บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยและพัฒนาต่อยอดรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV ซึ่งเป็นการพัฒนาวิจัยและต่อยอดจากการออกแบบรถไฟฟ้าคันแรกของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เมื่อปี พ.ศ. 2557 ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจากอาคารในการชาร์จประจุเข้าสู่แบตเตอรี่เพียงอย่างเดียวเพื่อการขับเคลื่อน เป็นรถไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก และบรรทุกผู้โดยสารได้เพียง 6 คน ในการพัฒนาต่อยอดรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV ที่ใช้พลังงานจากกับแบตเตอรี่ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อขับเคลื่อนรถไฟฟ้า รายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

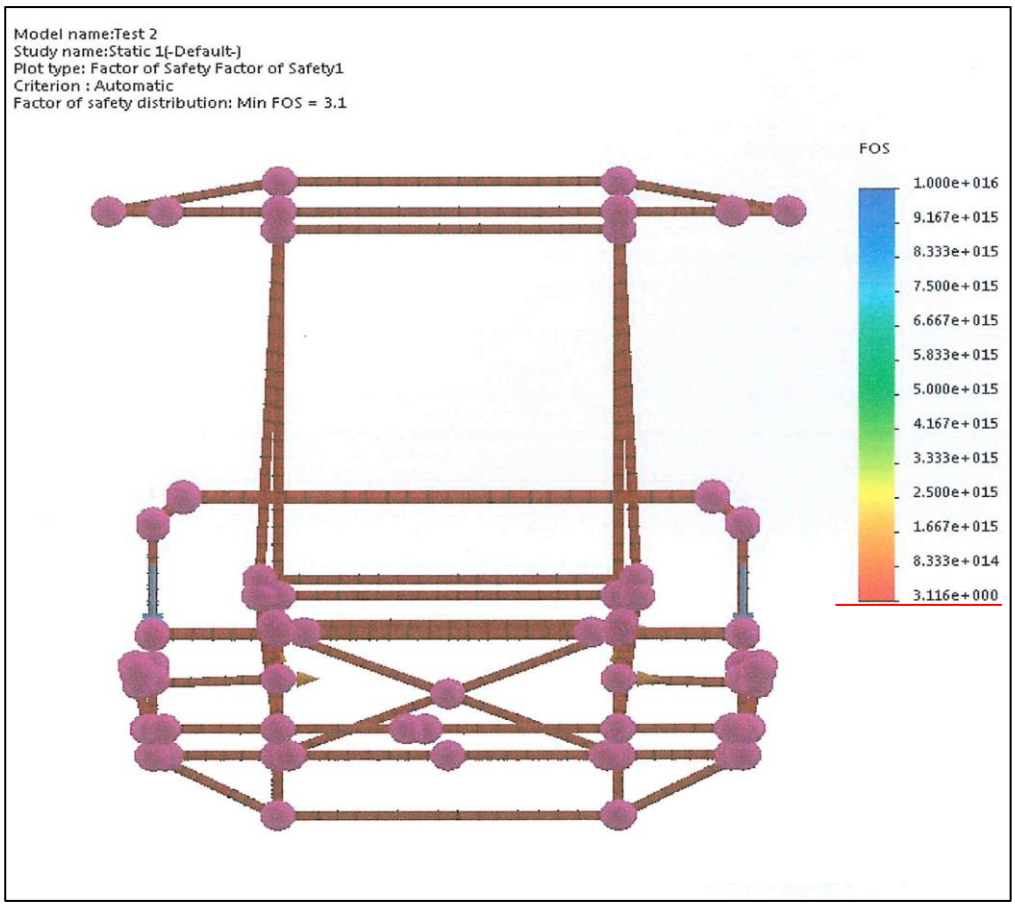
4.1 การดำเนินงานด้านการออกแบบโครงสร้าง

จากกระบวนการออกกแบบ และทดสอบด้วยซอฟแวร์ Solidwork Simulation ทำให้ได้โครงสร้างรถไฟฟ้าทั้งหมดจำนวน 3 คัน ที่มีน้ำหนักเบา ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) และโครงสร้างส่วนแยก (Utility Module)

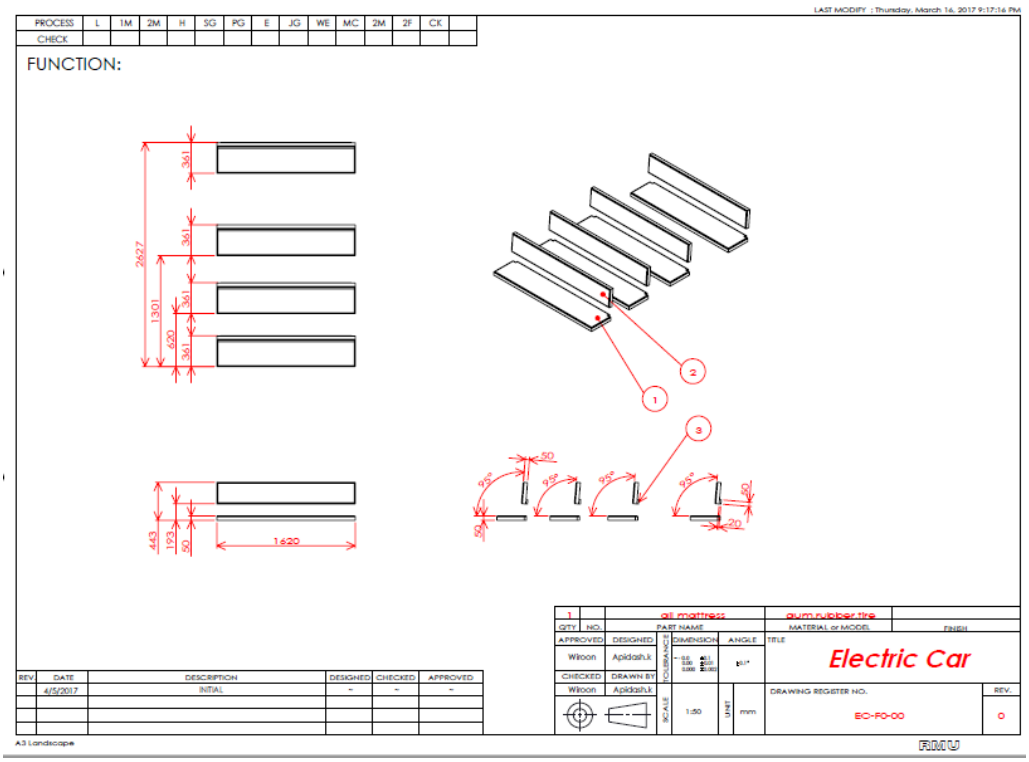
4.1.1 รถไฟฟ้าฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 1

มีน้ำหนักโครงสร้าง 267 กิโลกรัม ดังภาพที่ 4.1 มีค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) เท่ากับ 3.116 แสดงดังภาพที่ 4.2 สำหรับโครงสร้างส่วนแยกที่ใช้สำหรับบรรจุผู้โดยสาร แสดงดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.1 น้ำหนักโครงสร้างของรถไฟฟ้า



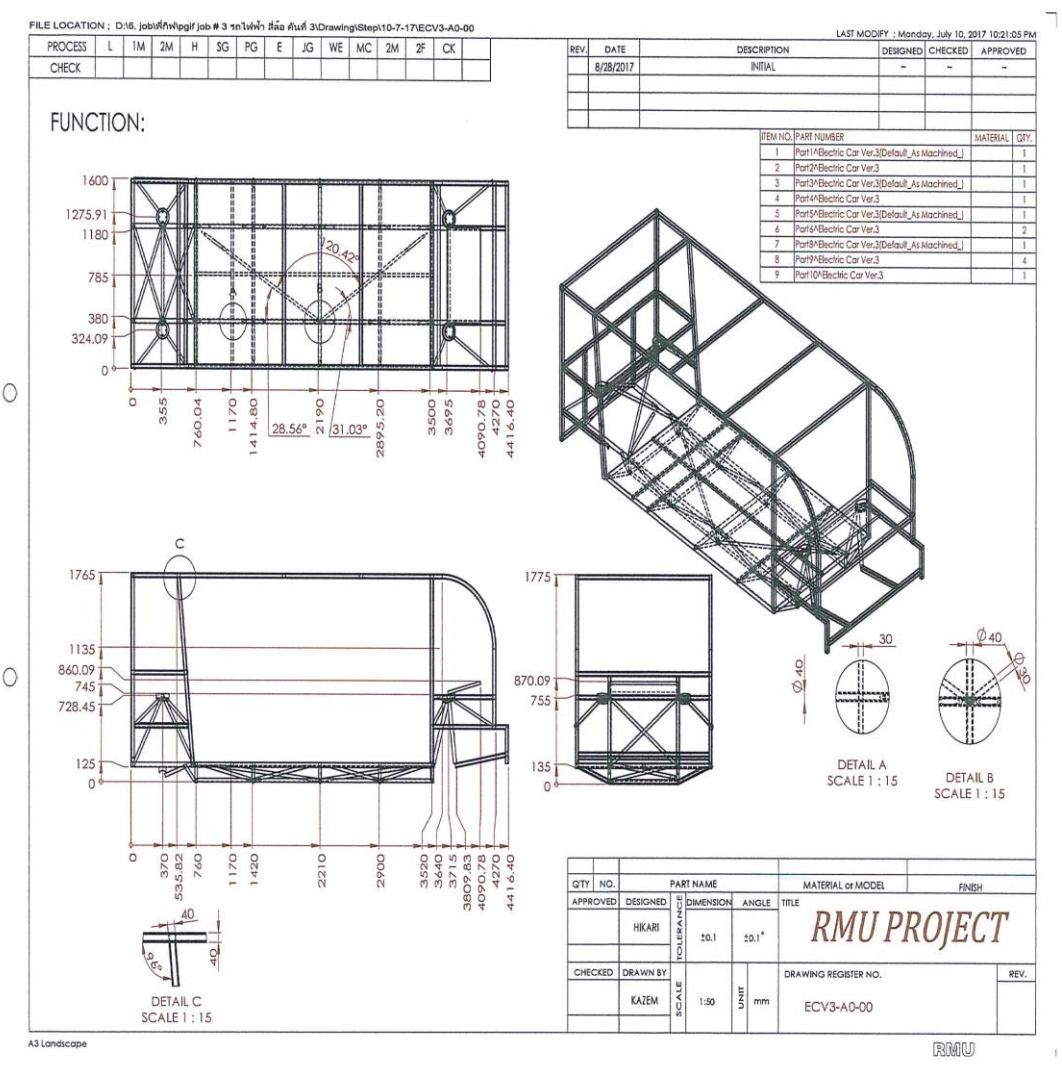
ภาพที่ 4.2 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) เท่ากับ 3.116



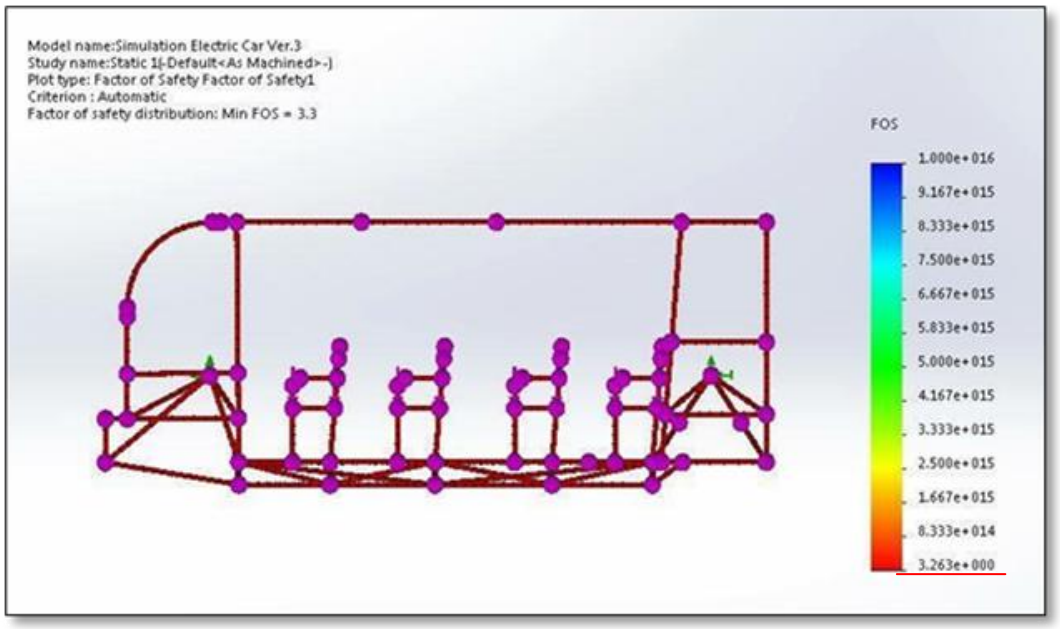
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างส่วนแยกที่ใช้สำหรับบรรจุผู้โดยสาร

4.1.2 รถไฟฟ้าฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 2

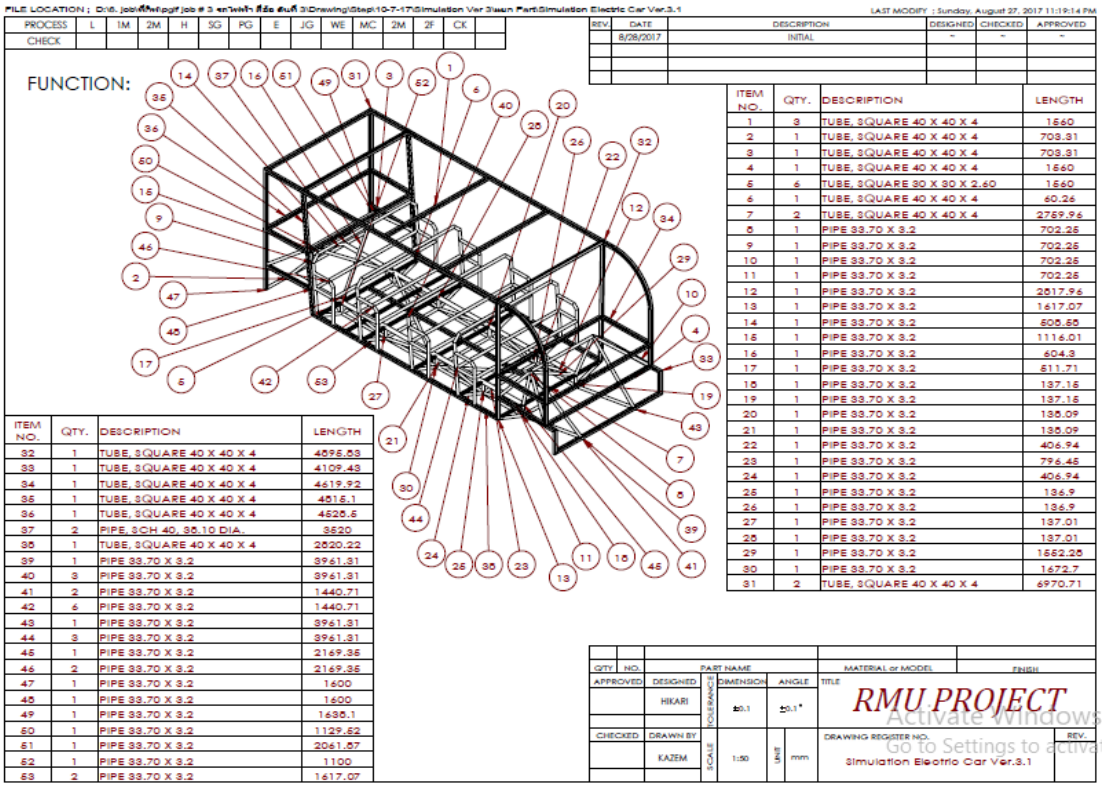
มีน้ำหนักโครงสร้าง 480 กิโลกรัม ดังภาพที่ 4.4 มีค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) มีค่าเท่ากับ 3.263 แสดงดังภาพที่ 4.5 สำหรับโครงสร้างส่วนที่แยกที่ใช้สำหรับบรรทุกขนส่งผู้โดยสาร แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.4 น้ำหนักโครงสร้างรถไฟฟ้าคันที่ 2



ภาพที่ 4.5 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) เท่ากับ 3.263

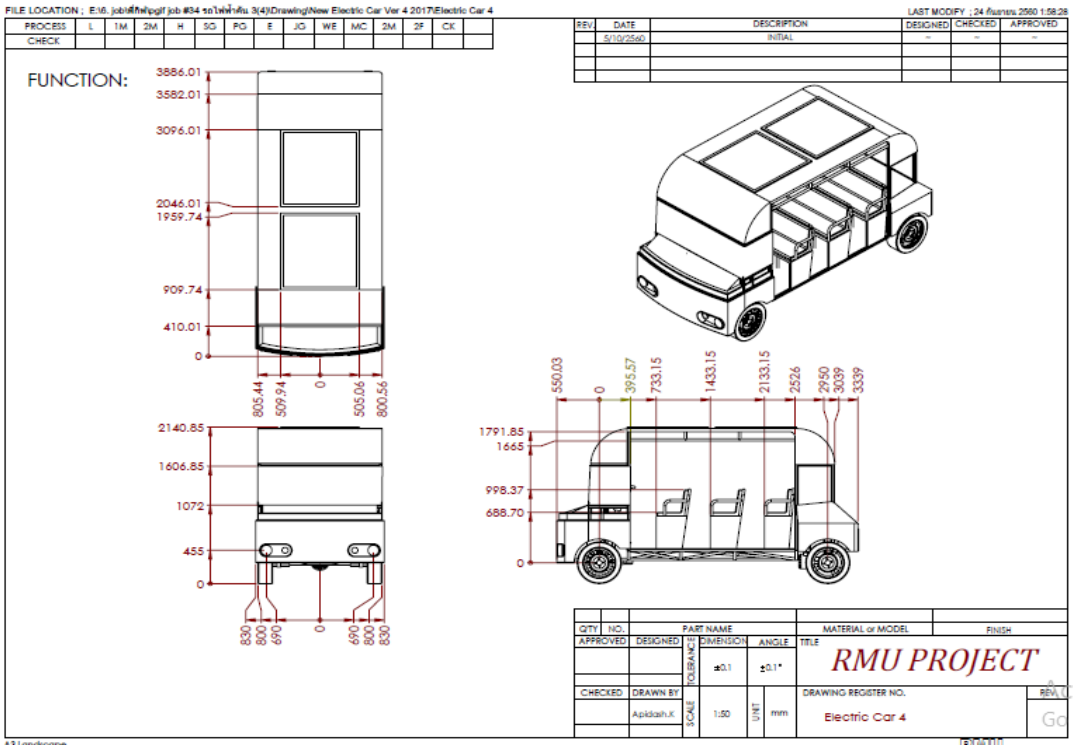


ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	LENGTH
1	3	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1660
2	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	703.31
3	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	703.31
4	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1660
5	6	TUBE, SQUARE 30 X 30 X 2.60	1660
6	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	60.26
7	2	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	2759.96
8	1	PIPE 33.70 X 3.2	702.25
9	1	PIPE 33.70 X 3.2	702.25
10	1	PIPE 33.70 X 3.2	702.25
11	1	PIPE 33.70 X 3.2	702.25
12	1	PIPE 33.70 X 3.2	2617.96
13	1	PIPE 33.70 X 3.2	1617.07
14	1	PIPE 33.70 X 3.2	605.65
15	1	PIPE 33.70 X 3.2	1116.01
16	1	PIPE 33.70 X 3.2	604.3
17	1	PIPE 33.70 X 3.2	611.71
18	1	PIPE 33.70 X 3.2	137.15
19	1	PIPE 33.70 X 3.2	137.15
20	1	PIPE 33.70 X 3.2	135.09
21	1	PIPE 33.70 X 3.2	135.09
22	1	PIPE 33.70 X 3.2	406.94
23	1	PIPE 33.70 X 3.2	796.45
24	1	PIPE 33.70 X 3.2	406.94
25	1	PIPE 33.70 X 3.2	136.9
26	1	PIPE 33.70 X 3.2	136.9
27	1	PIPE 33.70 X 3.2	137.01
28	1	PIPE 33.70 X 3.2	137.01
29	1	PIPE 33.70 X 3.2	1552.25
30	1	PIPE 33.70 X 3.2	1672.7
31	2	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	6970.71
32	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	4696.53
33	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	4109.43
34	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	4619.92
35	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	4516.1
36	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	4626.6
37	2	PIPE, SCH 40, 35.10 DIA.	3620
38	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	2620.22
39	1	PIPE 33.70 X 3.2	3961.31
40	3	PIPE 33.70 X 3.2	3961.31
41	2	PIPE 33.70 X 3.2	1440.71
42	6	PIPE 33.70 X 3.2	1440.71
43	1	PIPE 33.70 X 3.2	3961.31
44	3	PIPE 33.70 X 3.2	3961.31
45	1	PIPE 33.70 X 3.2	2169.36
46	2	PIPE 33.70 X 3.2	2169.36
47	1	PIPE 33.70 X 3.2	1600
48	1	PIPE 33.70 X 3.2	1600
49	1	PIPE 33.70 X 3.2	1698.1
50	1	PIPE 33.70 X 3.2	1129.62
51	1	PIPE 33.70 X 3.2	2061.67
52	1	PIPE 33.70 X 3.2	1100
53	2	PIPE 33.70 X 3.2	1617.07

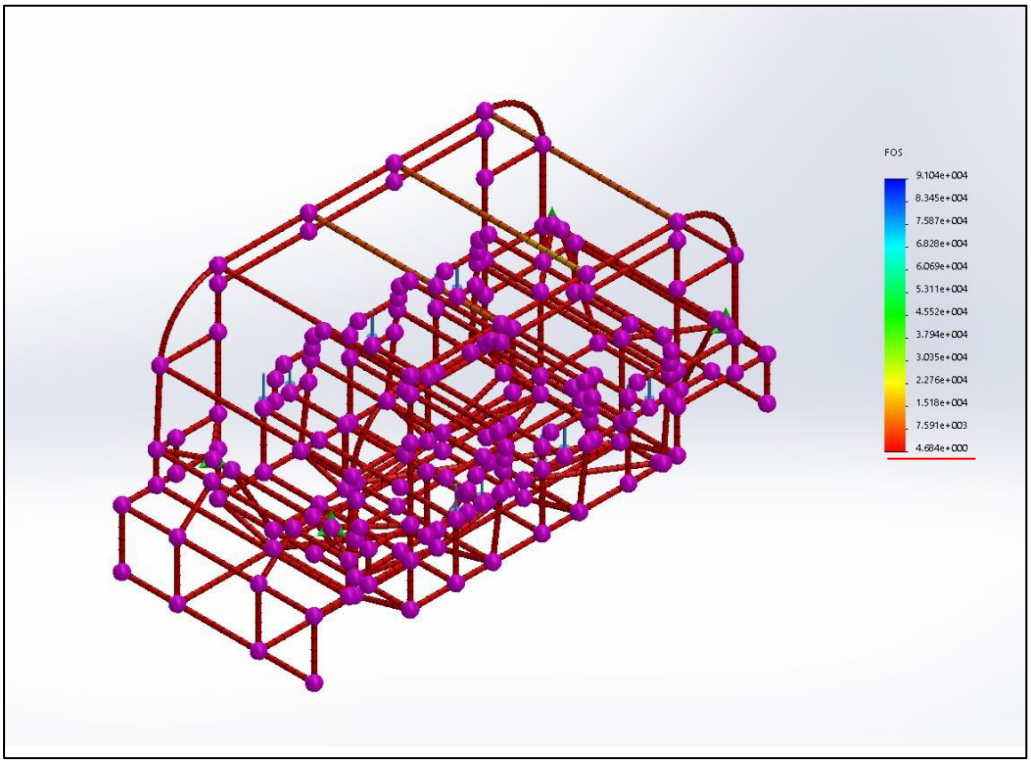
ภาพที่ 4.6 โครงสร้างส่วนที่แยกที่ใช้สำหรับบรรทุกขนส่งผู้โดยสาร

4.1.3 รถไฟฟ้าฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 3

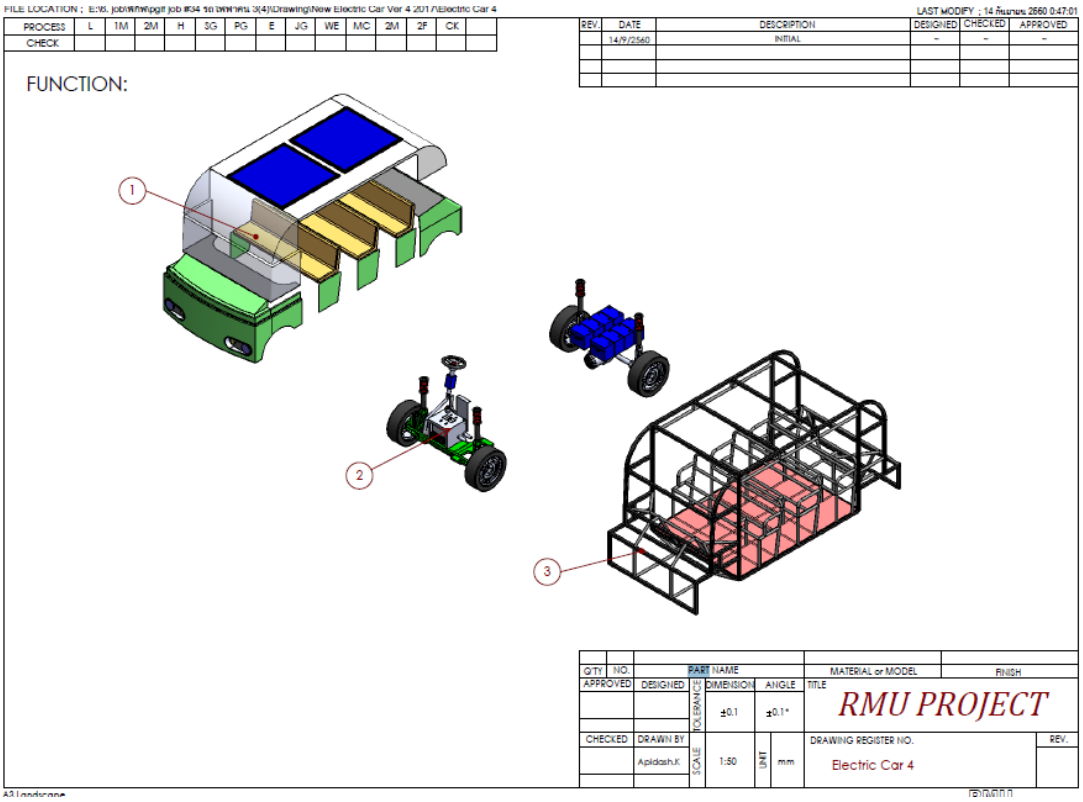
มีน้ำหนักโครงสร้าง 454 กิโลกรัม แสดงดังภาพที่ 4.7 มีค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) มีค่าเท่ากับ 4.684 แสดงดังภาพที่ 4.8 สำหรับโครงสร้างส่วนแยกที่ใช้บรรทุกขนส่งผู้โดยสารแสดงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.7 น้ำหนักโครงสร้างรถไฟฟ้าคันที่ 3



ภาพที่ 4.8 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) มีค่าเท่ากับ 4.684



ภาพที่ 4.9 โครงสร้างส่วนแยกที่ใช้บรรทุกขนส่งผู้โดยสาร

4.2 ผลการออกแบบด้านระบบไฟฟ้า

4.2.1 ระบบขับเคลื่อนและการควบคุมไฟฟ้า

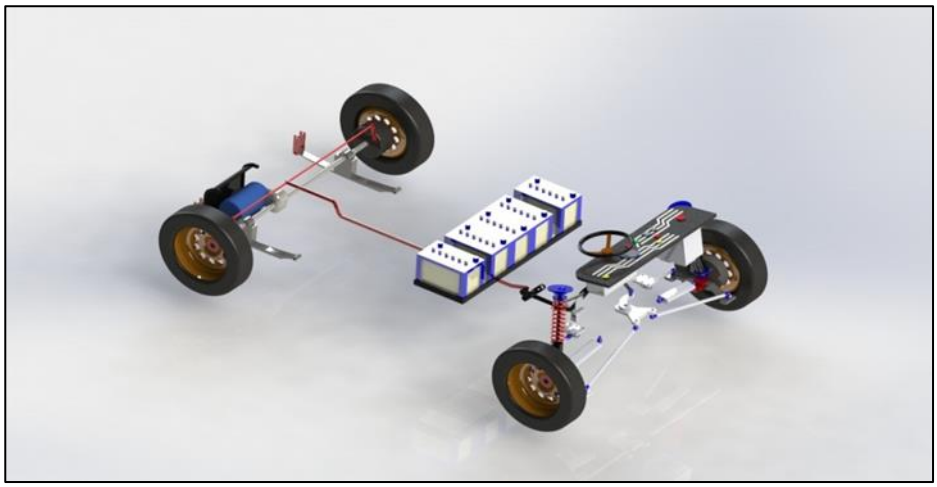
โครงการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดมอเตอร์กระแสตรงขนาด 48 โวลต์ 10,000 วัตต์ ต่อเข้ากับชุดเฟืองท้ายขับเคลื่อนโดยตรงระบายความร้อนด้วยอากาศ ดังภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 ชุดควบคุมและชุดมอเตอร์

4.2.2 ระบบแบตเตอรี่และการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่

ลักษณะเฉพาะของแบตเตอรี่รูปแบบต่างๆ ทางทีมผู้วิจัยเลือกใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-น้ำกรด ขนาด 12 V DC 70 Ahr จำนวนที่ใช้ 8 ลูก ในการดำเนินงานเนื่องจากสามารถหาง่าย มีราคาไม่แพง และทำการซ่อมแซมและปรับเปลี่ยนได้ง่าย และในการออกแบบระบบประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ เมื่อได้ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ได้แล้ว การชาร์จไฟเข้าต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการประจุไฟเข้าและกระแสที่ใช้ประจุไฟเข้า โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องประจุไฟฟ้า input 220 VAC 1 PH 50-60 Hz output 60 VDC 60 A ในการดำเนินงานการเลือกใช้แบตเตอรี่ และการประกอบการติดตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4.10 และการออกแบบวางชุดขับเคลื่อนตำแหน่งแบตเตอรี่และติดตั้งเครื่องบรรจุไฟฟ้า ดังภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.11 การเลือกใช้แบตเตอรี่ และการประกอบการติดตั้ง

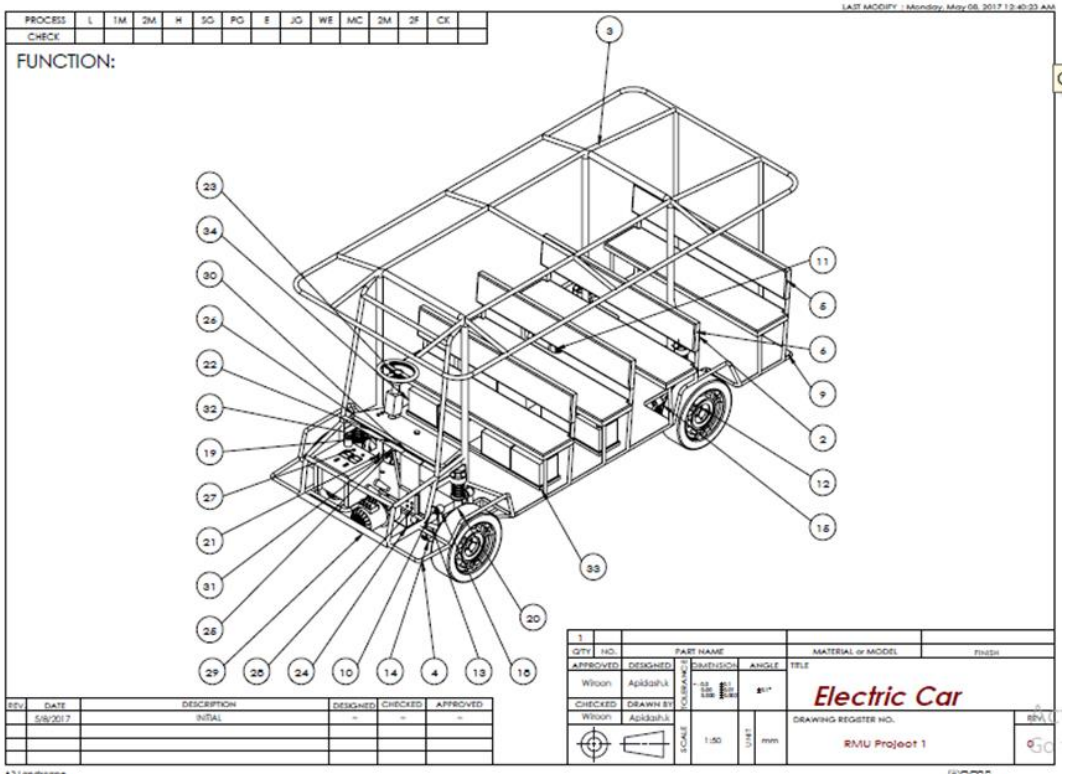


ภาพที่ 4.12 การออกแบบวางชุดขับเคลื่อนตำแหน่งใช้แบตเตอรี่และติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้า

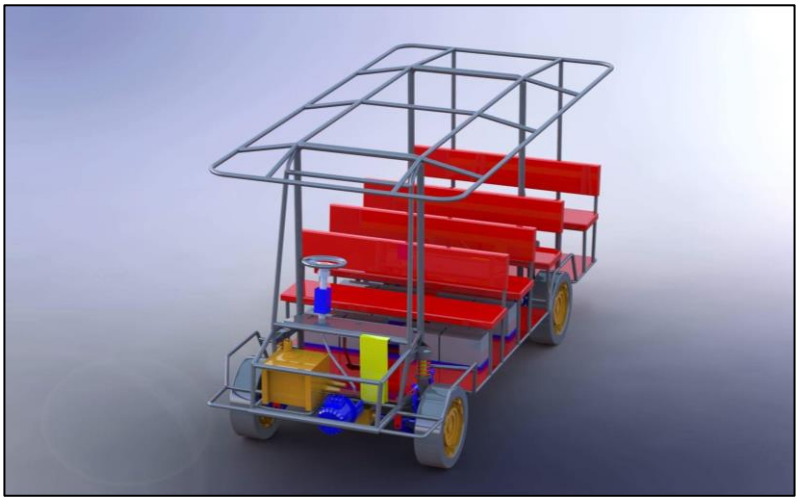
4.3 รายละเอียดการออกแบบ และโครงสร้างสมบูรณ์

4.3.1 แสดงส่วนประกอบของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 1

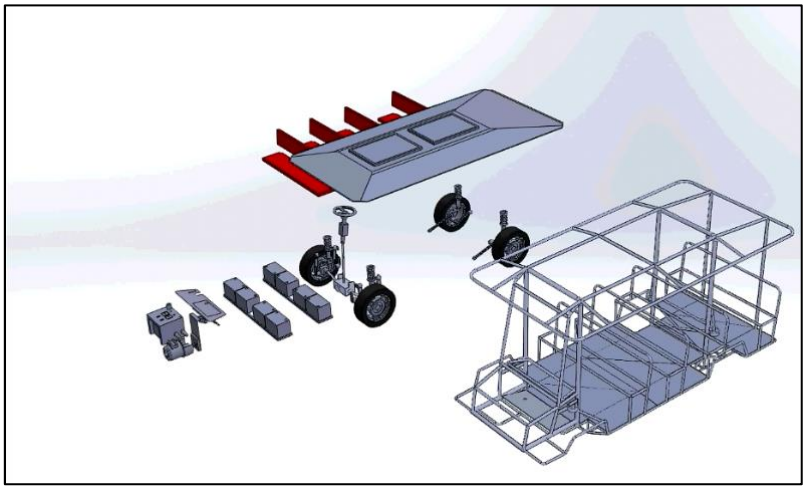
ส่วนประกอบรถไฟฟ้าคันที่ 1 แสดงดังภาพที่ 4.13 และลักษณะโครงสร้างหลักและส่วนประกอบของรถไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 4.14 - 4.16



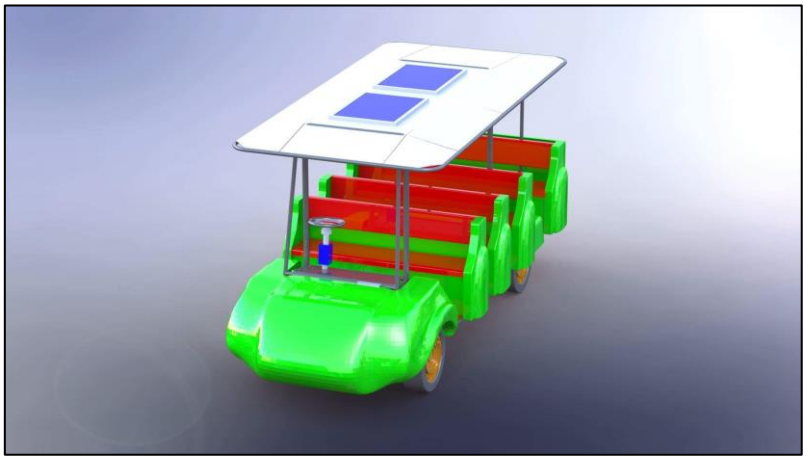
ภาพที่ 4.13 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้าคันที่ 1



ภาพที่ 4.14 ลักษณะโครงสร้างหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 1



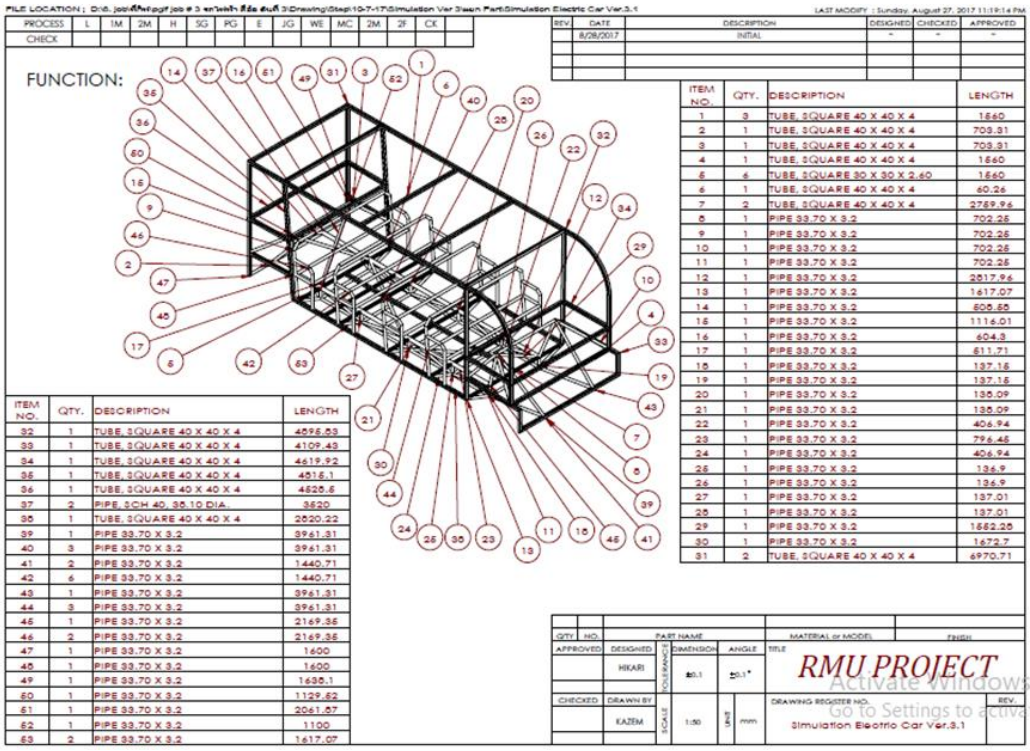
ภาพที่ 4.15 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 1



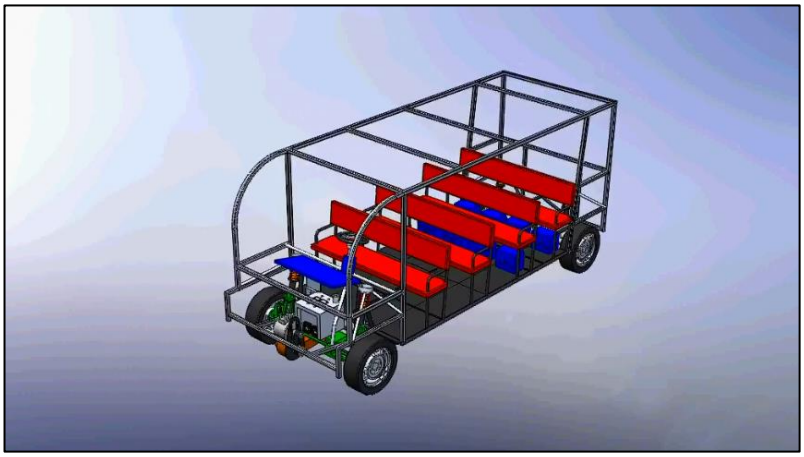
ภาพที่ 4.16 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 1

4.3.2 แสดงส่วนประกอบของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 2

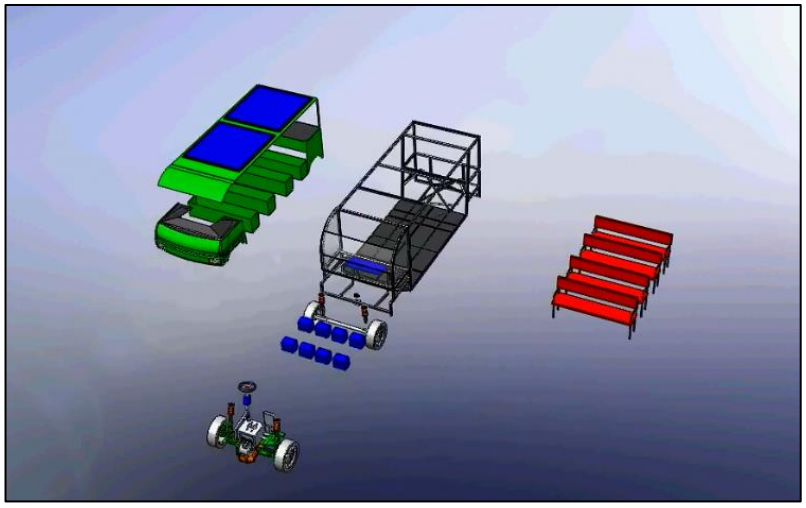
ส่วนประกอบของรถไฟฟ้าคันที่ 2 แสดงดังภาพที่ 4.17 และแบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้าคันที่ 2 แสดงดังภาพที่ 4.18 – 4.20



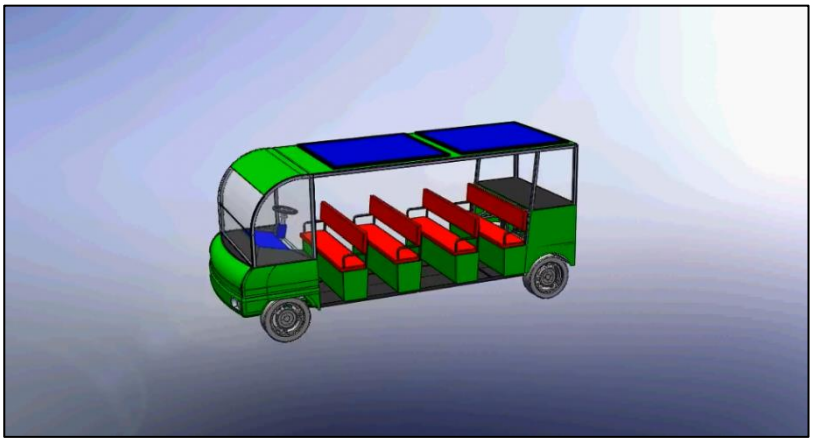
ภาพที่ 4.17 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้า คันที่ 2



ภาพที่ 4.18 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 2



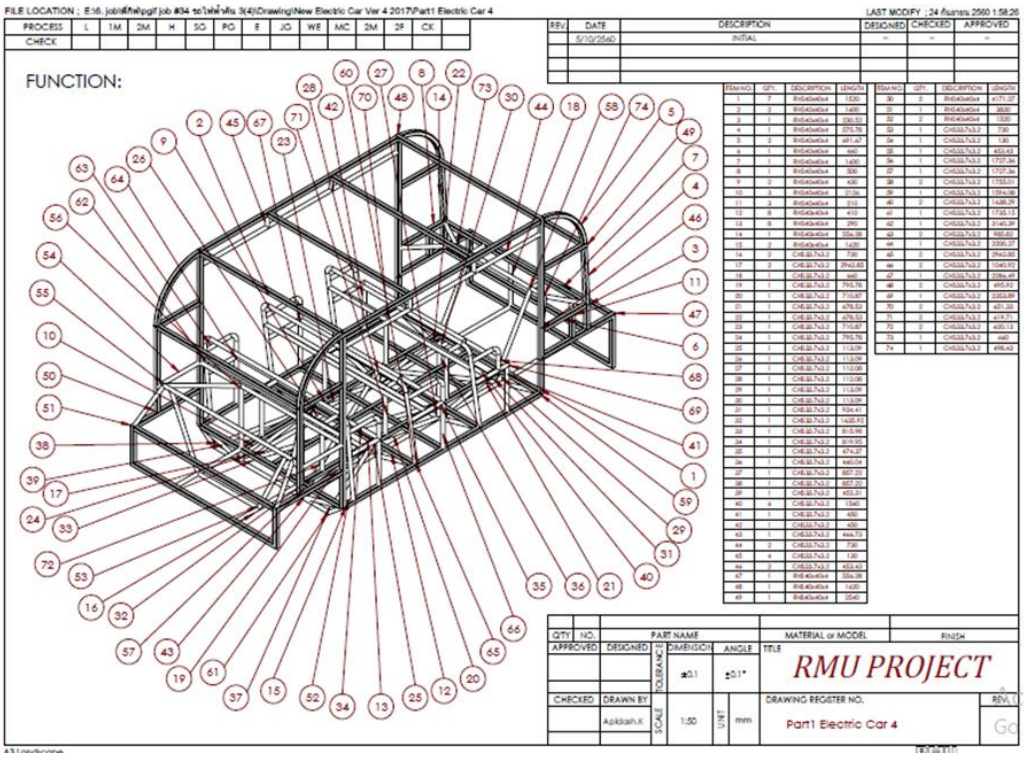
ภาพที่ 4.19 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 2



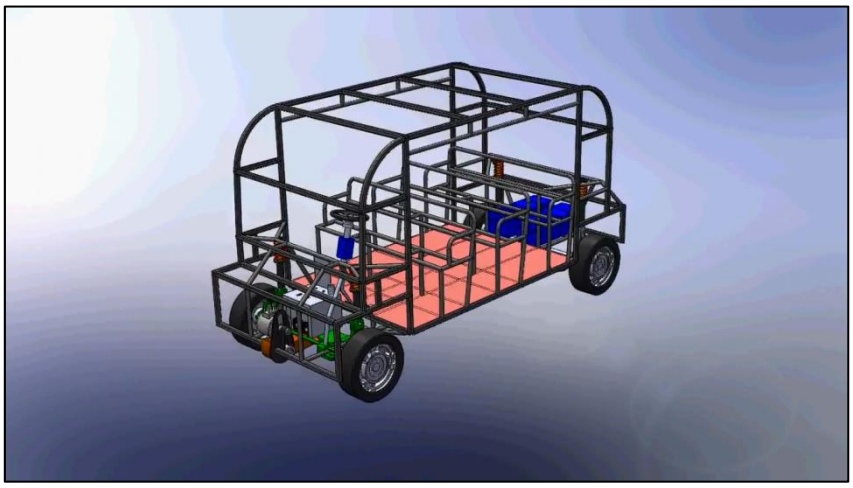
ภาพที่ 4.20 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 2

4.3.3 แสดงส่วนประกอบของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 3

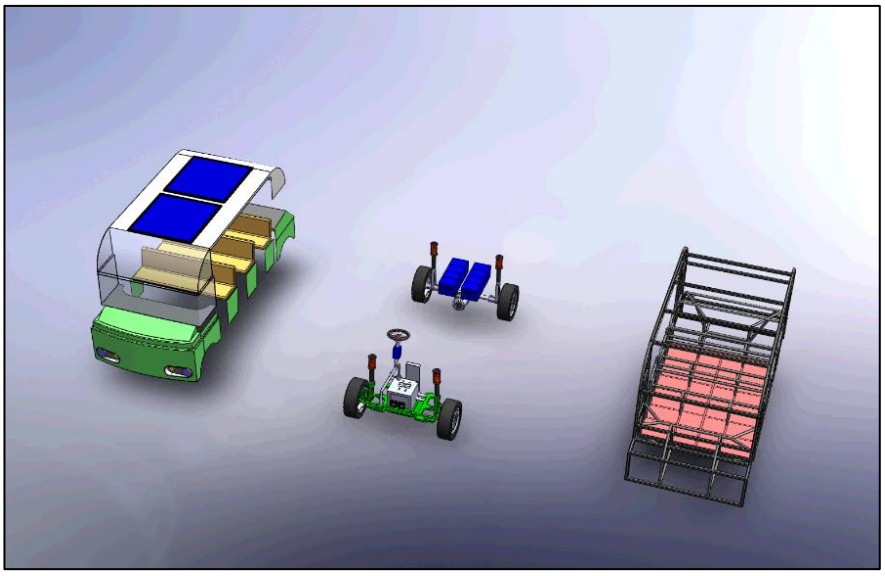
ส่วนประกอบของรถไฟฟ้าคันที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.21 และแบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้าคันที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.22 – 4.24



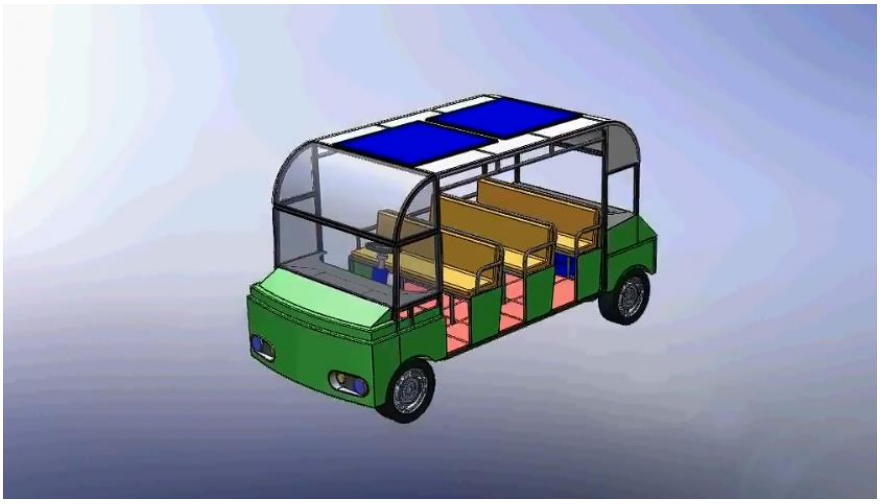
ภาพที่ 4.21 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้า คันที่ 3



ภาพที่ 4.22 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 3



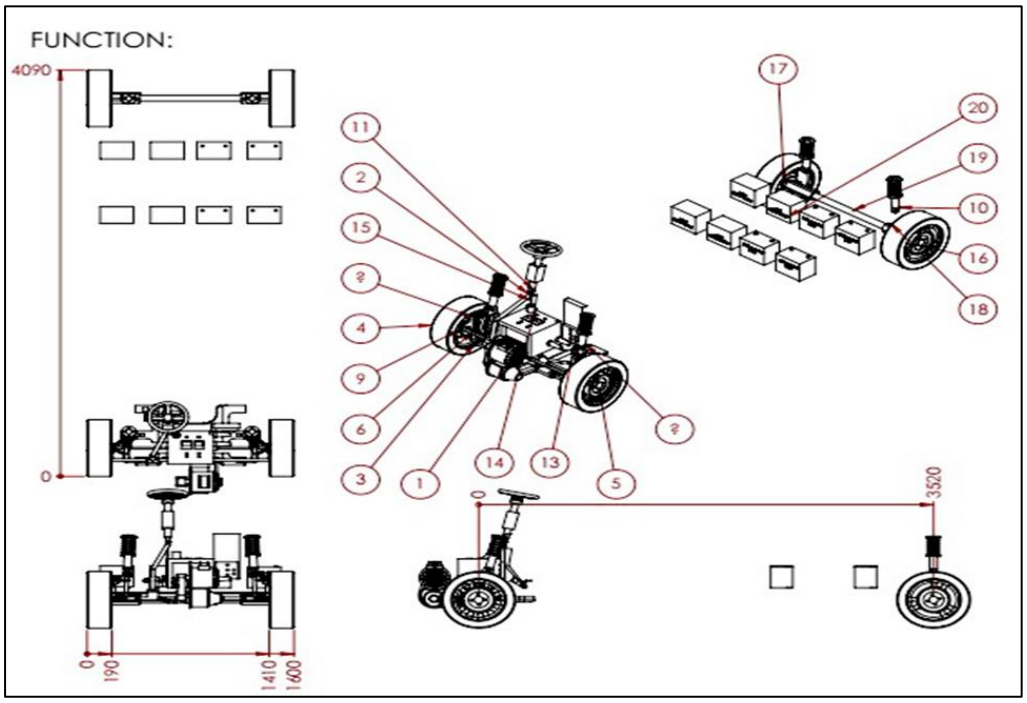
ภาพที่ 4.23 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 3



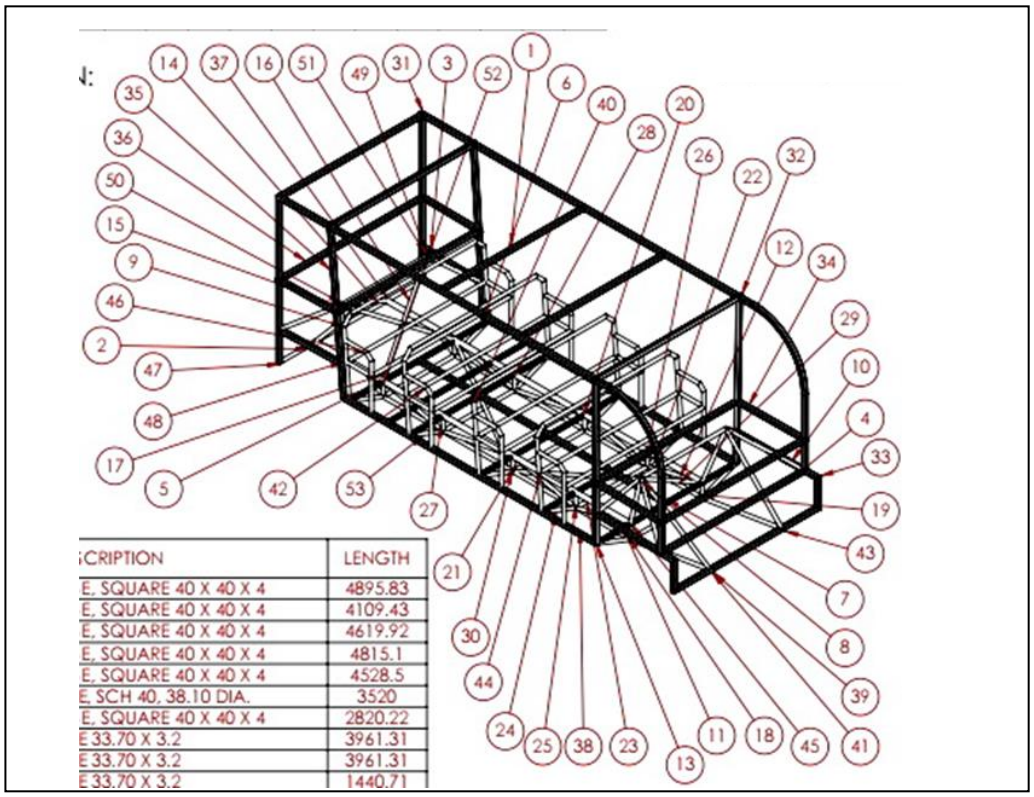
ภาพที่ 4.24 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 3

4.3.4 การควบคุมการขับเคลื่อน

ในการควบคุมการขับเคลื่อนของรถไฟฟ้า รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 4.25 และ 4.26 ดังนี้



ภาพที่ 4.25 รายละเอียดโครงสร้างและส่วนประกอบของรถไฟฟ้าในโครงการ (ระบบขับเคลื่อน)

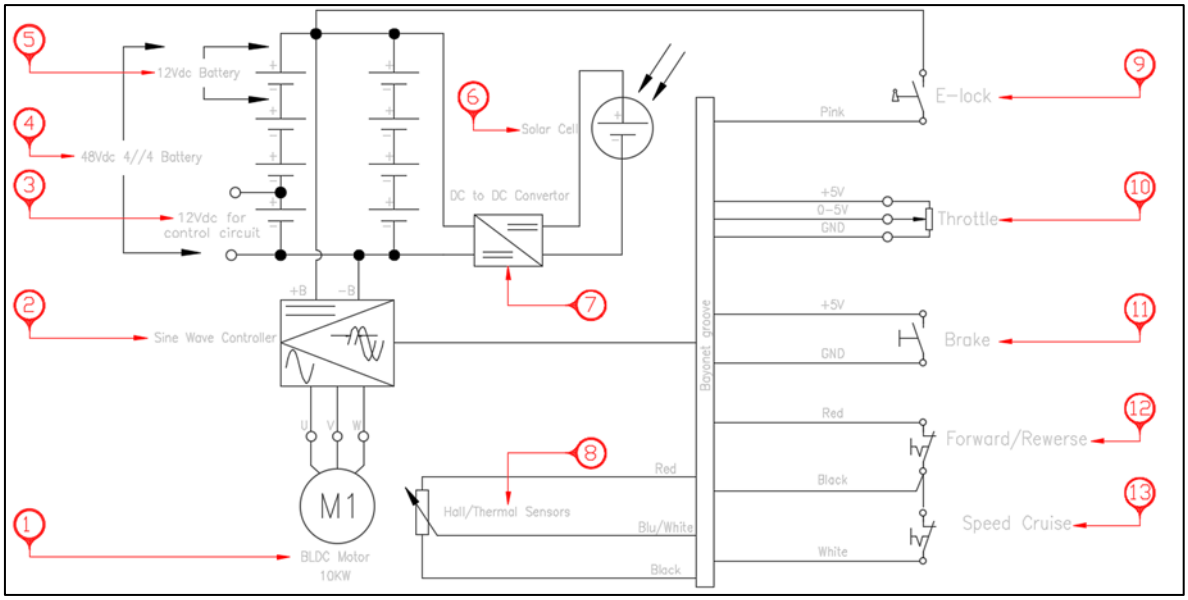


ภาพที่ 4.26 รายละเอียดโครงสร้างและส่วนประกอบของรถไฟฟ้าในโครงการ (โครงสร้าง)

ตามดังแสดงในภาพที่ 4.25 ซึ่งประกอบด้วยโครงรถ (ภาพที่4.26) สร้างด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ดัดขึ้นรูปเชื่อมต่อประกอบเป็นกล่องรับแรง มีขนาดความยาวจากล้อหน้าถึงล้อหลังเท่ากับ 3520 mm มีความกว้างจากดุมล้อหน้าทั้งสองข้างและล้อหลังเท่ากับ 1600 cm เส้นผ่าศูนย์กลางล้อหน้าและล้อหลังมีขนาด 14 นิ้ว (4,5,17,18) มีขนาดความกว้างของยางเท่ากับ 11.7 cm มีระบบเบรกแบบดรัม (18) เหมือนกับที่ใช้ในรถยนต์ มีมอเตอร์ (1) ขนาด 48 โวลต์ ติดตั้งอยู่บนเพลาเฟืองขับเคลื่อนล้อหน้า (18) ทำการขับเคลื่อนล้อด้วยเพลาล้อหน้า มีแบตเตอรี่ (20) ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 8 ลูก อยู่ใต้ โครงเก้าอี้คนนั่งขับ ระบบกันสะเทือนล้อหลัง (16,17,19) เป็นแบบคอล์ยสปริงเพื่อความนุ่มนวลแบบที่ใช้ในรถยนต์ ระบบกันสะเทือนล้อหน้า (8) เป็นแบบปีกนกชั้นเดียวประกอบโช้คอัพและคอล์ยสปริง ระบบบังคับเลี้ยวหน้า (2,11,15) ใช้คันชักส่งที่ควบคุมด้วยพวงมาลัย การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (20) เมื่อเปิดสวิตช์ และเหยียบคันเร่ง (13) ซึ่งติดตั้งอยู่พื้นรถด้านขวา โดยจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมความเร็ว เพื่อทำการป้อนกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (20) ให้กับมอเตอร์(1) หมุนส่งกำลังผ่านเพลาขับหน้า ไปยังล้อหลังทำให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การหยุดรถจะละเท้าจากคันเร่งมาเหยียบเบรก โดยในขณะที่เหยียบเบรกชุดความคุมจะส่งสัญญาณ ไปตัดการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ (1) เพื่อหยุดการทำงาน

หลักการทำงานของ วงจรของรถไฟฟ้า 10 kW

รายละเอียดดังภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 วงจรของรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 10kW

ขั้นตอนการทำงาน โดยจะแบ่งได้ดั้งต่อไปนี้

1. เริ่มระบบ เมื่อทำการบิดสวิตซ์ กุญแจ E-Lock (9) หน้าสัมผัสของสวิตซ์ จาก NO (ปกติเปิด) ไป NC (ปกติปิด) จะเป็นการเริ่ม ให้ ระบบ Sine Wave Controller (2) ทำงาน อยู่ใน Mode Standby รอคำสั่งต่อไป และเป็นการเริ่มระบบของรถไฟฟ้า

2. เริ่มออกตัว เมื่อเยียบคันเร่ง Throttle (10) จากนั้น Sine Wave Controller (2) จะรับสัญญาณ ตามแรงที่กระทำต่อ Throttle (10) โดยสัญญาณ จะเริ่มส่งค่าที่ 0Vdc คือไม่มีความเร่ง และ 5Vdc คือสั่งให้ความเร่งสูงสุด ดังนั้น ความเร่งจะแปรผันตรงกับแรงกระทำที่คันเร่ง Throttle (10)

ซึ่งหลักการทำงาน ของ Sine Wave Controller (2) คือ อาศัยการปรับมุมเพื่อให้สามารถควบคุม Power Factor ซึ่งจะส่งผลให้ปรับกำลังไฟฟ้าจริง P โดยที่ แรงดัน และ กระแสมีค่าคงที่ ดังสมการ

$S=IV$ $P= IV\cos\theta$ $Q= IV\sin\theta$ Power Factor = $\cos\theta$

เมื่อ

S = กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ หน่วย VA

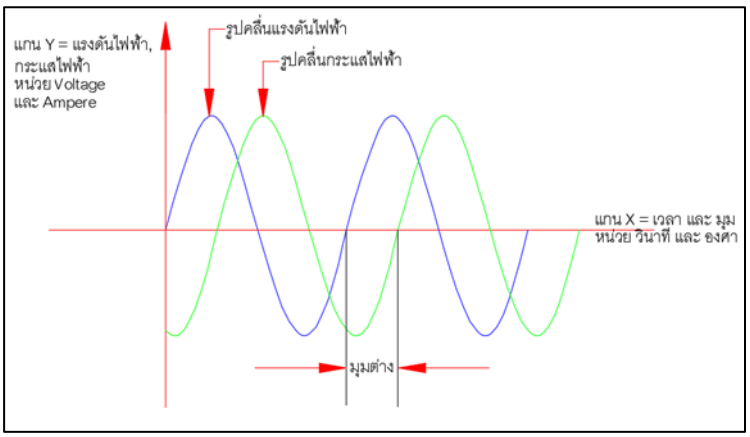
P = กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้งานจริง หน่วย W

Q = กำลังไฟฟ้า รีแอคทีฟ หน่วย Var

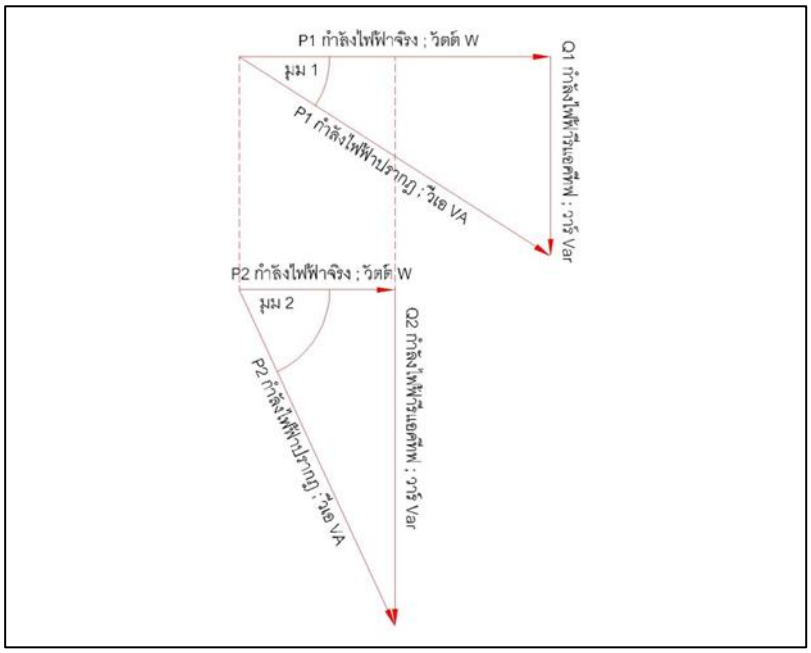
θ = ความต่างของ องศาทางไฟฟ้า ระหว่าง แรงดัน และ กระแสไฟฟ้า

Power Factor = ตัวประกอบกำลังทางไฟฟ้า

ซึ่ง Sine Wave Controller (2) จะปรับค่ากำลังไฟฟ้า P ที่ส่งเข้าไปยังมอเตอร์ เพื่อควบคุมความเร็ว ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 แสดง รูปคลื่นแรงดัน กระแส และ มุมระหว่างสองรูปคลื่น



ภาพที่ 4.29 แสดงขนาดเวกเตอร์ (Vectors) ของ P, S และ Q เมื่อ ทำการปรับมุมระหว่างกระแสและแรงดัน

จากภาพที่ 4.29 เมื่อทำการปรับมุม 1 ให้มีค่ามากขึ้น เป็นมุม 2 ค่ากำลังไฟฟ้า P จะน้อยลงส่งผลให้รถไฟฟ้าความเร็วลดลง และในทางกลับกันถ้าปรับมุมที่แสดงในภาพที่ 2 ให้มีค่าน้อย ค่ากำลังไฟฟ้า P จะมีมากขึ้น ส่งผลความเร็วรถไฟฟ้า มีความเร็วมากขึ้น

3. เริ่มหยุดรถ ในกรณีที่ต้องการหยุดรถ ให้ปล่อยคัดเร่ง Throttle (10) จะทำให้ Sine Wave Controller (2) จะรับสัญญาณ และเริ่มปรับมุมทางไฟฟ้าให้มีองศามากขึ้นทำให้ Motor (1) ได้รับกำลังไฟฟ้า P น้อยลง รถไฟฟ้าจะเริ่มชะลอตัว และ เมื่อเยียบเบรกหน้าสัมผัสของสวิตช์ Brake (11) จาก NO (ปกติเปิด) ไป NC (ปกติปิด) เป็นการส่งสัญญาณให้ Sine Wave Controller (2) อยู่ใน Mode Standby รอคำสั่งต่อไป

4. เดินหน้า ถอยหลัง เมื่อต้องการถอยหลัง ให้ทำการหยุดรถก่อนและ ให้กดสวิตช์ Forward/Reverse (12) หน้าสัมผัสของ สวิตช์ Forward/Reverse (12) จาก NC (ปกติปิด) ไป NO (ปกติเปิด) เป็นการ ส่งสัญญาณ ให้ Sine Wave Controller (2) อยู่ใน Mode “Reverse” และเมื่อเยียบคันเร่ง Sine Wave Controller (2) จะสั่งให้ Motor กลับทางหมุนและรถถอยหลัง

และเมื่อต้องการกลับมาเดินหน้าให้กดสวิตช์ Forward/Reverse (12) อีกครั้ง หน้าสัมผัสของ สวิตช์ Forward/Reverse (12) จาก NO (ปกติเปิด) ไป NC (ปกติปิด) เป็นการ ส่งสัญญาณ ให้ Sine Wave Controller(2) อยู่ใน Mode “Forward” และเมื่อเยียบคันเร่ง Sine Wave Controller(2) สั่งให้ Motor(1) กลับทางหมุนและรถเดินหน้า

5. แหล่งจ่ายพลังงาน รถไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายพลังงานคือ Battery 12Vdc (4) ต่ออนุกรม 4 ลูก เพื่อให้ได้แรงดันที่ 48Vdc และต่อขนานกันสองชุด ร่วม Battery (4) ทั้งหมด 8 ลูก เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้าไปที่ Motor (1) โดยผ่านการแปลง แรงดัน จาก DC เป็น AC และปรับ Power Factor เพื่อควบคุมความเร็ว

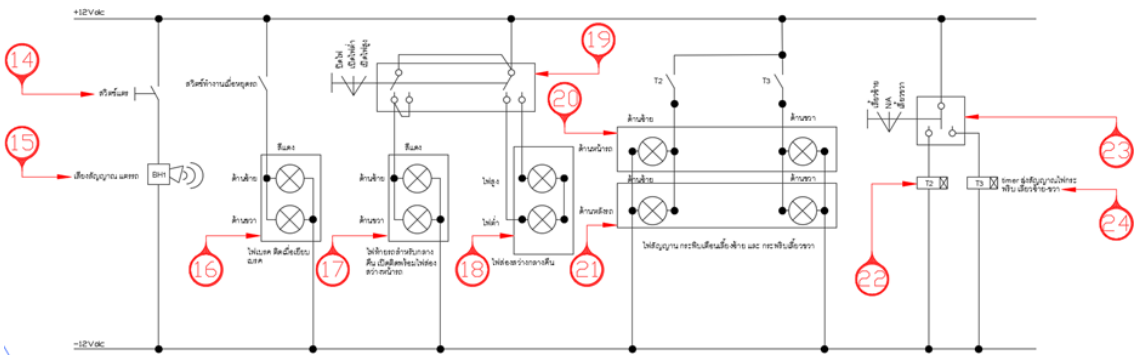
6. การเก็บประจุของ Battery (4) เพื่อให้ได้แหล่งจ่ายพลังงานจำเป็นต้องมีการประจุไฟฟ้าเข้าไปเก็บไว้ที่ Battery (4) ซึ่งสำหรับรถไฟฟ้าสามารถประจุพลังงานฟ้าได้สองวิธี ได้แก่

6.1 การอัดประจุโดยตรงที่แรงดัน 48Vdc โดยตรง ที่ตัว Battery (4)

6.2 การอัดประจุโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดผ่านแผง Solar Cell (6) ไปยัง DC/DC Convertor (7) ซึ่ง DC/DC Convertor (7) จะรับพลังงานไฟฟ้าแรงดันไม่คงที่ จาก Solar Cell (6) เนื่องจากแสงมีความเข้มไม่คงที่ตลอดทั้งวัน ไปอัดประจุไฟฟ้าไปยัง Battery (4) ที่แรงดันคงที่ 48Vdc

7. กรณี มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง หรือ Over Load เมื่อมอเตอร์ ทำงานเกินกำลังมอเตอร์จะเกินความร้อนสูงซึ่งในตัวมอเตอร์จะมี Sensor (8) ตรวจความร้อนติดตั้งอยู่ภายในซึ่งจะส่งสัญญาณไปที่ Sine Wave Controller (2)

Sine Wave Controller (2) จะค่อยอ่านค่าความร้อนตลอดเวลาเมื่อความร้อนเกินค่าที่กำหนด Sine Wave Controller (2) จะสั่งให้ Shutdown ระบบโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันมอเตอร์ไม่ให้เกิดความเสียหายต่อฉนวนภายใน



ภาพที่ 4.30 แสดงวงจรช่วย เพื่อเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยขณะขับขี่

8. วงจรช่วยเหลือขณะขับขี่ จากภาพที่ 30 สามารถอธิบายการทำงานได้ดั้งต่อไปนี้

8.1 การใช้งานสัญญาณแตรสามารถกดสวิตช์ (14) จากนั้นสัญญาณแตร (15) จะทำงานเป็นการส่งเสียงเตือนบุคคลด้านหน้าขณะขับขี่

8.2 สัญญาณไฟเตือน เมื่อทำการหยุดรถ เมื่อทำการเบรก คันเบรกจะไปกดสวิตช์จุดที่ติดตั้งใต้เบรกทำงานสัญญาณไฟด้านท้ายสีแดง (16) จะสว่างขึ้นเพื่อเป็นการแจ้งเตือนบุคคลด้านท้ายรถให้ระวังเมื่อทำการหยุดรถไฟฟ้า

8.3 สัญญาณไฟขณะขับขี่ตอนกลางคืน ผู้ขับขี่สามารถเปิดการใช้งานไฟส่องสว่างด้านหน้ารถได้โดยบิดสวิตช์ (19) ไปยังตำแหน่ง “เปิดไฟต่ำ” และถ้าต้องการ “เปิดไฟฟ้าสูง” สามารถบิดสวิตช์ (19) ไปที่ตำแหน่ง “เปิดไฟสูง” ไฟหน้ารถ (18) จะทำงาน โดยจะมีไฟท้ายรถสีแดง (17) ส่องสว่างพร้อมกัน

8.4 สัญญาณไฟแจ้งบอกก่อนเลี้ยวรถ เมื่อผู้ขับขี่ทำการโยกที่สวิตช์คันโยก (23) ไปด้านซ้ายหรือขวา จะไปสั่งให้ Timer T2 (22) หรือ T3 (24) ทำงานตามทิศทางสวิตช์คันโยก (23) ซึ่ง Timer เป็นตัวส่งสัญญาณ เป็นจังหวะตามที่ตั้งค่าเวลาไว้เป็นความถี่เพื่อส่งสัญญาณให้ไฟ (20) (21) เลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวาเป็นจังหวะ

4.4 ผลการทดสอบสมรรถนะการใช้งาน

การทดสอบสมรรถนะการใช้งานของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EVคันที่ 1 คันที่ 2 และคันที่ 3 รายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 1 คันที่ 2 และคันที่ 3

หัวข้อทดสอบ	**ผลการทดสอบ**		
	RMU EV1	**RMU EV2**	**RMU EV3**
1.พิสัยระยะทาง	50 km	60km	75km
2.เวลาวิ่งทั้งหมด	1 ชั่วโมง 40 นาที	1 ชั่วโมง 40 นาที	1 ชั่วโมง 40 นาที
3. ความเร็วสูงสุด	38 km/h	45 km/h	45 km/h
4.อัตราเร่งจากความเร็ว 0 – 36 km/h	5.5 วินาที	6 วินาที	5 วินาที
5.ระยะเวลารักษาความเร็วสูงสุด	1 ชั่วโมง	50 นาที	1 ชั่วโมง 15 นาที
6. ความสามารถในการขึ้นเนิน	30 องศา	30 องศา	30 องศา
7.รัศมีวงเลี้ยว	4.9 เมตร	6.6 เมตร	5.6 เมตร
8.ระยะเวลาในการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่	7 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	6.5 ชั่วโมง
9.ความแข็งแรงของโครงสร้าง	F.O.S 3.116 (static) min	F.O.S 3.263 (static) min	F.O.S 4.684(static) min
10.น้ำหนักบรรทุก	1,040 kg	1,300 kg	780 kg

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสมรรถนะของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 1 คันที่ 2 และคันที่ 3 มีพิสัยระยะทาง 50, 60 และ75 Km ตามลำดับ เวลาวิ่งทั้งหมดเท่ากับ 1 ชั่วโมง 40 นาที ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 38, 45 และ45 Km/h ตามลำดับ จากอัตราเร่งจากความเร็ว 0 - 36 Km/h มีค่าเท่ากับ 5.5, 6 และ 5 วินาที ตามลำดับ สำหรับระยะเวลารักษาความเร็วสูงสุดเท่ากับ 1 ชั่วโมง, 50 นาที และ1 ชั่วโมง 15 นาที ตามลำดับ ความสามารถในการขึ้นเนินมีค่า 30, 30 และ 30 องศา ตามลำดับ รัศมีวงเลี้ยวเท่ากับ 4.9, 6.6 และ 5.6 เมตร ตามลำดับ ระยะเวลาในการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่เท่ากับ 7, 8 และ6.5 ชั่วโมง ความแข็งแรงของโครงสร้าง (F.O.S.) เท่ากับ 3.116, 3.263 และ 4.684 ตามลำดับ และน้ำหนักบรรทุก เท่ากับ 1,040 kg, 1,300 kg และ780 kg ตามลำดับ