปกรณ์ ECU ที่จะมีมากขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากการทำโครงงานชุดนี้ขึ้นมาทำให้ได้ศึกษาในทฤษฎีใหม่ๆ ที่นอกเหนือจากในห้องเรียน ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ทำให้ต้องมาเริ่มเรียนรู้ใหม่ เช่น Controller Area Network (CAN). OBD-II PIDs (On-Board Diagnostics Parameter IDs), Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T) และ Data Transmission ซึ่งความรู้เหล่านี้มีความจำเป็นอย่างในสายงานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถยนต์

4. เครื่องมือชุดตรวจสอบตัวนี้ได้ถูกนำไปใช้จริงทำให้ทาง บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด สามารถมีข้อมูลยืนยันกับทางผู้ผลิตกล่อง ECU ในแต่ละเจ้าของ ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นว่าจะสามารถขจัดปัญหาเหล่านั้นอย่างไร

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในส่วนของการใช้องค์ความรู้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตัวนี้ขึ้นมา เนื่องจากองค์ความรู้ตรงนี้ค่อนข้างเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับ Data Transmission ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ต้องมาศึกษาด้วยตนเองนำความรู้พื้นฐานที่ได้เรียนมานำมาใช้ให้ได้มากที่สุดหนึ่งในทักษะที่เห็นจากตรงนี้คือ ทักษะการเรียนรู้และการปรับตัวที่ต้องมีความรวดเร็วและถูกต้อง หากมีทักษะเหล่านี้ที่ดีผู้จัดทำมองว่าย่อมเป็นผลดีต่อองค์กรและกับตัวเอง

2. ความปลอดภัยจากการปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญ ต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัตินั้นๆ โดยจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับหลักความปลอดภัยภายในโรงงานเสียก่อน เพราะหากขาดความรู้ตรงส่วนนี้ไปอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ชีวิตตัวเองหรือบุคคลอื่นได้

3. การประพฤติปฏิบัติตัวภายในองค์กรเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะในการทำงานจริงจำเป็นที่ต้องพึ่งพาความรู้ และความสามารถของบุคคลที่มีประสบการณ์มากกว่าที่พวกเขาเหล่านี้จะคอยแนะนำหรือชี้แนะถึงปัญหาที่กำลังประสบพบเจออยู่ คำแนะนำเหล่านั้นจะช่วยประกอบการตัดสินใจในปัญหาที่พบได้อย่างง่ายขึ้น

4. การวางแผนทำงานที่ดี มีระยะเวลาเผื่อสำหรับส่วนงานที่อาจจะต้องมาเรียนรู้กับสิ่งใหม่ๆจะทำให้เวลาการทำงานของนั้นลงตัว เพราะหากมีการจัดการเวลาที่ไม่ดีแล้วอาจจะทำให้ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการทำงานได้

5. การได้มีโอกาสได้ทำงานในหลายๆ รูปแบบจะทำให้ทราบถึงความถนัดหรือความชอบส่วนตนว่ามีทักษะในด้านไหนที่ดี และสามารถนำมาปรับใช้ในการทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **CAN bus** (Online). 1 มกราคม 2561. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus

[2] Robert Bosch GmbH, **CAN Specification 2.0** (1991).

[3] Holger Zeltwanger, **Time-Triggered Communication on CAN** SAE Paper 2002-01-0437 (2002).

[4] Thomas Fuehrer, Robert Hugel, Florian Hartwich and Harald Weiler, **FlexRay - The Communication System for Future Control Systems in Vehicles** SAE Paper 2003-01-0110, (2003).

[5] Gabriel Leen and Donal Heffernan,**Expanding Automotive Electronic Systems** IEEE Computer Volume 35, Issue 1, Jan. (2002)

[6] Bosch CAN FD Specification, **CAN with Flexible Data-Rate Version 1.0**, April (2012).

[7] **CAN-Based Higher-Layer Protocols**. (Online). 4 มกราคม 2561. Available : https://copperhilltech.com/a-brief-introduction-to-controller-areanetwork/

[8] **How does the Data Transmission Mechanism work?** (Online). 4 มกราคม 2561. Available : https://store.chipkin.com/articles/can-bus-protocol-10-minute-lesson

[9] **On-board diagnostics** (Online). 5 มกราคม 2561. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายเจษฎา วีรฐิตินันท์

วัน เดือน ปีเกิด 11 ตุลาคม พุทธศักราช 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 180/46 ซ.วัดบัวขวัญ 16 ถ.งามวาศ์วาน 23 ต.บางกระสอ อ.เมือง นนทบุรี 11000

เบอร์โทรศัพท์ 084-5287149

E-mail jessada.viratitinan@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2547-2552	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จาก โรงเรียนกอบวิทยา กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2553-2555	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2556-2558	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จาก โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2559-2562	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2561	บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Quality Control ฝ่าย Quality Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้