

เลขที่โครงการ 1603/A023



รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาารถฟอร์มูล่าไฟฟ้า

Research and Development of Electric Formula

TNI

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น



คณะผู้วิจัย/ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายภาสกร พันธุ์โอภาส
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ผู้ร่วมวิจัย

1. นาย นเร็นต ชัยธานี
2. นายจิรพงศ์ สุชาติพิทย์
3. นายสุระ ลาภทวี
4. นายวิศิษฐ์ สองเมือง
5. นายชुकิต งามวงศ์

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นปีงบประมาณ 2558 กันยายน 2559

การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า
ภาสกร พันธุ์โอภาส

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยและพัฒนาารถฟอร์มูล่านักศึกษาขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาและอาจารย์ให้มีการคิดวิเคราะห์ เรียนรู้การออกแบบโดยอาศัยความรู้ด้านวิศวกรรม และการทำงานแบบโมโนชูคูริ การแข่งขันรถฟอร์มูล่าที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า หลายทีมทั้งในไทยและต่างประเทศได้เริ่มมีการศึกษาและวิจัยอยู่ในขณะนี้ โดยโครงการนี้ได้มีการวิจัยและนำเสนอผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของล้อเพื่องานความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนท์เอลิเมนต์ การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนท์เอลิเมนต์ การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนท์เอลิเมนต์ การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 30 ที่จังหวัดสงขลา ผลในการศึกษาและวิจัยได้นำมาใช้ในการสร้างรถฟอร์มูล่านักศึกษาขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ให้เป็นไปตามเป้าหมาย

TNI

NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Research and Development of Electric Formula

Mr. Phatsakon Phanophat

Abstract

Research and development of electric Formula. An activity that encourages students and teachers to analytical thinking, learning design using engineering knowledge and work as Monozukuri. Now, many teams both in Thailand and international started to study and research. This research have presented national conference content about The Analysis of Strength Housing of Differential Gear in a Formula Student Electric Car using Finite Element Method, Batteries Housing Analysis of Formula Students Electric by Using Finite Element Method, The Analysis of Strength for Steering Knuckle in Formula Student Electric using Finite Element Method and The Design of the Cooling System for Motors in a Formula Student Electric Car in The 30th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand. In presented of conference has success.

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ในหัวข้อเรื่องการวิจัยและพัฒนารถฟอร์มูล่าไฟฟ้าได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากกองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น วิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตา กรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น ที่สนับสนุนเครื่องมือ เครื่องจักรและสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และแก้ไขสิ่งที่ผิดพลาดทั้งหลายจนกระทั่งการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะทีมวิจัย ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้สนับสนุน บริษัท พิลาร์ทเอ็นจิเนียริง (1999) จำกัดบริษัท ฮีโน่มอเตอร์ส แมนูแฟคเจอร์ (ประเทศไทย) จำกัดบริษัท ฮีโน่มอเตอร์สเซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ และผลิตภัณท์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผศ.ดร.เลอเกียรติ วงศ์สารพิบูลคณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นได้ให้กำลังใจ และอำนวยความสะดวกตลอดจนให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจาก ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เกี่ยวข้องหลายท่านในการทำงานวิจัย จนประสบผลสำเร็จจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้แก่นักเรียน นักศึกษาผู้สนใจ ศึกษาด้านยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

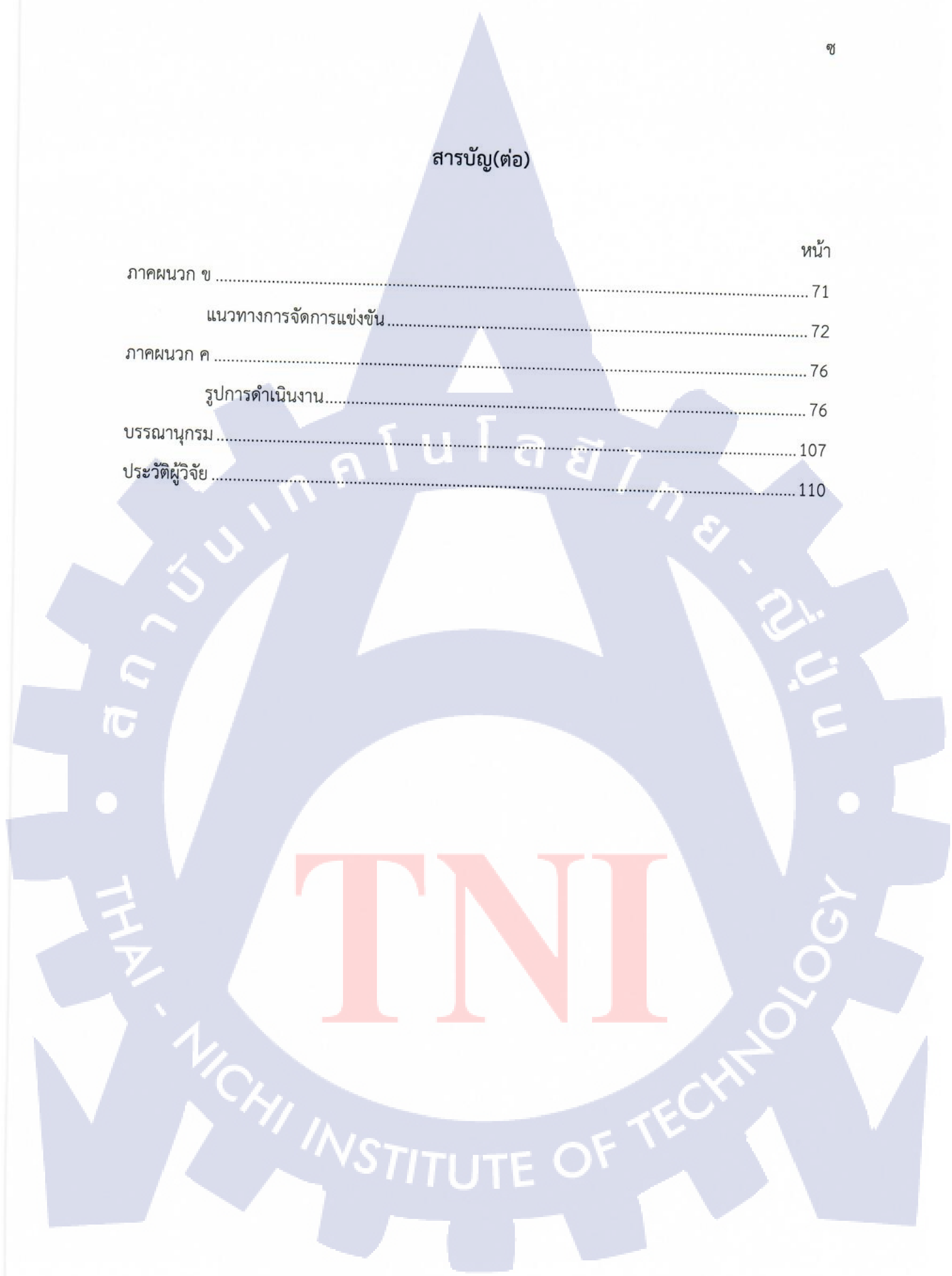
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย	2
1.4 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	1
2.1.2 แบตเตอรี่	15
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	29
3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาวิจัย	29
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	31
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	31

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4 ผลการศึกษาวิจัย	32
4.1 การออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองเพื่อลดความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่า ไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์	32
4.2 การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทาง ไฟไนต์เอลิเมนต์	38
4.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์ เอลิเมนต์	43
4.4 การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา.....	46
5 สรุปการดำเนินงาน	52
5.1 การออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองเพื่อลดความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่า ไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์	52
5.2 การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทาง ไฟไนต์เอลิเมนต์	52
5.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์ เอลิเมนต์	53
5.4 การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา.....	53
5.5สรุปและข้อเสนอแนะ	54
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก	56
เอกสารขออนุมัติโครงการ	56

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	71
แนวทางการจัดการแข่งขัน	72
ภาคผนวก ค	76
รูปการดำเนินงาน.....	76
บรรณานุกรม	107
ประวัติผู้วิจัย	110



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน.....	3
ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบทางเคมี.....	36
ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของอลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061-T651.....	45
ตารางที่ 4 เงื่อนไขการรับแรง.....	46



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงเฟรมของมอเตอร์.....	2
รูปที่ 2 แสดงขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก.....	3
รูปที่ 3 แสดงลักษณะขั้วแม่เหล็ก.....	4
รูปที่ 4 แสดงลักษณะของแกนหมุน.....	4
รูปที่ 5 แสดงแปรงถ่าน.....	4
รูปที่ 6 แสดงช่องแปรงถ่าน.....	5
รูปที่ 7 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.....	6
รูปที่ 8 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน.....	7
รูปที่ 9 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเซอร์พรีซันท์คอมเพาต์.....	8
รูปที่ 10 แสดงการปรับฟิวด์รีโอสตาร์ทด้วยมือ.....	9
รูปที่ 11 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน.....	10
รูปที่ 12 แสดงการควบคุมความเร็วโดยการแบ่งขดลวดขั้วแม่เหล็ก.....	10
รูปที่ 13 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้ต่ำกว่าความเร็วปกติ.....	11
รูปที่ 14 การปรับความเร็วขั้วแม่เหล็กให้มีความเร็วสูงกว่าปกติโดยใช้รีโอสตาร์ท.....	12
รูปที่ 15 การปรับความเร็วขั้วแม่เหล็กให้มีความต่ำกว่าปกติ โดยใช้รีโอสตาร์ท.....	12
รูปที่ 16 โครงสร้างของมอเตอร์.....	12
รูปที่ 17 วงจรควบคุมการขับเคลื่อน.....	13
รูปที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ.....	14
รูปที่ 19 มอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่าน.....	14
รูปที่ 20 ถ่านคาร์บอนเคลื่อนสั่นสะเทือน.....	17
รูปที่ 21 ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง.....	18

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 22 ถ่านลิเทียม.....	19
รูปที่ 23 ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์.....	21
รูปที่ 24 รูปแสดงตำแหน่งชุดเฟืองเพื่อลดความเร็ว.....	32
รูปที่ 25 แบบเสื้อเฟืองเพื่อลดความเร็ว.....	33
รูปที่ 26 รูปแสดงตำแหน่งยึดเสื้อเฟืองเพื่อลดความเร็วกับสเตอร์.....	34
รูปที่ 27 แนวแรงที่กระทำกับเสื้อเฟืองเพื่อลดความเร็ว.....	34
รูปที่ 28 รูปแสดงระบบโซสเตอร์ในรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา.....	35
รูปที่ 29 แสดงค่าตัวแปรในการคำนวณค่าแรงบิด.....	35
รูปที่ 30 รูปแสดงจุดยึดในโปรแกรม ansys.....	37
รูปที่ 31 รูปแสดงแนวแรงในโปรแกรม ansys.....	37
รูปที่ 32 รูปแสดงผลการผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม.....	38
รูปที่ 33 ขนาดของแบตเตอรี่.....	39
รูปที่ 34 การจัดเรียงแบตเตอรี่ 1 ชุด 12 เซลล์.....	39
รูปที่ 35 การจัดเรียงแบตเตอรี่ 1 ชุด 8 เซลล์.....	39
รูปที่ 36 โครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1.....	40
รูปที่ 37 โครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2.....	40
รูปที่ 38 แนวแรงที่ลูกแบตเตอรี่กระทำกับโครงแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 40 g ในทิศทางตามลองจิจูดและ ทิศทางด้านข้าง.....	41
รูปที่ 39 แนวแรงที่ลูกแบตเตอรี่กระทำกับโครงแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 20 g ในทิศทางแนวตั้ง.....	41
รูปที่ 40 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1.....	42
รูปที่ 41 รูปแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2.....	42

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 42 แผนการดำเนินงานและขั้นตอนในการวิเคราะห์	43
รูปที่ 43 การออกแบบคอกม้า	44
รูปที่ 44 อัตราการไหลของน้ำ 2 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร.....	46
รูปที่ 45 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร.....	47
รูปที่ 46 อัตราการไหลของน้ำ 12 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร.....	47
รูปที่ 47 อัตราการไหลของน้ำ 2 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร.....	48
รูปที่ 48 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร.....	48
รูปที่ 49 อัตราการไหลของน้ำ 12 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร.....	48
รูปที่ 50 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร.....	49
รูปที่ 51 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร.....	49
รูปที่ 52 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร.....	50
รูปที่ 53 ตารางสรุปอัตราการถ่ายเทความร้อนกับ อัตราการไหลของน้ำ ที่ขนาดของหม้อน้ำ 400,450 และ 500 ตารางเซนติเมตร	50
รูปที่ 54 อุณหภูมิน้ำขาออกกับอัตราการไหลของน้ำที่ขนาดของหม้อน้ำ 400,450 และ 500 ตารางเซนติเมตร.....	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแข่งขันรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาเป็นกิจกรรมที่ดีเป็นการฝึกให้นักศึกษามีการคิดวิเคราะห์ การออกแบบโดยอาศัยความรู้ด้านวิศวกรรม และการวางแผนบริหารจัดการทีม ซึ่งปัจจุบันที่มีการแข่งขันอยู่หลายประเทศ ซึ่งในปัจจุบันนอกจากรถฟอร์มูล่าที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์แล้ว ยังมีรถฟอร์มูล่าที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในหลายทีมทั้งในไทยและต่างประเทศได้เริ่มมีการศึกษาอยู่ในขณะนี้ รวมถึงสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นก็ได้มีการศึกษาเช่นกัน

ในปี พ.ศ. 2548 ทางสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้ศึกษาและออกแบบรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าโดยใช้โครงสร้างรถเดิมจากรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์แล้วทำการดัดแปลงโครงเพื่อใส่แบตเตอรี่ และใช้มอเตอร์แบบติดล้อ(Inwheel Motor) แต่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการรับน้ำหนักที่ต่างกันในแต่ละล้อ ส่งผลให้การรับภาระของระบบวงจรควบคุมมอเตอร์ของแต่ละล้อที่ต่างกัน ทำให้เกิดความเสียหายกับระบบควบคุมมอเตอร์

ดังนั้นในปีนี้ได้มีการนำปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อ ปีที่แล้วมาปรับปรุงแก้ไข โดยการออกแบบโครงสร้างใหม่ ระบบการขับเคลื่อนใหม่โดยใช้มอเตอร์ตัวเดียวและออกแบบระบบเกียร์ทด มีการออกแบบการระบายความร้อนให้กับมอเตอร์และระบบควบคุม และออกแบบชุดบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่ใหม่โดยแบ่งเป็น 3 ชุด เพื่อกระจายน้ำหนักและสร้างความสมดุลให้กับตัวรถ

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองเหลื่อมความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

1.2.2 เพื่อการวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

1.2.3 เพื่อการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์อิเลเมนต์

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์อิเลเมนต์

1.2.5 เพื่อออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

1.3 ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย

1.3.1 การออกแบบและพัฒนาระบบส่งกำลังของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อหาอัตราทดที่เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ น้ำหนักตัวรถและลักษณะการแข่งขัน

1.3.2 เพื่อออกแบบระบายความร้อนของระบบมอเตอร์และชุดควบคุมมอเตอร์ ไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินอุณหภูมิทำงานของอุปกรณ์

1.3.3 เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่ของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าให้สามารถทนต่อความเร่งในแนวราบได้ไม่น้อยกว่า 40g และแนวดิ่ง ไม่น้อยกว่า 20g(ตามกติกาการแข่งขัน)

1.3.4 เพื่อศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าต่อระยะทางต่อน้ำหนักรวม

1.3.5 กลุ่มเป้าหมาย หรือ ประชากร

นักศึกษาและคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อุตสาหกรรมยานยนต์

1.3.6 ระยะเวลาของการวิจัย ระยะเวลา 9 เดือน

1.4 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล การวิจัยและการติดตั้งอุปกรณ์

1.4.1 ห้อง C205 (ห้องวางแผน ประชุมดำเนินงาน)

1.4.2 ห้อง C207 (ห้องปฏิบัติการด้านไฟฟ้า)

1.4.3 อาคารปฏิบัติการ K ห้อง (พื้นที่ปฏิบัติงานของการสร้างและพัฒนา Formula Student

EV)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวในงานวิจัยรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า อาทิ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.1.1.1 ความหมายมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงาน ดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดถึงคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆและสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้อง

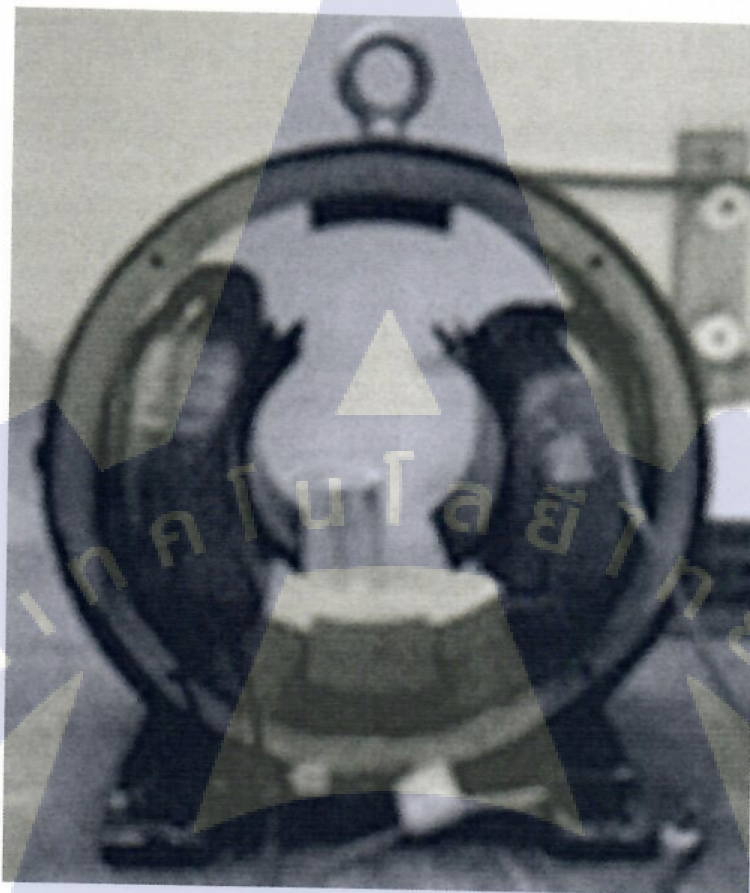
มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.1.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้ 3 ชนิดดังนี้

1.1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่า ซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Single Phase)



รูปที่ 1 แสดงเฟรมของมอเตอร์

- สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)

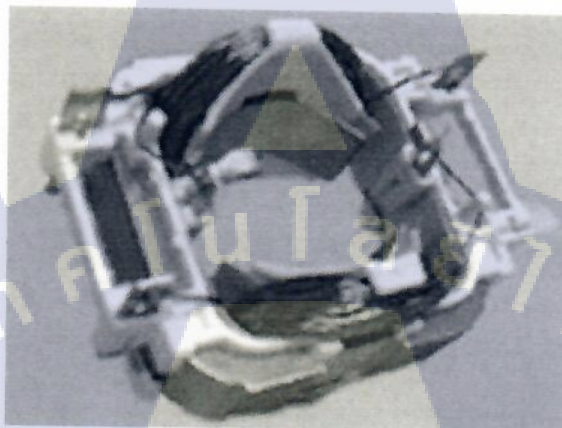
1.2) มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C. Two phase Motor)

1.3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทรีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase

Motor)

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่า ดี.ซี. มอเตอร์ (D.C. MOTOR)

2.1) ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้



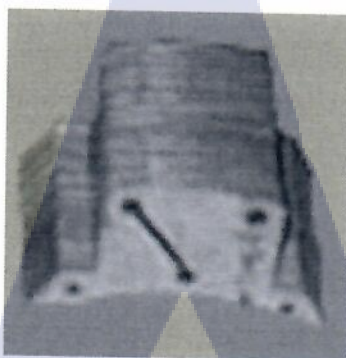
รูปที่ 2 แสดงขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก

A) ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

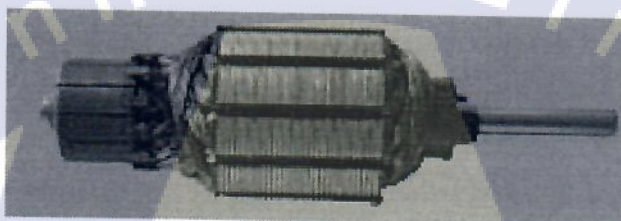
- เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาเป็นรูปทรงกระบอกขั้วแม่เหล็ก (Pole)

- แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก

ส่วนแรก แกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด จะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque) ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก

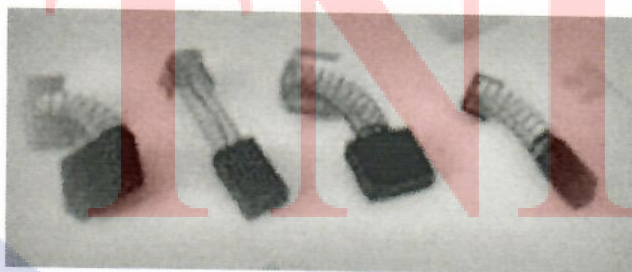


รูปที่ 3 แสดงลักษณะขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของแกนหมุน

ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น



รูปที่ 5 แสดงแปรงถ่าน

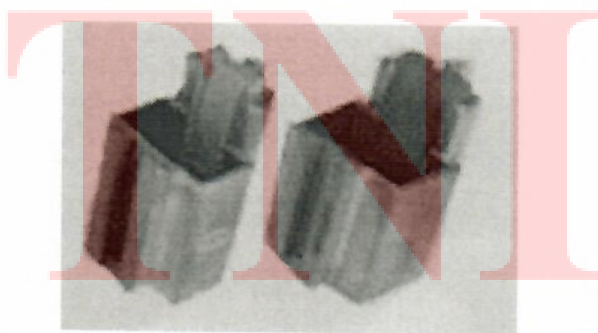
B) ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่ง ไม่มีการสั่นสะเทือนได้

- แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

- คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)

- ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับารออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ



รูปที่ 6 แสดงของแปรงถ่าน

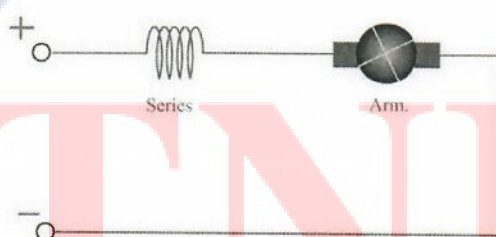
- แปร่งถ่านทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าในช่องแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้

2.2) หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action)

เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกันตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในดิวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับดลบลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ดิวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิง (Fleming's left hand rule)

2.3) ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มี 3 ชนิด ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

a) มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีย์มอเตอร์ (Series Motor)



รูปที่ 7 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

b) มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ (Shunt Motor)

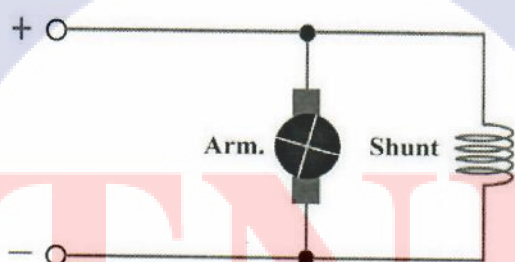
c) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

a) มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของเครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวด ของมอเตอร์ ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนัก กระแสจะมากความเร็วรอบ จะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ

b) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

หรือเรียกว่าซันท์มอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ซันท์มอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

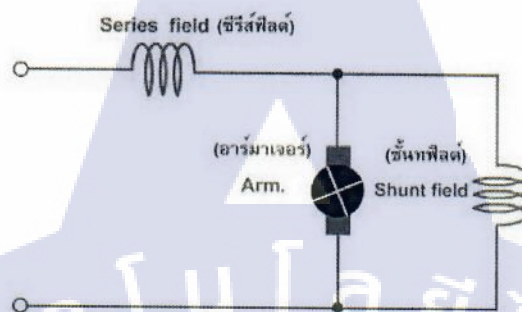


รูปที่ 8 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

c) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

หรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะ

พิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่มอเตอร์ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้น



รูปที่ 9 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชั้นคอมเพาเวรต์

2.4) การสตาร์ทมอเตอร์หรือการเริ่มเดินมอเตอร์

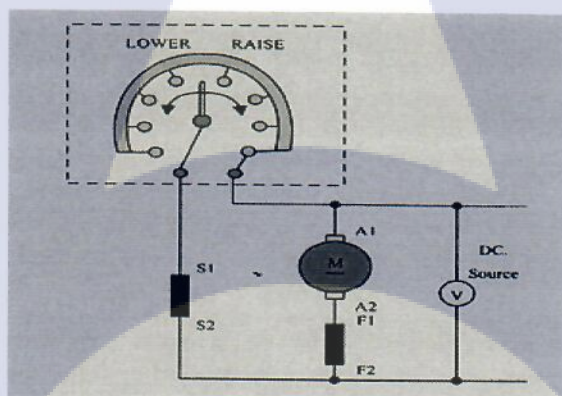
ในช่วงเริ่มแรกยังไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ (Back Emf) เกิดขึ้นที่อาร์มาเจอร์ ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไฟฟ้าที่ตกคร่อม (Voltage Drop) ที่อาร์มาเจอร์จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเป็นจำนวนมาก อาจเป็นให้เกิดอันตรายกับมอเตอร์หรือฟิวส์ขาดได้ เนื่องจากความต้านทานของอาร์มาเจอร์ที่มีค่าต่ำมาก เพราะฉะนั้นในการสตาร์ทมอเตอร์หรือเริ่มเดินมอเตอร์นั้นจำเป็นมากที่ต้องต่อความต้านทานอนุกรมกับเข้ากับอนุกรมกับอาร์มาเจอร์ เพื่อให้กระแสถูกควบคุมในขั้นปลอดภัยเมื่อมอเตอร์หมุนไปแล้วค่อยๆ ลดค่าความต้านทานทีละน้อย ในที่สุดจะถูกปลดออกจากวงจรอาร์มาเจอร์

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้สตาร์ทมอเตอร์หรือเริ่มเดินมอเตอร์ เรียกว่าสตาร์ทติ่งบ็อก มีชนิด 3 ขั้ว (Three - Point Starting Box) สตาร์ทติ่งบ็อกชนิด 4 ขั้ว (Four Point Box)

2.4.1) การควบคุมด้วยมือ (Manual Operation)

การปรับฟิลด์รีโอสตาร์ท (Field Rheostat) ด้วยมือซึ่งอนุกรมกับวงจรฟิลด์เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่ใช้ควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงดังแสดง ในรูป 2.10 การควบคุมตามวิธีฟิลด์รีโอสตาร์ทจะเป็นตัวต้านทานที่ต่อแยกออกมาหลายๆ และมีสายต่อไปยังสวิตช์ที่มีหลายปุ่มแขนของสวิตช์จะหมุนไปตามสัดส่วนโค้ง และสัมผัสปุ่มสวิตช์ที่ต่อแยกออกจากตัวต้านทาน

ดังนั้นจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนความต้านทานในวงจรฟิลต์ถ้ำแขนของสวิตช์หมุนไปตามทิศทาง "LOVER" จะทำให้ความต้านทานเพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้วลดลงแต่ถ้ำแขนของสวิตช์หมุนไปตามทิศ "RAISE" ความต้านทานจะลดลงเป็นผลทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ขั้วเพิ่มขึ้น ฟิลต์รีโอสตาร์ตที่ใช้กับกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดปานกลางตัวต้านทานที่ใช้จะเป็นลวดโลหะผสมที่มีความต้านทานจำเพาะสูง และสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำ โลหะผสมนี้ประกอบด้วยทองแดง นิกเกิล แมงกานีส และโครเมียม และมีชื่อเรียกทางการค้าว่า นิคโครม แมงกานีส และอื่นๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ๆ ฟิลต์รีโอสตาร์ตทำจากตาข่ายเหล็กหล่อ ประกอบอยู่กับกลไกสวิตช์ รีโอสตาร์ตเริ่มเดิน ได้ออกแบบให้นำกระแสไฟฟ้าในการเริ่มเดินในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ไม่มีค่าต่ำกว่าปกติโดยการยึดแขนไว้ตรงกึ่งกลางของปุ่มสัมผัสก็จะทำให้ตัวต้านทานในการเริ่มเดิน เกิดการ ไหมขึ้นได้

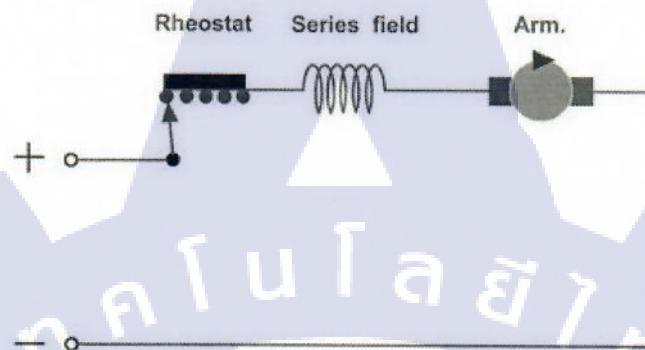


รูปที่ 10 แสดงการปรับฟิลต์รีโอสตาร์ตด้วยมือ

2.4.2) การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในการควบคุมความเร็ว ต้องมีวิธีการที่ควบคุมแตกต่างกันไปตามชนิดของมอเตอร์ดังนี้

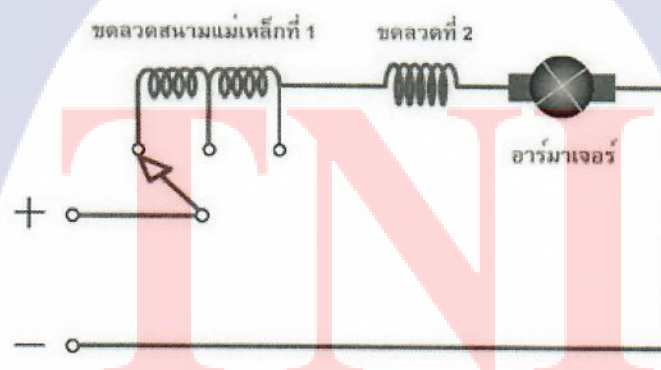
- การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอนุกรมนี้ จะมีความเร็วสูงมากจึงจำเป็นต้องมีการควบคุม ให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ ในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมอยู่ 2 วิธี

a) ใช้การต่ออนุกรมกับขดลวดเพื่อลดแรงดันไฟฟ้า และลดกระแสได้อาร์มาเจอร์ ตัวต้านทานที่นิยมใช้ก็คือลวดนิโครม (Nichrome Wire) และแผ่นคาร์บอน (Carbon Plate) แบบที่นิยมใช้ในมอเตอร์จักรเย็บผ้า



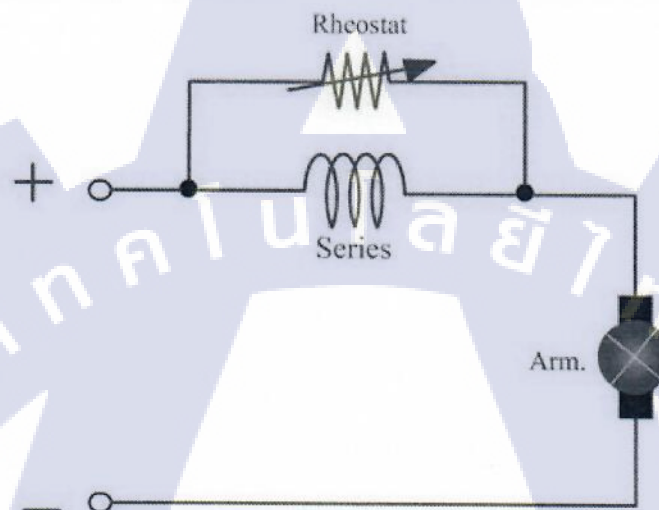
รูปที่ 11 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน

b) ใช้การแบ่งที่ขดลวดหัวแม่เหล็ก (Tapped Field) โดยการนำขดลวดหัวแม่เหล็กที่ 1 มาแบ่งออกตามลักษณะดังรูปจากนั้นก็ต่อเข้ากับสวิตช์เลือกเพื่อปรับให้อยู่ในจุด ที่ทำการแบ่งเพื่อให้ความเร็ว ของมอเตอร์เป็นไปตามต้องการ ดัง รูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงการควบคุมความเร็วโดยการแบ่งขดลวดหัวแม่เหล็ก

- สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่มีกระแสสูงการควบคุมโดยความเร็วการต่อความต้านทานและการปรับค่าความต้านทานและการเลื่อนปุ่มจะทำให้เกิดประกายไฟ (Arc) และเกิดความร้อนสูง จึงใช้วิธีแบ่งแยกกระแสในขดลวดขั้วแม่เหล็ก (Field Diverter) โดยนำความต้านทานปรับค่าได้ต่อขนานกับขดลวดสนามแม่เหล็ก ใช้ปรับความเร็ว เมื่อต้องการความเร็วสูง กว่าความเร็วปกติ ดังรูปที่ 13

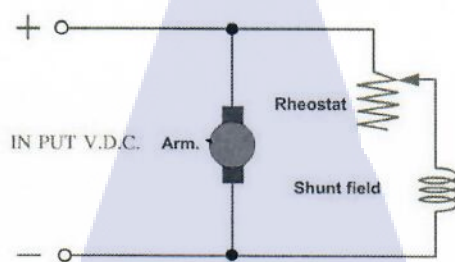


รูปที่ 13 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้ต่ำกว่าความเร็วปกติ

- การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงแบบขั้ว (Shunt Motor)

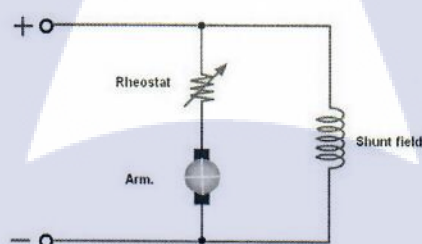
มอเตอร์กระแสตรงแบบขนานนี้ต่อขดลวดขั้วแม่เหล็ก (Field Coil) ขนานกับขดลวดชุดอาร์มาเจอร์ จึงเรียกว่าแบบขนานหรือขั้วมอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้มีความเร็วปกติคงที่

a) ถ้าจะทำให้ความเร็วมอเตอร์แบบขั้วนี้สูงกว่าปกติใช้รีโอสตาท (Rheostat) ต่ออนุกรมกับขดลวดขั้วแม่เหล็ก เพื่อทำให้ค่ากระแสในขดลวดขั้วแม่เหล็กลดลง เป็นการเพิ่มความเร็วของมอเตอร์แบบขั้วนี้ได้

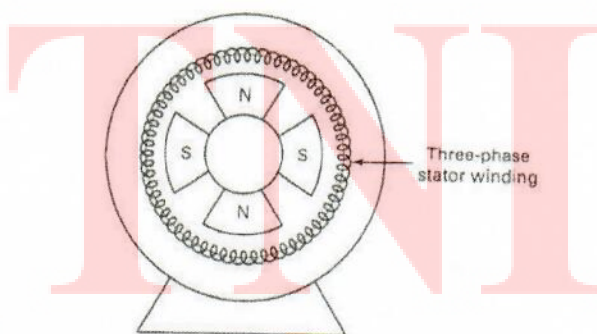


รูปที่ 14 การปรับความเร็วขั้วมอเตอร์ให้มีความเร็วสูงกว่าปกติโดยใช้รีโอสตาร์ท

b) ถ้าจะให้ความเร็วของมอเตอร์แบบขั้วมีความเร็วต่ำกว่าปกติโดยการต่อรีโอสตาร์ทอนุกรมกับขดลวดวงจรอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์



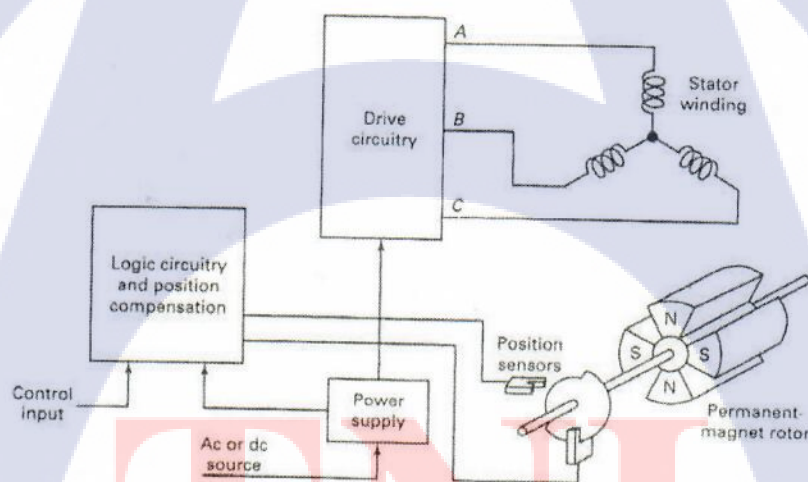
รูปที่ 15 การปรับความเร็วขั้วมอเตอร์ให้มีความต่ำกว่าปกติ โดยใช้รีโอสตาร์ท



รูปที่ 16 โครงสร้างของมอเตอร์

2.5) มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motors)

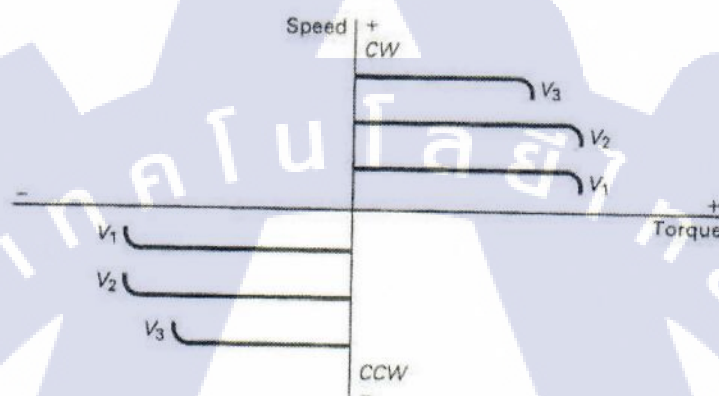
มอเตอร์ดี.ซี.ชนิดนี้จะนำไปใช้ในที่ที่มีอันตราย ปราศจากการเกิดประกายไฟที่แปรงถ่านสัมผัสกับซี่ของคอมมิวเตเตอร์ นำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ขับเคลื่อนด้วยความเร็วคงที่ เช่น ขับเคลื่อนในฮาร์ดดิสก์มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านมีโครงสร้างประกอบด้วยตัวอยู่กับที่เป็นขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่วนตัวที่เคลื่อนที่เป็นขั้วแม่เหล็กถาวรและที่ขดลวดอาร์เมเจอร์จะต่อเชื่อมเข้ากับวงจรสวิตซ์ซิงอิเล็กทรอนิกส์เป็นผลทำให้ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของการสวิตซ์ของทรานซิสเตอร์กำลัง ทำให้โรเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวรหมุนตามการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่ขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่วนตำแหน่งในการตรวจจับที่เฟลาจะใช้ในตอนเริ่มต้นเพื่อให้ได้เวลาในการสวิตซ์ที่มีความเหมาะสม ซึ่งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับมอเตอร์ ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านเป็นส่วนที่มีความยุ่งยากซับซ้อนพอสมควร อย่างไรก็ตามหลักการทำงานโดยทั่วไปของมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 16



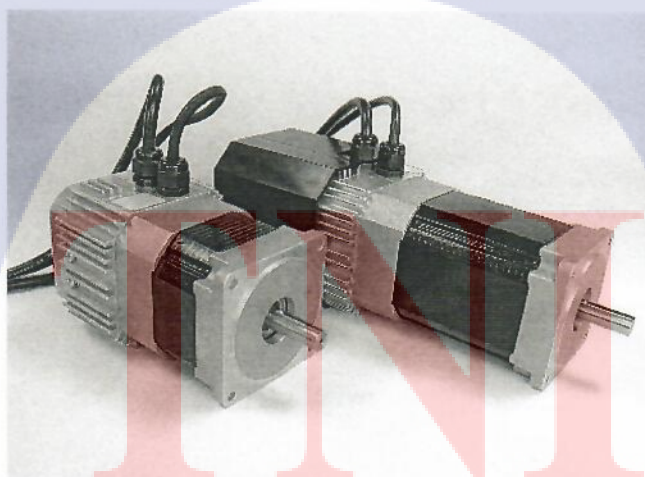
รูปที่ 17 วงจรควบคุมการขับเคลื่อน

จาก รูปที่ 17 เป็นระบบการควบคุมมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านชนิด 3 เฟส ซึ่งประกอบด้วยสเตเตอร์มีขดลวดอาร์เมเจอร์จำนวน 3 ชุด โดยได้รับการกระตุ้นจากวงจรขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์และมีสัญญาณตรวจจับตำแหน่งอยู่ที่เฟลา ซึ่งโครงสร้างของมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านมีลักษณะคล้ายกันกับ

ของมอเตอร์ซึ่งโครนัสจำนวนชั่วแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดตามจำนวนชั่วของแม่เหล็กถาวรของโรเตอร์ คุณลักษณะของแรงบิดและความเร็วรอบที่ได้เกิดจากการควบคุมขนาดกระแสของขดลวดอาร์เมเจอร์และเวลาในการสวิทช์ของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้จะให้ความเร็วรอบที่คงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงบิดที่เปลี่ยนแปลงสังเกตได้จากกราฟ รูปที่ 18



รูปที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ



รูปที่ 19 มอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่าน

2.1.2 แบตเตอรี่

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยน พลังงานเคมีที่เก็บไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า ได้มีการค้นพบว่า มีการใช้ แบตเตอรี่ตั้งแต่สมัย บาบิโลเนียน เมื่อประมาณ 500 ปีก่อนคริสตศักราช แต่แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจจุบัน เป็นการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เมื่อ 200 ปีที่แล้ว ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น 4 ชนิดดังนี้

1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่า “ถ่าน” มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น

3) แบตเตอรี่เชิงกลเป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วนำกลับมาชาร์จประจุใหม่ได้ โดยการเปลี่ยนข้อวិเล็กโทรดขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้ว ซึ่งทำให้มีการชาร์จประจุอย่างรวดเร็ว เช่น แบตเตอรี่ชนิดลูมิเนียม-อากาศ

4) แบตเตอรี่ผสม เป็นแบตเตอรี่ที่มีเซลล์ของเชื้อเพลิงผสมอยู่ โดยข้อวิเล็กโทรดข้างหนึ่งเป็น ก๊าซและอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วของตัวเอง เช่น แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน

ปัจจุบันนิยมใช้งาน ทั้งแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว ในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (NiCd) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถชาร์จประจุได้มากกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน

- แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C

- แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่มักมีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตราย

- แบตเตอรี่ชนิดวานาเดียม-รีดอกซ์ (Vanadium-Redox) แบตเตอรี่แบบนี้สามารถชาร์จประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้งานง่าย ราคาถูก ถึงแม้ว่าวานาเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุที่ได้มาตรฐาน

2.1.2.1 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

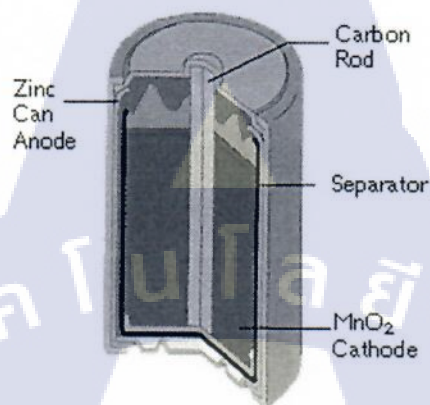
แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่า “ถ่าน” มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทั้งนั้นเป็นที่นิยมกันมากในหมู่นักเดินป่าทั้งหลาย แต่ในระยะหลังนี้ถ่านไฟฉายอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับคามนิยมเพิ่มมากขึ้นคือถ่านลิเทียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง ใช้ได้ดีในที่อากาศเย็นและสามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้ ในปัจจุบันผู้ผลิตยังได้ผลิตถ่านลิเทียมในขนาด AA ออกมาอีกด้วย แต่อย่างไรก็ดี ตลาดถ่านไฟฉายในปัจจุบันไม่ได้แข่งที่ประเภทถ่านอัลคาไลน์หรือลิเทียมเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นการแข่งขันกันระหว่างถ่านไฟฉายแบบที่ใช้แล้วทิ้ง (Throwaways) กับแบบที่สามารถประจุไฟเข้าไปใหม่ได้ (Rechargeables) หรือที่เรียกกันว่า ถ่านแบบรีชาร์จ ถ่านไฟฉายในตลาดปัจจุบันที่ใช้กันในการเดินป่า สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี (Carbon-zinc cells)

ถ่านไฟฉายทุกๆ ไปจะมีหลักการทำงานคร่าวๆ คือ ใช้คาร์บอนเป็นขั้วบวก หุ้มด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ และเคลือบด้านนอกด้วยสังกะสีซึ่งเป็นขั้วลบ เมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นจะให้อิเล็กตรอนออกมา และเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่ถ้าปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวเกิดการย้อนกลับก็จะทำให้เราสามารถประจุไฟเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่ได้หรือที่เรียกว่าการรีชาร์จนั่นเอง แต่

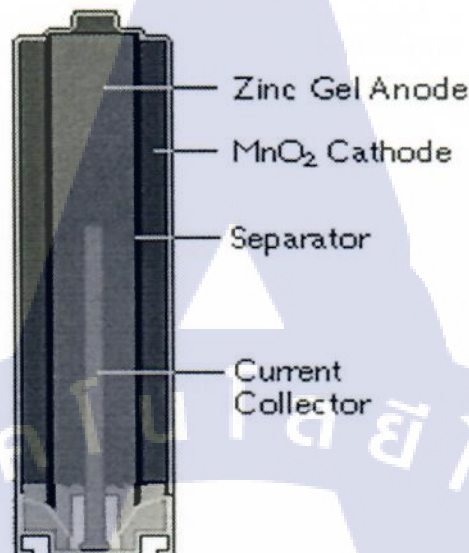
ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสีในประเภทนี้เป็นถ่านไฟฉายรุ่นแรกๆ ที่ไม่สามารถจะรีชาร์จได้ และในปัจจุบันก็ได้มีถ่านประเภทอื่นๆ ออกมาแทนที่จำนวนมาก



รูปที่ 20 ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี

2) ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable alkaline cells)

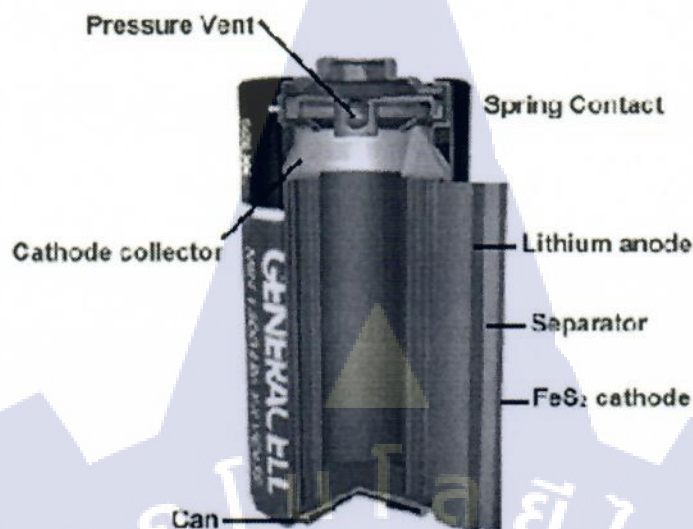
ถ่านอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งได้เริ่มมีใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1958 (พ.ศ. 2501) ซึ่งเมื่อแรกเริ่มนั้นเป็นที่นิยมกันมากเพราะสามารถให้พลังงานได้มากกว่าถ่านไฟฉายแบบเก่า แต่ในระยะหลังเริ่มมีคนตระหนักถึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เนื่องมาจากการใช้ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งกันมากขึ้น เนื่องจากไฟฉายประเภทนี้มีสารปรอทเป็นส่วนประกอบและเนื่องจากปริมาณการใช้งานที่นิยมกันมากจนทำให้เกิดปัญหาขยะมีพิษเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้พยายามมากขึ้นที่จะพัฒนาถ่านอัลคาไลน์ให้ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1980 ได้มีผู้ผลิตถ่านอัลคาไลน์แบบที่มีสารปรอทต่ำลงออกมา และในปี 1990 ก็ได้มีถ่านอัลคาไลน์แบบปลอดสารปรอทเกิดขึ้น (เช่นถ่านดูราเซลล์และอีเนอร์จีเซอร์ ที่นิยมกันในปัจจุบันนั่นเอง) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การที่มีปริมาณการใช้งานถ่านอัลคาไลน์จำนวนมากในปัจจุบันก็ยังก่อให้เกิดปัญหาเรื่องขยะพิษไปทั่วโลกอยู่ดี ยกตัวอย่างเช่น เฉพาะในประเทศอเมริกามีการทิ้งถ่านอัลคาไลน์จำนวนถึง 2 พันล้านก้อนต่อปี ข้อเสียที่สำคัญของถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งนี้ก็คือจะมีประสิทธิภาพลดลงอย่างมากในสภาพอากาศที่หนาวเย็น



รูปที่ 21 ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง

3) ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ (Rechargeable alkaline)

ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จเริ่มมีใช้เมื่อ ค.ศ. 1993 ให้พลังงาน 1.5 โวลต์เท่ากับถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง แต่เมื่อมีการชาร์จใหม่เรื่อยๆ ประสิทธิภาพของถ่านจะลดลงตามจำนวนการชาร์จในแต่ละครั้ง ถึงแม้จะมีการดูแลรักษาและชาร์จอย่างถูกต้องก็ตาม เมื่อชาร์จไปประมาณสิบครั้งประสิทธิภาพจะลดลงเหลือประมาณ 60% และเมื่อชาร์จไปสามสิบครั้งประสิทธิภาพจะลดลงเหลือเพียง 40% และลดลงไปเรื่อยๆ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จกับถ่านนิแคดจึงเห็นได้ชัดว่าถ่านนิแคดมีอายุการใช้งานนานกว่ากันมาก นอกจากนี้ เพื่อให้ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด เราควรจะต้องรีชาร์จถ่านอย่างสม่ำเสมอและอย่าปล่อยให้แบตเตอรี่หมดเกลี้ยง และจำเป็นจะต้องใช้เครื่องชาร์จเฉพาะด้วย



รูปที่ 22 ถ่านลิเทียม

บริษัทเยอรมนีบริษัทหนึ่งได้ผลิตถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จยี่ห้อ Accucell ขึ้น โดยความสามารถมากขึ้น ซึ่งมีข้อดีที่สำคัญกว่าถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จสมัยก่อนคือสามารถรีชาร์จได้นับร้อยครั้ง โดยที่ประสิทธิภาพไม่ตกลงไปมากนัก ทำให้มีคนหันมาให้ความสนใจและเป็นที่นิยมมากขึ้น

4) ถ่านลิเทียม (Lithium cells)

ได้มีการเริ่มใช้ถ่านลิเทียมครั้งแรกกับไฟฉายติดศีรษะที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งในขณะนั้นมีราคาแพงมากถึง 20 เหรียญสหรัฐ แต่มีอายุการใช้งานยาวนานมากและยังสามารถใช้งานในสภาพอากาศที่หนาวเย็นมากๆ ได้อีกด้วย แต่เนื่องจากมันมีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ จึงถูกห้ามนำขึ้นเครื่องบินไม่ว่าจะติดตัวขึ้นไปหรือใส่ในกระเป๋าเดินทางที่โหลดไว้ใต้เครื่อง ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงได้พัฒนาถ่านลิเทียมประเภทนี้ออกมากลายเป็นลิเทียมธรีโอไนลคลอไรด์ซึ่งใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น หลอด LED (Light-emitting diode) สามารถนำขึ้นเครื่องบินได้ มีการผลิตออกมาในขนาด AA และยังมีราคาที่ถูกลงอีกด้วย (ประมาณ 9 – 11 เหรียญสหรัฐ) เมื่อเทียบกับว่าถ่านก้อนหนึ่งสามารถใช้ได้นานหลายเดือน

เมื่อเร็วๆ นี้ บริษัทเอเวอร์เรดี อีเนอร์จิเซออร์ ได้ผลิตถ่านไฟฉายแบบลิเทียมไอร์ออนไดซัลไฟด์ (Lithium-iron disulfide) ในขนาด 1.5 โวลต์ AA ออกมาสำหรับใช้กับกล้องถ่ายรูปแบบอัตโนมัติ ข้อดีของถ่านชนิดนี้คือมีน้ำหนักเบากว่าถ่านอัลคาไลน์ถึง 60% และสามารถเก็บเอาไว้ได้นานถึงสิบปี แต่อย่างไรก็ดี ผู้เชี่ยวชาญได้กล่าวว่าถ่านลิเทียมแบบนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาทางเคมีภายในแล้วจะทำให้ประสิทธิภาพของตัวถ่านลดลงเมื่อใช้กับอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น ไฟฉาย นอกจากนี้ ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ ในการผลิตถ่านลิเทียมแบบนี้จำเป็นต้องใช้พลังงานในการผลิตถ่านหนึ่งก้อนมากกว่าที่ตัวถ่านไฟฉายเองสามารถจะให้พลังงานได้ โดยใช้พลังงานในการผลิตมากกว่าถึง 50 เท่า ซึ่งความจริงที่น่าเศร้าอีกอย่างก็คือถ่านแบบนี้ไม่สามารถจะรีชาร์จใหม่ได้ด้วย

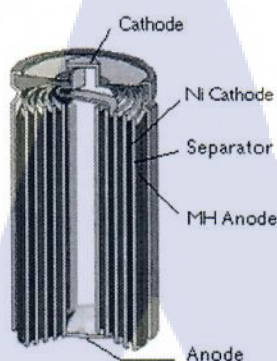
5) ถ่านนิเกิลแคดเมียมหรือนิแคด (Nickel-cadmium cells, Nicads)

ถ่านนิแคดเป็นถ่านที่สามารถรีชาร์จได้ เริ่มมีใช้ครั้งแรกในช่วงทศวรรษ 1950 และสามารถจะรีชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง แต่ในสมัยนั้น นักเดินป่าส่วนใหญ่จะไม่นิยมใช้ถ่านนิแคดเนื่องจากปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ นั่นคือเราจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ให้หมดเกลี้ยงก่อนถึงจะชาร์จใหม่ได้ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดเมโมรีเอฟเฟกต์ (Memory Effect) ซึ่งหมายถึงการชาร์จแบตเตอรี่ได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถชาร์จได้เต็มที่ ซึ่งเกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ในขณะที่แบตเตอรี่เดิมยังไม่หมดดี ทำให้การชาร์จครั้งต่อไปจะใช้เวลาสั้นลงเนื่องจากแบตเตอรี่จะเก็บความจำในการชาร์จที่สั้นที่สุดเอาไว้ และทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดน้อยลง หรือหากเราชาร์จทิ้งเอาไว้นานเกินไปจะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากและเสียหายได้อีกเช่นกัน ถ่านนิแคดยังให้พลังงานเพียง 1.2 โวลต์ซึ่งน้อยกว่าถ่านอัลคาไลน์ที่ให้พลังงาน 1.5 โวลต์อีกด้วย และนอกจากนี้สารแคดเมียมยังเป็นสารพิษที่อันตรายมากอีกด้วย

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถ่านนิแคดให้มีคุณภาพดีขึ้นมาก สามารถรีชาร์จได้ง่ายขึ้น และยังมีองค์กรหรือสมาคม (ในต่างประเทศ) ที่คอยรับเก็บถ่านนิแคดที่ใช้แล้วเพื่อเอาไปรีไซเคิลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหากับสภาพแวดล้อมอีกด้วย

6) ถ่านนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride, NiMH)

ถ่าน NiMH นี้มีประสิทธิภาพอยู่ตรงกลางระหว่างถ่านนิแคดและถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ ถ่าน NiMH ให้พลังงาน 1.2 โวลต์เหมือนถ่านนิแคดและสามารถชาร์จใหม่ได้หลายร้อยครั้งเช่นกัน แต่การชาร์จถ่าน NiMH จะไม่เกิดเมโมรีเอฟเฟกต์เหมือนถ่านนิแคด ตัวถ่าน NiMH จะสามารถรีชาร์จด้วยตัวเอง



รูปที่ 23 ถ่านนิเกิลเมทัลไฮไดรด์

ประมาณ 1-4 % ของพลังงานที่เหลืออยู่ทุกวัน แต่เราไม่สามารถเก็บถ่าน NiMH เอาไว้ได้นานเท่ากับถ่านอื่นๆ

การดูแลรักษาแบตเตอรี่

1. เก็บรักษาในที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ไม่ควรนำไปตากแดด
2. หลีกเลี่ยงการเก็บในที่เปียกชื้น
3. ควรทำการชาร์จไฟตามระยะที่บอกไว้ในคู่มือใช้งาน เช่น การใช้งานครั้งแรกควรชาร์จไฟไว้นาน 10 ชั่วโมงหรือมากกว่าเป็นต้น
4. ไม่ควรนำแบตเตอรี่เก็บไว้ในตัวอุปกรณ์ หากยังไม่ได้ใช้งาน

2.1.2.2 แบตเตอรี่ทุติยภูมิ

เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ สามารถอัดกระแสไฟใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการอัดกระแสไฟเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่า ชาร์จเจอร์ หรือ รีชาร์จเจอร์แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งใช้อยู่จนกระทั่งปัจจุบันคือ "เซลล์เปียก" แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (lead-acid battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้จะบรรจุในภาชนะที่ไม่ได้ปิดผนึก (unsealed container) ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตลอดเวลาและต้องเป็นพื้นที่ที่ระบายอากาศได้เป็นอย่างดี

ดี เพื่อระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาและแบตเตอรี่ชนิดจะมีน้ำหนักมากรูปแบบสามัญของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด คือแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งสามารถจะให้กระแสไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 10,000วัตต์ในช่วงเวลาสั้นๆ และมีกระแสตั้งแต่ 450 ถึง 1100แอมแปร์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่คือ กรดซัลฟิวริกซึ่งสามารถเป็นอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดที่มีราคาแพงมากเรียกว่า แบตเตอรี่เจล (หรือ "เจลเซลล์") ภายในจะบรรจุอิเล็กโทรไลต์ประเภทเซมิ-โซลิด (semi-solid electrolyte) ที่ป้องกันการหกได้ดี และแบตเตอรี่ชนิดอัดไฟใหม่ได้ที่เคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าคือประเภท "เซลล์แห้ง" ที่นิยมใช้กันใน โทรศัพท์มือถือ และแล็ปท็อป (Notebook) ปัจจุบันนิยมใช้งาน ทั้งแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว ในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

- 1) แบตเตอรี่ชนิดนิเกิล-แคดเมียม (NiCd) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถชาร์จประจุได้มากกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน
- 2) แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C
- 3) แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่มักมีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตราย

4) แบตเตอรี่ชนิดวานาเดียม-รีดอกซ์ (Vanadium-Redox) แบตเตอรี่แบบนี้สามารถชาร์จประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้งานง่าย ราคาถูก ถึงแม้ว่าวานาเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุที่ได้มาตรฐาน

แบตเตอรี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในวงการอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวัน ที่เห็นได้ชัดคือถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม นอกจากนี้นับตั้งแต่วิทยุรับส่งชนิดมือถือและโทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในแวดวงโทรคมนาคม

2.1.2.3 ประเภทของแบตเตอรี่

1) ถ่านไฟฉายทั่วไป ถ่านประเภทนี้เป็นถ่านแบบเก่า ประเภทใช้แล้วทิ้ง ไม่สามารถอัดประจุใหม่ได้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือแมงกานีสออกไซด์รวมทั้งตัวกลางที่ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้า-เคมีอื่น ๆ เช่น เกลือแอมโมเนีย ถ่านไฟฉายประเภทนี้นับเป็นอันตรายอย่างหนึ่งซึ่งไม่สามารถทิ้งรวมกับขยะทั่วไปอื่น ๆ ได้

2) ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านประเภทนี้ไม่สามารถนำกลับมาอัดไฟใช้ได้อีกแต่จำเป็นต้องทิ้งไปเมื่อเสื่อมหรือหมดอายุ ขนาดที่ใช้โดยทั่วไปมีตั้งแต่ขนาด AAA, AA, A, C, D และ 9 โวลต์ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่นำไปใช้ เช่น ของเด็กเล่น ไฟฉายหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนโดยทั่วไป ปัจจุบันจึงนิยมนำมาใช้แทนถ่านไฟฉายแบบเก่ามากขึ้น

3) ถ่านกระดุม ถ่านประเภทนี้มักใช้ทั่วไปกับนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เครื่องช่วยฟัง กล้องถ่ายรูปและเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กอื่น ๆ ส่วนประกอบที่สำคัญของถ่านประเภทนี้คือ โปรทซิลเวอร์ ออกไซด์ แคดเมียม หรือลิเทียม การจำแนกชนิดจึงมักเรียกตามเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบซึ่งดูได้จากหีบห่อที่บรรจุ เช่น ชนิดปรอท/สังกะสี ชนิดคาร์บอน/สังกะสี ชนิดซิลเวอร์ออกไซด์ และสังกะสี/อากาศ เป็นต้น ถ่านประเภทนี้เมื่อหมดอายุต้องแยกทิ้งหรือรวบรวมขายคืนให้กับบริษัทผู้ผลิต โดยสามารถดูรายละเอียดได้จากหีบห่อที่บรรจุ

4) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด เป็นแบตเตอรี่ซึ่งใช้ในรถยนต์และรถมอเตอร์ไซด์ โดยมีปริมาณตะกั่วบรรจุไว้ตามกำหนด และมีกรดกำมะถันเป็นตัวช่วยในการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ส่วนใหญ่แบตเตอรี่ประเภทนี้สามารถนำมาอัดประจุไฟใหม่ได้ แต่เมื่อหมดอายุควรรีบนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปรีไซเคิล

5) แบตเตอรี่ชนิดนิเกิล-แคดเมียม เป็นแบตเตอรี่ที่นำมาอัดไฟใช้ใหม่ได้ซ้ำแล้วซ้ำอีก โดยมากใช้กับวิทยุมือถือ โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์ไฟฟ้า และของเล่นเด็ก ถ่านประเภทนี้จะมีแคดเมียมและนิเกิลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งถือว่าเป็นวัตถุอันตรายที่ต้องกำจัดหรือทิ้งอย่างถูกวิธี โดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้รับซื้อกลับคืนเพื่อนำไปกำจัดให้ถูกต้อง

2.1.2.4 พืชภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่

พืชภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่มาจากสารที่ใช้ในการทำแบตเตอรี่ที่สำคัญคือสารตะกั่ว สารแมงกานีส สารแคดเมียม สารนิเกิล สารปรอท และสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เช่น กรดซัลฟูริก เป็นต้น สารพิษต่าง ๆ เหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำ ผิวดิน พื้นดิน และบรรยากาศแล้วแพร่ไปสู่คน พืช และสัตว์ก็มีสูง ลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1) ทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลัน หรืออย่างเรื้อรัง สืบเนื่องมาจากการสัมผัสกับสารพิษหรือกากแบตเตอรี่ใช้แล้วที่มีสารพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งมักพบในคนงานที่ประกอบกรในโรงงานทำไฟฉายและแบตเตอรี่ หรือคนงานเก็บขยะมูลฝอยและชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยขยะ โดยสารพิษเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาฝุ่นและไอระเหยเข้าไปและโดยการกินอาหารที่มีสารดังกล่าวปนเปื้อน นอกจากนี้ยังคงดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้อีกด้วย

2) ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อดิน น้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำผิวดินใกล้เคียงที่ใช้เป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ส่วนใหญ่มาจากการทิ้งแบตเตอรี่ที่เหลือใช้แล้ว ทำให้สารพิษดังกล่าวปนเปื้อนลง ในดินน้ำก็จะชะสารพิษที่ปนเปื้อนแล้วซึมผ่านชั้นดินและแหล่งน้ำส่งผ่านต่อมายังพืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อไป

3) ทำให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศจากการแพร่กระจายของไอสารเคมี หรือฝุ่นละอองจากการเผาขยะมูลฝอยที่มีกากแบตเตอรี่ทิ้งปะปนอยู่ มลพิษทางอากาศอาจถูกสูดหายใจเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะคนงานที่เก็บขยะมูลฝอย ชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยแยกขยะมูลฝอยและประชาชนที่อาศัยอยู่รอบ ๆ สถานที่กำจัดขยะ

2.1.2.5 การป้องกันปัญหามลพิษจากแบตเตอรี่

1) สำหรับประชาชนทั่วไป ไม่ควรนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้อีกโดยเด็ดขาดไม่ทิ้งกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟฉายที่ใช้แล้วลงสู่แหล่งน้ำ ท่อระบายน้ำ ฯลฯ ห้ามนำกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟ ฉายไปเผาโดยเด็ดขาด หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วโดยตรงรวมทั้งถ่านไฟฉายใช้แล้วที่แตกร้าว ควรสวมถุงมือป้องกัน

2) สำหรับผู้ประกอบการและคนงาน ควรสวมเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากกรองฝุ่น ถุงมือ ในขณะที่ปฏิบัติงาน คนงาน ควรระมัดระวังในเรื่องสุขอนามัย เช่น ไม่ควร

รับประทานอาหาร ดื่มน้ำ สูดบุหรณ์ในบริเวณและขณะทำงานผู้ประกอบการต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศและกำจัดมลพิษในบริเวณที่ทำงานจัดให้มีบริการตรวจสอบสุขภาพคนงานเป็นพิเศษโดยเฉพาะการตรวจเลือด และปัสสาวะเพื่อดูปริมาณสารพิษเหล่านั้นห้ามนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปทิ้งในที่สาธารณะทางโรงงานจะต้องปฏิบัติตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2531) เรื่องกำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้าย และการขนส่งปฏิภูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เช่น การใช้ปูนขาวทำลายฤทธิ์และนำไปทิ้งในหลุมที่ปูด้วยวัสดุกันซึม หรือบดอัดด้วยดินเหนียวตามมาตรฐานที่กำหนด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นเร็นศ ชัยธานีและคณะ (2559) ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนท์อิลเมนต์ พบว่า แบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับการแข่งขันรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาเป็นแบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ (Li-Pro4) มีลักษณะเป็นก้อนทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม. ยาว 394 มม. น้ำหนัก 3.15 กก. ต่อ 1 ก้อน ใช้ทั้งหมด 32 ก้อน ซึ่งจำเป็นจะต้องทำการประกอบเข้าด้วยกันโดยได้ทำการประกอบแยกกันเป็น 3 ชุด โดย 2 ชุดจะแบ่งเป็นชุดละ 12 ก้อน และอีก 1 ชุด จะแบ่งเป็น 8 ก้อน จากกติกากการแข่งขันตัวโครงของแบตเตอรี่ต้องสามารถทนต่อความเร่งในแนวราบได้ไม่น้อยกว่า 40 เท่าของความเร่งโน้มถ่วง(g) และทนต่อความเร่งในแนวตั้งได้ไม่น้อยกว่า 20 เท่าของความเร่งโน้มถ่วง (g) อีกทั้งยังต้องการใช้โครงของแบตเตอรี่มีน้ำหนักเบาด้วย จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบ โครงของแบตเตอรี่ให้สามารถทนต่อความเร่งดังกล่าวได้และมีน้ำหนักเบา โครงของแบตเตอรี่ทำมาจากอลูมิเนียมเกรด 5083 ซึ่งมีราคาถูกและมีความแข็งแรงเพียงพอ การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงของแบตเตอรี่นั้นใช้วิธีการทางไฟไนท์อิลเมนต์มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าโครงของแบตเตอรี่สามารถทนต่อความเร่งตามแนวนอน 40 g และทนต่อความเร่งในแนวตั้ง 20 g ได้

จิรพงศ์ สุชาติพิทย์และคณะ (2559) ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองหล่อความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทาง พบว่า การออกแบบเสื้อเฟืองหล่อความเร็วของรถไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาให้สามารถทนต่อแรงขับเคลื่อนของ มอเตอร์ต้นกำลังที่มีขนาด 50 กิโลวัตต์ แรงบิด 160 นิวตัน·เมตร ใช้การส่งกำลังเป็นแบบโซ่สเตอร์ที่มีอัตราทดเท่ากับ 3 : 1 โดยที่เสื้อเฟืองหล่อความเร็วนี้ต้องทนต่อแรงกระทำจากภายนอกได้และต้องม้ น้ำหนักเบา เสื้อเฟืองหล่อความเร็วทำ

มาจากเหล็กหล่อเทา ซึ่งมีค่าความแข็งแรงสูง การวิเคราะห์ใช้เทคนิคทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ด้วยโปรแกรม ANSYS R16.2 ผลการวิเคราะห์พบว่าเสื้อเฟืองเหลื่อมความเร็วสามารถทนต่อแรงภายนอกได้และมีค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัยเท่ากับ 15.8

ไฟไนต์เอลิเมนต์

ชุตติงามวงศ์ และคณะ (2559) ศึกษา การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่า ไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ พบว่า งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้า สำหรับรถแข่งฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาโดยโปรแกรม ANSYS R16.2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้คอกม้าที่มีน้ำหนักเบาและสามารถรับแรงต่างๆที่มากกระทำได้ คอกม้าทำจากอลูมิเนียม เกรด 6061-T651 มีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา จากการออกแบบระบบรองรับน้ำหนักและระบบบังคับเลี้ยวทำให้ทราบถึงตำแหน่งจุดยึดของปีกนกบน-ล่าง จุดยึดเบรก และจุดยึดระบบบังคับเลี้ยว จากนั้นทำการออกแบบรูปทรงของคอกม้า แล้วทำการวิเคราะห์ความแข็งแรง ผลจากการวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าพบว่ามีค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัยเท่ากับ 2.5 ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงมีเพียงพอผลต่อการใช้งานกับรถแข่งฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

ภาสกร พันธุ์โอภาส และคณะ (2559) ศึกษา การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา พบว่า ระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาใช้รูปแบบการระบายความร้อนด้วยน้ำ ในงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบเพื่อหาขนาดของหม้อน้ำที่เหมาะสมต่อการระบายความร้อนของมอเตอร์ โดยมอเตอร์ที่ใช้เป็นชนิดไร้แปรงถ่านมีขนาด 20 กิโลวัตต์ และประสิทธิภาพ 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ 10 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือจะกลายเป็นความร้อนที่ต้องระบายออกไป งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณโดยโปรแกรม ANSYS R16.2 เพื่อวิเคราะห์หาขนาดหม้อน้ำที่เหมาะสมสำหรับการระบายความร้อนเพื่อให้มอเตอร์ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ ผลจากการจำลองการทำงาน และการวิเคราะห์พบว่าต้องใช้หม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตร หลังจากนั้นเลือกขนาดที่เหมาะสมที่มีจากตัวแทนจำหน่าย

Prajwal, C.P. et al (2013) ศึกษา อัลกอริทึมอย่างง่ายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราทดเกียร์สุดท้ายในไฟฟ้า พบว่า ความต้องการของรถแข่งมีความแตกต่างจากรถธรรมดา รถแข่งจะต้องมีอัตราเร่งที่สูงมากและความเร็วสูงสุดมากขึ้นกว่ารถยนต์ทั่วไป นอกจากนี้การออกแบบของอัตราทดเกียร์ที่แน่นอน

ส่งผลรถไฮบริดเป็นผู้ที่ทำให้การใช้งานมากกว่าหนึ่งแหล่งที่มาของพลังงาน ในบทความนี้เราจะพิจารณา ระบบไฮบริดซึ่งประกอบด้วยเครื่องยนต์ IC และมอเตอร์ไฟฟ้าอัตราทดเกียร์ที่ดีที่สุดได้รับการออกแบบ เพื่อให้รถสูตรทำงานเป็นรถยนต์ไฟฟ้า การออกแบบที่จะขยายไปยังรวมถึงเครื่องยนต์ IC และระบบ ไฮบริดแบบคู่ขนานจำลองเพื่อทดสอบลักษณะการทำงานของยานพาหนะการออกแบบที่สมบูรณ์ของ อัตราทดเกียร์จะขึ้นอยู่กับกฎพื้นฐานของฟิสิกส์และด้วยเหตุนี้ความเรียบง่ายเป็นที่หลักของการออกแบบ

Berry, W.B. et al (1994) ศึกษา รถแข่งและการศึกษาด้านวิศวกรรมสำหรับการเสริมสร้างการพัฒนาทางวิศวกรรมของรถยนต์ไฟฟ้าระหว่างอุตสาหกรรมและมหาวิทยาลัยงาน วิจัยนี้จะทบทวน ความก้าวหน้าการเริ่มต้นของแนวคิดการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการพัฒนาของรถยนต์ไฟฟ้าแนวคิดคือการมี ทีมงานที่มหาวิทยาลัยเตรียมความพร้อมระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าสำหรับรถแข่ง formula และการแข่งขัน รถยนต์เหล่านี้ที่แข่งเหตุการณ์ปกติกระตือรือร้นในการพัฒนาโปรแกรมการเตรียมความพร้อม ของยานพาหนะนั้นหนึ่งและเป็นผลการดำเนินงานเริ่มต้น

Adcock, P. et al (1993) ศึกษา การคาดการณ์ผลการดำเนินงานสำหรับที่นั่งเดียวจูเนียร์ฟอร์มูล่ารถแข่งไฟฟ้า พบว่า วิธีการจัดตั้งช่วงที่ใช้ได้สำหรับประสิทธิภาพสูงรถแข่งไฟฟ้าเมื่อมันอยู่ในขั้นตอน การออกแบบเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจการกำหนดค่ายานพาหนะพื้นฐานเช่นแบตเตอรี่ชนิดมวล แบตเตอรี่รถยนต์ลักษณะอากาศพลศาสตร์ลากมวลมอเตอร์ ขนาดอื่น ๆ เพื่อผลิตการคำนวณช่วงมีเหตุผล , จำลองควรเท่าที่เป็นไปได้ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะวงจรที่เกิดขึ้นจริง มันจึงเป็นที่พึงปรารถนาที่ จำลองวงจรควรจะสะท้อนถึงการใช้งานที่คาดการณ์ไว้สำหรับรถแข่งไฟฟ้า ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ดังนั้น สำหรับformula Junior รถแข่งที่นั่งเดียวในกรุงปารีส

Hansen, K. et al (1998) ศึกษา การจัดการแบตเตอรี่: วิธีเต่าและกระต่ายที่จะแข่งยานพาหนะ ไฟฟ้า พบ มีความแตกต่างกัน "เชื้อเพลิง" ที่มีอยู่สำหรับยานพาหนะไฟฟ้าในรูปแบบของ NiCad, นิกเกิล โลหะหรือแบตเตอรี่ตะกั่วกรดธรรมดา กระดาษนี้จะอธิบายมหาวิทยาลัยรัฐแอริโซนา (ฮัสชูส) ประสบการณ์กับแบตเตอรี่ NiCad ในรถแข่งสูตรไฟฟ้ามหาวิทยาลัยสายฟ้าสูตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระดาษอธิบายรถและระบบการจัดการแบตเตอรี่สำหรับ SAFT STM 140 Ah น้ำท่วมเซลล์ปะทะ NiCad

Zhenpo Wang และ Wenliang Zhang ศึกษา การจับคู่แบตเตอรี่และการออกแบบสำหรับรถ Formula Electric car for student พบว่า การจัดเก็บพลังงานที่ควรจัดหาพลังงานพอที่จะแข่งระบบ

แบตเตอรี่ไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไปเพื่อสร้างน้ำหนักเบาประหยัดพลังงานและรถยนต์ที่มีการแข่งขัน การใช้พลังงานโดยมอเตอร์สามารถเป็นที่รู้จักโดยใช้สมการสมมูลพลังงานที่มีข้อมูลความเร็วรถแข่งที่ได้รับในการแข่งขันก่อนหน้านี้และทำให้จำนวนของเซลล์จะถูกกำหนดหลังจากการเลือกแบตเตอรี่ สำหรับภาชนะระบบแบตเตอรี่ใช้จากพลาสติกโพลีคาร์บอเนตช่วยให้มากในการลดน้ำหนักและโครงสร้างการออกแบบที่ดีสำหรับการระบายอากาศจะออกมาเป็นที่มีประสิทธิภาพสำหรับการระบายความร้อนแบตเตอรี่

Sri Naga Sruthi, G . et al (2014) ศึกษา ระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับการแข่งรถฟอร์มูล่า พบว่า การพัฒนารถฟอร์มูล่าไฟฟ้ามีความท้าทายของตัวเองที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยกับคนกรณีที่เป็นมาตรการด้านความปลอดภัยที่เหมาะสมที่จะต้องอยู่ในสถานที่เพื่อให้ความเป็นอยู่ของคนขับรถสูตรต้องดำเนินการรวมทั้งเพื่อให้บรรลุความเร็วสูงมากในกรอบเวลาที่มีขนาดเล็กมากและยังให้แท็บในการทำงานที่เหมาะสมของส่วนประกอบทั้งหมดที่อื่นอาจเป็นความหายนะ ในขณะที่ชิ้นส่วนวิศวกรรมมีมาตรฐานความปลอดภัยของตัวเองและมาตรการในสถานที่ชิ้นส่วนไฟฟ้าและการออกแบบความปลอดภัยควรปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เข้มงวดของ FSAE กระดาษกล่าวถึงวิธีใหม่ในการที่ระบบความปลอดภัยของความปลอดภัยสูงสุดรถยนต์ไฟฟ้าได้สำเร็จโดยวงจรนาฬิกาออกแบบและหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) การเขียนโปรแกรมโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ที่แตกต่างกันพิจารณาและในเวลาเดียวกันเป็นไปตามกฎระเบียบที่แน่วแน่ของ FSAE

Montesinos-Miracle, D. et al (2014) การจำลองการแข่งขันรถยนต์ไฟฟ้าใช้แทนพลังด้วยตาเปล่า พบว่า Student formula คือการแข่งขันของมหาวิทยาลัยทั่วโลกที่นักเรียนจะต้องออกแบบสร้างและแข่งขันกับรถแข่งในการทดสอบแบบคงที่และแบบไดนามิก ตั้งแต่ไม่กี่ปีที่ผ่านมาการแข่งขันครั้งนี้ได้ย้ายไปขับเคลื่อนไฟฟ้า ETSEIB ทีมมอเตอร์สปอร์ตที่บาร์เซโลนา, สเปนมีการพัฒนารถแข่งไฟฟ้าและบทความนี้นำเสนอ EMR และ IBC พัฒนาสำหรับว่าในการวิเคราะห์รถและสามารถปรับปรุงการเบรกและระบบการดูด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

ในการศึกษารถฟอร์มูล่าไฟฟ้า ได้ศึกษาและออกแบบรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าโดยใช้โครงสร้างรถเดิม จากรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์แล้วทำการดัดแปลงโครงเพื่อใส่แบตเตอรี่ และใช้มอเตอร์แบบ ติดล้อ(In wheel Motor) แต่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการรับน้ำหนักที่ต่างกันในแต่ละล้อ ส่งผลให้การรับภาระ ของระบบวงจรควบคุมมอเตอร์ของแต่ละล้อที่ต่างกัน ทำให้เกิดความเสียหายกับระบบควบคุมมอเตอร์ จึงได้มีการนำปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อ ปีที่แล้วมาปรับปรุงแก้ไข โดยการออกแบบโครงสร้างใหม่ ระบบการ ขับเคลื่อนใหม่โดยใช้มอเตอร์ตัวเดียวและออกแบบระบบเกียร์ทด มีการออกแบบการระบายความร้อน ให้กับมอเตอร์และระบบควบคุม และออกแบบชุดบรรจุมอเตอร์ของแบตเตอรี่ใหม่โดยแบ่งเป็น 3 ชุด เพื่อ กระจายน้ำหนักและสร้างความสมดุลให้กับตัวรถ

3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาวิจัย

3.1.1 การออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองหล่อความเร็วสำหรับรถฟอร์มูล่า ไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

การออกแบบเสื้อเฟืองหล่อความเร็ว ได้ออกแบบในรูปแบบของ CAD model โดยใช้ โปรแกรม CATIA V5 R20 เพื่อที่จะนำไป วิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์โดยในการทดสอบ ความแข็งแรง การวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ทำได้โดยการใช้กระบวนการ CAE Analysis ในการวิเคราะห์ความเครียด (Stress) ของเสื้อเฟืองหล่อความเร็ว โดยเสื้อเฟืองหล่อความเร็วจะยึด กับสเตอร์

3.1.2 การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟ ไนต์เอลิเมนต์

ออกแบบโครงของแบตเตอรี่ให้สามารถรองรับต่อการเร่งความเร็วตามกฎได้ ซึ่งแบตเตอรี่ที่ ทางสถาบันใช้คือแบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ (Li-Pro4) มีลักษณะเป็นก้อนทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ยาว 394 มิลลิเมตร น้ำหนัก 3.15 กิโลกรัม ต่อ 1 เซลล์ แรงดันไฟฟ้า 3.2 โวลต์ ต่อ 1 เซลล์

ใช้ทั้งหมด 32 เซลล์ โดยทำการต่อแบบอนุกรม ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าทั้งหมด 96 โวลต์ ซึ่งจำเป็นจะต้องทำการประกอบเข้าด้วยกันโดยได้ทำการประกอบแยกกันเป็น 3 ชุด โดยแบตเตอรี่ 1 ชุด จะทำการแบ่งย่อยแบตเตอรี่ให้เป็น 4 เซลล์ต่อ 1 ชุด เรียกว่า 1 Segment โดยจะมีทั้งหมด 8 Segment ซึ่งใน 1 Segment จะให้พลังงานสูงสุดไม่เกินที่ 6MJ เพื่อให้เป็นไปตามกฎของ JSAE ข้อที่ EV3.3.3 การแยกกระแสไฟฟ้าของชิ้นส่วนเซลล์ภายในเช่นชิ้นส่วนเซลล์ที่อยู่แยกกันสามารถสะสม แรงดันไฟฟ้าคงที่ได้เต็มที่ไม่เกิน 120 VDC และพลังงานสูงสุดที่ 6 MJ.โดยได้ทำการออกแบบโครงของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม CATIA V5 R20 เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางไฟไนท์อิลเมนต์

3.1.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนท์อิลเมนต์

การออกแบบคอกม้า สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของปีกนกบนและล่าง ส่วนของคอกม้านั้นยังต้องมีน้ำหนักเบา จำลองการเกิดแรงคอกม้า จำลองแรงที่เกิดขึ้นกับคอกม้าโดยแรงที่มากระทำต่อคอกม้า นั้นจะถูกส่งมาจาก ปีกนกบนและล่าง ที่ ล้อกระทำกับพื้น และ แรงที่มาจากน้ำหนักของตัวรถ ภายใต้เงื่อนไขตามภาระที่เกิดขึ้นจริง โดย โปรแกรมออกแบบเสมือนจริง ในการจำลองคอกม้า ผ่านโปรแกรม CATIA และโปรแกรมวิเคราะห์แรงกระทำ ความแข็งแรงของแบบ ผ่าน โปรแกรม ANSYS

3.1.4 การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

สำหรับการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นถึงผลการถ่ายเทความร้อนของระบบระบายความร้อนสำหรับมอเตอร์ในรถที่เคลื่อนที่ด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยวิธีวิเคราะห์การระบายความร้อนโดยใช้โปรแกรม ANSYS R16.2 ตามเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนประเภท Fin and Tube ออกแบบให้มี 3 ขนาดดังนี้

- หม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตร ความยาวรวม 223 มิลลิเมตร จำนวน 112 ครีบ
- หม้อน้ำขนาด 450 ตารางเซนติเมตร ความยาวรวม 255 มิลลิเมตร จำนวน 128 ครีบ
- หม้อน้ำขนาด 500 ตารางเซนติเมตร ความยาวรวม 279 เซนติเมตร จำนวน 140 ครีบ

ความกว้างหม้อน้ำ	347	มิลลิเมตร	ความสูงหม้อน้ำ	187	มิลลิเมตร
ความหนาหม้อน้ำ	53	มิลลิเมตร	รัศมีท่อทางเข้า	11.5	มิลลิเมตร
รัศมีท่อทางออก	11.5	มิลลิเมตร	รัศมีท่อภายใน	5	มิลลิเมตร
ท่อภายในจำนวน	14	ท่อ	ความยาวท่อภายใน	258	มิลลิเมตร

ความกว้างแผ่นครีป	45	มิลลิเมตร	ความยาวแผ่นครีป	180	มิลลิเมตร
ความหนาแผ่นครีป	0.5	มิลลิเมตร			

การวิเคราะห์แบบจำลองระบบระบายความร้อนในหม้อน้ำที่ได้ออกแบบดังที่กล่าวข้างต้นเฉพาะในส่วนของแผ่นครีปและท่อน้ำภายใน วิเคราะห์โดยโปรแกรม ANSYS R16.2 ด้วยวิธีการ Fluid Flow (Fluent) ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิน้ำขาเข้า 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศ 30 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำ 2 4 6 8 10 และ 12 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าครั้งนี้ ได้มีการสนับสนุนมากมายในทั้งในและนอกสถาบัน

3.2.1 โปรแกรมเขียนและจำลองโครงสร้างของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า

3.2.2 โปรแกรมจำลองทางไฟฟ้า

3.2.3 เครื่องมือและวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโครงสร้างและตัวรถทั้งหมด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 จากการศึกษาจากตึกาจึงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกติกาต่างๆ ในการสร้างรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านั้น จึงได้มีการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับกติกาเป็นรายด้านและบันทึกข้อมูลเป็นข้อมูลออนไลน์ เพื่อสะดวกในการใช้งาน

3.3.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมอเตอร์ที่ได้ศึกษาเพื่อเลือกใช้มอเตอร์ที่มีความเหมาะสมกับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าและมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.3.3 รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาแบตเตอรี่แต่ละชนิดวิเคราะห์หาข้อดี ข้อเสีย และความสอดคล้องกับกติกาการแข่งขัน

3.3.4 แก๊ไขของโครงสร้างรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าและ จำลองผลของโครงสร้างรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าเพื่อบันทึกผลการจำลอง

3.3.5 บันทึกผลการทดสอบรถเพื่อบันทึกเป็นสถิติในการทำความเร็วในการขับเคลื่อนต่างๆ

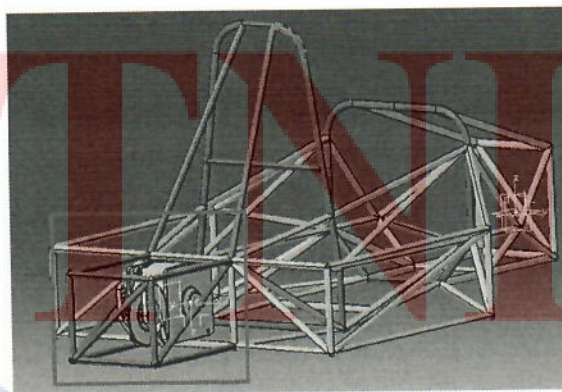
บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา จากแนวทางของทีม จึงเริ่มประชุมวางแผนการทำงานโดยเริ่มจากวางแผนความคิดของรถว่าจะไปทิศทางไหน โดยทางทีมเริ่มต้นจากการนำรถที่เข้าแข่งขันในปีที่ผ่านมาของรถที่เป็นเครื่องยนต์มาแก้ไขใส่มอเตอร์โดยการเริ่มออกแบบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีการออกแบบบนพื้นฐานกฎกติกาที่กำหนดโดยมาตรฐานSAEตามกติกาสากลที่ใช้ในการแข่งขันทั่วโลกโดยทางทีมวิจัยได้ดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดโดยแบ่งกลุ่มการทำงานในระบบต่างๆโดยเริ่มจากการนำรถคันเก่ามีวิเคราะหและเริ่มออกแบบตามหลักวิศวกรรมโดยมีการร่วมมือจากคณาจารย์และนักศึกษา

4.1 การออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเพื่อเพิ่มความเร็วยสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

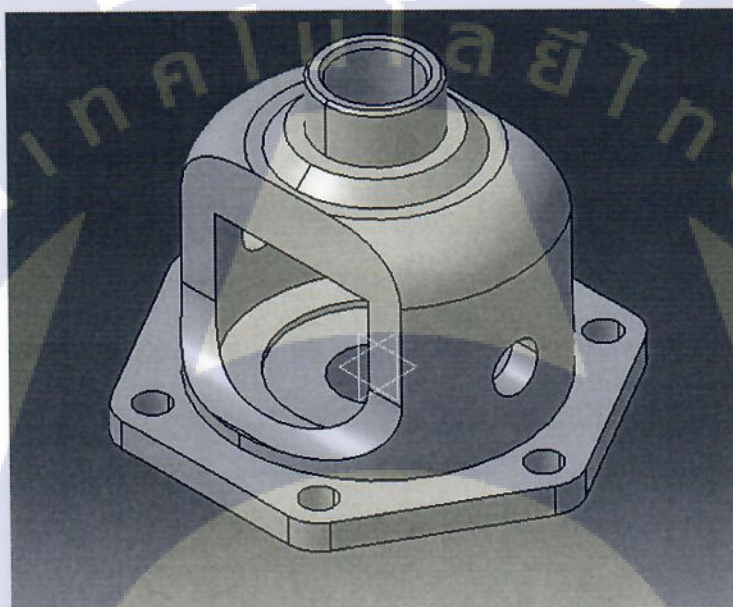
เนื่องจากรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา ของทีม Carreraz Racing สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ใช้ระบบส่งกำลังเป็นแบบโซสเตอร์ โดยมีมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 50kW มีแรงบิดสูงสุด 160 Nm จึงได้มีการออกแบบและวิเคราะห์ชุดเสื้อของเพื่อเพิ่มความเร็วที่สามารถรับแรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ได้



รูปที่ 24 รูปแสดงตำแหน่งชุดเพื่อเพิ่มความเร็ว

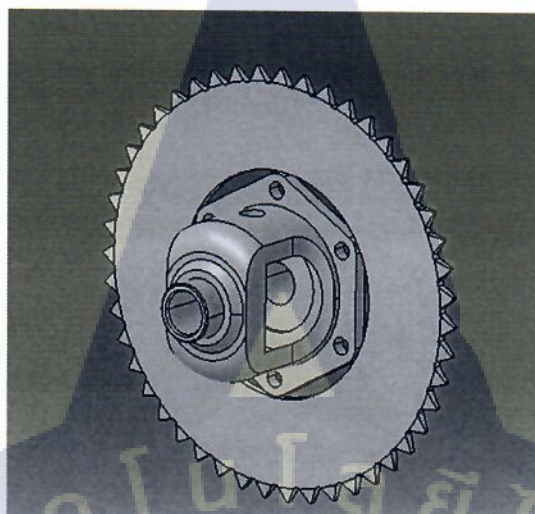
โดยได้ทำการเปลี่ยนจากเฟืองวงแหวนหรือเฟืองบายศรีไปเป็นชุดโซสเตอร์ เพื่อให้มีน้ำหนักที่เบา กว่าชุดเฟืองหล่อความเร็วที่ใช้ชุดเฟืองบายศรีและเฟืองขับ ทำให้เหมาะสมสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า นักศึกษาโดยชุดเฟืองหล่อความเร็วจะติดตั้งอยู่ที่ส่วยท้ายของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาดังรูปที่ 24

การออกแบบเสื้อเฟืองหล่อความเร็ว ได้ออกแบบในรูปแบบของ CAD model โดยใช้โปรแกรม CATIA V5 R20 เพื่อที่จะนำไป วิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์โดยในการทดสอบความแข็งแรงต่อไป

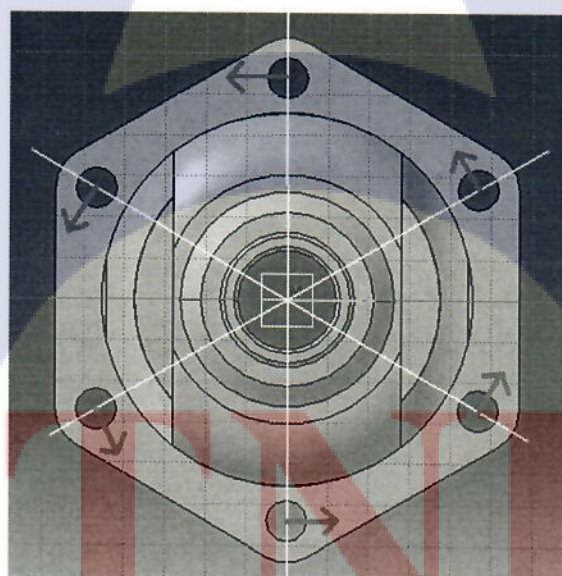


รูปที่ 25 แบบเสื้อเฟืองหล่อความเร็ว

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ทำได้โดยการใช้กระบวนการ CAE Analysis ในการวิเคราะห์ความเครียด (Stress) ของเสื้อเฟืองหล่อความเร็ว โดยเสื้อเฟืองหล่อความเร็วจะยึดกับ สเตอร์ดัง รูปที่ 26รูปที่ 26 ทำให้แรงที่กระทำกับเสื้อเฟืองหล่อความเร็วจะส่งผ่านสเตอร์ไปยังตำแหน่งรู ยึดน็อต ดัง รูปที่ 27

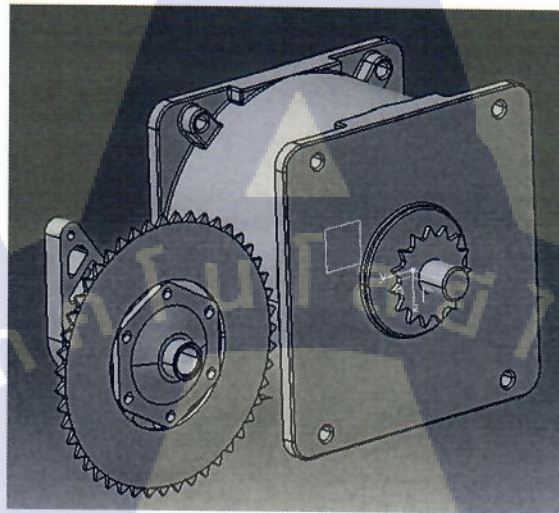


รูปที่ 26 รูปแสดงตำแหน่งยึดเสื่อเพื่องหล่อความเร็วกับสเตอร์



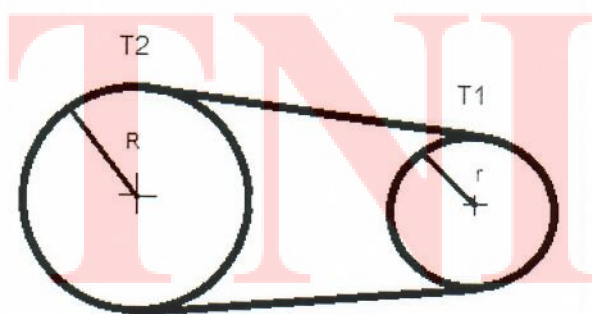
รูปที่ 27 แนวแรงที่กระทำกับเสื่อเพื่องหล่อความเร็ว

เนื่องจากแรงที่กระทำกับล้อเฟืองเหลี่ยมความเร็ว ส่งผ่านทางระบบโซสเตอร์ที่มีอัตราทด 3:1 โดยที่สเตอร์หน้าได้รับแรงบิดจากมอเตอร์ขนาด 15 ฟัน ไปขับสเตอร์หลังที่มีขนาด 47 ฟัน รูปที่ 28



รูปที่ 28 ระบบโซสเตอร์ในรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

จากอัตราทดดังกล่าวทำให้แรงบิดที่ส่งผ่านระบบโซสเตอร์จะเพิ่มเป็น 3 เท่า คือจากแรงบิด 160 Nm เป็นแรงบิด 480 Nm ดังสูตรต่อไปนี้



รูปที่ 29 ค่าตัวแปรในการคำนวณค่าแรงบิด

$$T1 = Fr \quad , \quad T2 = FR \quad (1)$$

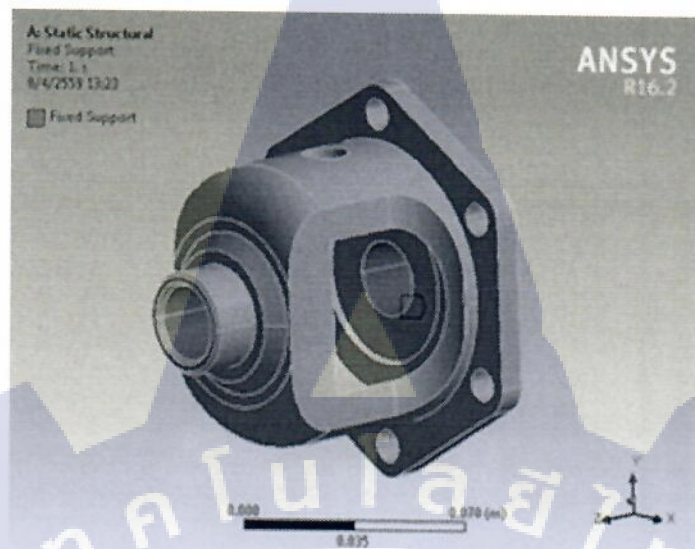
$$F = \frac{T1}{r} \quad , \quad F = \frac{T2}{R} \quad (2)$$

$$T2 = T1\left(\frac{R}{r}\right) \quad (3)$$

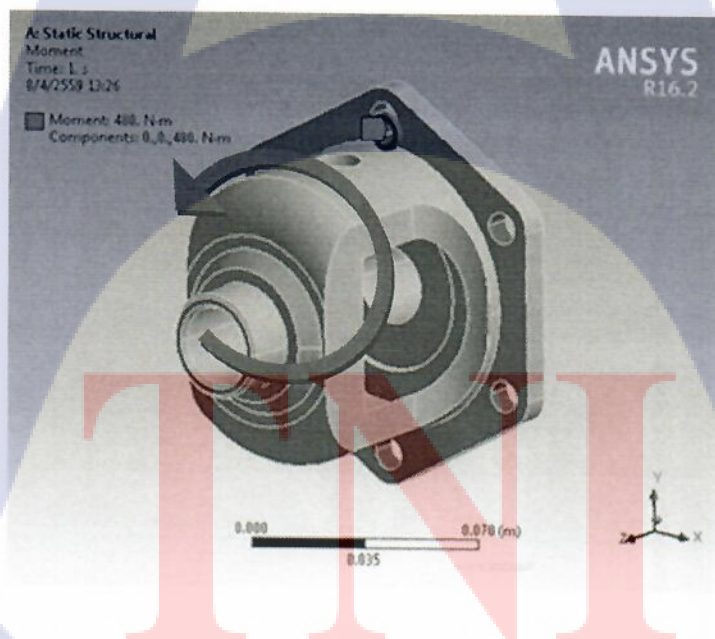
จาก ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมี วัสดุที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานคือ เหล็กหล่อเทาซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งค่าความแข็งของเหล็กหล่อเทาซึ่งค่าความแข็งแรงของเหล็กหล่อเทาคือ 75.8423301×10^7 Pa และจากการวิเคราะห์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรม ansys โดยทำการกำหนดจุดยึด รูปที่ 30 และทำการใส่แนวแรงที่กระทำต่อเสื่อเพื่อหาค่าความเค้น ดัง รูปที่ 31 ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมโดยใส่แรงบิดขนาด 480 Nm ได้ผลการวิเคราะห์ดัง รูปที่ 28

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมี

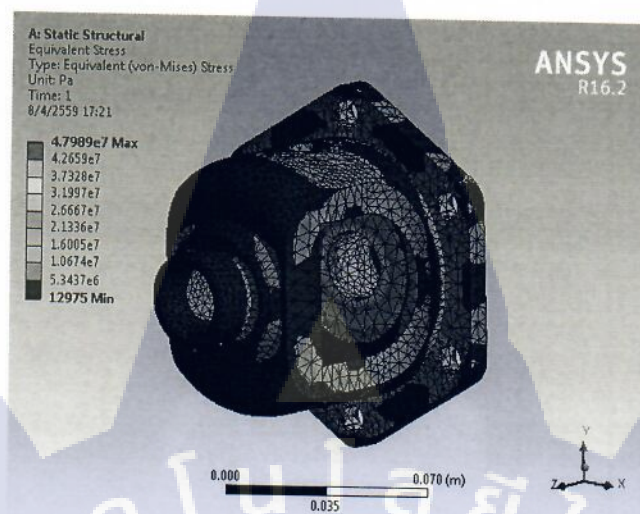
ส่วนผสมทางเคมี (Wt %)	
C	2.4 - 4.0
Si	1.0 - 3.0
Mn	0.2 - 1.0
P	0.002-1.0
S	0.02-0.25



รูปที่ 30 จุดยึดในโปรแกรม ansys



รูปที่ 31 แนวแรงในโปรแกรม ansys



รูปที่ 32 รูปแสดงผลการผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม

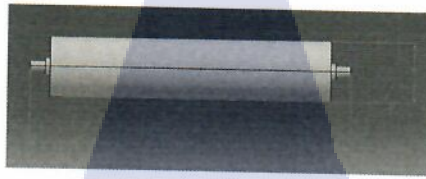
พบว่าค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ 4.7989×10^7 Pa แฟกเตอร์ความปลอดภัยสามารถคำนวณมีค่ากับ 15.8

$$\text{Factor of Safety} = \frac{\text{Material Strength}}{\text{Design Load}} \quad (4)$$

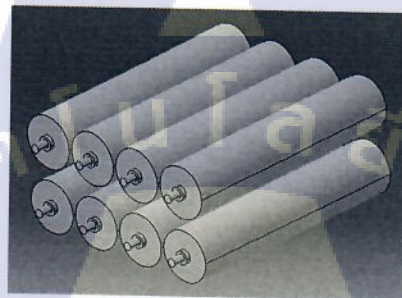
$$\text{Factor of Safety} = \frac{75.8423301e + 7}{4.7989e + 7} = 15.8$$

4.2 การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนท์อิเลเมนต์

การออกแบบโครงของแบตเตอรี่ให้สามารถรองรับต่อการเร่งความเร็วตามกฎได้ ซึ่งแบตเตอรี่ที่ทางสถาบันใช้คือแบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ (Li-Pro4) มีลักษณะเป็นก้อนทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ยาว 394 มิลลิเมตร ดัง รูปที่ 33

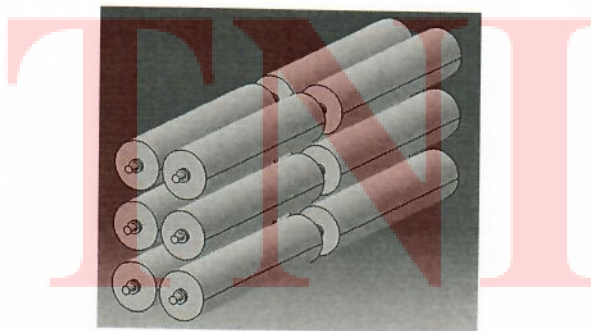


รูปที่ 33 ขนาดของแบตเตอรี่



รูปที่ 34 การจัดเรียงแบตเตอรี่ 1 ชุด 12 เซลล์

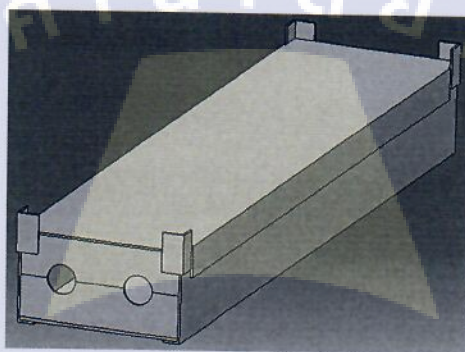
น้ำหนัก 3.15 กิโลกรัม ต่อ 1 เซลล์ แรงดันไฟฟ้า 3.2 โวลต์ ต่อ 1 เซลล์ ใช้ทั้งหมด 32 เซลล์ โดยทำการต่อแบบอนุกรม ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าทั้งหมด 96 โวลต์ ซึ่งจำเป็นจะต้องทำการประกอบเข้าด้วยกัน โดยได้ทำการประกอบแยกกันเป็น 3 ชุด โดย 2 ชุดจะแบ่งเป็นชุดละ 12 เซลล์ ดังรูปที่ 34 และอีก 1 ชุดจะแบ่งเป็น 8 เซลล์



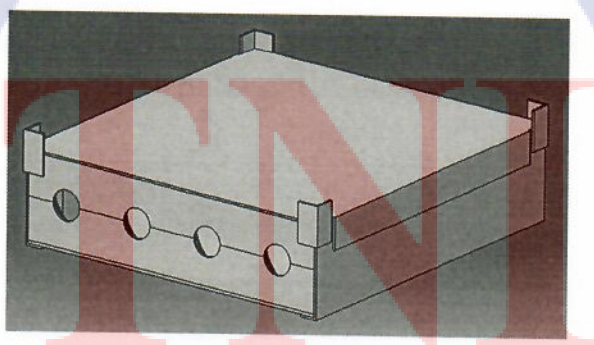
รูปที่ 35 การจัดเรียงแบตเตอรี่ 1 ชุด 8 เซลล์

โดยแบตเตอรี่ 1 ชุด จะทำการแบ่งย่อยแบตเตอรี่ให้เป็น 4 เซลล์ต่อ 1 ชุด เรียกว่า 1 Segment โดยจะมีทั้งหมด 8 Segment ซึ่งใน 1 Segment จะให้พลังงานสูงสุดไม่เกินที่ 6MJ เพื่อให้เป็นไปตามกฎของ JSAE ข้อที่ EV3.3.3 การแยกกระแสไฟฟ้าของชิ้นส่วนเซลล์ภายในเซ็นชิ้นส่วนเซลล์ที่อยู่แยกกันสามารถสะสม แรงดันไฟฟ้าคงที่ได้เต็มที่ไม่เกิน 120 VDC และพลังงานสูงสุดที่ 6 MJ.

โดยได้ทำการออกแบบโครงของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม CATIA V5 R20 เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางไฟไนท์อิลเมนต์ รูปแบบโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment นั้นจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบหลักๆ ดังรูปที่ 36 และ ดัง

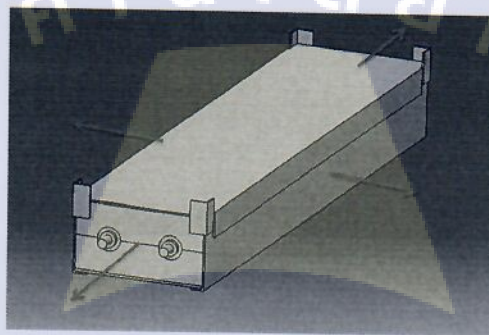


รูปที่ 36 โครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1

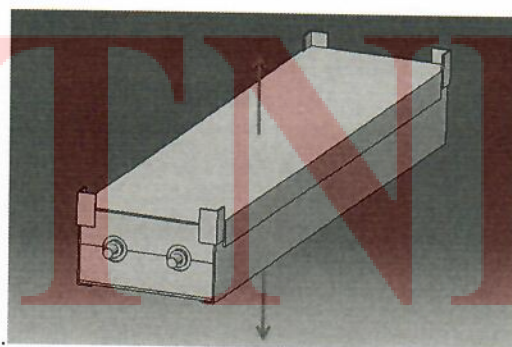


รูปที่ 37 โครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2

โดยวัสดุที่ใช้คือ อลูมิเนียมแผ่น โดยมีขนาดความหนาของฐาน 3.2 มิลลิเมตร และขนาดความหนาของผนังแนวตั้งด้านหน้า หลัง ซ้าย ขวา กับฝาครอบ 2.3 มิลลิเมตร จากการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงของแบตเตอรี่ด้วยวิธีการทางไฟไนท์อีเลเมนต์โดยการใช้กระบวนการ CAE Analysis มาทำการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม Ansys R16.2 ในการทดสอบหาความแข็งแรงของโครงแบตเตอรี่ให้สามารถทนต่อการเร่งความเร็วตามแนวแกน X Y Z โดยอ้างอิงจากกฎข้อ EV3.4.7 ของ JSAE โดยแรงที่กระทำกับโครงของแบตเตอรี่จะเป็นแรงที่เซลล์แบตเตอรี่ดันออกมานอกโครงของแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 40 g ในทิศทางตามลองจิจูดและทิศทางด้านข้าง ดัง รูปที่ 38 และ 20 g ในทิศทางแนวตั้ง ดัง รูปที่ 39

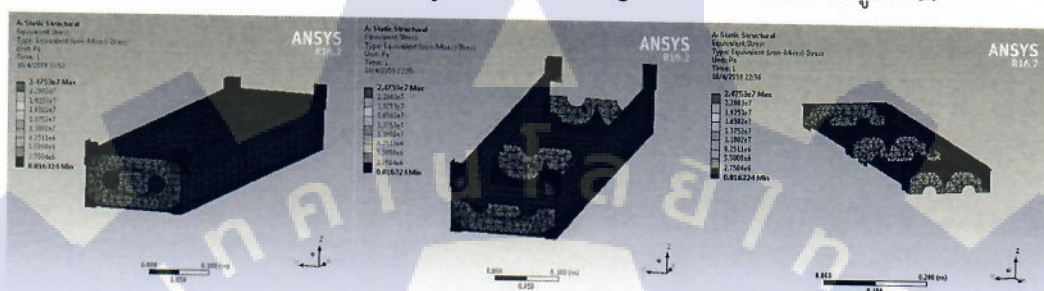


รูปที่ 38 แนวแรงที่ลูกแบตเตอรี่กระทำกับโครงแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 40 g ในทิศทางตามลองจิจูดและทิศทางด้านข้าง

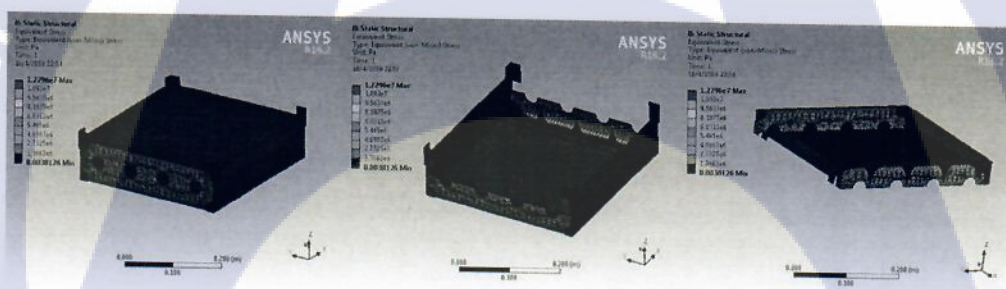


รูปที่ 39 แนวแรงที่ลูกแบตเตอรี่กระทำกับโครงแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 20 g ในทิศทางแนวตั้ง

จากการศึกษาพบว่า ค่าความแข็งแรงของอลูมิเนียม เท่ากับ 26.9GPaเมื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงของแบตเตอรี่ด้วยวิธีการทางไฟไนท์อิลเมนต์โดยการใช้กระบวนการ CAE Analysis มาทำการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม Ansys R16.2 โดยใส่แรงที่กระทำกับโครงของแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 40 g ในทิศทางตามลองจิจูดและทิศทางด้านข้าง ดังรูปที่ 38 และ 20 g ในทิศทางแนวตั้ง ดังรูปที่ 39



รูปที่ 40 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1

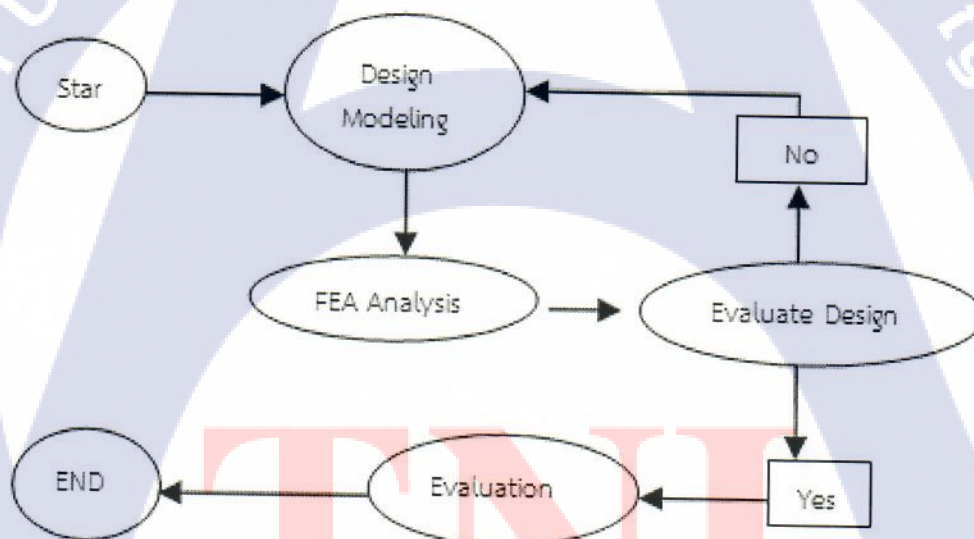


รูปที่ 41 รูปแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2

พบว่าค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1 คือ $2.4753 \times 10^7 Pa$ และค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2 คือ $1.2296 \times 10^7 Pa$

4.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์อิลิเมนต์

การออกแบบคอกม้า สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของปีกนกบนและล่างส่วนของคอกม้านั้นยังต้องมีน้ำหนักเบา จำลองการเกิดแรงคอกม้า จำลองแรงที่เกิดขึ้นกับคอกม้าโดยแรงที่มากระทำต่อคอกม้า นั้นจะถูกส่งมาจาก ปีกนกบนและล่าง ที่ ล้อกระทำกับพื้น และ แรงที่มาจากน้ำหนักของตัวรถ ภายใต้เงื่อนไขตามภาระที่เกิดขึ้นจริง โดย โปรแกรมออกแบบเสมือนจริง ในการจำลองคอกม้า ผ่าน โปรแกรม CATIA และโปรแกรมวิเคราะห์แรงกระทำ ความแข็งแรงของแบบ ผ่าน โปรแกรม ANSYS ขั้นตอนต่อไปเราจะ ปรับปรุงชิ้นงาน จุดประสงค์ของการออกแบบเพื่อการเปรียบเทียบองค์ประกอบ ให้น้ำหนักน้อยลง แต่ยังคงความแข็งแรงไว้ แสดงดัง รูปที่ 42 ซึ่งมีการกระจายความเครียดต่ำสุด เป็นความมั่นคงสูงและน้ำหนักเบา



รูปที่ 42 แผนการดำเนินงานและขั้นตอนในการวิเคราะห์



รูปที่ 43 การออกแบบค้อม้า

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ Catia V5R20 ซึ่งใช้ในการพัฒนาค้อม้าและการวิเคราะห์ความเครียดได้ดำเนินการผ่านการจำลองโดยโปรแกรม FEA จะได้รับการออกแบบที่ดีที่สุดซึ่งมีการกระจายความเครียดต่ำสุด เป็นความมั่นคงสูงและน้ำหนักเบา

โดยการออกแบบนี้ ได้ออกแบบตามงานวิจัยของ Formula Society of Automotive Engineering (SAE) และการออกแบบขึ้นอยู่กับ ระบบช่วงล่าง ตลอดจนความแข็งแรงของวัสดุที่นำมาใช้ เช่น อลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก. ในทั่วไปค้อม้า ประกอบด้วย สามส่วน ที่ต่อกับตัวโครง ที่เชื่อมต่อกับ ปีกนกบนและปีกนกล่าง ดังนั้นการออกแบบ ต้องคำนึงถึงความเครียด ตลอดจนส่วนที่ต่อกับ เบรก และ บั้มเบรกล่าง เราออกแบบโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ CATIA โดยขนาดรวมประมาณ 132.88 มิลลิเมตร x 200.32 มิลลิเมตร x 30 มิลลิเมตร แสดงดัง

รูปที่ 43เป็นการนำการออกแบบเก่ามาปรับปรุงใหม่โดยการปรับปรุงนี้ ได้ออกแบบให้มีหุ้ยดที่แข็งแรงและมั่นคงขึ้นจากค้อม้าตัวเก่า โดยค้อม้าตัวเก่านั้นได้มีการออกแบบไว้ตามหลักการของ Society of

Automotive Engineering (SAE) อยู่แล้ว จึงสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไข คอม่้าของตัวเก่าให้ตรงตามหลักวิศวกรรม

ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ แก้ปัญหาทางวิศวกรรม เช่นปัญหาทางโครงสร้าง และการกระจายตัวของความร้อนภายในวัสดุ โดยเริ่มจากการจำลองรูปร่างของตัวอย่าง แล้วใส่การจำลองปัญหาเข้า Finite Element Analysis, FEA) คือ การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการไปทำการแบ่งรูปร่างออกเป็น element เล็กๆ เพื่อลดความซับซ้อนและเพื่อความสะดวกในการแก้ปัญหา ทำการกำหนดสมบัติของวัสดุและสภาพการใช้งานจริง (boundary conditions) และทำการแก้ปัญหาโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของตัวคอม่้าที่นำมาใช้

ในการเลือกวัสดุที่นำมาใช้ทำคอม่้านั้น ได้เลือกวัสดุมาเพียง 2 ชนิด ที่สามารถหาได้ทั่วไปและมีราคาไม่สูงมากมาใช้ คือ เหล็ก และอลูมิเนียม โดยดูค่าความสามารถของโลหะและได้นำมาทดสอบผ่านการคำนวณโดยใช้ FEA Analysis เพื่อให้เห็นความแตกต่าง ระหว่างคอม่้าที่มาจากวัสดุทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของอลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061-T651

คุณสมบัติทางกายภาพ	
ความหนาแน่น	2.7 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
คุณสมบัติทางกล	
จุดคราก	310 เมกะพาสคาล
แรงต้านทานการดึงวิกฤติ	276 เมกะพาสคาล
มอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น	68.9 กิกะพาสคาล
อัตราส่วนปัวซอง	0.33
ความแข็งแรงต่อการล้าตัว	96.5 เมกะพาสคาล
ความเค้นเฉือน	207 เมกะพาสคาล

ในการศึกษานี้ได้สังเกตเห็นค่าสูงสุดของความเครียดและการโก่งงอของตัวอย่างคอม้าที่ได้ใส่แรงจำลองในโปรแกรมคำนวณ โดยใช้ภาระต่างๆเช่น แรง และ แรงที่ทำให้วัตถุหมุนไป ตามค่าที่แสดงบน Sharma et al. ได้ประยุกต์และผสมผสาน 1.5G ของแรงเบรก และ 1.5G ของความเร่งทางด้านข้างของ รูปทรงของคอม้าตามเส้นแบ่งแกนต่างๆ

ตารางที่ 4เงื่อนไขการรับแรง

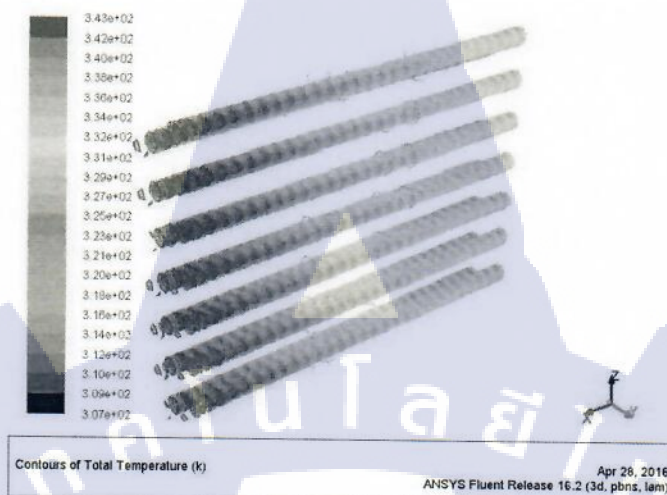
Braking force	1.5G
Lateral force	1.5G
Steering force	Steering effort of 40-50N

4.4 การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

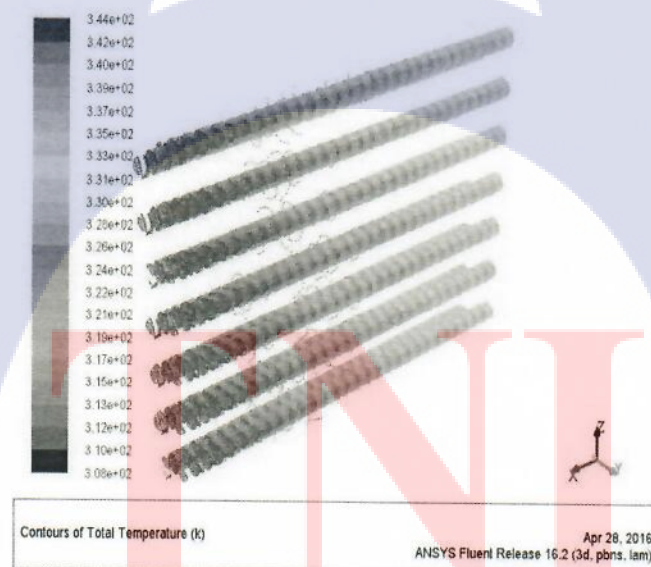
ผลจากการจำลองโดยปรับเปลี่ยนอัตราการไหล และจำนวนแผ่นครีป อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของ ท่อน้ำภายใน โดยขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 44 – 46 อุณหภูมิที่ ขนาดของ หม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 47 – 49 และขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตาราง เซนติเมตร ดังรูปที่ 50 – 52



รูปที่ 44 อัตราการไหลของน้ำ 2 ลิตรต่อวินาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร



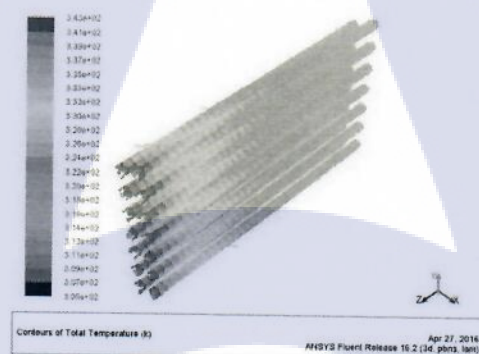
รูปที่ 45 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร



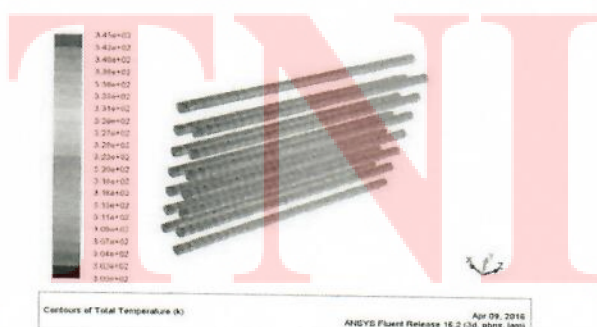
รูปที่ 46 อัตราการไหลของน้ำ 12 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 400 ตารางเซนติเมตร



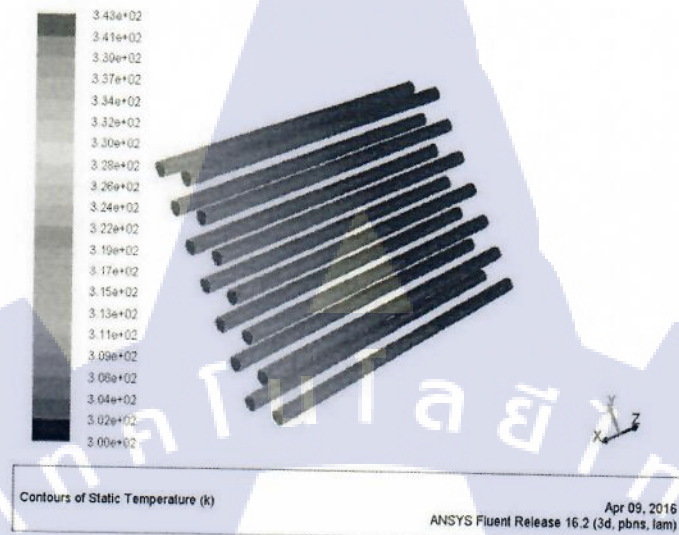
รูปที่ 47 อัตราการไหลของน้ำ 2 ลิตรต่อวินาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร



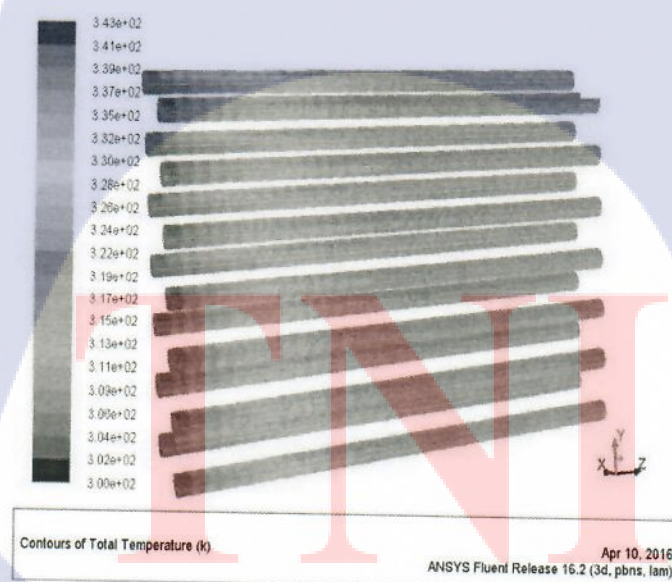
รูปที่ 48 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อวินาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร



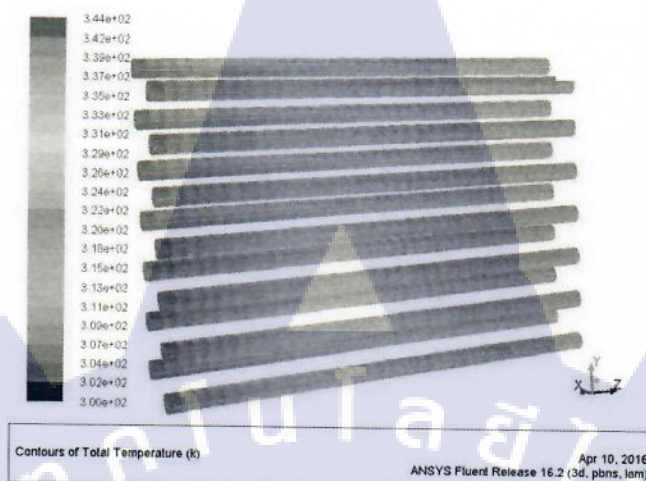
รูปที่ 49 อัตราการไหลของน้ำ 12 ลิตรต่อวินาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 450 ตารางเซนติเมตร



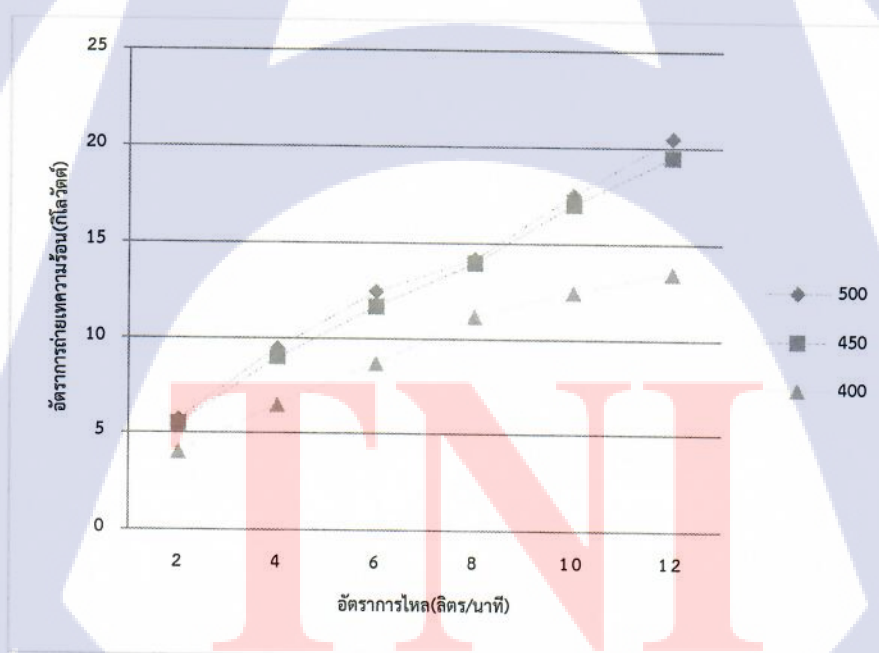
รูปที่ 50 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร



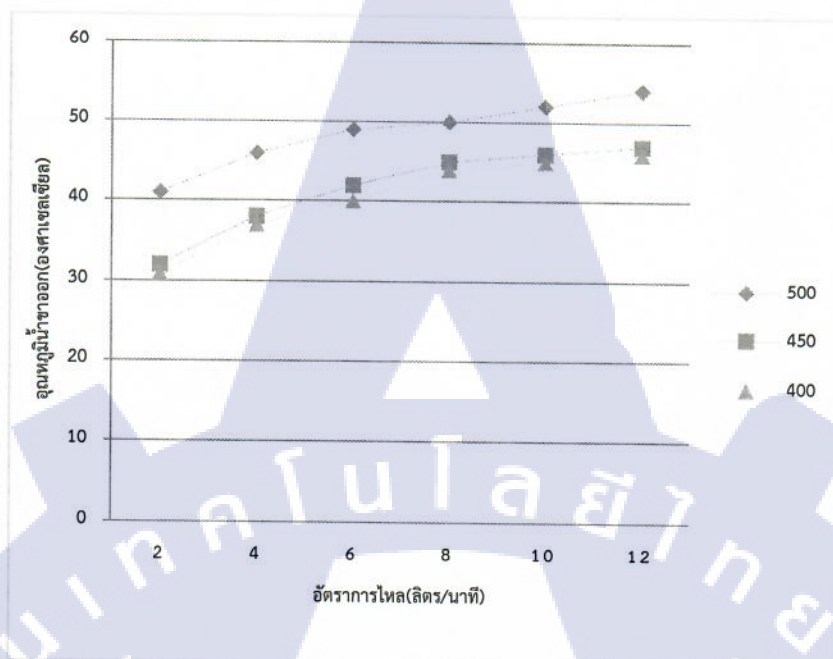
รูปที่ 51 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 52 อัตราการไหลของน้ำ 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของหม้อน้ำเท่ากับ 500 ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 53 สรุปอัตราการถ่ายเทความร้อนกับ อัตราการไหลของน้ำ ที่ขนาดของหม้อน้ำ 400,450 และ 500 ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 54 อุณหภูมิน้ำขาออกกับอัตราการไหลของน้ำที่ขนาดของหม้อน้ำ 400, 450 และ 500 ตารางเซนติเมตร

จากการวิเคราะห์แบบจำลองการระบายความร้อนของหม้อน้ำในรถที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม ANSYS R16.2 พบว่าอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น หม้อน้ำขนาด 500 มีอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดีกว่า 450 และ 400 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำทำให้น้ำขาออกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิน้ำขาออกลดลงแปรผันตามการลดลงของขนาดหม้อน้ำ อุณหภูมิน้ำขาออกของหม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตรเท่ากับ 31 37 40 44 45 และ 46 องศาเซลเซียส ตามลำดับการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำหม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตร ความยาวรวม 223 มิลลิเมตร จำนวน 112 ครีบ อัตราการไหล 2 ลิตรต่ออนาที มีอุณหภูมิน้ำขาออก 31 องศาเซลเซียส เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของมอเตอร์มากที่สุด

บทที่ 5

สรุปการดำเนินงาน

5.1 การออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของเสื้อเฟืองเพื่อเพิ่มความเร็วยานพาหนะไฟฟ้า

นักศึกษาด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

เสื้อเฟืองเพื่อเพิ่มความเร็วยานพาหนะไฟฟ้าสามารถทนต่อแรงบิดของมอเตอร์ได้ โดยใช้เหล็กหล่อเทา เป็นวัสดุในการทดสอบซึ่งค่าความแข็งแรงเท่ากับ 75.8423301×10^7 Pa ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม ansys ได้ผลออกมาว่าความแข็งแรงของเสื้อเฟืองเพื่อเพิ่มความเร็วยานพาหนะไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 4.7989×10^7 Pa โดยจากการคำนวณได้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัยอยู่ที่ 15.8 ทำให้สามารถนำเสื้อเฟืองเพื่อเพิ่มความเร็วยานพาหนะไฟฟ้ามาใช้ในการพาหนะไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

5.2 การออกแบบและวิเคราะห์โครงของแบตเตอรี่รถพาหนะไฟฟ้าด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ทำให้ทราบว่าโครงของแบตเตอรี่ที่ออกแบบ โดยใช้วัสดุอลูมิเนียม สามารถทนต่อแรงที่กระทำกับโครงของแบตเตอรี่ด้วยความเร็ว 40 g ในทิศทางตาม ลอนจิจูดและทิศทางด้านข้าง และ 20 g ในทิศทางแนวตั้งได้ โดยที่ค่าความแข็งแรงของอลูมิเนียมเท่ากับ 26.9 GPa แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม Ansys R16.2 พบว่าค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงของ ของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 1 คือ 2.4753×10^7 Pa และค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นใน โครงของแบตเตอรี่ใน 1 Segment รูปแบบที่ 2 คือ 1.2296×10^7 Pa ทำให้สามารถนำโครงของ แบตเตอรี่มาใช้ในการพาหนะไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

5.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของคอกม้าสำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์อิลเมนต์

การออกแบบที่นำเสนอคอกม้าที่จะนำมาใช้สำหรับรถที่นำมาใช้ในรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าศึกษานั้น ตอบสนองความต้องการการแข่งขัน ในฐานะที่เป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาครั้งนี้คือการลดน้ำหนักของคอกม้าที่มีอยู่กับเป้าหมายเพื่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า การเลือกวัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบที่ไม่ซับซ้อน เราใช้ อลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061-T651 (ซึ่งมีความแข็งแรง 276MPa) นั้น พบว่าเป็นวัสดุที่ดีที่สุดสำหรับองค์ประกอบเนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ดีเช่นเดียวกับที่มีน้ำหนักเบา รวมทั้งได้รับการวิเคราะห์โดย FEA ว่าคอกม้าของรุ่น CZR EV 01 มีผลต่อความเครียดน้อยกว่า นอกจากนี้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพดำเนินการที่จะได้รับการใช้งานที่ดีที่สุดของวัสดุสำหรับส่วนประกอบ ได้รับการพิสูจน์ในการลดน้ำหนักของคอกม้าด้านหน้าอยู่ที่ 30.460% และด้านหลังอยู่ที่ 10.115% 9 ตามรูปที่ 4-5 ขณะที่ต้องการความแข็งแรงแต่ น้ำหนักน้อยลง องค์ประกอบคอกม้าอาจนำไปสู่การลดลงของน้ำหนักโดยรวมของรถแข่งจึงอาจช่วยลดการใช้พลังงานทางไฟฟ้าให้น้อยเช่นเดียวกับผลการดำเนินงาน

5.4 การออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้านักศึกษา

จากการวิเคราะห์แบบจำลองการระบายความร้อนของหม้อน้ำในรถที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม ANSYS R16.2 พบว่าอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น หม้อน้ำขนาด 500 มีอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดีกว่า 450 และ 400 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำทำให้น้ำขาออกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิน้ำขาออกลดลงแปรผันตามการลดลงของขนาดหม้อน้ำ อุณหภูมิน้ำขาออกของหม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตรเท่ากับ 31 37 40 44 45 และ 46 องศาเซลเซียส ตามลำดับการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ หม้อน้ำขนาด 400 ตารางเซนติเมตร ความยาวรวม 223 มิลลิเมตร จำนวน 112 ครีบ อัตราการไหล 2 ลิตรต่อนาที มีอุณหภูมิน้ำขาออก 31 องศาเซลเซียส เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของมอเตอร์มากที่สุด

เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำขาออกสูงขึ้น ผกผันกับขนาดหม้อน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำขาออกลดลง

5.5สรุปและข้อเสนอแนะ

การแข่งขัน Student Formula EV ที่ทางสมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งประเทศไทยที่จัดขึ้นมา นี้ ได้ทำให้นักศึกษาแต่ละสถาบันต่างๆ ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมากมาย ทางทีมงานของเรารู้สึกขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และทางทีมงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการแข่งขันนี้จะจัดขึ้นเป็นประจำทุกปี และทำให้ทั่วโลกยอมรับให้ได้ว่านักศึกษาของไทยมีศักยภาพพอที่จะแข่งในระดับสากล ทางทีมไม่ได้ส่งรถเข้าแข่งขันในรายการ 2016 Student Formula Japan.ได้ทันเนื่องจากติดปัญหาค่าการเดินทางของนักศึกษาและที่พัก เพราะไม่ได้รับการสนับสนุนจาก สปอนเซอร์ที่เคยสนับสนุนในปีก่อน จึงเป็นปัจจัยสำคัญเรื่องของงบประมาณการเดินทางและที่พักของทีม ในการส่งรถเข้าร่วมในประเทศญี่ปุ่น แต่ทางทีมได้เข้าร่วมในประเทศไทยในโครงการ TSAE 2017 แทน และได้ตั้งเป้าหมายในการนำรถเข้าร่วมการแข่งขันในประเทศญี่ปุ่นในปีต่อไป

สุดท้ายนี้ทางทีมงานทุกคนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้สนับสนุนทีมของเรา ที่ให้การอนุเคราะห์งบประมาณในการผลิต และอนุเคราะห์ผลิตภัณท์ให้แก่ทีมของเรา ถ้าไม่มีผู้สนับสนุนใจดีอย่างนี้ ทางทีมของเราก็ไม่สามารถทำให้เป็น “CarreraZ Racing” ได้ ขอบพระคุณมากครับ

TNI

NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก
เอกสารขออนุมัติโครงการ

TNI

แบบเสนอโครงการวิจัยสำหรับบุคลากรภายใน
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

- ข้อ 1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)การวิจัยและพัฒนาารพอร์มุล่าไฟฟ้า
(ภาษาอังกฤษ)Research and Development for Electric Formula
- ข้อ 2. ประเภทของงานวิจัย ☒งานวิจัยเชิงวิชาการ ☐งานวิจัยเพื่อการเรียนการสอน
- ข้อ 3. สาขาที่ทำการวิจัยสาขาที่ทำการวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์
- ข้อ 4. การบูรณาการกระบวนการวิจัยกับการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชา
EEN-207เครื่องจักรกลไฟฟ้า
EEN-208ปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า
EEN-301ระบบควบคุม/EEN-302 ปฏิบัติการระบบควบคุม
ENG-492Extra Curriculum Activity in Engineering 2
ENG-494 Extra Curriculum Activity in Engineering 4
AEN-302 Automotive Engineering Laboratory 1
AEN-304 Automotive Engineering Laboratory 2

ข้อ 5. คณะผู้ดำเนินงานวิจัย

5.1 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายสุระ ลาภทวี
(ภาษาอังกฤษ) Mr.SuraLaptawee

คุณวุฒิ

- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์และอิเล็กทรอนิกส์), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวิศวกรรม), สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ตำแหน่ง

อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

การสื่อสารที่มีความความปลอดภัย

ประวัติการได้รับทุน.....ไม่มี.....

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] suralaptawee and Wimol San-Um, "The Development of Chaotic Jerk Oscillator and Its Application to Synchronization in Chaotic-Masking Secure Communications" Proceeding

of ICIBR 2012, International Conference on Business and Industrial Research, Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok.

[2] suralaptawee and Wimol San-Um, "Implementation of Rössler Chaotic System through Inherent Exponential Nonlinearity of a Diode with Two-Channel Chaotic Synchronization Applications" 4th International Conference on Intelligent Control and Information Processing 2013 (ICICIP 2013), Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China.

5.2 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายณเร็นชัยธานี
(ภาษาอังกฤษ) Mr.NarenChaithanee

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- Machines design
- Automation control

ประวัติการได้รับทุน.....ไม่มี.....

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

- ระบบควบคุมเครื่องทดสอบเครื่องยนต์แบบกระแสไหลวนต้นทุนต่ำ, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25, 2554

[1] การไหลราบเรียบเป็นคาบและการถ่ายเทความร้อนในช่องสี่เหลี่ยมจัดด้วยแผ่นกั้นเอียงมุม 20°, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 2553

[2] A Hybrid Fuzzy - PID Controller for Tabletting Machine with Force Control, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 2553

[3] การประยุกต์วิธีการหาขอบภาพเพื่อใช้กับโปรแกรมสั่งงานเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 2551

5.3 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายภาสกร พันธุ์โอภาส
(ภาษาอังกฤษ) Mr.PhatsakonPhanophat

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(การตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม), มหาวิทยาลัย

รามคำแหง

- ครุศาสตรบัณฑิต(อุตสาหกรรมศิลป์),สถาบันราชภัฏนครราชสีมา

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- วิศวกรรมยานยนต์

ประวัติการได้รับทุน

- การพัฒนารถไฟฟ้าเพื่อการแข่งขัน

- การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับการทำงานของระบบสมองกลในการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์เบนซิน

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] **PasakornPhano-phat**, WisitSongmuang, WeerayutKeawsupsak, PassaveeDanpitakkul, Krittaphartn Pisitcharoen, and NuttapolLimjeeararus. "Design of a Handy Battery Switching System for an Electric Three-wheeler" *The 5 th TSME International Conference on Mechanical Engineering, (ICoME 2014)*.

[2] A. Amtip, R. Sutthisong, **P. Phano-phat**, D. Kaewdook, S. Tamna, W. Wongsuwan, J. Chaichanawong, N. Limjeeararus (2011). Improvement of a throttle enhancing engine performance of FSAE racing cars, The 7th International Conference on Automotive Engineering (ICAE-7), Bangkok, Thailand, March 29, 2011.

[3] R. Sutthisong, A. Amtip, **P. Phano-phat**, D. Kaewdook, W. Wongsuwan, J. Chaichanawong, N. Limjeeararus (2011.) Improvement of a runner for high torque and power at mid-range engine speeds, The 7th International Conference on Automotive Engineering (ICAE-7), Bangkok, Thailand, March 29, 2011

- Optimization of Engine Intake Manifold for Maximum Torque and Power of CBR5 0 0 Engine for Student Formula Racing Car

5.4 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายวิศิษฐ์ สองเมือง

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Wisit Songmuang

คุณวุฒิ

- อดิศัยธรรมศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยียานยนต์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร

เหนือ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ประสบการณ์ในงานวิจัย
วิศวกรรมยานยนต์
ประวัติการได้รับทุนไม่มี.....
ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] PasakornPhano-phat, VisitSongmuang, WeerayutKeawsupsak, PassaveeDanpitakkul, Kritaphartn Pisitcharoen, and NuttapolLimjeerajarus. "Design of a Handy Battery Switching System for an Electric Three-wheeler" *The 5 th TSME International Conference on Mechanical Engineering, (ICoME 2014)*.

5.5 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายชูคิด.งามวงศ์
(ภาษาอังกฤษ) Mr.ChookidNgamwong

คุณวุฒิ

- ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวิศวกรรม), สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

นคร

เหนือ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ประสบการณ์ในงานวิจัย
- วิศวกรรมการผลิต
ประวัติการได้รับทุนไม่มี.....
ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] ชูคิด งามวงศ์, จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์, ผลกระทบของสภาวะการตัดเฉือนที่มีผลต่อความเรียบของผิวงานกลึง. The 2nd TNI Academic Conference, กรุงเทพมหานคร, 17 พฤษภาคม 2555.

5.6 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมบัติ ทำนา
(ภาษาอังกฤษ) Mr. SombatTamna

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- Computational Fluid Dynamics (CFD)
- Finite Element Analysis
- Enhancement Heat Transfer

ประวัติการได้รับทุน.....ไม่มี.....

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1]Tamna, S., Poonperm, R., Promvong, P. and Thianpong, C., "Laminar Convection Heat Transfer in Square Channel Fitted Diagonally with 45° V-Discrete Baffles", *Advanced Materials Research*, Vols. 931-932 (2014) pp 1149-1153

[2]Skullong, S., Tamna, S. and Promvong, P., "Turbulent Convection in a Solar Air Heater Channel with Baffles/Winglets", *International Conference and Utility Exhibition 2014 on: Green Energy for Sustainable Development*, Chonburi, Thailand, March 19-21, 2014

[3]Tamna, S., Skullong, S., Promvong, P. and Thianpong, C., "Numerical Analysis of Turbulent Flow and Heat Transfer in a Square Channel with U-Shaped Baffles", *The 18th International Annual Symposium on Computational Science and Engineering*, Chonburi, Thailand, March 17-19, 2014

[4]Tamna, S., Promvong, P. and Pimsarn, M., "Turbulent flow and heat transfer in square duct fitted diagonally with 45° end-cut V-baffles", *The 18th International Annual Symposium on Computational Science and Engineering*, Chonburi, Thailand, March 17-19, 2014

5.7 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายจิรพงศ์ สุขาทิพย์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Jirapong Sukatip

คุณวุฒิ

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- CAD/CAM

ประวัติการได้รับทุน.....ไม่มี.....

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ไม่มี.....

ข้อ6. ผู้ทรงคุณวุฒิ หรือ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) ดร.โยชิตะ ยูซะกุ

(ภาษาอังกฤษ) Dr.Yusaku Yoshida

คุณวุฒิ

Ph.D, Gunma University (Japan)

M. D, Gunma University

B. D, Gunma University

ตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญจากThe Japan International Cooperation Agency.(JICA)

สถานที่ทำงาน The Japan International Cooperation Agency.(JICA)

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- Automotive

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] "Performance Characteristics of Micro Hydro Generation with Spiral Turbine", PhuminYaowapunth, AprirakMahaprom, WichianJantachote and Yusaku Yoshida, 24th ME-Nett, Ubonratchathani, August 20-22, 2010.

[2] "Influence of Daylight Exposure of Biodiesel on Engine Characteristics", WarachitPhayom, WichianJantachote and Yusaku Yoshida, 9th Annual Meeting of Thai Society for Agricultural Engineering, Jan.31-Feb.1, Chiang Mai, 2008.

[3] "Performance Test of Electric Car on Road", Surin, WichianJantachote and Yusaku Yoshida, 21st ME-Nett, Chonbri, October 17-19, 2007.

“Development of High-Temperature Catalytic Combustor with Starting Burner (Part2. Approach for High Temperature Limit and Performance Test of Developed Combustor)”, Yoshida Yusaku, Iguchi Mabito, Matsumo Kazuhisa and Takeda Michio, Vol.34 No.6 Journal of GTSJ, 2006-11. (Japan)

ข้อ7. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัยที่นำเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย โดยละเอียด

7.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ในปัจจุบันยังมีการแข่งขันรถฟอร์มูล่าที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากำลังเป็นที่นิยมในต่างประเทศ ซึ่งในประเทศไทยก็เริ่มมีการแข่งขัน ในปี 2557 โดยจัดให้มีการสาธิตแสดงการแข่งขันรถฟอร์มูล่าสำหรับนักเรียน นักศึกษา ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ได้ผ่านการทดสอบและทดลองวิ่งเหมือนกับการแข่งขันรถฟอร์มูล่าที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์อาซิเช่น การแข่งขันการนำเสนองานออกแบบและต้นทุน Acceleration Endurance Auto-Cross Skid-Pad เป็นต้น สถานศึกษาที่เข้าร่วมแข่งขันได้แก่ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์และสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างดีจากผู้เข้าชมและสถานศึกษาต่างๆ

ในปีนี้ จึงมีการพัฒนารถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้รถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนไฟฟ้ามีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น และปรับปรุงแก้ไขรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนไฟฟ้าให้ถูกต้องตามกติกาที่เปลี่ยนไปในแต่ละปี ให้สามารถเข้าร่วมแข่งขันรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

7.2 วัตถุประสงค์

7.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบส่งกำลังของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

7.2.2 เพื่อออกแบบระบบระบายความร้อนของมอเตอร์และชุดควบคุมมอเตอร์

7.2.3 เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่ของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

7.3 ขอบเขตของการวิจัย

7.3.1 เนื้อหาของการวิจัย

7.3.1.1 การออกแบบและพัฒนาระบบส่งกำลังของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อหาอัตราทดที่เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ น้ำหนักตัวรถและลักษณะการแข่งขัน

7.3.1.2 เพื่อออกแบบระบายความร้อนของระบบมอเตอร์และชุดควบคุมมอเตอร์ ไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินอุณหภูมิทำงานของอุปกรณ์

7.3.1.3 เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่ของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าให้สามารถทนต่อความแรงในแนวราบได้ไม่น้อยกว่า 40g และแนวดิ่ง ไม่น้อยกว่า 20g(ตามกติกาการแข่งขัน)

7.3.1.4 เพื่อศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าต่อระยะทางต่อน้ำหนัก

รวม

7.3.2 กลุ่มเป้าหมาย หรือ ประชากร

นักศึกษาและคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่นอุตสาหกรรมยานยนต์

7.3.3 ระยะเวลาของการวิจัย

ระยะเวลา 9 เดือน

7.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.4.1 คณาจารย์และนักศึกษาได้พัฒนาศักยภาพทางด้านวิศวกรรมยานยนต์อย่างเข้มแข็ง

7.4.2 สามารถออกแบบและพัฒนาระบบส่งกำลังของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

7.4.3 เข้าใจการระบายความร้อนของมอเตอร์และชุดควบคุมมอเตอร์

7.4.4 สามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่ของรถฟอร์มูล่าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

7.4.6 ทราบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าต่อระยะทางต่อน้ำหนักรวม

7.4.6 สามารถเข้าร่วมงานประชุมงานวิชาการระดับชาติ

7.5 หน่วยงานที่คาดว่าจะมีการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.5.1 ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์หรือนำเสนองานวิจัยในงานประชุมงานวิจัยระดับชาติในนามสถาบัน

7.5.2 องค์ความรู้จากการศึกษาวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอื่นๆ ในอนาคต

7.5.3 สามารถบันทึกเป็นผลงานสำหรับการประกันคุณภาพของสถาบัน

7.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1] ZhibinShuai, Hui Zhang, Junmin Wang, Jianqiu Li, and MinggaoOuyang, "Lateral Motion Control for Four-wheel-independent-drive Electric Vehicles Using Optimal Torque Allocation and Dynamic Message Priority Scheduling," Control Engineering Practice, Vol. 24, pp. 55-66, 2014.

[2] Rajesh Rajamani, "Vehicle Dynamics and Control", Springer Berlin Heidelberg, New York, USA, 2006.

[3] UweKiencke and Lars Nielsen, "Automotive Control Systems: For Engine, Driveline, and Vehicle 2nd Ed", Springer Berlin Heidelberg, New York, USA, 2005.

[4] JörnSenReimpell, Helmut Stoll and Jürgen W. Betzler, "The Automotive Chassis: Engineering Principles 2nd Ed", Butterworth-Heinemann, 2001.

[5]Stephen W. Moore and Peter J. Schneider, "A Review of Cell Equalization Methods for Lithium Ion and Lithium Polymer Battery Systems," SAE Technical Paper, 2001.

[6] James Edward Francfort, "Hybrid Electric Vehicle and Lithium Polymer NEV Testing",

Advanced Vehicle Testing Activity, Idaho National Laboratory, P.O. Box 1625, Idaho Falls, ID. 83415-3830.

[7] Evan Jenkins, Dave Baker, Matt Grusenmeyer, Shane Marcks and Adam Baldan, "FASE Chassis: Phase IV Report", University of Delaware, 2010

[8] William B. Riley and Albert R. George "Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis", Cornell University, 2002

[9] Alejandro Diaz, Osvaldo Fernandez, Ricardo Gonzalez and Christian Ramos, "FSAE 2015 Chassis and suspension 25% Report", Florida International University, 2015

[10] Prof. Dr.-Ing. Karlheinz H. Bill and Stefan Dallmer, "Design and construction of the brake systems for the 'Formula Student' - Racing Cars BRC08 /Brc09", 2008-2009

[11] Abrams and Ryan, "Formula SAE Race Car Analysis :Simulation & Testing of the Engine as a Structural Member" The University of Western Ontario, Canada, 2008

[12] Bill Canis, "Battery Manufacturing for Hybrid and Electric Vehicles: Policy Issues", Congressional Research Service, 2013

[13] J.-M. Tarascon, "Key challenges in future Li-battery research", Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides, Université de Picardie Jules Verne, and ALISTORE-ERI European Research Institute, 80039 Amiens, France, 2010

[14] Mehul Oswal, Jason Paul and Runhua Zhao, "A comparative study of Lithium-Ion Batteries" University of southern California, California, USA, 2010

[15] Yinjiao Xing, Eden W. M. Ma, Kwok L. Tsui and Michael Pecht, "Battery Management Systems in Electric and Hybrid Vehicles" Center for Prognostics and System Health Management (PHMC), City University of Hong Kong, Hong Kong, China, 2011

[16] Venkatasailanathan Ramadesigan, Paul W. C. Northrop, Sumitava De, Shriram Santhanagopalan, Richard D. Braatz, c and Venkat R. Subramanian, "Modeling and Simulation of Lithium-Ion Batteries from a Systems Engineering Perspective", Department of Energy, Environmental and Chemical Engineering, Washington University, St. Louis, Missouri 63130, USA, 2012

[17] Samuel Reineman, "Design and Analysis of a Battery for a Formula Electric Car", Massachusetts Institute of Technology, 2013

7.7.2 ตารางแสดงภาระงานวิจัย (ชั่วโมงการปฏิบัติงาน)

รายนามคณะผู้วิจัย	เนื้อหา/กิจกรรมที่รับผิดชอบในการทำวิจัย	สัดส่วนภาระงานในการทำวิจัย (%)	เทียบเป็นชั่วโมงการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง/สัปดาห์/ภาคการศึกษา)
1.นายภาสกร พันธุ์โอภาส	ระบบช่วงล่างรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า	60	10
2. นายนเรนศ ชัยธานี	การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแบตเตอรี่	10	3
3. นายจิรพงศ์ สุขาทิพย์	โครงสร้างของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า	10	3
4. นายชุตติค งามวงศ์	ตัวถังของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า	10	3
5. นายวิศิษฐ์ สองเมือง	ตัวถังของรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า	10	3

7.7 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

7.7.1 ห้อง C205 (ห้องวางแผน ประชุมดำเนินงาน)

7.7.2 ห้อง C207 (ห้องปฏิบัติการด้านไฟฟ้า)

7.7.3 อาคารปฏิบัติการ K105 (พื้นที่ปฏิบัติงานของการสร้างและพัฒนา Formula Student Electric Vehicle)

7.8 อุปกรณ์การวิจัย

- Brushless Motor
- Battery Li Ion
- Controller
- CNC

7.9 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ

งบประมาณของโครงการรวมทั้งสิ้น 300,000 บาท ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย รวม 200,000 บาท ขอสนับสนุนจากกิจการนักศึกษา 50,000 บาทสนับสนุนจาก บริษัทTRDจำกัด50,000 บาทรายละเอียดงบประมาณโครงการโดยรวมในการจัดทำรถแข่ง Student Formula Electric Vehicle

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
1.	ระบบส่งกำลัง- ชุดโซ่ สเตอริโอเฟลาขับ(torque sensing limited slip differential)	1 set	40,000	ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย
2.	ระบบช่วงล่างรถ - ระบบบังคับเลี้ยวระบบเบรก ดุมล้อ คอกม้า ล้อและยาง	1 set	40,000	ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย
3.	Chassis and Body part - โครงรถบอดี้รถ	1 set	40,000	ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย
4.	ระบบไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ - มอเตอร์ คอลโทลเลอร์ระบบความปลอดภัย แบตเตอรี่ (ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม)	1 set	40,000	ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย
5.	ระบบความปลอดภัย - เข็มขัดนิรภัย มาตรฐานFIA - ชุดแข่ง มาตรฐานFIA	1 set	90,000	ขอสนับสนุนจากกองทุนวิจัย
6.	อื่นๆ -ค่าสมัคร ค่าที่พัก ค่าอาหาร เดินทาง	1	50,000	ขอสนับสนุนจากกิจการนักศึกษา
งบประมาณทั้งหมด รวม (สามแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)			300,000.00	

ข้อ 8. ค่าจ้างเพิ่มเติมโครงการวิจัยนี้เป็นการทำงานร่วมระหว่างอาจารย์กับนักศึกษา ในแนวการทำงานแบบ Monozukuriซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานของนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น เพื่อแลกเปลี่ยนพัฒนาความรู้ในระดับสากลให้เป็นที่ยอมรับในระดับอุดมศึกษา และมีการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ระหว่างบริษัทและสถาบันการศึกษาอื่นๆ สามารถนำความรู้จากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้งานในด้านวิศวกรรมยานยนต์ต่อไป

ข้อ 9. หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติข้าพเจ้าเข้าใจและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับทุนอุดหนุนงานวิจัยของสถาบันฯ ทุกประการ พร้อมนี้ ได้ส่งแบบเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย จำนวน 1 ชุด ตามกำหนดในประกาศ มาประกอบการพิจารณา

(ลงชื่อ).....

(นายภาสกร พันธุ์โอภาส)

หัวหน้าโครงการวิจัย

...../...../.....

เอกสารแนบ

☐ ประวัติผู้วิจัยและผู้ร่วมทีมวิจัย โดยระบุประวัติการได้รับทุนและผลงานวิจัยที่พิมพ์ออก

เผยแพร (บอกผลงานที่สำคัญๆ ไม่จำเป็นต้องบอกครบทุกเรื่อง)

☐ รายละเอียดคุณสมบัติและราคาของอุปกรณ์ หรือลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ ที่ต้องใช้ในการวิจัย (กรณีขอซื้อเพิ่มเติม)

☐ รายละเอียดการปฏิบัติหน้าที่ของผู้ช่วยนักวิจัย เช่น หน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ ชั่วโมงการทำงาน

ประวัติผู้ช่วยนักวิจัย อัตราค่าตอบแทน (กรณีมีการขอค่าตอบแทนผู้ช่วยนักวิจัย)

☐ เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อ 10. ความเห็นของหัวหน้าภาค/หัวหน้าหน่วย

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง

...../...../.....

ข้อ 11. ความเห็นของรองคณบดีฝ่ายวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์
ความเห็นของหัวหน้าภาค/หัวหน้าหน่วย

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

ข้อ 12. ความเห็นของคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

☐

ไม่อนุญาตให้.....ดำเนินการวิจัย
เนื่องจาก

.....

☐

อนุญาตให้.....ดำเนินการวิจัยตามกรอบโครงการวิจัยที่
เสนอ และจะติดตามผลงานวิจัยจนแล้วเสร็จโครงการ

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

TNI



ภาคผนวก ข

แนวทางการจัดการแข่งขันTSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula

Electric

TNI

แนวทางการจัดการแข่งขัน

TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric

วัตถุประสงค์

- ส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาทักษะวิศวกรรมยานยนต์และยานยนต์ไฟฟ้า
- เสริมสร้างบุคลากรด้านยานยนต์ในประเทศไทย
- สนับสนุนการออกแบบการสร้างยานยนต์ไฟฟ้าและการจัดการอย่างครบวงจร
- ส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมด้านยานยนต์ไฟฟ้าโดยฝีมือคนไทย
- เพื่อนำไปสู่การแข่งขันระดับโลก

ประเภทการแข่งขัน

- รถยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็น Formula car (Formula Electric car)
- ในการแข่งขันปีนี้การแข่งขันเป็นการสาธิตการแข่งขัน (Demonstration) เพื่อเตรียมการจัดการแข่งขันเต็มรูปแบบในปีต่อไป (จะมีการคิดคะแนนให้แต่ยังไม่มีการจัดลำดับอย่างเป็นทางการ)
- การแข่งขันจัดร่วมกับรถ Student Formula ที่ใช้เครื่องยนต์ ICE ใช้กติกาตาม SAE Formula <http://students.sae.org/competitions/formulaseries>

ข้อกำหนดทั่วไป

- เป็นยานยนต์ที่มี 4 ล้อ
- มีที่นั่งเดียว (ผู้ขับขี่)
- เป็นการแข่งขันทypes ออกแบบและสร้างทางวิศวกรรม
- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 600 VDC
- ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเท่านั้น
- พลังงานไฟฟ้าที่ดึงจากแบตเตอรี่ไม่เกิน 85 kW (รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จากกติกา SAE)
- สามารถใช้ระบบ Regenerating energy ได้แต่ใช้ได้เมื่อความเร็วเกิน 5 กมต่อชม
- ระบบเก็บไฟฟ้าที่ใช้ได้คือ Battery และหรือ Super Capacitor (Fuel cell ไม่สามารถใช้ได้)

- รายละเอียดเพิ่มเติมอย่างละเอียดสามารถศึกษาได้จากกติกาของ SAE

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการสาธิตการแข่งขัน (Demonstration)

- ❖ สามารถนำรถเก่าที่เคยเข้าร่วมแข่งขัน Student Formula มาสร้างเป็นรถ Formula Electric ได้
- ❖ ต้องมี advisor สองคนคือ Team advisor* และ Electric system advisor*
- ❖ ต้องมีผู้รับผิดชอบระบบไฟฟ้าของทีม (Electric system officer*) จำนวน 1 คน
- ❖ สมาชิกและนักขับของทีมต้องไม่ซ้ำกับทีม Formula เครื่องยนต์ ICE
- ❖ แต่ละสถาบันการศึกษาสามารถส่งทีมเข้าแข่งได้ไม่เกิน 1 ทีมสำหรับ Formula Electric (ไม่นับรวมกับรถ Formula เครื่องยนต์ ICE ที่สามารถส่งเข้าแข่งขันได้ไม่เกิน 1 ทีมเช่นกัน)*
รายละเอียดหน้าที่ดูได้จากกติกาของ SAE

กติกาการแข่งขัน

- ใช้กติกา SAE Student Formula 2014 เป็นกติกาหลักประกอบกับกติกาของสมาคมเพื่อความเหมาะสมสำหรับการแข่งขันในประเทศไทย (TSAE Local rules)
- กติกา SAE Student Formula 2014 สามารถ Download ได้จาก <http://students.sae.org/competitions/formulaseries/rules/>
- TSAE local rule สามารถ Download ได้จาก <http://www.tsae.or.th>

ทุนสนับสนุน

กองทุนฯจะสนับสนุนเฉพาะทีมที่สมัครเข้าร่วมแข่งขันสาธิตการแข่งขัน และขอให้ทีมจัดส่งเอกสารประกอบการขอทุนดังนี้

1. เอกสารชี้แจงเหตุผลความจำเป็นในการขอทุน
2. แนวทางการออกแบบสร้างรถเชิงวิศวกรรม
3. งบประมาณในการสร้างรถ
4. เอกสารแสดงความพร้อมในการออกแบบและจัดสร้างรถ (ระบุอุปกรณ์ช่วยออกแบบ, ภาพถ่าย workshop และอุปกรณ์ประจำ workshop)

5. หนังสือรับรองการเข้าร่วมแข่งขันจากสถาบันการศึกษา

* (สมาคมฯจะพิจารณาการสนับสนุนทุนแก่ผู้เข้าร่วมสภิตการแข่งขันโดยทีมที่ต้องการขอทุนจะต้องสมัครขอทุนตามรายละเอียดดังที่แจ้งไว้ข้างต้น)

คุณสมบัติของผู้สมัคร

- สมัครเป็นทีม
- สมาชิกทีมทุกคนต้องเป็นสมาชิกของ TSAE
- ผู้ร่วมแข่งขันหลักต้องมาจากสถาบันการศึกษา และเป็นตัวแทนอย่างเป็นทางการของสถาบันหรือวิทยาเขตของสถาบันนั้น (ในกรณีมีหลายวิทยาเขต) ในทีมต้องมีอย่างน้อย 10 คนและไม่เกิน 30 คนซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาระดับอุดมศึกษาหรืออย่างต่ำระดับปวส. (ต้องมีอาจารย์เป็นที่ปรึกษาของทีม)

* อาจมีบุคคลทั่วไปเข้าร่วมได้ (กรรมการขอสงวนสิทธิ์ในการคัดเลือก)

- ทีมต้องเป็นผู้ออกแบบและสร้างรถต้นแบบเองโดยสมาชิกทีม

การเตรียมพร้อมของผู้ขับขี่

- ต้องเป็นสมาชิกในทีมเท่านั้น
- ต้องเป็นนักศึกษาของสถาบันการศึกษานั้นหรือจบการศึกษาแล้วไม่เกิน 6 เดือนและอายุมากกว่า 18 ปี
- มีสุขภาพดีและความพร้อมในการขับขี่ (จะมีพยาบาลตรวจก่อนลงแข่งขัน)
- ต้องแต่งกายด้วยชุดสำหรับการแข่งขันรถยนต์
- ต้องมีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์
- ต้องเซ็นใบยินยอมรับผิดชอบด้วยตนเองในกรณีเกิดอุบัติเหตุจากการแข่งขัน

หลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับทุน

1. หลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับทุนดูรายละเอียดได้ที่ www.tsae.or.th
2. สมาคมฯจะประกาศผู้มีสิทธิ์รับทุนการแข่งขันในวันที่ 30 พค. 2557

หลักเกณฑ์การตัดสิน

Technical Inspection ไม่มีคะแนน

Static Competitions 325 คะแนนแบ่งเป็น

1. Cost 100 คะแนน
2. Presentation 75 คะแนน

3. Design 150 คะแนน

Dynamic Competitions 675 คะแนนแบ่งเป็น

1. Acceleration 75 คะแนน
2. Skidpad 50 คะแนน
3. Autocross 150 คะแนน
4. Endurance 300 คะแนน
5. Efficiency 100 คะแนน

รางวัลการแข่งขัน

ประกาศนียบัตรแก่ทุกทีมที่เข้าร่วมสาธิตการแข่งขัน

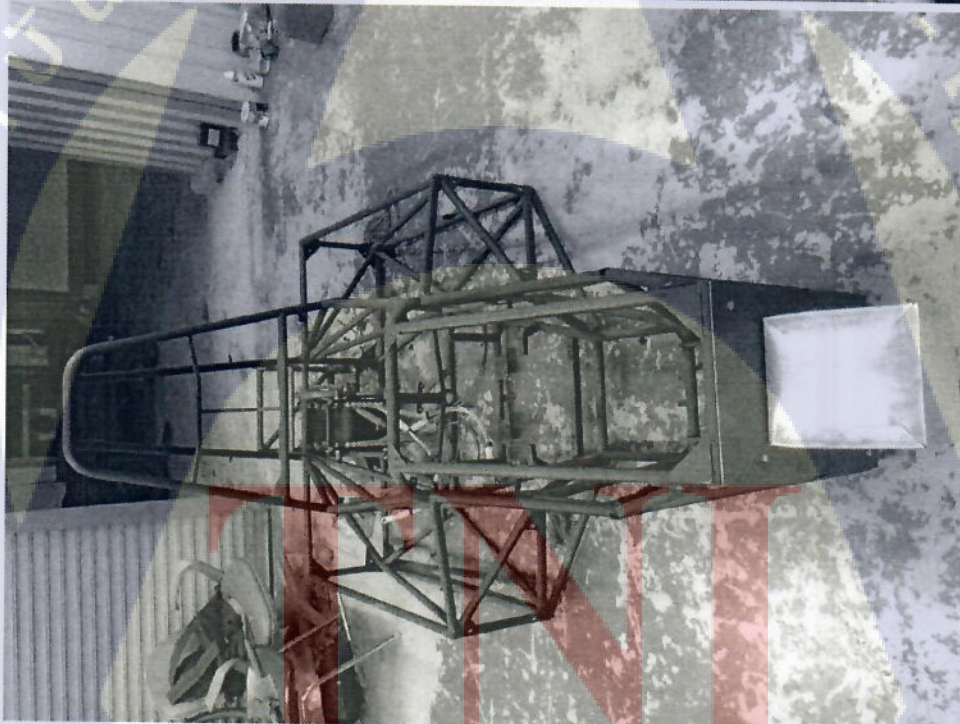
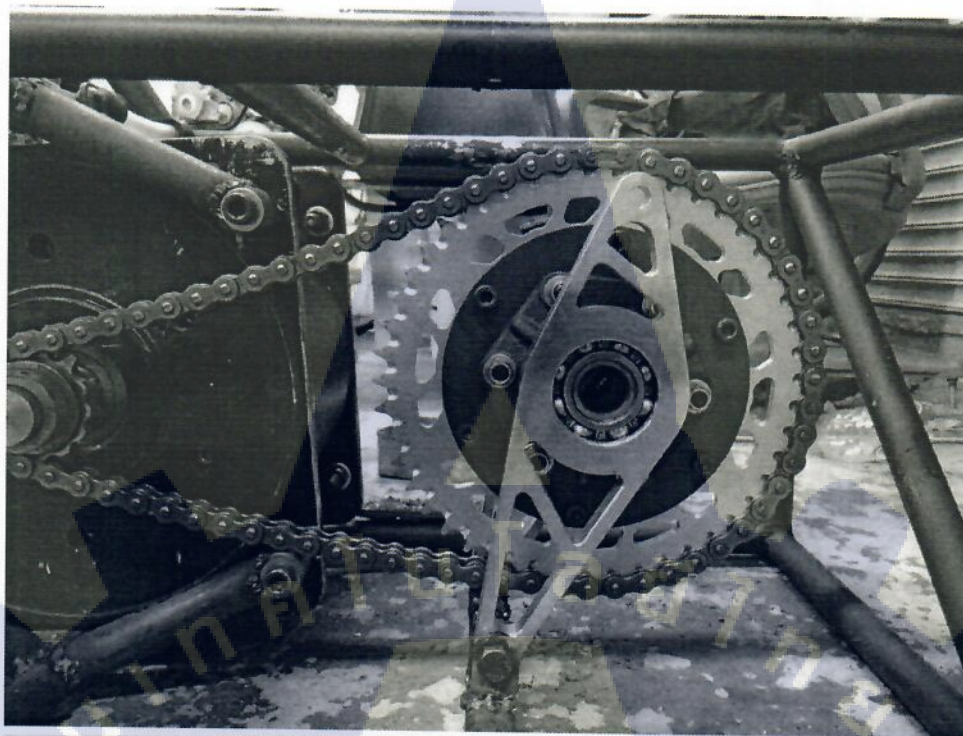
กำหนดการ Formula Electric กิจกรรม	วัน
เริ่มรับสมัคร	พ. 2 เม.ย 2557
ชี้แจงรายละเอียดโครงการแนะนำการดำเนินการและประกาศหลักเกณฑ์การให้ทุนสนับสนุนของ Formula Electric (ต้องส่งผู้แทนเข้าร่วมประชุมมิฉะนั้นจะตัดสิทธิ์)	ส. 31 พ.ค. 2557
ส่งเอกสารประกอบการขอรับทุน	พ 20 พ.ค.2557
ปิดรับสมัคร	ศ. 16 พ.ค. 2557
ประกาศผู้ได้รับทุนสนับสนุน	ศ. 30 พ.ค. 2557
ส่งรายงาน Impact และ Structure	จ. 25 ส.ค 2557
ส่งรายงาน Design และรายงาน Cost	จ. 15 ก.ย. 2557
การแข่งขัน(สนามทดสอบไทยบริดจสโตน)	ศ . 14 -16 พ .ย . 2557

ภาคผนวก ค
รูปการดำเนินงาน

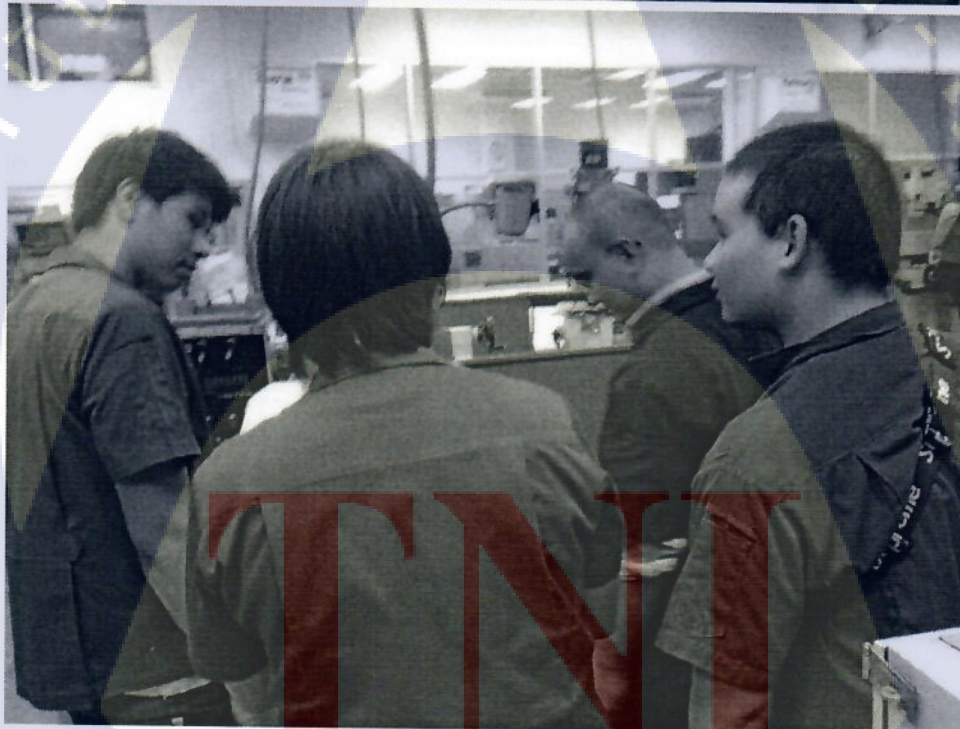
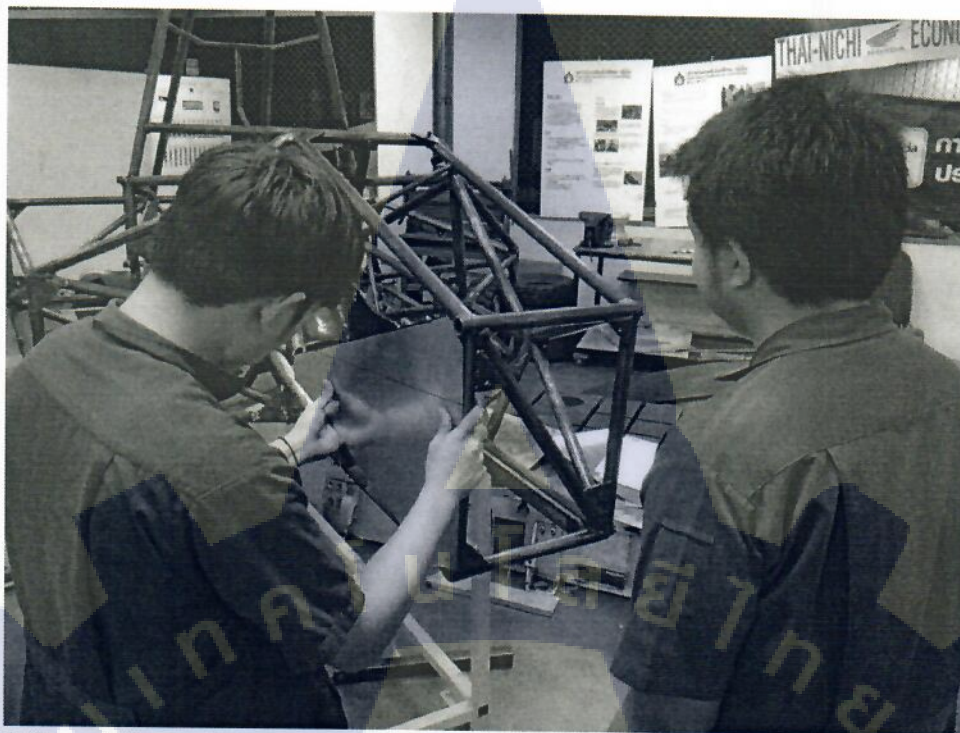
TNI





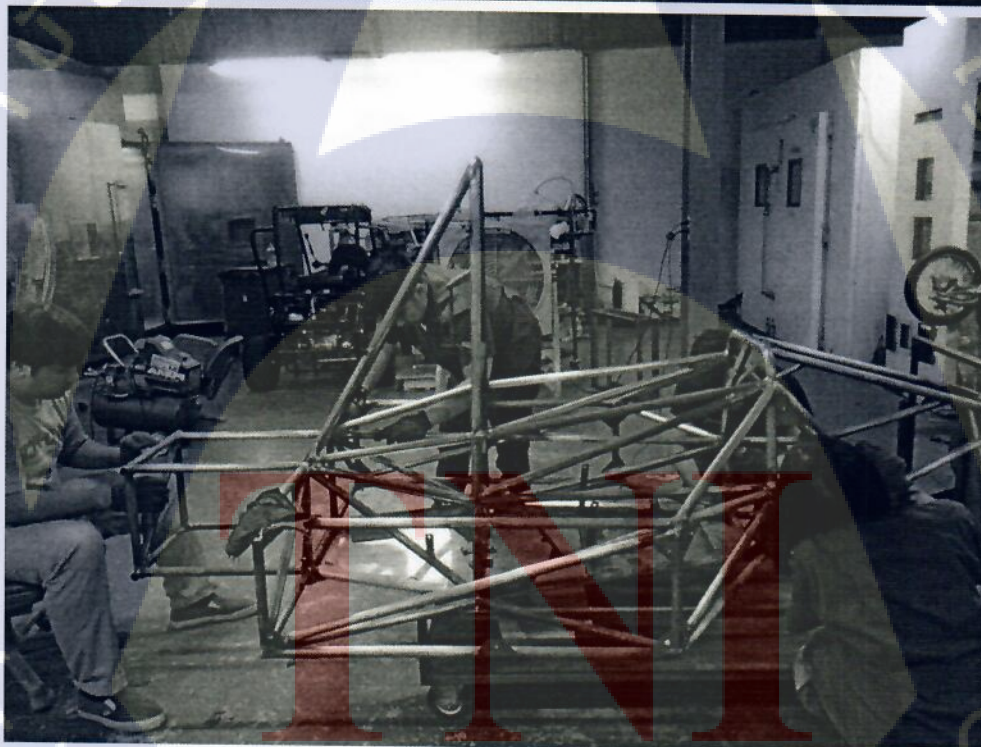
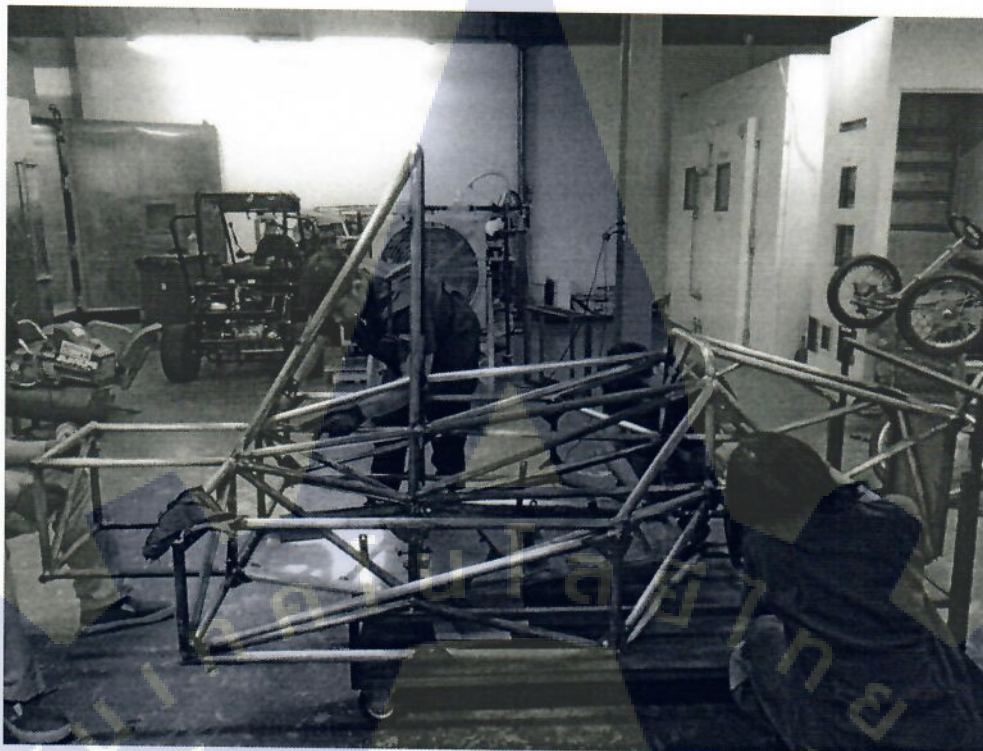


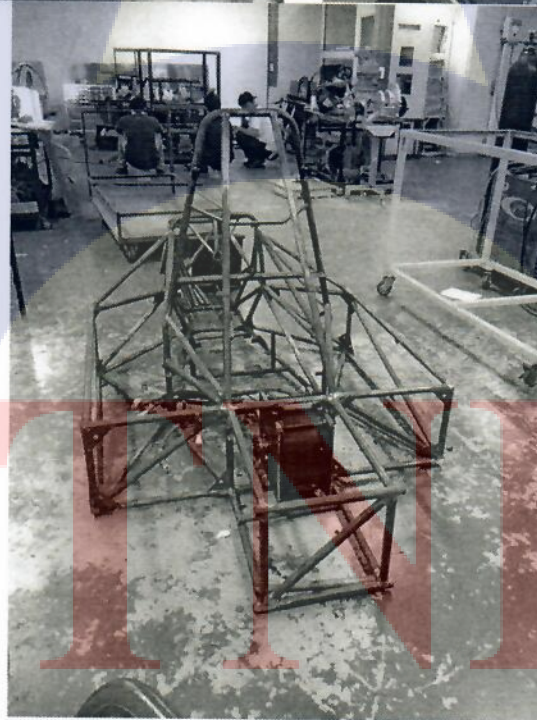
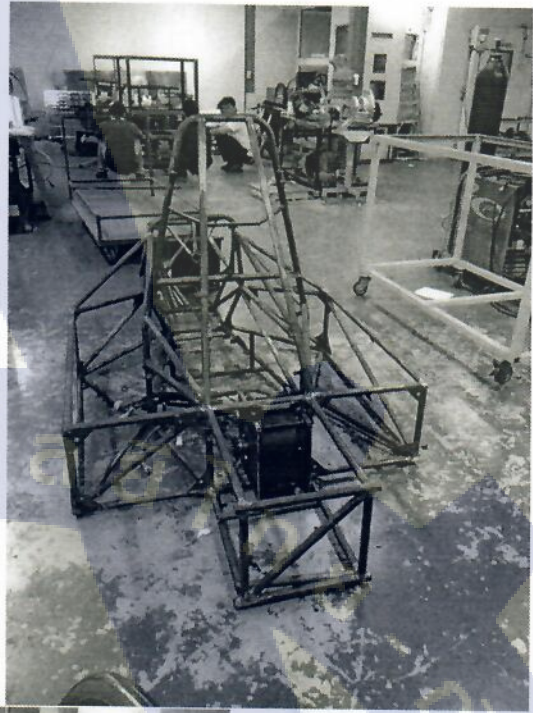


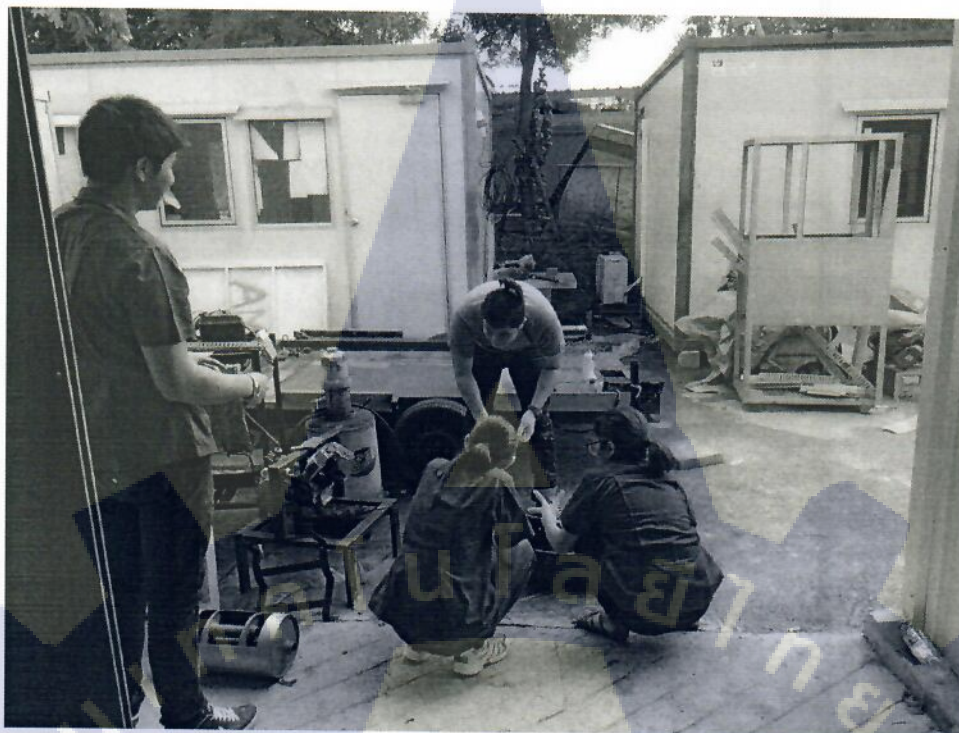


TNI

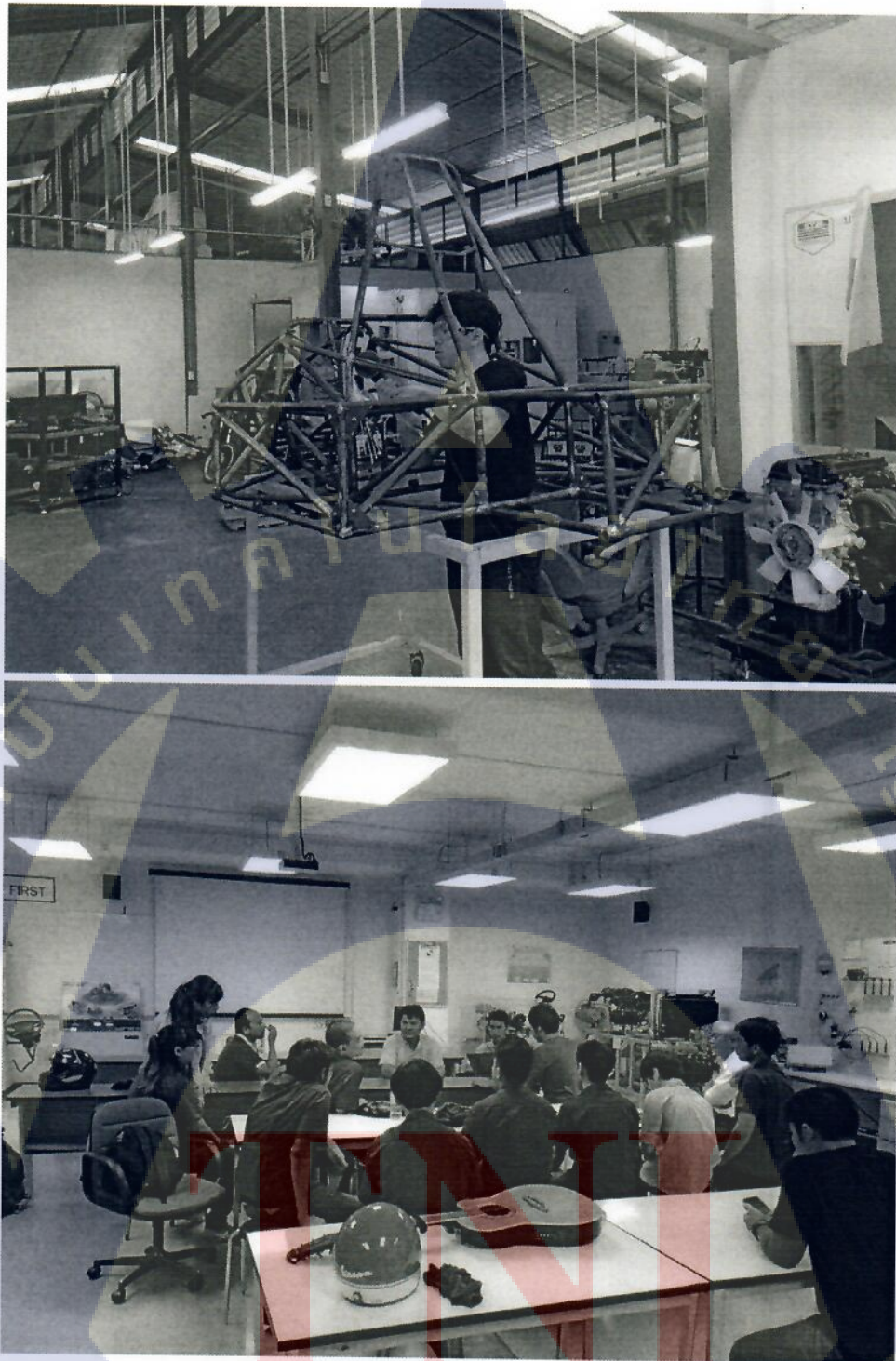
THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY













III

THAI NICHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY



บรรณานุกรม

- [1] Berry, W.B. ; Notre Dame Univ., IN, USA ; Bauer, P.H. ; Martin, R.A. ; McMullen, S.R. 1994. "A race car, the formula lightning as an engineering education platform for enhancing the engineering development of the electric car between industry and university" **International Conference on Power Electronics in Transportation**, (Oct) :41 – 46.
- [2] Prajwal, C.P. ;Hegde, K.R. ; Rao, K.U. ; Nagaraj, S. 2013. " A simple novel algorithm to optimize final gear ratio in electric and hybrid formula racing cars " **International Multi-Conference on Automation, Computing, Communication, Control and Compressed Sensing**, (22-23 March) : 415 - 419.
- [3] Adcock, P. ; Loughborough Univ. of Technol., UK ; Crewe, C.M. ; Grange, N. ; Passmore, M.A. 1993 " Performance predictions for a single seater junior formula electric racing car" **International Conference on Systems for Electric Racing Vehicles**, IEE Colloquium, (26 Oct): 8/1 - 8/7.
- [4] Hansen, K. ; Dept. of Mech. &Aerosp. Eng., Arizona State Univ., Tempe, AZ, USA ; Bailey, R. ; Rykiel, M. ; Reed, H. 1998. "Battery management: the tortoise and hare approach to racing electric vehicles" **International Conference on Battery Conference on Applications and Advances**, (13-16 Jan) : 357 – 362.
- [5] Zhenpo Wang and Wenliang Zhang. 2014. "Battery system matching and design for a formula student electric racecar" **International Conference on Transportation Electrification Asia-Pacific**, (31 Aug.) : 1-6.
- [6] Sri Naga Sruthi, G ; Rishikeshvibhute ; Karmarkar, U. ; Chandra, S. ; Mukundanlyengar, S. 2014 "Safety system of an electric vehicle for formula racing" **International Conference on Vehicular Electronics and Safety**, (16-17 Dec) : 44-49.

- [7] Montesinos-Miracle and Fontan-Tebar, C. ; Vidal-Salvia, H. "Simulation of an Electric Racing Car Using Energetic Macroscopic Representation" **International Conference on Vehicle Power and Propulsion Conference**, (27-30 Oct) :1-6
- [8] Institution of Mechanical Engineers, "Formula student," Feb 2014. [Online]. Available: www.formulastudent.com
- [9] K. Chen, A. Bouscayrol, and W. Lhomme, 2008. "Energetic macroscopic representation and inversion-based control: Application to an electric vehicle with an electrical differential," **Journal of Asian Electric Vehicles** 6 : 11097 – 1102,
- [10] A. Bouscayrol, A. Bruyere, P. Delarue, F. Giraud, B. Lemaire-Semail, Y. Le Menach, W. Lhomme, and F. Locment 2007. "Teaching drive control using energetic macroscopic representation - initiation level," **European Conference on Power Electronics and Applications**, (Sep) : 1–9.
- [11] Etseib motorsport. [Online]. Available: www.etsieb-motorsport.upc.edu
- [12] O. Tremblay, L.-A. Dessaint, and A.-I. Dekkiche. 2007. "A generic battery model for the dynamic simulation of hybrid electric vehicles," **International Conference on Vehicle Power and Propulsion Conference**, (Sept) : 284–289.
- [13] P. Barrade. 2006. "Electronique de puissance. Presses polytechniques et universitaires romandes"
- [14] M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi. 2010. "Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles. Fundamentals, theory and design"
- [15] P. C. Krause, O. Wasynczuk, and S. D. Sudhoff. 2002. " Analysis of electric machinery and drive systems, 2nd ed. Wiley-Interscience"
- [16] L. Harnefors and H.-P. Nee, "Model-based current control of ac machines using the internal model control method," **Industry Applications, IEEE Transactions** 34, no. 1 (Jan) : 133–141

- [17] 2014 Formula SAE Rules. [Online]. Available: <http://students.sae.org/cds/formulaseries/rules/>
- [18] F. J. Sanchez-Alejo, F. Aparicio, M. A. Alvarez, and E. Galindo. 2010. "The developing of personal and professional skills in automotive engineers through university competitions," **International Conference on IEEE EDUCON**: 1491–1498.
- [19] I. Chang, N. Kim, D. Lee, Cha, and S. Won, 2010 "Designing and manufacturing of Formula SAE-Hybrid racecar for a new engineering education program," **International Conference on IEEE Vehicle Power Propuls**, (Sep.) : 1–6.
- [20] E. Carraro, M. Degano, M. Morandin, and N. Bianchi. 2013. "Formula SAE electric competition: Electrical motor design," **International Conference on Electric Mach. Drives**, (May) : 1142–1148.
- [21] M. S. Whittingham. 2014. "History, Evolution, and Future Status of Energy Storage" **Proc. IEEE**. 100, (May) : 1518–1534
- [22] F. Baronti, A. Lazzeri, R. Roncella, R. Saletti, and S. Saponara. 2013 "Design and Characterization of a Robotized Gearbox System Based on Voice Coil Actuators for a Formula SAE Race Car," **IEEE/ASME Trans. Mechatronics** 18, 1(Feb) : 53–61.
- [23] F. Baronti, G. Fantechi, E. Leonardi, R. Roncella, and R. Saletti. 2010. "Enhanced model for Lithium-Polymer cells including temperature effects," **International Conference on Ind. Electron. Soc. IEEE**, (Nov.) : 2329–2333.
- [24] Y. A. Cengel, Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer. McGraw-Hill, Science, 1997.
- [25] M. N. Ozisik, Heat conduction, 2nd ed. John Wiley and Sons Inc., 1993.

ประวัติผู้วิจัย

1. นาย ภาสกร พันธุ์โอภาส

วัน เดือน ปี เกิด 18 กรกฎาคม 2519

สถานที่เกิด จังหวัดนครราชสีมา

วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)

สาขาช่างกลโรงงาน

จากวิทยาลัยเทคนิค นครราชสีมา

ปีการศึกษา 2538

สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)

จากวิทยาลัยเทคนิค นครราชสีมา

ปีการศึกษา 2540

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตรบัณฑิต

สาขา ทัศนศึกษาศิลป์

จากมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

ปีการศึกษา 2542

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขา การตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม

จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปีการศึกษา 2558

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมยานยนต์

การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง

กรุงเทพมหานคร 10250

2. นาย สุระ ลาภทวี

วัน เดือน ปี เกิด 6 กันยายน 2528

สถานที่เกิด จังหวัดเพชรบูรณ์

วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาฟิสิกส์และอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2552
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท
สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม
จากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2556

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพมหานคร 10250

3. นาย จีรพงศ์ สุชาติพิทย์

วัน เดือน ปี เกิด 7 มีนาคม 2521
สถานที่เกิด จังหวัดนครศรีธรรมราช
วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)
สาขาช่างยนต์
จากโรงเรียนเทคนิคไทยบัติต นครศรีธรรมราช
ปีการศึกษา 2538
สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)
สาขาช่างยนต์
จากโรงเรียนสุราษฎร์เทคโนโลยี สุราษฎร์ธานี
ปีการศึกษา 2540
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
จากมหาวิทยาลัยมหานคร
ปีการศึกษา 2543

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพมหานคร 10250

4. นายวิศิษฐ์ สองเมือง

สถานที่เกิด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)
 สาขาช่างยนต์
 จากโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโก กรุงเทพฯ
 ปีการศึกษา 2539
 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)
 สาขาเทคนิคยานยนต์
 จากโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโก กรุงเทพฯ
 ปีการศึกษา 2541
 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
 สาขาอุสาหกรรมการศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ปีการศึกษา 2545
 ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
 การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
 1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
 กรุงเทพมหานคร 10250

4. นายเนรินศ ชัยธานี

สถานที่เกิด จังหวัดอุดรธานี
 วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)
 สาขาช่างยนต์
 จากวิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ อุดรธานี
 ปีการศึกษา 2543
 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)
 สาขาช่างเทคนิคยานยนต์
 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
 ปีการศึกษา 2545
 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมยานยนต์
การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพมหานคร 10250

5. นายชุตติ งามวงศ์

วัน เดือน ปี เกิด 29 มิถุนายน 2522
สถานที่เกิด จังหวัดอุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)
สาขาช่างกลโรงงาน
จากโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโก กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2541
สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)
สาขาเทคนิคอุตสาหกรรม
จากโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโก กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2543
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2551
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท
สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2557

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

การทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง

กรุงเทพมหานคร 10250

